

Ex Libris

No. 459

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





Revue générale
des Sciences

pures et appliquées

TOME DIXIÈME

Revue générale
des Sciences
pures et appliquées

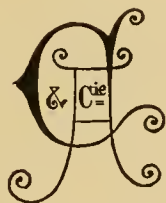
PARAISANT LE 15 ET LE 30 DE CHAQUE MOIS

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

TOME DIXIÈME

1899

AVEC NOMBREUSES FIGURES ORIGINALES DANS LE TEXTE



Armand Colin & C^{ie}, Éditeurs

5, rue de Mézières, Paris

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER



VOYAGES D'ÉTUDE DE LA REVUE

CROISIÈRE AUX CANARIES ET A MADÈRE

EN AVRIL 1899

Après avoir étudié en 1898 la Grèce et la Turquie, la Norvège, la rive orientale de l'Italie, l'Istrie, la Dalmatie, la Bosnie et l'Herzégovine, puis, tout récemment, l'Égypte¹, la *Revue* se propose de conduire en avril prochain une croisière aux Canaries et à Madère. Le Comité de Patronage de ses voyages a pensé qu'il y avait lieu, en effet, de faire connaître à nos compatriotes, spécialement à ceux qu'intéresse l'étude de la Nature, ces belles possessions de l'Espagne et du Portugal, qui, à tant de titres, sollicitent la curiosité du savant. Il lui a paru que les sites célèbres de Ténériffe, de Las Palmas et de Madère, qui doivent à leur structure géologique, à leur climat, à leur flore, comme à l'état particulier de leur ethnographie, leur physionomie si pittoresque, méritaient la visite attentive des touristes de la *Revue*. Ces îles enchantées seront le but principal de notre prochain voyage.

Elles ne sauraient, cependant, malgré tout leur attrait, constituer les seules étapes d'une croisière dans

l'Atlantique. Le paquebot, qui partira de Marseille le 29 mars, fera d'abord escale sur la côte espagnole. Il s'arrêtera à Malaga, qu'il importe de visiter, et d'où

les touristes iront, en train spécial, à Grenade. Point n'est besoin d'insister sur l'intérêt tout actuel de pérégrinations en Espagne, ni de rappeler les souvenirs qu'évoquent en tous les esprits les noms mêmes de Grenade et de sa principale merveille : l'Alhambra. Les voyages de la *Revue* ne doivent pas seulement permettre aux touristes d'étudier partout les faits d'ordre scientifique ; leur portée est plus haute et plus générale : il faut qu'en tout lieu, tout ce qui mérite l'attention de l'homme cultivé, qu'il s'agisse de science naturelle, d'histoire, d'art ou de sociologie, lui soit signalé, décrit et expliqué. Au cours de nos excursions en Espagne, notre attention se portera donc et sur le monde ancien et l'art magnifique qu'il a enfanté, et sur le monde moderne, l'état présent du pays.

De Grenade, le navire se rendra au Maroc et nous verrons successivement Tanger et Mazagan. C'est surtout en quittant l'Espagne mauresque, qu'il est intéressant d'observer ces Musulmans marocains, en l'âme

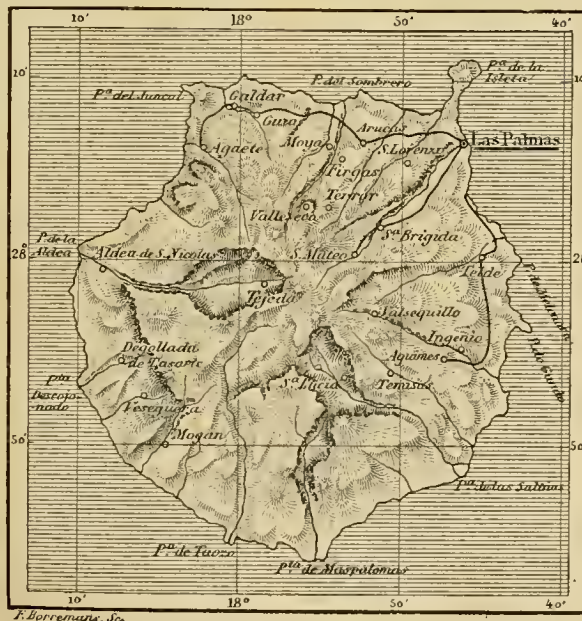


Fig. 1. — Ile de la Grande-Canarie.

¹ Notre croisière en Egypte est rentrée en France en décembre 1898.

desquels s'est en quelque sorte condensé tout le fanatisme de l'Islam. Là, les hommes ont conservé, pures de tout mélange et de toute influence de milieu, les mœurs et les croyances des vieux sectateurs du Coran.

Après avoir étudié au Maroc la Nature et les hommes, les touristes visiteront la Grande Canarie, puis Ténériffe, dont ils escaladeront le pic, et feront en ces îles des excursions destinées à leur bien faire connaître le sol, ses productions et ses habitants.

Ils verront ensuite Madère. Le bateau fera escale à Funchal; des promenades seront organisées à l'intérieur de l'île pour en montrer les principaux aspects.

De Madère on ira à Lisbonne. Le Portugal, en effet, ne pouvait pas ne pas figurer dans le programme d'une croisière à Madère. Nous y séjournerons de façon à prendre quelque idée de ce petit pays dont, à divers points de vue, il est utile de connaître les ressources, la population, le commerce, les travaux publics. A la capitale et ses environs immédiats ne seront pas limitées nos courses: nous ferons, en particulier, l'excursion, traditionnelle et obligatoire, de Cintra.

De Lisbonne nous irons à Cadix et de Cadix à Séville, qui doit retenir tout voyageur pérégrinant en Espagne; et, de retour à Cadix, nous gagnerons Gibraltar, notre avant-dernière escale, puis Oran, ce qui nous permettra de voir la partie de notre Algérie la moins souvent visitée.

Le retour aura lieu à Marseille, le 20 avril.

Le Comité de Patronage de nos voyages a fait choix, pour diriger notre croisière, de M. le Dr Verneau, du Muséum, que désigne, en effet, d'une façon particulière, on peut presque dire qu'impose en l'espèce, l'étude approfondie qu'il a faite des pays que nous parcourrons.

Nous avons aussi le plaisir d'annoncer que la croisière aura lieu avec le concours de la Compagnie des Messageries maritimes, qui a bien voulu, pour la circonstance, mettre à notre disposition l'un de ses plus beaux navires du service de la Méditerranée.

Louis Olivier.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Mathématiques

L'Enseignement mathématique. — Sous ce titre: *L'Enseignement mathématique*, vient d'être fondé à Paris un recueil sur l'importance duquel nous voudrions attirer l'attention de nos lecteurs. C'est une revue de pédagogie mathématique destinée à mettre en relation les nôtres avec les autres les mathématiciens du monde entier et à les tenir au courant des traditions ou des nouveautés de l'enseignement mathématique en tous pays.

Ce recueil, naturellement très international, est édité à Paris, mais soumis à une direction double, qui a son siège à la fois à Paris et à Genève. Ce sont, en effet, deux éminents collaborateurs de la *Revue générale des Sciences*, M. C.-A. Laisant, répétiteur à l'École Polytechnique, et M. H. Fehr, privat-docent à l'Université de Genève, qui entreprennent de le fonder. Ces savants ont compris qu'après le succès du premier Congrès des Mathématiciens, il était possible de créer, avec grande probabilité de réussir, un organe qui servirait de lien entre les professeurs et leur fit connaître l'évolution des méthodes mathématiques et de l'enseignement mathématique en tous pays. Cette nouvelle revue s'annonce donc comme une tribune, d'où tous les savants autorisés pourront plaider la cause des idées qu'ils préconisent, exposer les critiques qu'ils adressent soit à telle partie de la science, soit à telle partie de l'enseignement.

La revue de MM. Laisant et Fehr compte comprendre en chacune de ses livraisons, lesquelles paraissent tous les deux mois, des articles originaux, spécialement de caractère pédagogique, la chronique des événements récents en Mathématiques, des correspondances et des analyses bibliographiques¹.

Le premier fascicule, qui paraît aujourd'hui même, contient: 1° un mémoire de M. Zoel G. de Galdeano, de Saragosse, sur les Mathématiques en Espagne; 2° une étude de M. C.-A. Laisant sur diverses questions de terminologie; 3° un article de M. Alfred Binet sur la Pédagogie scientifique; 4° des considérations de M. H. Laurent sur l'enseignement des Mathématiques dans les classes de spéciales en France; 5° une note de M. Fehr sur l'enseignement des éléments de Trigonométrie; 6° une note de M. Foutené sur l'enseignement des Vecteurs; 7° une

Chronique due à plusieurs auteurs et consacrée au Congrès de Dusseldorf, à la Société italienne *Mathesis*, aux programmes de notre École Polytechnique, aux récents traités de Géométrie en Italie et en France, au Congrès des Mathématiciens en 1900, aux moyens physiques dans le calcul, à la bibliothèque mathématique des travailleurs, au brevet de l'enseignement secondaire supérieur en France. L'analyse des ouvrages récents termine la livraison.

L. O.

§ 2. — Chimie industrielle

Progrès récents dans la vulcanisation au soufre du caoutchouc. — MM. Baspt et Hamet ont récemment présenté à la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale* un mémoire relatif à des modifications qu'ils ont apportées au mode actuel de vulcanisation du caoutchouc par le soufre. Nous empruntons au Rapport de M. Livache sur cet intéressant mémoire¹ quelques renseignements sur les procédés de MM. Baspt et Hamet.

On sait que le caoutchouc naturel se soude sur lui-même; il se ramollit entre 30° et 50°, perd son élasticité au-dessous de 10° et devient rigide et dur à 0°. Aussi, lorsqu'on veut le manufacturer, doit-on lui faire subir l'opération de la vulcanisation, qui a pour but de rendre permanente, entre - 20° et + 180°, l'élasticité naturelle du caoutchouc, tout en lui permettant de résister sans altération à des températures qui, auparavant, le rendaient poisseux, de ne plus durcir par le froid, de ne plus se souder avec lui-même. Cette modification des propriétés est due à la combinaison chimique d'une petite quantité de soufre, qui ne dépasse pas 1 à 2 %.

La vulcanisation s'exécute soit au moyen du procédé Hancock, dans lequel les objets en caoutchouc naturel sont plongés, pendant un temps variable, dans du soufre maintenu à la température de 115° à 120°; soit au moyen du procédé Goodyear, consistant à chauffer entre 130° et 150° le caoutchouc auquel on a préalablement incorporé 10 à 20 % de soufre.

C'est à la présence des bains de soufre en fusion, nécessaires pour l'application des deux procédés ci-dessus, que sont dus les dangers et les inconvénients sérieux des ateliers dans lesquels on pratique la vulca-

¹ *L'Enseignement mathématique* est édité par MM. Carré et Naud, 3, rue Racine, à Paris.

¹ *Bulletin de la Soc. d'Enc. p. l'Ind. nat.*, 3^{ème} série, tome III, n° 12, p. 1391 et suiv.

nisation du caoutchouc. Le chauffage se faisant à feu nu, il se produit un important dégagement d'acide sulfureux; de plus, si le feu est trop fortement poussé, des vapeurs de soufre se répandent dans l'atelier et vont se condenser sur les cloisons et les plafonds, augmentant ainsi leur combustibilité.

De nombreuses tentatives ont été faites en vue de substituer au soufre des substances ne présentant pas ces inconvénients; mais les succédanés du soufre ont aussi leurs désavantages. MM. Bapst et Hamet ont pensé qu'il était préférable de conserver le soufre; mais ils ont apporté au mode de chauffage et au départ des vapeurs de profondes modifications.

Tout d'abord, ils ont remplacé le chauffage à feu nu par le chauffage à la vapeur. A cet effet, la chaudière en fonte contenant le soufre est entourée d'une double enveloppe dans laquelle est introduite de la vapeur à 3 ou 4 atmosphères, ce qui correspond à une température variant de 135 à 145 degrés. Grâce à ce dispositif, on peut maintenir une température très régulière pendant un temps déterminé, ce qui est de la plus grande importance pour une bonne vulcanisation du caoutchouc. Un autre avantage est la suppression de tout danger d'incendie, car on n'a plus à craindre l'inflammation des vapeurs de soufre. Enfin, les chaudières ne se brûlent plus aux points où s'accumulent les crasses provenant de l'attaque des moules.

Néanmoins, quelque bien conduite que soit l'opération, on ne peut éviter complètement un certain dégagement d'acide sulfureux et de vapeur de soufre. MM. Bapst et Hamet ont alors surmonté les bains de soufre de couvercles, qu'on peut soulever au moyen de contrepoids. Pendant les opérations, ils sont complètement abaissés, et toutes les vapeurs s'échappent par une cheminée; à la sortie de celle-ci, des toiles tendues en chicane servent à condenser la vapeur de soufre et permettent de récupérer une quantité importante de fleur de soufre.

Les appareils de MM. Bapst et Hamet ont été expérimentés dans une fabrique importante et ont fonctionné d'une façon très satisfaisante. La régularité du chauffage provoque une diminution notable de la quantité des produits dégagés (acide sulfureux surtout) et l'atelier devient moins incommode pour le voisinage. D'autre part, les couvercles de tirage rendent le travail plus facile pour les ouvriers. Enfin, l'emploi de la vapeur a réalisé, paraît-il, une économie de 50 %, due principalement à la durée plus longue des chaudières. A tous les points de vue, les appareils de MM. Bapst et Hamet méritent donc d'entrer dans la pratique.

§ 3. — Géographie et Colonisation

Revue des Cultures coloniales. — Notre distingué confrère, M. Milhe-Poutingon, directeur de la *Revue des Cultures coloniales*, vient d'ajouter à l'intérêt, déjà considérable, de cette importante publication en la rendant bi-mensuelle à partir de la présente année et en introduisant dans ce recueil l'indication détaillée de toutes les publications relatives à la culture dans nos colonies et les pays tropicaux.

Des périodiques similaires de l'Etranger publiant des articles que beaucoup de lecteurs de langue française ont intérêt à connaître, la *Revue des Cultures coloniales* a organisé un Service de traductions, grâce auquel elle pourra désormais communiquer en français, à ceux de ses lecteurs qui lui en feront la demande, les mémoires étrangers dont elle aura signalé les titres.

Les chemins de fer de l'Indo-Chine. — Une loi du 25 décembre 1898 a autorisé l'émission d'un emprunt de 200 millions pour la construction de chemins de fer en Indo-Chine. C'est là une date dans l'histoire de notre grande colonie asiatique. Les travaux qui vont être entrepris permettront la mise en valeur, d'une façon plus complète, des richesses naturelles de nos possessions; ils faciliteront la dispersion des indi-

gènes dans des régions fertiles où ils n'ont pas encore osé pénétrer, et ils ouvriront aux industriels et aux commerçants français des contrées qui leur étaient jusque-là inaccessibles; enfin, ils auront pour résultat d'assurer la sécurité dans les diverses parties de notre domaine indo-chinois.

Les lignes dont la construction vient d'être admise ne constituent qu'une partie de tout un plan de voies ferrées représentant un ensemble de 4.000 kilomètres. On compte que, dans l'avenir, une grande ligne, partant de Saïgon, pénétrera dans la Haute-Cochinchine, traversera l'Annam tout entier et, au Tonkin, rejoindra le chemin de fer, bientôt achevé, de Hanoï à Lang-Son et à la frontière de Chine. De divers points de cette ligne partiront des embranchements allant vers le Mékong, et de Hanoï une autre ligne se dirigera vers le Yun-Nan.

Mais, pour le moment, le programme de travaux proposé par M. Doumer, gouverneur général de l'Indo-Chine, et accepté par les Chambres, comprend seulement six lignes, dont cinq en territoire français et une en territoire chinois.

Les cinq lignes à construire sur le territoire français sont les suivantes :

- 1° De Haïphong à Hanoï, à Viétri et à Lao-Kay;
- 2° De Hanoï à Nam-Dinh et Vinh;
- 3° De Tourane à Quang-Tri et Hué;
- 4° De Saïgon à Khanh-Hoa et au plateau de Lang-Bian;
- 5° De Mytho à Vinh-Long et Cantho.

La ligne projetée sur le territoire chinois est celle de Lao-Kay à Yun-Nan-Sen.

L'emprunt que l'Indo-Chine est autorisée à contracter sera fait sous sa seule responsabilité, sans garantie de l'Etat. Il n'y a exception que pour la ligne de pénétration au Yun-Nan pour laquelle la garantie de l'Etat français s'ajoutera à celle de l'Indo-Chine. L'emprunt de 200 millions n'aura pas lieu en un seul bloc; il sera autorisé par émissions successives, les lignes ne devant être construites que d'après leur ordre d'urgence établi par la loi. Déjà un décret a autorisé la réalisation immédiate d'une première portion de l'emprunt, fixée à 50 millions. La construction immédiate de la ligne de Lao-Kay à Yun-Nan-Sen a été autorisée par la loi même du 25 décembre 1898.

La première ligne indo-chinoise, par ordre d'urgence, celle de Haïphong à Viétri et à Lao-Kay, est motivée par l'insuffisance de la navigabilité du fleuve Rouge. Ce cours d'eau, d'une navigation peu facile entre Haïphong et Hanoï, est péniblement accessible aux bateaux même d'un très faible tonnage entre Hanoï et Yen-Bay; pendant la plus grande partie de l'année, une chaloupe à vapeur, si petite qu'elle soit, ne saurait remonter au delà de ce dernier point. Un commerce sérieux ne peut s'établir avec le Yun-Nan par la vallée du fleuve Rouge, que si l'on possède un moyen de transport plus commode et plus rapide.

De Haïphong, le port commercial du Tonkin, à Hanoï, sa capitale administrative, la ligne passera par Haï-Duong, chef-lieu d'une importante province, et traversera une région riche, peuplée, cultivée en rizières. Elle rejoindra, en face de Hanoï, sur la rive gauche du fleuve Rouge, la ligne de Phu-Lang-Thuong à Hanoï, actuellement en construction. Elle atteindra à Viétri l'embouchure de la rivière Claire et pénétrera ensuite dans une région montagneuse, peu habitée et encore moins cultivée.

La ligne de Hanoï à Vinh traversera les deltas du fleuve Rouge, de la rivière de Than-Hoa et de celle de Vinh. C'est une contrée riche, peuplée, en pleine activité économique. Cette ligne sera, dans l'avenir, prolongée jusqu'à Quang-Tri et unira ainsi Hanoï à Hué.

La ligne de Tourane à Hué et à Quang-Tri rendra les communications faciles entre la capitale de l'Annam et le reste de l'Indo-Chine. L'accès de la mer par la rivière de Hué, toujours malaisé, est presque complètement fermé pendant six ou sept mois de l'année. On ne peut aller de Hué à Tourane, seul port de l'Annam central,

que par une route en pays montagneux, longue de 120 kilomètres et non carrossable. Notre influence dans l'Annam s'accroîtra beaucoup, lorsque la capitale aura cessé d'être ainsi isolée.

De Hué, la ligne sera prolongée jusqu'à Quang-Tri à

travers un pays fertile, de manière à être reliée à la route actuellement en construction qui ira par Ai-Lao à la partie navigable du Sé-Bang-Hien, le grand affluent de gauche du Mékong. La ligne de Saïgon à Khanh-Hoa et au plateau de Lang-Bian, a tous les caractères d'un chemin de fer de colonisation. Elle permettra la culture de terres riches, jusque-là difficilement accessibles, où réussissent le café, le thé, le tabac, la gutta-percha. Quant au plateau de Lang-Bian, il possède un climat excellent qui permettrait d'y établir un sanatorium pour les soldats, les fonctionnaires et les colons.

La dernière ligne indo-chinoise, celle de Mytho à Vinh-Long et à Cantho, desservirait le sud-ouest de la Cochinchine et amènerait sur les marchés de Cholon et de Saïgon le riz du Bas-Mékong.

Enfin, la ligne de pénétration au Yun-Nan, raccordée à Lao-Kay aux lignes indo-chinoises, fera de cette grande province de la Chine, au point de vue économique, une prolongation du Tonkin. C'est par la convention du 10 avril 1898 que le gouvernement chinois a accordé au gouvernement français ou à la Compagnie

que celui-ci désignerait, le droit de construire une ligne allant de la frontière du Tonkin à Yun-Nan-Sen. Cette ligne passera par Mong-Tsé et Kouan-I.

Le Yun-Nan est un pays salubre, à climat tempéré, où les Européens peuvent se livrer sans inconvénient

à tous les travaux. En dehors du riz, la province produit du maïs, du sorgho, du blé, des fèves, et beaucoup d'opium, qui constitue, avec les minerais de plomb argentifère, de zinc, de fer, d'étain et de cuivre, la principale richesse du Yun-Nan.

On y trouve aussi du charbon. Les montagnes du nord-ouest sont l'habitat du daim musqué. La population est laborieuse et paisible, et elle recherche volontiers les produits européens.

Le Yun-Nan sera ainsi mis pour toujours en dehors de l'influence anglaise, qui s'efforce d'y pénétrer par la Haute-Birmanie. C'est pour cela que les Anglais avaient poussé de Mandalay à Myitk-hyna, sur le Haut-Iraouaddy, leur railway de la Basse-Birmanie. Ils paraissent avoir abandonné cette voie

de pénétration et ont entrepris la construction d'un chemin de fer allant de Mandalay vers le Yang-Tsé-Kiang par Tibo, l'ancienne capitale de l'empire birman, Kun-Long et Ta-Li-Fou; une partie de cette voie ferrée est déjà ouverte à l'exploitation.

Gustave Regelsperger.



Fig. 1. — Chemins de fer de l'Indo-Chine.

L'ÉCHELLE DU SPECTRE

La définition d'une radiation par sa couleur — la première qui se présente à l'esprit et la seule que l'on connût pendant une longue série de siècles — est à la fois peu précise et tout à fait décevante, puisque la même sensation colorée peut correspondre à des phénomènes totalement différents. On dut donc considérer comme un immense progrès, comme la première création dans le chaos, l'idée de définir les radiations par leur indice de réfraction. L'échelle du spectre était trouvée et put passer pour parfaite aussi longtemps que les mesures furent assez peu précises ou assez peu variées pour permettre de croire à la *proportionnalité* des indices des diverses substances transparentes pour toutes radiations.

Les relations entre l'étendue des couleurs spectrales et diverses autres longueurs, celles, par exemple, des segments de corde donnant les notes de la gamme, purent faire croire à des relations naturelles, dont le fragile échafaudage s'écroula lorsque la base même de ces ingénieuses synthèses, l'égalité de la dispersion, fut reconnue fautive.

A l'époque où s'estompa toute cette belle harmonie des sons et des couleurs, et où sombra l'une des plus gracieuses généralisations de l'ancienne Physique, on put croire que l'échelle naturelle du spectre resterait à jamais perdue¹. Et, si les physiciens du siècle dernier avaient eu ce besoin de clarté dont les maîtres de la Physique moderne nous ont donné l'exemple, ils auraient pu désespérer de la science.

C'est alors que la théorie des ondulations, merveilleusement discernée par Fresnel, apporta sa clarté dans l'inextricable dédale des radiations. La variable indépendante était trouvée : c'était la longueur d'onde ; l'indice de réfraction n'en était plus

que la fonction, bien définie pour une substance donnée, variable d'un corps à l'autre.

Puis, tout ensemble, les repères découverts dans le spectre par Wollaston, soigneusement étudiés par Fraunhofer, donnèrent aux longueurs d'onde une signification métrologique précise. L'échelle du spectre était établie en pratique comme elle venait d'être créée en théorie.

1

Les deux sciences de l'ondulation, l'Optique et l'Acoustique, procèdent différemment dans la classification des ondes. La première les range suivant leur longueur ; la seconde, suivant leur fréquence. Or, si l'on y regarde de près, on s'aperçoit que la seule raison de cette divergence réside dans les procédés servant à la mesure de la propriété fondamentale des ondes. L'on est dès lors en droit de se demander si un procédé de laboratoire peut imposer une classification, et s'il n'existe pas d'autres motifs de conserver ou de modifier l'échelle adoptée dans l'un ou l'autre cas.

La première question qui se pose est ensuite celle-ci : La longueur d'onde est-elle bien la plus simple et la plus immédiate des notions précises par lesquelles les radiations puissent être définies ?

Evidemment non. Avant de se répandre dans l'éther, où elle prend pour la première fois une longueur d'onde définie, la vibration lumineuse existe dans la source, qui ne lui donne qu'une qualité : sa fréquence. C'est cette qualité que la radiation conservera jusqu'à sa complète transformation, quelles que soient les modifications qu'elle puisse d'ailleurs subir. Le rayon pourra se réfracter ou se réfléchir, se polariser de toutes les façons, une oscillation complète s'effectuera toujours dans le même temps. Mais il n'en est pas de même de la longueur de l'ondulation, qui change avec tous les milieux traversés et avec la température de ces milieux ou la pression à laquelle ils sont soumis.

La fréquence est donc plus immédiate et plus primordiale que la longueur d'onde, et plus invariable à la fois.

On serait donc tenté, par des raisons logiques, d'abandonner l'usage qui prévaut en Optique, et de lui substituer celui de l'Acoustique.

D'autres raisons militent encore en faveur de ce dernier parti. L'énergie d'une vibration est proportionnelle au carré de sa fréquence pour une amplitude donnée. Une fréquence infinie correspond à

¹ Aujourd'hui, la recherche des relations numériques entre des phénomènes dissemblables peut nous paraître enfantine. Les correspondances entre les couleurs et les intervalles musicaux ne pourraient exister que par suite du hasard, et sans qu'il y ait, entre ces deux ordres de phénomènes, aucune connexion véritable. Mais, si la recherche de quelques-unes de ces coïncidences a été stérile, il ne faut pas oublier que toute l'admirable synthèse par laquelle Maxwell a groupé, sous des causes semblables, les phénomènes de l'Optique et de l'Électricité, a eu pour point de départ une relation numérique dont la raison était absolument cachée au début. N'est-ce pas une recherche purement empirique de relations numériques qui conduisit Kepler à l'immortelle découverte de ses lois ? Et, aujourd'hui encore, savons-nous si certaines relations anciennement connues en Astronomie ont une cause cachée, ou sont le simple jeu du hasard ? Si la loi de Bode demeure encore quelques siècles sans explication, ou si un fait nouveau en détruit l'harmonie, on ne la considérera plus que comme une curiosité. Mais il serait imprudent de nier déjà qu'elle soit une manifestation d'un principe encore inconnu.

une énergie infinie, si l'amplitude n'est pas infiniment petite. Mais alors la longueur d'onde est nulle, et cependant nous considérons, par habitude, cette notion de la longueur d'onde nulle comme si naturelle que nous n'hésitons pas, lorsque nous dessinons un spectre de longueurs d'ondes, à marquer un zéro à l'origine des abscisses.

En nous reportant à la source des radiations, nous sentons vaguement qu'une limite est, en outre,

II

Les deux points de vue opposés, suivant lesquels la variable du spectre est une longueur ou l'inverse d'un temps, présentent chacun des avantages particuliers; mais ils ont aussi leurs défauts, qui frappent dès que l'on tente de représenter une étendue considérable du spectre par l'un ou l'autre des deux systèmes. Les deux diagrammes 1 et 2 le mon-

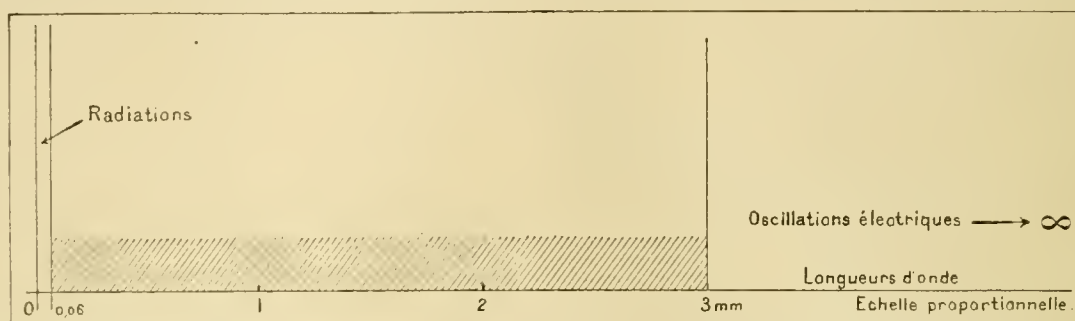


Fig. 1. — Diagramme du spectre en longueurs d'onde. — Les radiations connues sont comprises entre 0 et $0^{\text{mm}},06$; l'espace ombré est encore inexploré; les oscillations électriques déjà réalisées s'étendent de 3 millimètres à l'infini.

imposée à la rapidité d'une vibration par la nature même de la matière. Si donc nous transportions le zéro des longueurs d'onde en un endroit inaccessible, nous sommes assurés déjà qu'il ne nous ferait jamais défaut.

Passant à l'autre extrémité du spectre, nous savons que l'onde électrique infiniment lente n'est pas une impossibilité physique; nous savons tout au moins que l'on peut s'en rapprocher indéfini-

treront à l'évidence. Le premier représente le spectre en longueurs d'onde, le second le spectre en fréquences.

Pour pouvoir faire figurer le spectre électrique dans le premier, il a fallu condenser le spectre ultra-violet, le spectre visible et le spectre infra-rouge, c'est-à-dire toutes les radiations proprement dites sur une si faible longueur qu'il est impossible d'y rien discerner.

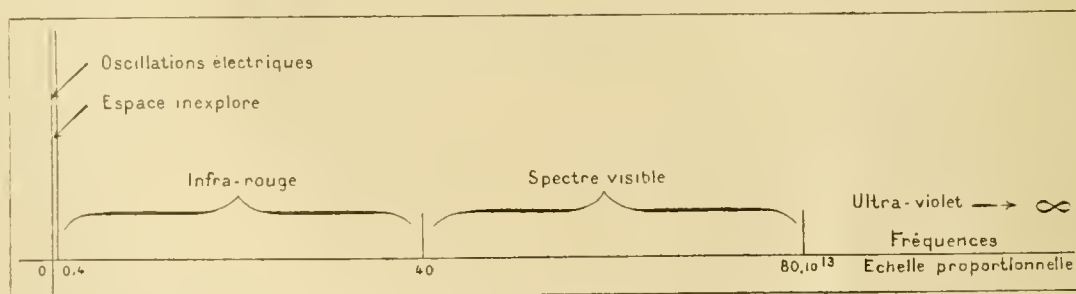


Fig. 2. — Diagramme du spectre en fréquences. — Les oscillations électriques et l'espace inexploré sont compris entre 0 et $0,4 \cdot 10^{13} \frac{1}{\text{sec}}$; l'ultra-violet s'étend entre $80,10^{13} \frac{1}{\text{sec}}$ et l'infini.

ment en pratique, et que le zéro des fréquences n'est pas une absurdité. Ce zéro a, de plus, une signification précise et fort importante. Dans la théorie de Maxwell, le pouvoir inducteur spécifique des diélectriques est égal au carré de leur indice pour une fréquence infiniment petite. Il pourrait donc y avoir un certain intérêt à posséder ce zéro dans des diagrammes faits à un point de vue déterminé. La fréquence nulle, dont l'existence est réelle, figurerait dans le diagramme, et la longueur d'onde nulle, qui n'existe pas, serait à l'infini.

Dans le second, l'ultra-violet occupe presque tout l'espace, tandis que les oscillations électriques sont accolées tout contre l'axe des ordonnées. Dans le premier cas, les radiations proprement dites sont sacrifiées. Dans le second, les oscillations électriques n'existent plus.

On pourra prendre l'un ou l'autre de ces systèmes lorsqu'on voudra faire ressortir telle ou telle relation des ondes entre elles; mais, dans la généralité des cas, ces deux représentations sont défectueuses.

Reprenant la question à un autre point de vue, nous sommes disposés à juger infinie la distance comprise entre l'absence d'oscillation électrique et une oscillation, si lente soit-elle. Dès qu'un courant varie, il produit de l'induction; il en produit plus ou moins suivant sa fréquence, mais il existe une différence plus grande, en ce qui concerne l'induction, entre le courant continu et celui qui se renverse une fois par seconde, qu'entre ce dernier et le courant alternant un million de fois dans le même temps. Avec le premier, le phénomène apparaît; avec le second, il ne fait que s'accroître. Nous avons vu, d'autre part, qu'il existe une distance infinie entre l'énergie de l'oscillation la plus rapide et celle dont la fréquence est rigoureusement nulle.

On verrait donc une certaine nécessité logique à renvoyer à l'infini les deux extrémités du spectre, pour bien marquer la distance qui sépare les phé-

Mais, indépendamment de la difficulté dans la découverte, les propriétés des radiations, considérées en elles-mêmes ou dans leurs relations avec la matière, varient rapidement avec la longueur d'onde lorsque celle-ci est faible, et beaucoup plus lentement lorsqu'elle devient considérable.

Nous savons bien que les ondes de 50μ et de 50μ , I sont pratiquement identiques, alors qu'une foule de phénomènes se présentent sous une forme très différente pour des ondes de 0μ , I et 0μ , 2. Ici, l'air, le quartz, le spath-fluor passent de l'opacité absolue à la transparence presque parfaite, tandis que là il faut parcourir dix microns pour apercevoir des différences bien nettes dans l'opacité de la paraffine, de l'ébonite et d'une foule d'autres corps.

La représentation par les longueurs d'onde nous montre, d'ailleurs, l'absorption sous une forme dissymétrique. Chacune des bandes d'absorption, crois-

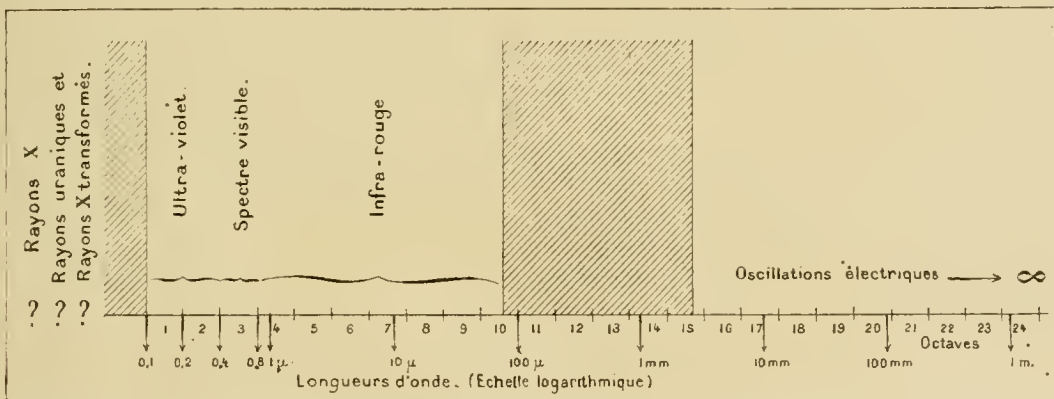


Fig. 3. — Diagramme du spectre en logarithmes des longueurs d'onde. — Les octaves occupent des espaces égaux; les parties inexplorées sont ombrées.

nomènes moyens du phénomène naissant à une extrémité de la fréquence, et de celui dont l'existence est impossible à l'autre extrémité.

Si, de plus, nous considérons le développement historique de notre connaissance du spectre, nous voyons que certaines régions sont très rapidement explorées, alors que certaines autres ne permettent que d'infimes progrès, toujours chèrement achetés. Tandis que l'on passait péniblement, par des artifices fort ingénieux, de la longueur d'onde de 0μ , 2 à celle de 0μ , 1, on enjambait gaillardement, à l'autre extrémité du spectre visible, l'espace compris entre 10μ et 60μ . Bien plus, dans le même temps, on descendait, dans les ondes électriques, de 1 mètre à 3 millimètres. Est-ce à dire que ce dernier travail soit dix millions de fois plus important que le premier, ou vingt mille fois plus que le second? Il serait bien absurde de le prétendre. En toutes choses, la valeur d'une augmentation dépend de l'acquis auquel elle s'ajoute, de l'état de situation au moment où elle se produit.

sant du bord au centre, monte rapidement en opacité du côté des courtes longueurs d'onde, et redescend plus lentement vers les grandes longueurs. Le contraire se produit dans les diagrammes en fréquences.

Nous pouvons admettre qu'une augmentation, pour être justement appréciée, doit être rapportée à la longueur d'onde à laquelle elle s'ajoute. Nous sommes alors conduits, par une loi analogue à celle du seuil dans la psycho-physiologie, à attribuer aux diverses régions du spectre des espaces proportionnels à leurs logarithmes, les distances égales sur l'axe des abscisses étant considérées comme correspondant à des portions d'égale importance.

La représentation logarithmique tient compte d'un caractère des phénomènes dont il a été précédemment question : elle repousse à l'infini l'absence de l'oscillation et la vibration dont l'énergie serait infinie. Elle ramène la symétrie dans les bandes d'absorption, et semble la variable naturelle de ce genre de phénomènes.

Le même raisonnement s'applique à la fréquence. Toute augmentation qu'elle subit n'est importante que par son rapport avec la fréquence déjà existante. Ce qu'il faudra représenter dans le diagramme, ce n'est pas l'augmentation de la fréquence, mais bien le quotient de cette augmentation par la fréquence à laquelle elle s'ajoute. Là aussi, c'est le logarithme qui s'impose, et la relation entre la fréquence et la longueur d'onde rend la représentation logarithmique identique, au signe près, dans les deux systèmes. Les deux diagrammes sont exactement symétriques, et le choix de l'un ou de l'autre est absolument indifférent.

Le diagramme de la figure 3 a été établi dans cette idée. Nous y voyons figurer commodément toute la partie importante du spectre, alors que ses extrémités seules sont renvoyées à l'infini.

Dans la représentation logarithmique, la division en parties égales s'impose, chacune d'elles ayant, soit en fréquences, soit en longueurs d'onde, une étendue double de sa voisine de droite ou de gauche. Nous revenons alors à la représentation usitée en Acoustique : celle des octaves.

La désignation des radiations par leurs octaves est déjà entrée dans la pratique, mais est demeurée très exceptionnelle. Elle semble mériter une plus grande attention, et présenter des avantages que l'on reconnaîtra mieux lorsqu'elle sera plus généralement employée.

Par une bizarrerie de la Nature, le spectre visible occupe presque exactement une octave naturelle, la troisième des octaves de radiations reconnues, les deux premières étant limitées respectivement par $0\mu,1$, $0\mu,2$ et $0\mu,4$.

On connaît, dans l'infra-rouge, jusqu'à la dixième octave, et le spectre électrique reprend à la quinzième.

Tout ce qui vient d'être dit peut paraître évident, et quelques lecteurs de la *Revue* lui reprocheront peut-être une trop facile hospitalité. Ce qui m'a engagé à publier ces considérations, c'est que la grande extension des travaux généraux sur le spectre n'impose que depuis peu de temps sa division en octaves. Aucune règle n'a été jusqu'ici adoptée ni même discutée pour désigner ces octaves ou pour les limiter, et l'on peut craindre qu'en l'absence de toute entente l'habitude ou le hasard fassent passer dans l'usage une division qui sera jugée plus tard défectueuse. Il serait bon qu'une discussion approfondie, dans l'un des prochains congrès de Physique, conduisit à une règle fixe pour la division du spectre; les promoteurs de quelques tentatives isolées dans cette voie seront heureux de s'y rattacher.

Ch.-Ed. Guillaume,

Docteur ès sciences,
Physicien du Bureau international
des Poids et Mesures.

L'ÉTAT ACTUEL ET LES BESOINS

DE L'INDUSTRIE DE LA BRASSERIE EN FRANCE

La Brasserie est une industrie très vieille, que l'on fait remonter jusqu'à l'ancienne Egypte, en admettant l'hydromel comme ancêtre de la bière; mais les progrès réalisés ont été lents, et la modification profonde des conditions de fabrication ne remonte guère à plus de trente ans.

Jetons d'abord un coup d'œil sommaire sur la marche générale d'une brasserie.

La matière première principale est le malt d'orge séché, et la fabrication comprend deux phases : le *brassage* ou production du moût, et la *fermentation* de celui-ci.

Le malt, réduit en farine par un concasseur, est délayé avec de l'eau dans la cuve-matière, et l'on élève progressivement la température du mélange au plus jusqu'à 73°. Cette opération a pour but la solubilisation de l'amidon du malt par la diastase que contient celui-ci et la dissolution de matières azotées et minérales provenant également du malt. On obtient ainsi un liquide sucré, déjà appelé

moût, tenant en suspension les enveloppes et les germes des grains de malt; par le repos, ces matières se déposent et forment une couche filtrante à travers laquelle le moût abandonne les débris qui flottent encore au sein du liquide. On donne le nom de *drèche* à l'ensemble des matières insolubles déposées. Le moût s'écoule clair dans une chaudière, il est additionné de houblon et soumis à une ébullition plus ou moins longue; ensuite, il est refroidi, aéré, et l'addition de levure commence la deuxième phase ou fermentation.

Celle-ci s'opère suivant deux modes bien distincts, suivant que l'on considère la fermentation haute (Bières du Nord et d'Angleterre) ou la fermentation basse (Bières allemandes et celles de nos grandes brasseries françaises). Dans le premier cas, une période de trois à quatre jours à une température de 15 à 20° constitue la fermentation principale; puis la bière est clarifiée et conservée quelques jours dans une cave ayant de 10 à 15°.

Pour les bières basses, la fermentation principale dure en moyenne douze jours entre 4° et 9°, et la fermentation secondaire a lieu pendant deux à trois mois à une température de 0°,5 à 2°. La bière est alors seulement clarifiée.

La fermentation haute est l'ancien mode de fabrication, et elle existe encore, très largement représentée par toute la région du Nord, une partie de l'Ouest et du Midi; mais elle n'a profité que dans une mesure restreinte des progrès réalisés, tandis que ceux-ci ont été plus ou moins complètement appliqués par la fermentation basse. Cette différence s'explique aisément: une brasserie de fermentation haute se contente d'une installation modeste et n'exige qu'un capital peu considérable. Elle a une clientèle régionale très peu éloignée, et ses produits se vendent à des prix très bas; il en résulte que les perfectionnements d'outillage vont avec lenteur, et que l'argument traditionnel: « Nos pères ne connaissaient pas cela » y a une grande valeur. Au contraire, pour la fermentation basse, il faut une mise de fonds considérable, les produits se vendent plus cher, s'adressent à une clientèle plus difficile, et l'on est presque toujours disposé à accueillir un perfectionnement quelconque, malgré la dépense qui en peut résulter.

I. — SOURCES PRINCIPALES DES PROGRÈS RÉCENTS.

Indiquons donc dès maintenant les points principaux sur lesquels un progrès a été réalisé en brasserie: 1° La connaissance du rôle que jouent les ferments. — 2° La production industrielle du froid. — 3° L'emploi des grains crus, riz et maïs comme succédanés du malt. — 4° Les filtres et les appareils de soutirage à contre-pression.

1° Les découvertes de Pasteur ont montré que, dans la plupart des cas, les accidents de fabrication, c'est-à-dire bières troubles, acides ou de mauvais goût, étaient dus au développement de bactéries provenant de l'air, ou de l'eau, ou de vaisseaux mal nettoyés. Ces germes se propagent dans les restes de moût ou de bière, qui peuvent être laissés dans les tuyaux ou les fûts. Il en résulte la nécessité de détruire ces ferments par des lavages antiseptiques, ou de stériliser, d'une manière quelconque, tuyaux et récipients, et l'obligation de travailler d'une façon aussi aseptique que possible, en ce qui concerne l'air, l'eau et les vaisseaux. Enfin, la fabrication doit se placer dans les conditions les plus défavorables au développement des bactéries et employer de la levure n'en renfermant pas.

Pasteur appelait levure pure celle qui ne contenait point de bactéries, mais Hansen a montré que des accidents de fabrication pouvaient également

provenir de certaines espèces de levures, dites levures sauvages, et, depuis lui, on considère comme levure pure celle qui provient d'une seule cellule convenablement isolée pendant son développement. Il est clair que l'emploi d'une telle levure assure des garanties sérieuses contre l'introduction accidentelle de mauvais ferments. D'autre part, les travaux de Pasteur ont fait voir que le développement des ferments de maladie était singulièrement facilité par une température un peu élevée, et au contraire très fortement ralenti par une basse température. Par conséquent, la fermentation haute est beaucoup plus exposée aux troubles d'origine microbienne, et ne peut les éviter que par des soins de propreté très minutieux.

2° L'idée de conserver la bière pendant longtemps dans un local refroidi, pour amener la destruction des germes qu'elle peut contenir, est ancienne, mais les sources de froid ont été longtemps restreintes et peu certaines. Les caves glacières présentaient l'inconvénient, dans certaines régions, de manquer, lorsque l'hiver n'était pas assez rigoureux; d'autres fois, quand l'été commençait de bonne heure, la glacière était vide au moment des grandes chaleurs, c'est-à-dire au moment où une basse température des caves était le plus nécessaire. L'invention des machines frigorifiques fut donc un grand bienfait et c'est elle qui donna un essor très rapide à la fermentation basse. Actuellement, le nombre de ces machines en service est extrêmement grand; on a fait appel non seulement à l'acide sulfureux et à l'ammoniaque, mais encore à l'acide carbonique, au chlorure de méthyle, etc. Presque toutes sont à compression, et la machine dite à affinité, primitivement établie par Carré, n'existe pour ainsi dire plus. Dans la plupart des installations, on emploie comme corps intermédiaire une dissolution saline (sel ordinaire ou chlorure de calcium), contenue dans une cuve, et qu'une pompe envoie circuler dans une tuyauterie de fer à travers les caves, pour revenir ensuite se refroidir à nouveau dans la cave réfrigérante; quelquefois, et surtout dans les petites brasseries, on utilise la détente directe de l'acide sulfureux ou de l'ammoniaque.

3° L'emploi des grains crus, riz et maïs, comme succédanés du malt est resté longtemps entouré de mystère, et très peu répandu. Depuis une dizaine d'années, il est devenu fréquent, et cela pour deux raisons: les grains crus donnent à la bière une teinte plus pâle et un goût un peu doux, choses appréciées par beaucoup de consommateurs; ensuite, ils coûtent bien moins cher que le malt. Alors que 100 kilos de malt valent en moyenne 30 à 32 francs, la même quantité de riz coûte à peu près 21 francs, et 100 kilos de maïs, 23 à 24 francs;

d'autre part, avec 100 kilos de riz ou de maïs, on produit un volume de bière plus grand qu'avec un quintal de malt, quoique la bière ait la même concentration, ce que l'on exprime en disant que le *rendement* des grains crus est supérieur à celui du malt.

Les grains crus ne sont pas employés dans toutes les brasseries, et, de plus, celles qui les utilisent s'en tiennent ordinairement à 10 ou 15 %, rarement 20 %, tandis qu'en Amérique les doses de 35 et 40 % ne sont pas rares.

4° Il n'y a pas plus de 15 ans, la clarification de la bière de fermentation basse était souvent défectueuse : on l'opérait seulement à l'aide de copeaux, c'est-à-dire de lames en noisetier que l'on introduisait dans la bière, et qui, par action mécanique, retenaient la plupart des matières en suspension ; souvent ces matières se déposaient mal, ou elles se mélangeaient accidentellement au liquide. L'idée de faire traverser à la bière, soit des fenilles de papier fort, serrées entre des cadres métalliques, soit une masse de pâte de bois, convenablement tassée, en forçant le liquide par une pression d'air, fut accueillie avec grande faveur, toujours en fermentation basse, car la haute est restée fidèle au collage ; actuellement, le copeau n'est plus qu'un adjuvant : toutes les bières sont passées au filtre, au moins pendant l'été, et l'on utilise presque uniquement la pâte de bois, quelquefois mélangée avec un peu d'amiante, comme masse filtrante.

D'autre part, la bière chargée d'acide carbonique laissait dégager une grande partie de celui-ci, sous forme de mousse, au moment où, sortant du filtre, sous une pression assez forte, elle coulait dans le fût ou dans la bouteille ; il en résultait d'abord une perte non négligeable de bière, et ensuite des difficultés pour remplir complètement fûts et canettes ; enfin, cet acide carbonique dégagé, la bière mousseait beaucoup moins. Les appareils dits à contre-pression, permettent d'éviter tout cela. Le fût ou la canette sont remplis tout d'abord d'air ou d'acide carbonique à la même pression que celle exercée sur la bière, et ces gaz s'échappent de la bouteille ou du fût par une ouverture de petite dimension, réglée de façon à ce que dans le récipient la pression soit toujours égale à celle qui pousse la bière à s'écouler. Cette pression dans la canette, par exemple, tend à s'augmenter par l'arrivée de la bière ; l'échappement du gaz a pour effet de compenser exactement cet accroissement.

Le filtre et les appareils à contre-pression ont donc pour résultat de rendre la bière parfaitement claire, ou, comme on dit, *brillante*, et de lui conserver plus de mousse et d'acide carbonique, c'est-à-dire d'exalter les deux qualités qui sont le plus

considérées par le consommateur. A ce titre, l'invention de ces appareils peut être envisagée comme un progrès très notable, au moins au point de vue commercial.

Ces quatre points ne constituent pas évidemment les seuls progrès réalisés, et, au cours de notre étude, nous aurons l'occasion d'en rencontrer d'autres, mais qui nous paraissent moins importants et qui nous semblent avoir exercé une influence moins considérable sur l'évolution de la brasserie. Il faut d'ailleurs remarquer que la brasserie de fermentation haute n'a pas bénéficié des machines frigorifiques, qu'elle emploie peu les grains crus, et que, tout en connaissant le rôle des ferments, ceux-ci continuent à vivre l'été dans un grand nombre de bières hautes ; enfin, le filtre n'est presque jamais employé, et les appareils à contre-pression ne sont pas très répandus dans ce genre de brasseries. — Nous allons maintenant passer en revue les diverses opérations de brassage et de la fermentation.

II. — BRASSAGE.

§ 1. — Matériel.

Le malt est amené par une trémie à un concasseur, formé de deux paires de cylindres lisses, l'écartement de chaque couple pouvant se régler à volonté, de façon à produire une farine convenable. Il est nécessaire que ce grain soit simplement fendu, et aplati, non pas brisé en petits fragments, pour obtenir, plus tard, une bonne filtration du moût sur la drèche. Le concasseur est placé au-dessus de la salle de brassage (fig. 1 et 2).

Le matériel de celle-ci comprend :

Une cuve-matière, en tôle, plus rarement en fonte, munie d'un faux fond en cuivre perforé par des fentes longues et étroites. Ce faux fond est mobile, distant d'environ 1 centimètre du fond véritable, et celui-ci porte un certain nombre d'orifices communiquant chacun par un tuyau à un robinet ; tous les robinets, côte à côte, sont disposés au-dessus d'une gouttière ou d'une petite cuve en cuivre, appelée *reverdoir*. La cuve-matière possède deux agitateurs ou vageurs, formés de palettes en hélice montées sur des arbres verticaux en tournant en sens inverse l'un de l'autre. Une croix écossaise, c'est-à-dire un tourniquet hydraulique, dont les branches sont percées de petits trous, permet d'arroser avec de l'eau chaude toutes les parties de la cuve. Enfin dans les brasseries de fermentation basse, la cuve porte latéralement et au niveau du fond une ouverture fermée par une vanne ; dans beaucoup de brasseries de fermentation haute, les tuyaux, allant du fond aux robinets, se réunissent en un seul tube plus gros, qu'on ap-

pelle, suivant les régions, curé, prêtre ou capucin.

Quelquefois la cuve-matière est dédoublée, c'est-à-dire qu'une première cuve, avec vagueur sans faux fond ni croix écossaise, joue le rôle de cuve-matière, et qu'une deuxième, avec faux fonds, croix et robinets de soutirage, sert à filtrer le moût sur la drèche. Ce procédé permet de faire deux brassins dans la même journée, sans doubler tout le matériel.

La cuve-matière ou respectivement la cuve à filtrer portent souvent une machine à piquer les

démasqué; la drèche tombe soit sur une toile sans fin, soit dans une gouttière avec vis sans fin, et elle est conduite immédiatement aux voitures des cultivateurs, ou à l'appareil pour la dessiccation des drèches. Ce dispositif présente un grand avantage, en supprimant une cause puissante d'infection par les germes.

La cuve-matière est placée en général à un niveau plus élevé que les chaudières. Celles-ci sont en cuivre ou, plus économiquement, en tôle, le fond seul en cuivre rouge; les chaudières mo-

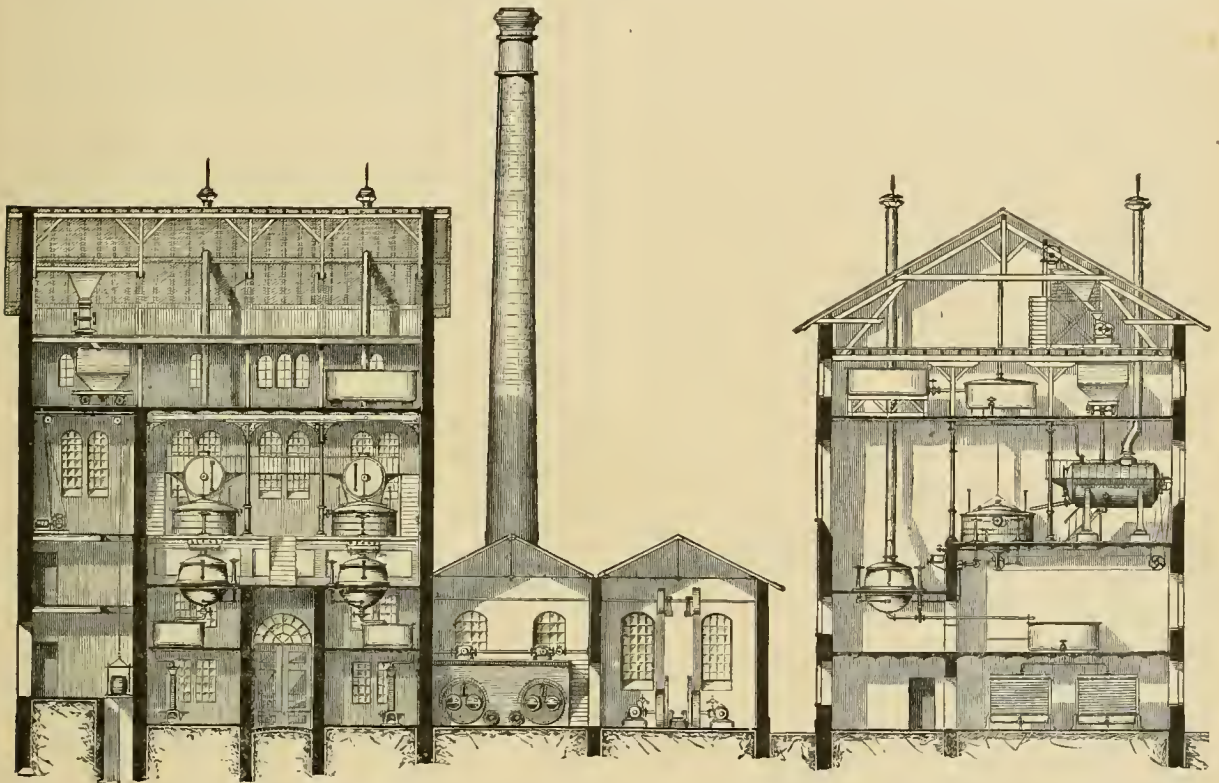


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 1 et 2. — Coupes perpendiculaires d'une brasserie avec macérateur et cuve à moût. — On distingue : au grenier, le concasseur; à l'étage au-dessous, le chariot qui sert à peser et à transporter le malt; au-dessous, le macérateur, la cuve à filtrer et la chaudière à cuire, disposés en cascade comme le montre la figure 2. La chaudière à cuire est reliée par un tuyau à une cuve de décantation, au-dessous de laquelle se trouvent les réfrigérants. La figure 1 montre, en outre, vers la droite, la salle des machines et les générateurs de vapeurs.

drèches, composée d'une série de bras horizontaux, munis chacun d'un certain nombre de petites pioches, mobiles dans un plan vertical autour du bras; celui-ci tournant, les pioches heurtent la couche de drèche et lui font subir un vrai piochage, qui permet un épuisement meilleur et plus rapide. Enfin la cuve possède, dans les grandes brasseries, un dispositif pour l'enlèvement automatique de la drèche; c'est simplement une paire de palettes inclinées, montées sur un arbre vertical, animé d'un mouvement lent de rotation, et la hauteur des palettes peut être réglée à volonté. On enlève un tampon, placé au fond de la cuve : les palettes poussent peu à peu la drèche dans l'orifice ainsi

dernes sont larges et relativement peu profondes, avec un fond bombé au centre, à une hauteur de 1 mètre à 1^m,50 au-dessus de la grille du foyer, pour éviter les surchauffes et la caramélisation du moût qui en est la conséquence.

Le chauffage des chaudières à la vapeur commence à se généraliser, quoiqu'il ait été pendant longtemps proscrit par les brasseurs de Munich comme ne donnant pas à la bière le même goût que le chauffage à feu nu. Cependant, comme l'emploi de la vapeur réalise une grosse économie, que le réglage de température est bien plus facile, et que les craintes des Munichoïses paraissent de plus en plus entachées de routine, la plupart des nouvelles

installations utilisent exclusivement la vapeur. Dans les brasseries de fermentation haute, les chaudières sont, le plus souvent, découvertes et non munies de vagues; dans les brasseries de fermentation basse, les chaudières sont munies d'un dôme et d'une cheminée pour l'évacuation des vapeurs, et l'une d'elles possède un vagueur, généralement à chaîne trainante.

Enfin, un organe supplémentaire a été introduit depuis quelque temps : c'est le *macérateur*. Il a la forme d'un cylindre à axe horizontal portant un vagueur à palettes très puissant, et l'appareil peut être chauffé à la vapeur. Le macérateur permet de chauffer le mélange de malt et d'eau, de telle manière que l'on peut, sans addition d'eau chaude, faire bouillir une partie de ce mélange pour élever la température: du reste, et à ce titre, il rend possible telle marche de saccharification que l'on veut adopter. Cet appareil est placé ordinairement au-dessus de la cuve-matière.

Les procédés de brassage peuvent être rapportés à deux types : l'un plus spécialement affecté à la fermentation haute, c'est l'*infusion* : l'autre propre à la fermentation basse, c'est le procédé bavarois ou *décoction*.

§ 2. — Infusion.

La farine de malt est déversée par une trémie dans un hydrateur, cylindre de métal, muni de cloisons en chicanes, et sur le pourtour duquel jaillit de l'eau par un grand nombre de petits trous. Cette eau a une température plus ou moins élevée, de façon que celle du mélange est comprise, suivant les brasseries, entre 40° et 68°-70°; c'est ce que l'on appelle faire la *salade*. On fait alors arriver de l'eau presque bouillante, soit par le dessus, soit plus souvent par le dessous à l'aide du curé, en vaguant d'une façon continue, jusqu'à ce que l'on ait atteint 68° à 70° dans la cuve. Après un repos de trente minutes à une heure, on fait couler le bouillon clair par les robinets de soutirage et on l'envoie à la chaudière, que l'on chauffe immédiatement. Une nouvelle addition d'eau chaude est faite en cuve; la température étant à peu près la même que la première fois, cet arrosage est réglé de telle façon que l'écoulement du moût clair par les robinets ne s'interrompt pas.

On procède ensuite aux lavages avec de l'eau presque bouillante, à l'aide de la croix écossaise, pour déplacer le moût concentré qui imprègne la drêche; ces lavages sont aussi souvent continus, c'est-à-dire réglés de façon à ce que les robinets de soutirage débitent toujours un liquide clair.

Ce procédé type présente naturellement de nombreuses variantes comme marche des températures.

§ 3. — Décoction.

La *salade* est faite à froid, également avec l'hydrateur; au bout de trente minutes, on procède au réchauffage au moyen d'une addition d'eau bouillante, puis on fait écouler par la vanne latérale, dans la chaudière à tremper, munie d'un vagueur, environ un tiers du contenu de la cuve : c'est la première trempée épaisse ou *Dickmaisich*; celle-ci est chauffée peu à peu, poussée à l'ébullition, qui dure dix à quarante-cinq minutes, puis ramenée dans la cuve dont le vagueur est mis d'abord en marche; la température en cuve s'élève à 50°, une deuxième trempée épaisse prise, traitée et ramenée de la même manière, donne 60°-65°; enfin, on laisse reposer la cuve cinq minutes, de manière qu'une partie de la drêche se dépose, et on envoie en chaudière la trempée claire ou *Lautermasich*, composée surtout de liquide, avec relativement peu de drèches; après ébullition, cette trempée chauffée à 75° le contenu de la cuve. Repos, trente à quarante-cinq minutes, puis soutirage du bouillon par les robinets et lavage à l'eau presque bouillante par la croix écossaise. On fait en général trois lavages, séparés par des piochages de la drêche.

Les bières brunes se fabriquent d'après le procédé précédent; on ajoute seulement au malt un peu de malt torréfié pour obtenir la couleur voulue.

Dans le cas du macérateur, on fait la *salade* dans cet appareil, puis on monte la température peu à peu jusqu'à 60°-62°, on vide les deux tiers du contenu dans la cuve-matière; le dernier tiers est, soit envoyé en chaudière à tremper, soit porté à l'ébullition dans le macérateur même, puis cette trempée unique sert à chauffer à 75° la portion versée en cuve-matière. On termine comme précédemment.

§ 4. — Grains crus.

Lorsqu'il s'agit de petites quantités de riz ou maïs, 10 à 15 % du poids de malt, et que l'on opère par décoction, on introduit ces grains crus, convenablement divisés dans la chaudière à trempes, soit à la première trempée épaisse, soit en les répartissant entre deux de ces trempes, et conduisant ce travail de la façon habituelle.

Si, au contraire, on procède par infusion ou que la proportion de grains crus soit de 20, 30 ou 40 %, on les fait cuire à part avec de l'eau et 1/10 de leur poids de malt; et on se sert de cette décoction au lieu et place d'eau bouillante en infusion, et pour remplacer une ou deux trempes en décoction. On peut également utiliser un cuiseur à vapeur sous pression, analogue à ceux que l'on emploie en distillerie de grains, et on laisse couler le contenu du cuiseur dans la cuve-matière, dans laquelle la *salade* a été préalablement faite. Cette addition

remplace encore, pour élever la température, soit l'eau chaude, soit les trempes.

Quelle que soit la méthode employée, on a donc finalement, d'un côté le moût cuisant dans la chaudière, de l'autre la drèche encore imprégnée de moût plus ou moins dilué. Dans les brasseries cherchant à obtenir le plus de rendement possible, et bien outillées, le liquide retenu par la drèche contient au plus 1 % de matières dissoutes, mais il n'est pas rare que la concentration de ce liquide atteigne 3, 4 et même 5 %.

La drèche est un excellent aliment pour le bétail, mais elle se conserve très peu et mal; aussi, quand la vente n'en est pas assurée, est-il préférable de la sécher à la brasserie même, ce qui s'effectue économiquement en employant presque exclusivement la vapeur d'échappement. La quantité d'eau, primitivement de 75 à 80 %, est ainsi réduite à 5 % environ, et la conservation est assurée pour plusieurs mois.

§ 5. — Cuisson. Refroidissement.

Le moût dans la chaudière est additionné de houblon, environ 4 à 500 grammes par hectolitre pour la bière de fermentation haute, 250 à 300 grammes pour la basse. On ajoute en général le houblon en plusieurs fois, et on réserve souvent $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{4}$ de la dose totale que l'on met seulement quinze à trente minutes avant de vider la chaudière; cette pratique a pour but de communiquer au moût l'arome du houblon, sans augmenter l'amertume. Dans le même ordre d'idées, il existe des appareils, peu répandus jusqu'ici, où le houblon est infusé dans une petite quantité de moût maintenu bouillant; on recueille et on condense les produits volatils entraînés par la vapeur, et comprenant en grande partie l'arome ou huile essentielle du houblon, et l'on ajoute ces produits seulement au moût refroidi, tandis qu'on verse dans la chaudière le moût ayant servi à infuser le houblon environ une heure avant la fin de la cuisson.

La durée d'ébullition du moût est ordinairement de trois heures ou quatre au plus en fermentation basse, tandis que, pour la haute, les cuissons de sept heures ne sont pas rares, et l'on va parfois jusqu'à dix heures. Pendant la cuisson, en fermentation haute, on ajoute assez souvent au moût un peu de lichen, 3 à 4 grammes par hectolitre, pour clarifier. Le lichen remplace presque partout les pieds de veau, qui n'ont cependant pas complètement disparu.

Dans beaucoup de brasseries on fabrique simultanément deux espèces de bières: la petite bière et la bière forte; la première, qui bénéficie d'une taxe de fabrication trois fois moins considérable, ne peut être prise que si l'on a jeté au moins deux trempes pour la bière forte. Dans ce cas, on a soin

d'épuiser la drèche très modérément avec les deux trempes réglementaires, et on dirige les trempes de lavage sur une chaudière spéciale; ce moût faible est ordinairement renforcé par une addition de glucose.

Quand l'ébullition du moût est jugée suffisante, il s'agit de le refroidir et de l'aérer, la présence d'oxygène dissous étant indispensable à la fermentation; on commence donc par séparer le houblon à l'aide d'un panier à toile métallique que traverse le moût.

La méthode de refroidissement et d'aération la plus employée de beaucoup, opère en deux phases: le moût est pompé sur des bacs, en tôle ou en cuivre, exposés à l'air, et la hauteur du liquide ne dépasse pas 10 à 15 centimètres. Le local des bacs étant muni de persiennes, on peut créer un courant d'air énergique qui provoque une forte évaporation et par conséquent un refroidissement rapide. En même temps, le contact de l'air produit une oxydation de substances dissoutes, provenant du houblon et du malt, et ces matières, devenant insolubles, donnent lieu à un véritable collage qui clarifie complètement le moût. Du bac, le moût passe sur un réfrigérant, c'est-à-dire une série de tubes en cuivre, à l'intérieur desquels coule de l'eau froide ou de l'eau glacée. C'est pendant le passage au réfrigérant que s'opère la dissolution d'oxygène dans le moût.

Dans beaucoup de brasseries, on réduit fortement le séjour du moût sur les bacs, ne l'y laissant que une ou deux heures, et le réfrigérant est installé dans un local spécial, dans lequel on fait arriver, par un ventilateur, de l'air filtré sur coton et pratiquement stérile, de façon à empêcher l'infection par les germes de l'air.

Dès que Pasteur eut montré que l'air était chargé de ferments, l'emploi des bacs et du réfrigérant ouverts parut à quelques-uns [dangereux, et le premier, il y a vingt-cinq ans, M. Velten imagina son bac fermé. Le moût était amené bouillant dans une cuve en tôle à fermeture hydraulique; on y injectait de l'air filtré, en même temps qu'on refroidissait par une circulation d'eau froide dans un serpentín placé à l'intérieur. Cet appareil, qui existe encore aux brasseries de la Méditerranée, fut un peu modifié aux brasseries de Carlsberg, à Copenhague. Le serpentín intérieur est supprimé, le moût coule constamment du bac fermé dans deux réfrigérants tubulaires successifs, complètement clos, et il est ramené à l'aide d'une pompe dans le bac. Sur ce trajet du tuyau de retour, se produit une injection d'air filtré.

Ce système présente l'avantage d'être entièrement conforme aux idées pastoriennes et de mettre le moût complètement à l'abri des ferments de l'air.

Malgré cela, il s'est très peu répandu: il y a quelques années cependant, éclata une véritable floraison d'appareils destinés au refroidissement dans l'air pur; des centaines de dispositifs furent lancés, mais la plupart avec un succès restreint, parce qu'ils exigent une propreté tout à fait minutieuse et difficile à réaliser, la moindre négligence créant des foyers d'infection bien plus redoutables que l'air, et enfin parce qu'il existe une assez grande incertitude dans la quantité d'air à injecter pour chaque hectolitre de moût.

Ce qui paraît actuellement répondre le mieux à tous les besoins, c'est un bac fermé sans appareils d'aération ni de refroidissement à l'intérieur, dans lequel le moût séjourne quelques minutes seulement, pour couler ensuite sur de puissants réfrigérants ouverts, recevant une ventilation énergique d'air filtré: une fois refroidi, il arrive dans une ou deux grandes cuves, dites guilloires, dans lesquelles la totalité du brassin est mise en levain et abandonnée au repos pendant quelques heures, pour laisser tomber le dépôt qui n'a pu se former sur les bacs et qui a été entraîné par le moût.

Le moût de fermentation basse est refroidi à 5-6°, celui de fermentation haute de 12 à 18°; dans ce dernier cas, comme l'on n'emploie point de glace, la température au bas du réfrigérant dépend naturellement du volume d'eau disponible et du degré de cette eau.

III. — FERMENTATION.

Nous devons ici faire immédiatement la séparation entre la fermentation haute et basse, aucun point de contact n'existant entre les deux procédés.

§ 1. — Fermentation basse.

Le moût refroidi vers 5° reçoit par hectolitre 300 à 350 grammes de levure pressée, délayée d'abord dans du moût et soigneusement aérée; il est réparti dans les cuves à fermentation, soit avant l'addition de levure, soit dix ou quinze heures après, lorsqu'on emploie de grandes cuves guilloires pour la mise en levain et le dépôt des matières en suspension. Les cuves à fermentation sont en bois verni à l'intérieur, et ont une forme légèrement tronc conique, avec une contenance de 15 à 50 hectolitres suivant les brasseries: dans quelques rares usines, les cuves sont quadrangulaires et constituées par des plaques d'ardoise.

Les cuves sont placées sur des chantiers en fer, à une hauteur telle que le nettoyage puisse se faire aisément par-dessous.

Les caves à fermentation sont cimentées ou asphaltées, les murs blanchis à la chaux sont revêtus d'un vernis imperméable, quelquefois de pla-

ques de faïence; les caves sont munies de cheminées d'appels ou de ventilateurs, et leur température est maintenue à 5-6° par un faisceau de tubes où circule constamment une solution saline, refroidie par la machine frigorifique.

Vingt-quatre à trente-six heures après la mise en levain, des mousses apparaissent à la surface du moût, elles augmentent peu à peu, et forment bientôt un chapeau d'écume, que l'on désigne presque universellement sous le nom allemand de *Krausen*. En même temps la température s'élève. On la règle soit à l'aide de serpentins parcourus par un courant d'eau glacée, soit par des nageurs en métal chargés de glace. On laisse en général monter jusqu'à 9°, puis on redescend peu à peu jusqu'aux environs de 4 à 5°, température atteinte au bout de douze jours en moyenne. Lorsque la cuve n'a plus qu'un léger couvercle de mousse et que la bière, par le repos, se clarifie, on la soutire, laissant la majeure partie de la levure dans la cuve.

La bière jeune est envoyée dans les foudres de garde, tonneaux de grande capacité, enduits à l'intérieur d'une couche de poix fondue; ils sont disposés dans une cave, dite de garde, maintenue à une très basse température de 0°,5 à 2°. La fermentation reprend, des mousses crachent par la bonde, puis le dégagement de bulles gazeuses devient de plus en plus lent, la bière se sature d'acide carbonique, se clarifie, et sa saveur s'accroît par formation d'éthers éthyliques. La durée de conservation en caves de garde est de deux à trois mois en moyenne.

On aide parfois à la clarification au moyen de copeaux en bois de noisetier qui présentent une grande surface et retiennent la matière en suspension: mais il y a une tendance à abandonner ce procédé, qui peut être cause de nombreux accidents de fabrication.

On exige maintenant de la bière un « brillant » parfait: aussi, malgré une excellente clarification, est-on obligé de la filtrer à travers de la pâte de bois, quelquefois mélangée d'un peu d'amiante. Le remplissage des fûts et des bouteilles se fait à l'aide d'appareils à contre-pression, soit par l'acide carbonique, soit le plus souvent par l'air.

Ces procédés de fermentation sont ceux presque universellement suivis, naturellement avec quelques variantes suivant le genre de bière et les exigences du débit. Mais nous devons signaler une méthode toute nouvelle qui permet de réduire à un temps très court le séjour en cave de garde et de livrer, trois semaines après le brassage, une bière arrivée sensiblement au même état qu'après un séjour de trois mois en cave de garde. C'est la fermentation dans le vide, système Pfaudler (fig. 3).

Le moût additionné de levure à la façon habi-

tuelle est envoyé dans un grand cylindre constitué par une série d'anneaux en fonte émaillée, raccordés par des joints étanches; la capacité du cylindre peut aller jusqu'à 170 hectolitres. A la partie supérieure, un tuyau muni d'un robinet fait communiquer le cylindre avec une pompe capable de faire le vide; à la partie inférieure, un tube perforé peut amener de l'air filtré sur coton.

On met la pompe en jeu, et on règle l'arrivée d'air de façon à maintenir dans le cylindre une dépression de un tiers d'atmosphère environ; le dégagement continu d'acide carbonique et l'agitation due à l'injection d'air, accélèrent la fermenta-



Fig. 3. — Cylindres en fonte émaillée servant à la fermentation du moût dans le vide, d'après le système Pfaudler.

tion, de telle sorte que celle-ci se termine à six ou sept jours dans une cave à 8°. On peut d'ailleurs régler la température du liquide à l'aide d'un serpentín à eau glacée placé dans l'intérieur. Quand les échantillons pris montrent une clarification convenable, on casse le vide, et, au bout de vingt-quatre heures, on soutire la bière dans un autre cylindre du même modèle, où l'on maintient un vide de un tiers à une demi-atmosphère pendant huit à dix jours; pendant ce court espace de temps, la bière fermente aussi complètement qu'elle l'aurait fait en trois mois dans des foudres; on la sature d'acide carbonique, soit par un courant de ce gaz, soit par une addition de bière en pleine fermentation, et on peut filtrer et livrer. La méthode de fermentation dans le vide nous vient d'Amérique;

il n'en existe, croyons-nous, que deux installations complètes en Europe, l'une en Norvège, l'autre à Barmen; mais plusieurs autres sont en montage.

§ 2. — Fermentation haute.

Elle s'opère soit dans des fûts, procédé encore de beaucoup le plus répandu, soit dans des cuves: cette dernière méthode ne se différencie guère de la fermentation basse que par la température et la durée de conservation en caves de garde; la fermentation principale se fait en cinq à sept jours avec une température maxima de 13 à 15°, et la garde a lieu dans des caves à 10-12° pendant dix à vingt jours. Ici, la récolte de la levure se fait à la surface des cuves, les levures hautes ayant la propriété de venir flotter à ras, tandis que les basses tombent au fond. C'est là l'origine de ces dénominations, levure haute, levure basse.

Les bières fermentées en cuves sont peu répandues en France, et n'existent guère que dans la région de la Côte-d'Or et dans le Midi; au contraire, la fermentation haute en fûts règne exclusivement dans toute la région du Nord, Ardennes comprises, se montre encore dans le Midi, le Centre et l'Ouest, mais pas sans partage; c'est l'ancienne méthode, et il y a des brasseries où le travail n'a pas changé depuis un siècle.

Le moût est mis en levain avec 150 à 250 grammes de levure, dans des tonneaux généralement en bois brut, placés sur des chantiers. Les fûts sont inclinés deux par deux, au-dessus de récipients en pierre, bois, ou rarement en métal, et portant, suivant les régions, le nom d'ovales ou de miniaux. Le moût a une température assez élevée, généralement 17-18°, parfois 20-25°, entre rapidement en fermentation, et des mousses commencent à se déverser par la bonde, glissent le long du fût et tombent dans les ovales. Ce rejet de liquide continuera pendant toute la fermentation et constitue au total 15 à 20% du volume du moût; on emploie ce liquide pour remplir à nouveau les fûts afin de permettre la sortie des mousses et plus tard de la levure. Au bout d'un temps variable, mais ne dépassant guère vingt-quatre heures, la levure commence à apparaître à la bonde; on remplit alors soigneusement les fûts, on vide et rince les ovales, et dans ces récipients on reçoit la levure mélangée de moût à demi fermenté, qui sert à effectuer encore un remplissage pour chasser les restes de la levure. Quand la fermentation paraît ralentie, on procède au collage, avec de la peau de raies délayée dans de l'eau tiède, additionnée d'acide tartrique. Les matières gélatineuses de la peau de raie se coagulent au contact du tannin resté dans la bière, et forment un réseau qui englobe toutes les matières en suspension; ce réseau est rejeté par

l'acide carbonique qui continue à se dégager. Lorsqu'à la bonde on voit un liquide bien clair, on pose la bonde et on conduit [le fût chez le client, qui pendant quelques jours a soin d'ouvrir légèrement la bonde pour éviter l'éclatement du fût par la pression.

Dans le Centre et la Côte-d'Or, on colle parfois par le bas : on attend que la fermentation soit presque terminée, et on ajoute de la gélatine dissoute dans l'eau tiède. Il y a encore une coagulation par le tannin, mais le précipité tombe au fond en laissant la bière clarifiée. Il suffit de laisser reposer deux ou trois fois avant de débiter.

La fermentation haute, surtout en fûts, est beaucoup plus exposée que la basse aux infections par les bactéries, à cause des températures élevées auxquelles elle travaille, à cause de remplissages, enfin par suite de la porosité des fûts en bois brut qui conservent des restes de bière putréfiée et qui peuvent infecter les fermentations suivantes.

§ 3. — Levures pures.

Dans la plupart des brasseries, on emploie comme levain de la levure achetée chez un confrère : toutefois, un certain nombre de brasseries possèdent des appareils permettant une production régulière de levure pure. Il faut s'entendre sur cette dénomination : levure pure : Pasteur l'avait appliquée à une levure exempte de bactéries, mycoderme, etc., et ne contenant que des cellules de levure ; mais, Hansen ayant montré que certaines levures, dites sauvages, peuvent occasionner des troubles et des changements de goût désagréables, on appelle aujourd'hui levure pure celle qui provient d'une seule cellule convenablement isolée et qui a été développée dans des conditions rigoureusement aseptiques. Par une série de cultures dans du moût de bière stérilisé par ébullition, puis refroidi dans l'air filtré, on arrive à obtenir une dizaine de litres de moût en pleine fermentation par la levure pure en question. On l'introduit dans un cylindre en cuivre étamé contenant environ 140 litres de moût également stérilisé ; les gaz se dégagent par un long tuyau en col de cygne plongeant dans l'eau à son extrémité libre ; toutes les parties de l'appareil ont été préalablement stérilisées par la chaleur. Au bout de quelques jours, la fermentation étant terminée, on fait écouler la bière par une pression d'air pur ; on introduit dans le cylindre un peu d'eau stérilisée, et on y délaie la levure séparée au moyen d'un agitateur à palettes.

Cette levure délayée est chassée de l'appareil encore par une pression d'air pur, et elle sert à mettre en levain environ 8 hectolitres de moût contenus dans une petite cuve : celle-ci produit

assez de levure pour pouvoir charger une cuve ordinaire à fermentation.

Ces appareils sont dits continus, parce qu'il y reste assez de levure pour amener la fermentation d'une nouvelle quantité de moût stérilisé et refroidi, qui est introduite immédiatement dans le cylindre.

L'emploi de ces appareils permet de renouveler le levain chaque huit jours environ avec un seul appareil, et avec la certitude d'avoir toujours exactement la même race, c'est-à-dire le même goût de bière et le même genre de fermentation, et d'être à l'abri des ferments de maladie que peut introduire une levure achetée à l'extérieur. Mais il y a un revers à la médaille : il faut que l'appareil soit conduit et surveillé par une personne ayant l'habitude des recherches et des manipulations de la bactériologie, capable, par suite, de contrôler à chaque instant que l'asepsie la plus rigoureuse est observée. En effet, à la moindre négligence, l'appareil s'infecte et livre des levains souillés, alors qu'on croit être parfaitement à l'abri de cette cause d'accidents. Les appareils à culture pure supposent donc un chimiste attaché spécialement à la brasserie, et cette nécessité explique le petit nombre d'appareils à levure pure, réellement employés dans nos brasseries.

On trouve assez souvent des levures pures dans des usines n'ayant point d'appareil ; elles reçoivent d'un laboratoire ou d'une station de brasserie un pied de levain, c'est-à-dire à peu près la quantité de levure que fournirait un des appareils habituels. Cette levure a été recueillie avec toutes les précautions aseptiques, elle est expédiée dans des vases de métal stérilisés, et il suffit de délayer le pied de levain dans quelques hectolitres de moût pour avoir tous les avantages de la levure pure, à très peu de frais.

IV. — LES DIVERSES ESPÈCES DE BIÈRES.

Chacun des groupes de bières hautes et basses comprend lui-même un grand nombre de variétés ; mais pour le consommateur non spécialiste, elles se réduisent à un petit nombre de types, par exemple, pour les bières basses : la Munich, la Vienne et la Pilsen. Au contraire, pour un brasseur, chaque bière a un cachet spécial, dépendant de causes multiples, matières premières, installation, levure employée, température de fermentation, etc. Cette finesse de dégustation, développée surtout en Allemagne, arrive parfois à des prétentions abusives, témoin cette longue série de dégustations, et des mémoires de centaines de pages, pour décider si la bière a meilleur goût dans des chopes en grès ou dans des verres.

Les bières genre Munich sont toutes colorées

soit par du malt torréfié, soit par du caramel; elles se distinguent par leur taux d'alcool relativement faible, leur richesse en matière dissoute, qui cause cette sensation d'avaler quelque chose de très nourrissant, un peu pâteux, ce que les brasseurs appellent la « bouche ». Mais ceci s'applique presque uniquement aux bières de Munich, consommées sur place. Celles que nous recevons sont plus alcoolisées, à peu près autant que les bières pâles françaises, et en outre elles se conservent très mal. Il est malheureusement admis qu'une bière brune, dite de Munich, peut se troubler et faire un énorme dépôt sans cesser d'être excellente, tandis qu'une bière française, qui n'est plus absolument brillante au bout de quinze jours, est déclarée détestable. A ce point de vue, le goût de la majorité des consommateurs est si éclairé qu'ils boivent des bières françaises avec satisfaction dès qu'on les a affublées d'un nom allemand quelconque.

Les bières de Pilsen sont très fortement houblonnées, extrêmement pâles et fermentées pendant près de trois semaines à très basse température. Elles proviennent de moûts peu concentrés, 12 % de matières dissoutes environ; leur arôme particulier provient surtout de la finesse des houblons employés, mais leur amertume ne plait pas à tout le monde.

Les bières de Vienne sont un peu moins pâles, moins houblonnées, et se rapprochent beaucoup de la majorité de nos bières françaises de fermentation basse; elles proviennent de moûts ayant de 13,5 à 15 % de matières dissoutes, et contiennent environ 4,5 % d'alcool en volume.

Parmi les bières hautes, les bières du Nord sont très légères, les moûts n'ayant guère que 9 à 10 % de matières dissoutes; elles sont amères, un peu acides, mais leur faible teneur en alcool, à peine 3°, les rend très agréables comme boisson de table, en même temps que leur bas prix les rend abordables à tous. La bière brune de Lyon est une bière brune ayant beaucoup de bouche, provenant de moûts très riches, et qui se rapproche à beaucoup d'égards des bières de Munich; elle n'est plus fabriquée que par deux ou trois brasseries, après avoir eu une grande renommée.

En dehors des bières françaises, les pale-ale et le stout anglais sont assez répandus. Ce sont des bières fermentées en cuves, très alcooliques et fortement houblonnées. Malgré cela, il est rare de voir une bouteille de pale-ale parfaitement claire et non altérée par des ferments de maladie; mais le goût de houblon couvre tout et il est admis qu'une bière étrangère a le droit de se troubler.

Enfin, on a lancé depuis quelque temps en Allemagne la bière sans alcool. C'est ordinairement du moût convenablement dilué puis filtré et pas-

teurisé pour en assurer la conservation; quelquefois aussi on prépare une bière ne contenant que des traces d'alcool, en attaquant le malt à une température très voisine de 75°, de façon à faire des produits à peine fermentescibles; naturellement, on dilue aussi fortement le moût avec de l'eau.

Citons encore le lambic belge, fabriqué avec un mélange de malt d'orge et de froment; le moût ne reçoit aucune addition de levure, il fermente avec les germes de toute espèce qu'il trouve dans les tonneaux où on l'introduit ou que l'air veut bien y ensemençer. Il faut près de *trois ans* de fermentation, et une multitude de ferments s'y sont développés successivement.

V. — PRODUCTION DE LA BIÈRE EN FRANCE.
IMPORTATION. — EXPORTATION.

Les statistiques des contributions indirectes donnent pour la production totale des bières les chiffres suivants rapportés aux dix dernières années en hectolitres :

1888.	7.952.470	hectolitres.
1889.	8.382.954	—
1890.	8.490.514	—
1891.	8.305.750	—
1892.	8.937.454	—
1893.	8.937.750	—
1894.	8.443.685	—
1895.	8.867.320	—
1896.	8.991.293	—
1897.	9.233.278	—

On voit, d'après ces nombres, que la production annuelle augmente d'une façon continue et que l'accroissement en dix ans n'est pas inférieur à 16 %; mais c'est bien peu de chose à côté de l'Allemagne et de l'Angleterre. En effet, dans la même année 1897, la production a été :

Allemagne	61.478.453	hectolitres.
Angleterre	67.895.095	—
États-Unis	62.756.382	—

C'est-à-dire à peu près sept fois plus grande qu'en France pour chacun de ces pays.

Les droits de fabrication payés par la brasserie en France, en 1897, se sont élevés à 24.372.034 francs; et, à défaut de la répartition des quantités de bières produites par département, nombre que l'Administration ne publie pas, on peut se rendre compte de l'importance relative de la fabrication par les sommes payées à titre de droits (tableau I). On voit que cinq départements seulement n'ont aucune brasserie : Hautes-Alpes, Alpes-Maritimes, Drôme, Orne et Pyrénées-Orientales; le Var paie seulement 53 francs d'impôt, tandis qu'au sommet de l'échelle, le Nord fournit plus de 11 millions, soit près de la moitié de la somme totale.

La consommation de bière est en moyenne pour

Tableau I. — Impôts payés par la bière en France.

DÉPARTEMENTS	QUOTITÉS MOYENNES PAR HABITANT		IMPÔT TOTAL francs	DÉPARTEMENTS	QUOTITÉS MOYENNES PAR HABITANT		IMPÔT TOTAL francs
	des quantités imposées en 1897	de l'impôt constaté en 1897			des quantités imposées en 1897	de l'impôt constaté en 1897	
	litres	fr. c.			litres	fr. c.	
Ain	1	0,02	7.232	Lot	1	0,04	8.624
Aisne	77	4,92	1.040.910	Lot-et-Garonne	7	0,26	74.549
Allier	12	0,34	141.430	Lozère	4	0,15	19.312
Alpes Basses-	1	0,05	5.981	Maine-et-Loire	"	"	9.260
Alpes (Hautes-)	"	"	"	Manche	2	0,04	22.078
Alpes-Maritimes	"	"	"	Marne	30	0,87	383.329
Ardèche	5	0,19	71.232	Marne (Haute-)	20	0,63	163.485
Ardennes	158	3,95	1.260.394	Mayenne	1	0,03	11.982
Ariège	37	0,01	2.689	Meurthe-et-Moselle	74	2,38	4.105.574
Aube	6	0,18	44.719	Meuse	48	1,24	359.171
Aude	6	0,21	66.083	Morbihan	2	0,07	36.457
Aveyron	1	0,04	14.978	Nièvre	"	"	8.850
Bouches-du-Rhône	11	0,42	279.884	Nord	252	6,28	11.378.449
Calvados	1	0,01	5.833	Oise	16	0,41	165.336
Cantal	2	0,06	15.409	Orne	"	"	"
Charente	6	0,21	73.180	Pas-de-Calais	145	3,65	3.310.003
Charente-Inférieure	2	0,06	29.493	Puy-de-Dôme	3	0,08	46.058
Cher	5	0,14	49.836	Pyrénées (Basses-)	2	0,09	39.862
Corrèze	2	0,06	20.398	Pyrénées (Hautes-)	1	0,03	7.200
Côte-d'Or	13	0,46	170.369	Pyrénées-Orientales	"	"	"
Côtes-du-Nord	2	0,07	40.353	Rhin (Haut-)	12	0,47	41.063
Creuse	2	0,07	18.052	Rhône	10	0,33	275.353
Dordogne	1	0,02	11.086	Saône (Haute-)	1	0,04	12.116
Doubs	18	0,53	160.295	Saône-et-Loire	4	0,14	86.280
Drôme	"	"	"	Sarthe	1	0,02	7.782
Eure	1	0,32	8.341	Savoie	2	0,04	12.860
Eure-et-Loir	4	0,12	32.967	Savoie (Haute-)	1	0,03	6.847
Finistère	5	0,14	100.195	Seine	3	0,09	323.092
Gard	7	0,19	81.401	Seine-Inférieure	5	0,18	148.680
Garonne (Haute-)	5	0,19	84.910	Seine-et-Marne	14	0,36	129.591
Gers	"	"	4.481	Seine-et-Oise	10	0,26	178.090
Gironde	1	0,05	41.562	Sèvres (Deux-)	2	0,08	29.247
Hérault	3	0,12	56.888	Somme	49	1,21	655.694
Ile-et-Vilaine	3	0,08	47.731	Tarn	2	0,09	33.291
Indre	"	0,21	69.420	Tarn-et-Garonne	7	0,28	56.141
Indre-et-Loire	7	0,23	78.780	Var	"	"	53
Isère	4	0,12	68.028	Vaucluse	3	0,12	26.629
Jura	1	0,16	41.873	Vendée	1	0,04	16.095
Landes	"	"	229	Vienne	6	0,18	59.784
Loir-et-Cher	1	0,01	2.943	Vienne (Haute-)	4	0,11	44.220
Loire	6	0,21	134.655	Vosges	1	1,23	518.832
Loire (Haute-)	2	0,06	18.798	Yonne	10	0,05	15.287
Loire-Inférieure	6	0,17	110.038				
Loiret	4	0,12	45.840	MOYENNES ET IMPÔT TOTAL	24	0,63	24.372.034

toute la France de 13.8 litres par tête d'habitant, en léger accroissement depuis une dizaine d'années.

Tableau II. — Consommation par habitant à l'Étranger.

ANNÉES	ALLEMAGNE	ANGLETERRE	ÉTATS-UNIS
	litres	litres	litres
1885	90	123	40
1888	97,6	123,2	48,5
1890	105,7	136,2	51,7
1895	106,6	134,4	55,3
1896	115,7	139,3	56,6

Le tableau II indique pour les pays déjà cités la consommation par tête d'habitant.

Tableau III. — Importation de bières étrangères

ANNÉES	QUANTITÉS en QUINTAUX	VALEUR en FRANCS
	1888	282,459
1889	336,443	12.336.000
1890	261,563	10.463.000
1891	234,126	10.163.000
1892	213,159	8.526.000
1893	201,640	10.082.000
1894	184,642	9.232.000
1895	187,250	9.362.000
1896	183,129	9.156.000
1897	179,405	8.970.000

Il y a donc une décroissance à l'importation très

sensible, pas moindre que 36 % de la quantité entrée en 1888.

Quant à l'exportation, elle est, au contraire, en progrès sensible :

1893	47.163 hectolitres.
1894	41.256 —
1895	58.351 —
1896	62.260 —
1897	72.502 —

durant de trois à six mois au plus; elles reçoivent, sans examen, toute personne ayant déjà travaillé dans une brasserie pendant un temps variable, généralement six mois ou un an, et sans exiger aucune connaissance scientifique.

Pendant le séjour à l'École, les élèves apprennent à faire quelques analyses chimiques concernant l'eau, le malt, la bière, ils pratiquent le microscope

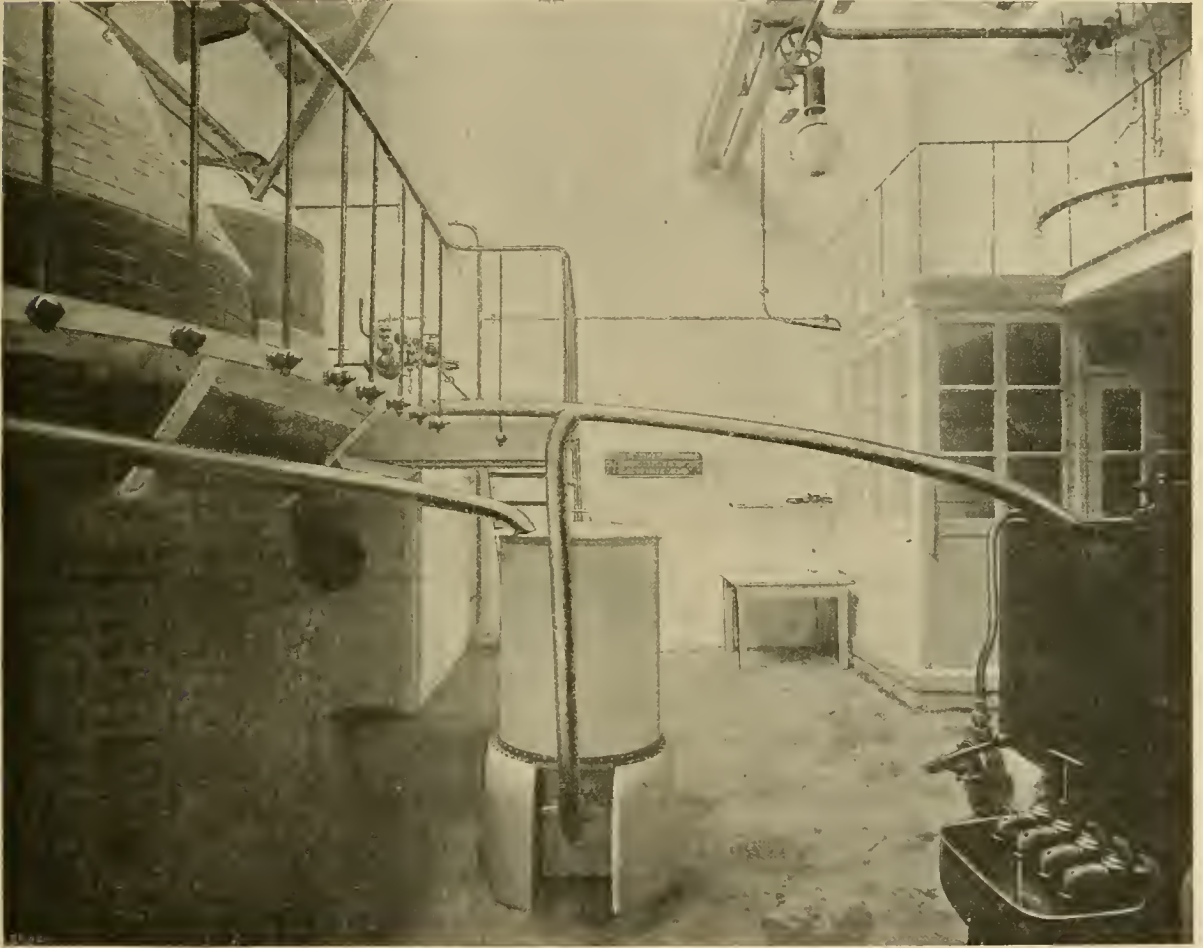


Fig. 4.— Salle de brassage à l'École de Brasserie de Nancy.

VI. — ENSEIGNEMENT TECHNIQUE.

L'Allemagne possède depuis longtemps un enseignement technique organisé : d'un côté, l'École de Weihenstephan, qui reçoit, après examen, des élèves pouvant n'avoir jamais vu une brasserie, et leur donne pendant deux années une culture générale : Chimie, Physique, Botanique, etc., avec application à la brasserie; les élèves en sortent donc n'ayant le plus souvent pratiqué qu'à la brasserie de l'École, mais avec un bagage scientifique assez étendu.

D'autre part, un assez grand nombre d'Écoles, Berlin, Worms, Augsburg, Munich, ont des cours

au point de vue uniquement des ferments existant en brasserie. Ils suivent un cours technique, passant en revue les diverses opérations de la fabrication et l'interprétation scientifique des phénomènes qui s'y produisent. Le cours technique est illustré par des exercices de brassage, opérés dans une brasserie installée à l'École même, et où tout est fait par les élèves eux-mêmes. Ici, on s'adresse seulement à des gens spécialisés, ayant déjà une idée de l'industrie, et on leur apprend uniquement ce qui se rapporte à leur profession, et cela dans le moindre temps possible. Les Écoles sont évidemment accessibles aux contre-maitres, aux ouvriers mêmes, quel que soit leur degré d'instruction antérieure.

Il n'y a pas lieu de discuter les avantages que peut posséder l'un de ces deux genres d'Écoles par rapport à l'autre, car tous deux répondent à un objet différent et présentent un haut degré d'utilité. Il faut bien être persuadé, en effet, qu'aucune École ne peut avoir la prétention de former à elle seule un habile praticien, et les plus brillants élèves de Weihenstephan seraient, en sortant de l'École, parfaitement incapables de diriger une fabrication ; aussi se placent-ils modestement comme ouvriers ou volontaires dans une brasserie, puis, après avoir un peu voyagé et pratiqué, ils font des chefs de fabrication ou des directeurs instruits et expérimentés.

Dans les Écoles du genre de Worms ou de Berlin, on prend des praticiens ; on leur donne les notions qui leur permettent de comprendre et prévoir ce qui se passe dans la fabrication, de contrôler celle-ci, c'est-à-dire qu'en quelques mois, sans avoir aucune prétention à faire des savants, on les rend capables d'observer judicieusement ; souvent même ils comprennent, seulement à l'École, l'origine d'anomalies ou d'accidents de fabrication dont ils ont été témoins en pratique. Donc, après les cours, les élèves peuvent, eux aussi, devenir d'excellents chefs de fabrication, quand ils ont une pratique assez longue avant l'entrée. Sinon, ils font comme les élèves de Weihenstephan et continuent à travailler comme ouvriers jusqu'à ce qu'ils aient complété leur instruction pratique.

En France, nous avons aussi les deux genres d'Écoles, mais un peu modifiées. Douai répond à Weihenstephan et Nancy à Berlin ou à Munich. L'École nationale des industries agricoles de Douai comprend un examen d'entrée, pas très éloigné comme programme du baccalauréat ès sciences, puisqu'on y demande la connaissance des équations du second degré, et les cours durent deux ans. Pendant la première année, les industries agricoles ne tiennent aucune place : Chimie, Physique, Botanique, Zootechnie, Législation, Cultures, prennent tout le temps disponible ; la seconde année, en revanche, est entièrement consacrée à la Sucrerie, Distillerie, Brasserie, mais tous les élèves doivent suivre uniformément les cours et exercices pratiques répondant à ces trois industries. A ce titre, on ne peut guère considérer Douai comme une École de brasserie, et ses cours sont surtout suivis par des agents des contributions indirectes, qui tirent de leur séjour à l'École le plus grand profit pour apprendre à connaître les industries qu'ils seront appelés à surveiller au point de vue fiscal. Jusqu'ici le nombre des élèves réguliers est faible et le nombre des brasseurs qui s'y rendent est encore plus réduit. Notons, en passant, que le budget de l'École de Douai monte à une centaine de

mille francs, fournis par le ministère de l'Agriculture. A Nancy, on s'est inspiré de l'École de Berlin, et l'on a organisé des cours de trois mois, ouverts à toute personne ayant pratiqué six mois au moins dans une brasserie. Le point délicat dans ce type d'enseignement est qu'on s'adresse presque toujours à des jeunes gens n'ayant aucune idée ni de la Chimie, ni de la Bactériologie, et qu'il faut leur apprendre à faire des analyses chimiques, à se servir du microscope pour reconnaître des ferments, isoler une levure pure, enfin leur faire saisir les transformations d'ordre chimique qui se produisent pendant le maltage, le brassage, la fermentation, etc.

Cela paraît à beaucoup de gens une œuvre irréalisable, et cependant elle est parfaitement possible, l'expérience le prouve depuis vingt ans en Allemagne et depuis cinq ans à Nancy. En trois mois, on amène des jeunes gens de vingt à vingt-cinq ans à faire d'une façon parfaitement correcte un dosage de sucre par pesée au milligramme, une analyse d'eau, sans qu'ils aient jamais auparavant appris un mot de Chimie ni fait une seule manipulation. On les rend capables, dans les mêmes trois mois, de reconnaître au microscope, dans une levure industrielle, la moindre trace des ferments étrangers, et enfin l'on obtient qu'ils comprennent et possèdent leur cours technique.

Le point le plus important de l'enseignement technique ainsi compris, est l'application, et c'est pourquoi l'École de brasserie de Nancy possède une brasserie très complètement installée pour la fermentation basse comme pour la fermentation haute ; chaque élève remplit, à tour de rôle, les fonctions de chef de fabrication, et il doit diriger son équipe et son travail et pour un genre de bière, chaque fois différent, en tenant compte des indications du cours technique, et en expliquant le pourquoi de chacune de ses opérations. Le chef de chaque brassin pratique sur son moût, sa levure, son malt et sa bière, toutes les analyses ou examens microscopiques de contrôle qui lui ont été enseignés, cela bien entendu avec vérification et surveillance constante du personnel de l'École.

Nous donnons ci-contre (fig. 4) la vue du hall à brasser de l'École de brasserie de Nancy. Notons que Nancy ne coûte pas un centime à l'État, et que l'École vit entièrement de ses propres ressources, tirées des élèves, des analyses et des fournitures de levure pure qu'elle fait aux brasseurs. L'École dépend de l'Université de Nancy, et elle a réalisé, depuis six ans, le premier exemple d'un enseignement industriel pratique donné à l'Université.

P. Petit.

Professeur à l'Université de Nancy,
Directeur de l'École de Brasserie de Nancy.

LES VUES NOUVELLES SUR LES CAUSES DE L'ÉPOQUE GLACIAIRE

En 1834, un ingénieur suisse, Jean de Charpentier, faisait, au Congrès de Lucerne, une communication qui devait amener une révolution profonde dans les idées relatives au *terrain erratique* qui couvre en Suisse, et surtout dans l'Allemagne du Nord et en Angleterre, des surfaces considérables.

Avant cette époque, certains naturalistes pensaient que le terrain erratique avait pris naissance à la suite d'un cataclysme résultant du soulèvement récent des Alpes; d'autres le faisaient provenir d'un déluge venant des contrées septentrionales. Une grande inondation, disait-on, aurait seule permis le transport de ces amas de cailloux, de nature variée, de dimensions parfois énormes et dont le lieu d'origine se trouvait, pour un grand nombre d'entre eux, à plusieurs centaines de kilomètres de leur position actuelle. — Les noms de Saussure, de Léopold Buck, de Buckland, d'Elie de Beaumont, etc., se rattachent à ces hypothèses sur le *diluvium*.

Dans sa communication au Congrès de Lucerne, Charpentier établit, le premier, que les blocs erratiques de la Suisse « étaient beaucoup trop gros, (quelques-uns ont plusieurs mètres cubes), pour que l'eau ait pu les amener au point où on les trouve. » Un seul agent avait été assez puissant pour se charger d'un pareil transport à de si grandes distances, cet agent était la *glace*.

Cette nouvelle doctrine, ainsi que cela a lieu pour toutes les idées nouvelles, fut combattue avec véhémence par d'illustres savants, tandis que d'autres se passionnaient pour la défendre. — Grâce à ces derniers, elle fit de tels progrès que l'on put bientôt établir que les Alpes avaient été presque entièrement couvertes, durant une époque appelée *époque glaciaire*, par un manteau de neiges et de glaces, atteignant plus de 4.500 mètres en certains points, et couvrant plus de 150.000 kilomètres carrés. Mais les Alpes n'avaient pas eu, seules, le privilège d'être occupées par de gigantesques glaciers. A la même époque, les Pyrénées, le Massif Central de la France, les Vosges, avaient leurs sommets couronnés de glaciers irradiant, par de profondes vallées, jusque dans les plaines de l'Aquitaine, de l'Auvergne et du bassin de Paris.

La Scandinavie, l'Angleterre et presque tout le nord de l'Europe avaient disparu également sous une épaisse couche de glaces. — Dans l'Amérique du Nord, le terrain erratique avait eu une extension encore plus considérable, puisqu'il couvrait toute la région, située au nord d'une ligne passant par Chicago et les sources du Missouri, c'est-à-dire

une étendue plus grande que celle de l'Europe.

« Dans l'hémisphère nord, l'empire des glaces n'embrassait pas moins de *vingt-deux millions de kilomètres carrés*, soit plus du *septième* de la superficie de la terre ferme sur le globe. Dans toute cette étendue, c'étaient de vrais glaciers, et non des glaces flottantes, qui labouraient le sol, souvent au rebours de sa propre pente, striaient les rochers, écrasaient les pierres et semaient dans leurs moraines frontales, des blocs dont quelques-uns ont accompli, du nord au sud, un parcours de *mille*, parfois même de *quinze cents* kilomètres ¹. »

Les glaciers ont subi de grandes vicissitudes : après avoir eu un développement maximum, ils ont battu, plusieurs fois, assez loin en retraite, pour qu'on ait pu séparer trois grandes phases glaciaires : la première date de la fin du Pliocène; la seconde et la troisième, moins considérables, seraient d'âge Pléistocène. C'est entre la première et la seconde que l'on constate, pour la première fois, les traces de l'homme sur la Terre.

Quelles causes ont pu amener une partie de l'hémisphère nord de notre planète à être recouverte d'une telle accumulation de glaces? Disons franchement que nous ne sommes pas encore absolument fixés sur l'origine du ou des phénomènes qui amenèrent des changements si profonds dans les conditions physiques du globe. Les études géologiques permettent cependant de croire que cet événement, si remarquable dans l'histoire de la Terre, n'est pas dû à des causes astronomiques ou cosmiques, mais qu'on doit seulement invoquer, pour l'expliquer, des raisons d'ordre géographique et météorologique. Notre intention n'est pas de présenter ici les différentes hypothèses qui, jusqu'à ces dernières années, ont été émises à ce sujet : elles sont exposées dans les traités de géologie; nous voudrions seulement faire connaître les plus récentes, qui, appuyées sur les dernières découvertes scientifiques, semblent les plus vraisemblables, et n'ont pu encore être accueillies dans les livres.

I. — HYPOTHÈSE DE M. DE LAPPARENT.

M. de Lapparent, avec sa grande compétence et sa clarté habituelles, a discuté à plusieurs reprises quelques-unes de ces théories, et il a émis une opinion que les études géographiques et surtout océa-

¹ DE LAPPARENT : Les causes de l'ancienne extension des glaciers. *Revue des questions scientifiques*, octobre 1893.

nographiques récentes viennent confirmer dans ses grandes lignes. Le savant professeur a fait ressortir que l'on devait surtout tenir compte, pour expliquer l'ancienne extension des glaces, non pas seulement du froid, mais des causes ayant pu amener une abondance de précipitations atmosphériques. La première condition pour obtenir de la glace, c'est, en effet, d'avoir de l'eau. S'il faut du froid pour transformer cette eau en glace, il n'est pas nécessaire que ce froid soit excessif. « La Sibérie, où règne le maximum de froid continental, est précisément dépourvue des neiges et des glaces, qui abondent en Nouvelle-Zélande, au voisinage du tropique. »

La partie méridionale du Groënland, qui est à la même latitude que l'Islande, la Scandinavie et la Russie septentrionale, mais qui *confine au gulf-stream*, est couverte d'une calotte continue de neiges et de glaces, dont l'épaisseur est évaluée par Nansen à plus de 1.600 mètres. Par contre, la neige est presque absente du Spitzberg, situé à 75° de latitude nord. Cette différence, qui est frappante, tient principalement à des causes locales. « C'est au relief du pays, à la direction des courants d'air qui viennent le frapper, à leur *richesse en humidité*, qu'on doit demander le secret de ces extraordinaires chutes de neige, localisées sur le plateau glacé et dont le produit alimente ce gigantesque *inlandsis* que Nordenskjöld et Nansen ont les premiers foulé aux pieds. »

Les anciens états glaciaires des régions riveraines de l'Atlantique seraient vraisemblablement dus à une cause de même nature, aux proportions près, que celle qui détermine aujourd'hui le cas si particulier du Groënland.

Cette hypothèse est basée sur une succession d'événements géologiques connus, principalement sur le changement de relief et sur l'éroulement d'un continent qui, pendant toute la série des temps géologiques jusqu'à la fin des temps tertiaires, avait relié l'Europe à l'Amérique du Nord. « La création de l'Atlantique nord, qui s'est faite successivement, par saccades, permit l'arrivée facile, dans les parages septentrionaux, de masses d'air venant du sud-ouest et apportant des régions tropicales une dose d'humidité que la température moyenne de l'Europe et des États-Unis ne leur permettait pas de conserver. »

Les régions continentales bordant cette nouvelle région maritime furent intéressées, — et on a de nombreuses preuves de ce fait, — dans ce grand mouvement qui amena la disparition du continent atlantique, et elles acquirent une topographie et un climat nouveaux. S'il y eut effondrement d'une part, des soulèvements se produisirent en Écosse, en Scandinavie, en Amérique, et ainsi des contrées

relativement basses, que les agents atmosphériques avaient nivelées depuis une époque très ancienne, furent de nouveau transformées en des régions montagneuses. Elles étaient, de par leur position, dans les conditions les meilleures pour servir de condensateur à l'air, chargé d'humidité, qui venait les rencontrer. L'instabilité des terres et des eaux dans la région du nord de l'Atlantique produisait une perpétuelle variation dans le régime barométrique que l'arrivée des courants froids venant des mers boréales achevait d'accroître. On conçoit aisément que ces différents événements, qui amenèrent des changements aussi radicaux dans la géographie physique d'une partie de l'hémisphère nord, durent jeter un grand trouble dans l'atmosphère : tous concouraient à la formation de neiges et de glaces.

Ainsi, l'hypothèse de l'éroulement atlantique, basée sur des événements réels, rend compte de la très remarquable localisation géographique de la période glaciaire (nord de l'Europe et nord de l'Amérique), explique, au moins en principe, l'alternance des phases glaciaires et des époques interglaciaires, comme aussi l'absence de toute manifestation de ce genre dans des régions où une cause extérieure au globe n'eût pas manqué de le faire.

Les études océanographiques récentes viennent apporter un appui précieux aux vues de M. de Lapparent. Mais il est un facteur auquel le savant géologue ne faisait jouer qu'un rôle tardif et peu efficace dans l'établissement du régime glaciaire des temps pliocènes et pléistocènes, et qui semble cependant avoir ajouté son effet aux causes d'ordre géographique que nous avons présentées, et à celles que nous allons exposer plus loin : nous voulons parler du *gulf-stream*. Ces nouvelles considérations¹ sont dues au professeur Edward Hull. Nous les développerons dans leur entier, à cause de leur importance.

II. — HYPOTHÈSE DE M. ED. HULL.

§ 1. — Reconstitution des anciens rivages du nord de l'Amérique.

On sait que la côte orientale de l'Amérique est bordée d'une terrasse submergée, connue sous le nom de *haut-fond continental*, s'étendant du rivage jusqu'à une ligne de 100 brasses (162^m, 40, et se terminant le long d'un escarpement qui descend jusqu'à 7 à 800 mètres environ. A cet escarpement fait suite une seconde terrasse, se prolongeant à une distance plus ou moins grande sous l'océan, avec une profondeur de 4.500 à 5.000 mètres, limitée à son tour par un second escarpement qui des-

¹ Prof. EDW. HULL : Another possible cause of the glacial epoch. *Victoria Institut*, 1898.

cepend, d'une façon plus ou moins rapide, jusqu'aux profondeurs abyssales de l'océan. La deuxième terrasse a reçu le nom de *plateau Blake*.

A la hauteur du cap Hatteras, la largeur du haut-fond continental est de 28 kilomètres, mais elle augmente jusqu'à 180 kilomètres, en face de la côte de la Nouvelle-Angleterre, et jusqu'à 360 kilomètres vis-à-vis des côtes de l'État du Maine. La pente, de

L'uniformité si remarquable de ces deux terrasses, sur une aussi grande étendue, conduit à penser qu'elles ont dû se former pendant une ou plusieurs périodes d'émergence suivies de submersion. Cette manière de voir est confirmée par les études du Professeur Spencer, qui constituent un progrès remarquable dans nos connaissances océanographiques.



Fig. 1. — Extension probable des anciens continents atlantique et méditerranéen.

100 à 500 brasses, est souvent si rapide que les deux contours sont très rapprochés l'un de l'autre. La pente du plateau Blake est également si accentuée en quelques points, comme au cap Hatteras, que les contours de 500 et de 1.000 brasses viennent presque en contact sur les cartes. Ces deux terrasses sous-marines se continuent autour des îles du golfe du Mexique, des Antilles et de la mer des Caraïbes et jusqu'à l'île de Terre-Neuve, avec des caractères presque identiques.

Le Professeur Spencer a montré qu'un grand nombre de vallées du continent américain, débouchant dans l'Atlantique ou le golfe du Mexique, se continuent *directement* sous l'océan, en traversant d'abord le haut-fond continental, puis les larges et profondes baies du plateau Blake et aboutissant finalement dans la région abyssale.

Les canaux qui traversent le plateau Blake sont si profonds que, s'ils étaient exondés, ils ressembleraient aux grands cañons de l'ouest de l'Amérique ;

ils descendent à une profondeur de plus de 3.000 mètres et ont une longueur de 350 à 550 kilomètres. Un fait important a été observé entre la Floride et les îles Bahama. Le canal existant aujourd'hui entre ces territoires a été autrefois une région surélevée d'où partaient, à l'est, vers l'Atlantique, et à l'ouest, vers le golfe du Mexique, des cañons analogues à ceux de la côte atlantique. C'est dire que les îles Bahama étaient reliées au continent américain et que le canal de Bahama, par lequel passent les eaux qui viennent d'être réchauffées dans la chaudière du golfe du Mexique et forment une partie importante du trajet suivi par le Gulf-Stream, n'existait pas. Ces vues ne font que confirmer ce que les études géologiques avaient déjà appris et se complètent l'une l'autre.

Le Mississipi et les grandes rivières du golfe du Mexique se prolongent également par des vallées sous-marines s'étendant à plus de 3.000 mètres de profondeur. Pour ne citer qu'un exemple de ces cañons sous-marins, disons que le cañon Haïtien passe sur le fond de l'Atlantique entre les îles Bahama, de Cuba et de Saint-Domingue.

La topographie si spéciale des côtes sous-marines de l'Amérique du Nord ne peut être comprise que si l'on suppose un soulèvement de toute la région bordant l'Atlantique jusqu'à la profondeur des canaux submergés, c'est-à-dire jusqu'à 3.000 et 4.000 mètres. La côte du nord de l'Amérique aurait été ainsi réunie à l'Amérique du Sud par un continent, qu'on a appelé le *continent des Antilles*. Cette conclusion concorde également avec les observations de M. Davis, sur les Appalaches, vieille chaîne de montagnes de la fin des temps primaires, usée par l'érosion, qui fut rajeunie et pour ainsi dire reconstituée à la fin du tertiaire, grâce aux mouvements parallèles à la côte atlantique dont nous venons de parler.

Est-ce à dire que tout le continent du nord de l'Amérique a subi une surélévation de 3.000 mètres? Évidemment non. L'exhaussement diminuait graduellement vers l'ouest, et il était compensé par l'éroulement du continent nord atlantique; mais la dépression du centre de l'Amérique qui avait permis la communication du Pacifique avec l'Atlantique, contrairement à ce que l'on pensait, n'avait plus lieu depuis l'époque oligocène, ainsi que M. Hull vient de le faire connaître à propos de l'âge de l'isthme de Panama.

Les études géologiques ont également montré que le soulèvement de l'Amérique du Nord, tel que nous venons de le définir, eut lieu à deux époques : au Pliocène et au Pléistocène, séparées par une période d'affaissement. La distribution de la faune et de la flore terrestre vient corroborer les vues du Professeur Spencer.

L'ancienne et la plus grande élévation de la côte américaine trouve sa contre-partie dans le fait que le Groënland et le plateau sur lequel s'étendent les îles Britanniques et Scandinaves est délimité par la ligne de 100 brasses. Godwin Austen, Rupert Jones et, plus récemment, Harmer, ont établi que ce plateau constituait une terre drainée par des rivières en continuité avec le Rhin et les autres fleuves du nord de l'Europe. Il semble également démontré que la surélévation affectant la côte orientale de l'Amérique était continue autour du nord et de l'ouest des rivages de l'Atlantique¹.

En résumé, les terrasses submergées de la côte américaine et les profondes vallées qui les traversent n'ont pu être formées que dans des *conditions subaériennes*: le haut fond continental (première terrasse) a été sans doute le résultat de l'érosion pliocène; le plateau Blake (deuxième terrasse) et les canaux seraient seulement d'âge pléistocène. C'est probablement pendant la première période ou au commencement de la seconde que le canal de Bahama a été creusé. Il ne faut pas oublier, en effet, que la décroissance de température due à la diversion du courant atlantique au travers des golfes du Mexique et des Caraïbes fut lente et graduelle; elle commença à la fin du Pliocène et atteint son maximum aux époques suivantes.

Examinons maintenant avec M. Hull l'effet que la surélévation du continent des Antilles, concomitant sans doute, répétons-le, de l'effondrement du continent du nord de l'Atlantique a exercé sur la température du Gulf-Stream et considérons les conséquences qui en résultèrent au point de vue des conditions climatiques de l'ouest de l'Europe et du nord de l'Amérique.

§ 2. — Le Gulf-Stream.

Pendant toute la durée du soulèvement du continent des Antilles, précédée à l'époque oligocène de la formation de l'isthme de Panama, la branche du grand courant équatorial qui pénètre aujourd'hui dans la mer des Caraïbes et passe à travers le golfe du Mexique devait suivre un cours très différent du courant actuel. Le passage dans le golfe lui était interdit par la barrière continentale qui se dressait en face de l'Amérique centrale et réunissait, comme nous l'avons indiqué (fig. 4), l'Amérique du Nord à l'Amérique du Sud. Il devait donc passer directement de l'équateur au nord de l'Atlantique. D'un tel changement dans la direction résultait certainement une différence de température, que nous allons essayer d'évaluer en la comparant à celle d'aujourd'hui.

Il est admis que le Gulf-Stream reçoit une no-

¹ M. E. Hull vient de signaler des faits semblables sur les côtes d'Espagne et de Portugal.

table augmentation de chaleur dans son passage de la mer des Caraïbes, à sa sortie du golfe du Mexique par le détroit de la Floride. Au cap Saint-Roque, la température est de 23°, et à la sortie du golfe du Mexique, elle s'élève à 30°; elle a donc augmenté de 7° en traversant la « grande chaudière mexicaine ». En parcourant dix degrés de latitude, le courant perd seulement 1 degré de chaleur; il traverse le 40° parallèle avec sa température de 29°, s'étend sur des milliers de lieues carrés dans les régions arctiques et donne une augmentation de 6°,5 de température au climat des îles Britanniques.

On a montré de mille façons les effets caloriques, bienfaisants, de cette grande rivière océanique. Maury et Herschell estiment que la chaleur transportée aux régions arctiques par le Gulf-Stream est près de la moitié de celle qui provient du Soleil. Le Professeur Forbes a calculé que la quantité de chaleur perdue dans l'aire atlantique par le Gulf-Stream pendant un jour d'hiver suffirait pour élever la température de l'atmosphère de la France et des îles Britanniques du point de congélation de l'eau au maximum de température de ces régions. Ces exemples suffisent pour se rendre compte des effets du Gulf-Stream actuel; examinons maintenant comment ils ont pu être modifiés par l'élévation d'une barrière s'étendant le long de la ligne des Antilles.

Nous avons vu que le Gulf-Stream gagne 7° de chaleur entre le cap Saint-Roque et le détroit de la Floride. Si nous admettons qu'il y ait 0°,5 d'augmentation entre le cap Saint-Roque et l'entrée de la mer des Caraïbes, le gain entre ce point et les Narrows ne sera plus que de 6°,5. Si donc, de la mer des Caraïbes, le courant passait directement le long de la côte américaine, il serait privé de 6°,5 de chaleur, mais il aurait gagné quelque chaleur pendant qu'il montait de 1.800 kilomètres sous les rayons du soleil tropical. En supposant que cette augmentation ne soit que de 1°, la perte totale ne serait plus que de 5°,5 si on la compare à celle d'aujourd'hui. En traversant le 40° parallèle, au lieu d'avoir une température de 29°, le Gulf-Stream de la période que nous envisageons n'aurait plus eu que 23°,5, température qui ne serait pas beaucoup supérieure à celle des eaux, durant l'été, à la hauteur de ce parallèle.

Une telle diminution de température devait exercer une action incontestable sur le climat des régions bordant le nord de l'Atlantique, les côtes et les îles de l'océan Arctique; non seulement la moyenne annuelle de la température serait considérablement réduite, mais encore il y aurait une augmentation dans la chute des neiges dans ces régions et une descente de la limite des neiges perpétuelles, ce qui aurait pour effet d'abaisser, en

outre, la température de tous les territoires voisins.

Si nous supposons que la moyenne annuelle de toutes les régions influencées par le Gulf-Stream, au delà du 40° parallèle, est réduite de 5°,5 environ au-dessous de son chiffre actuel, l'isotherme actuel de zéro prendra la position de celui de 5°,5 et, celui de 5°,5, la place de celui de 11°; on aura ainsi une *avancée du froid vers le sud*. En observant les conditions climatiques des régions traversées par les isothermes actuels de 0° et de 5°,5, nous pourrions avoir une idée approximative du climat dans l'hypothèse que nous avons considérée.

Nous devons dire ici que les résultats de M. Ed. Hull ne peuvent être rigoureux, car le climat d'une région dépend non seulement de la température, mais aussi des relations des terres et des mers et de la direction des vents à la même latitude. Ses chiffres ne sont donc qu'un minimum. En partant de ce minimum, examinons l'effet de la conversion de l'isotherme 5°,5 en l'isotherme zéro, sur les climats de l'Europe et de l'Amérique du Nord. Sur ce dernier continent, on peut supposer que les grands lacs étaient gelés, d'une façon permanente, ainsi que la baie d'Hudson, pendant huit mois de l'année, pendant que le Labrador et les terres situées à l'ouest de la baie d'Hudson étaient couverts de neige, que le soleil de l'été pouvait seul fondre. Il ne devait pas y avoir de grands changements dans la quantité de neige et de glace couvrant le Groënland. Quant à la Scandinavie, par suite de l'accroissement du froid et de l'énorme précipitation de neige sur les pentes *ouest* des montagnes, la ligne des neiges descendait bien au-dessous des limites actuelles et les glaciers pénétraient dans la mer du nord du cercle arctique, qui ressemblait à la région du détroit de Davis actuel. Dans les mêmes conditions, les hautes terres des îles Britanniques seraient suffisamment froides et recevraient assez d'humidité pour être couvertes de neiges perpétuelles et de glaciers. Les plus hauts sommets des Grampians ne sont pas beaucoup, aujourd'hui, au-dessous de la limite des neiges perpétuelles, et les neiges persistent souvent toute l'année en quelques points (Ben Nevis et Ben Mac Dhi).

§ 3. — Effets produits par le soulèvement des rivages des régions du nord de l'Atlantique et de la Méditerranée.

Nous avons vu plus haut que les terrasses submergées et les profondes vallées de la côte est de l'Amérique qui les traversent, n'ont pu être formées que dans des conditions subaériennes; il est impossible, en effet, de concevoir leur formation sous les eaux de l'océan. Ces terrasses ont été

rencontrées jusqu'à la latitude de 42° N. : d'autres fjords, noyés sous les eaux de l'Atlantique, ont été également observés, plus au nord, par Lindenköhl. Ils sont en relation avec les rives de l'Hudson et descendent à une profondeur de 730 à 950 mètres. Ces faits indiquent bien le *soulèvement du continent américain le long de la côte atlantique* et, quoiqu'il n'ait pas eu l'extension de celui qui a été observé dans la région des Antilles, il est encore suffisant pour avoir produit des effets très marqués sur le climat de l'est de l'Amérique.

Au froid produit par l'abaissement de température du Gulf-Stream, il faut ajouter celui qui est dû à la surélévation de ce continent. L'effet combiné de ces deux facteurs a été suffisant pour introduire l'existence d'un climat glaciaire, d'une grande sévérité, sur la région qui s'étend au nord du Saint-Laurent et des grands lacs.

Dans le même ordre d'idées et venant encore les accentuer, il faut ajouter, d'après les observations de Godwin Austen, Prestwich, Delesse et Rupert Jones, que la plate-forme sur laquelle se trouvent les îles Britanniques et l'ouest de l'Europe, s'est élevée à la hauteur d'une ligne de cent brasses (162^m,40), ce qui permettait à la Grande-Bretagne d'être unie, à l'est, à l'Europe et à l'ouest à l'Irlande. La distribution de la faune et de la flore terrestre de cette époque, ainsi que l'étude des dépôts glaciaires de l'Irlande et de l'Ecosse, viennent appuyer cette manière de voir. A cette époque, qui, pour la majorité des géologues, date de la fin du Pliocène, toute la région a dû supporter une décroissance de température considérable, comparativement à celle d'aujourd'hui.

Si l'on y ajoute celle qui résulte, au Pliocène, de la réduction de température du Gulf-Stream, qui existait peut-être depuis l'Oligocène, époque de la formation de l'isthme de Panama, on pourra conclure que de telles conditions physiques étaient bien propres à assurer un climat glaciaire dans toute cette région.

Pour préciser les vues de M. Hull, autant qu'on peut le faire pour de semblables reconstitutions géographiques et météorologiques, nous dirons que son étude nous permet de concevoir que l'Ecosse, la Norvège et la partie de l'Amérique située immédiatement au nord des grands lacs devaient se trouver dans des conditions analogues à celles où se trouve actuellement l'extrémité méridionale du Groënland, tant au point de vue de la température qu'au point de vue de l'humidité apportée par le Gulf-Stream.

On pourrait objecter que les hypothèses précédentes étaient insuffisantes pour expliquer le refroidissement du climat des régions du sud de

l'Europe et de celles bordant la Méditerranée et s'étendant à l'est, vers l'Himalaya.

Nous savons que ce refroidissement, qui amena le renne et le mammoth jusqu'au sud de la France, résultait de l'extension des glaciers dans les Alpes, les Pyrénées, le Caucase et l'Himalaya et même jusqu'au Liban. — Deux réponses peuvent être faites à cette objection :

Un abaissement général de la température et un changement dans le climat de l'ouest de l'Europe produisirent nécessairement un effet marqué, dans le même sens, sur les régions s'étendant plus au sud. Si le climat de la Scandinavie, des îles Britanniques, de la France, de l'Espagne et du Portugal devenait sensiblement plus rigoureux, il est clair que, grâce à la *circulation* des vents, le climat des régions voisines, vers l'est, éprouverait aussi un changement proportionné, dans le même sens, changement dû à la plus grande accumulation de neiges et de glaces à des altitudes plus élevées. Il est impossible de dire jusqu'à quel point cette influence se ferait sentir et s'est étendue à la fin du Pliocène et au commencement du Pléistocène, en particulier pendant la période où le froid a eu son maximum d'intensité; mais il est certain que cette influence a eu une extension considérable. M. Hull croit même que tout l'hémisphère nord a éprouvé une diminution de chaleur presque égale à celle que l'on a constatée sur les rivages de l'Atlantique.

Mais il est une cause plus puissante encore pour le développement des conditions glaciaires dans les régions sud-méditerranéennes. A la fin du Miocène, le grand ridement alpin, qui, à l'époque miocène, avait donné naissance aux Alpes, au Caucase et à l'Himalaya, avait eu pour contre-coup de soulever la région méditerranéenne et de la transformer en une série de lacs saumâtres. Des seuils continentaux relient l'Europe à l'Afrique, au travers de cette série de lacs, et permirent l'émigration de l'éléphant, de l'hippopotame, etc.

M. Hull pense que c'est cette surélévation de la région méditerranéenne qui a contribué pour une large part à établir le régime glaciaire dans la région alpine. Nous ne le croyons pas, car cette surrection est bien antérieure à la période glaciaire, puisqu'elle en est séparée par toute la période pliocène, et que précisément à la fin de cette période, toute la partie occidentale de la Méditerranée venait de s'écrouler, et que cet affaissement avait rétabli la communication de cette mer avec l'océan Atlantique. Ainsi s'étaient formées les fosses tyrrhénienne, adriatique et le détroit de Gibraltar. Plus tard, au Pléistocène, et par étapes successives à la suite de nouveaux affaissements, les lacs salés de la région caspienne communiquèrent avec la Méditerranée occidentale.

Mais si l'on tient compte des premières causes invoquées par M. Hull dans l'abaissement de température de la chaîne alpine et des régions avoisinantes (Massif central, Vosges), on admettra plus volontiers, avec M. de Lapparent, que, grâce aux effondrements méditerranéens, les vents venant du Sud et du Sud-Ouest qui *passaient sur des masses d'eau n'existant pas auparavant*, se chargeaient d'humidité et, rencontrant de puissants condenseurs (la chaîne alpine), déposaient sur eux, sous forme de neige, toute la vapeur d'eau qu'ils contenaient. Ainsi s'expliquerait d'une façon naturelle, l'existence de glaciers dans la région sub-méditerranéenne.

Les géologues américains Upham, Dana, Le Conte partagent les vues du Professeur Spencer sur la surélévation du continent américain, qui aurait eu lieu un peu avant l'époque glaciaire (fin du Pliocène) : ils arrivent à des conclusions semblables à celles de Hull, mais ils se basent principalement sur l'abaissement de température dû à un tel exhaussement et tiennent peu compte de l'influence du Gulf-Stream. Il faut avouer qu'il est bien difficile de fixer les conditions dans lesquelles se présenterait un Gulf-stream si l'on venait à supprimer la principale cause qui est sa raison d'être, le bassin des Antilles et en particulier le golfe du Mexique. Cependant, si la reconstitution du continent américain est exacte (fig. 1), il existait à la fin du Pliocène et au commencement du Pléistocène, un grand golfe en face des côtes de la Floride, à la latitude des Canaries ; on peut donc se demander si ce golfe n'aurait pas joué, d'une façon bien atténuée, le rôle dévolu aujourd'hui au golfe du Mexique.

III. — CONCLUSIONS.

Des études parues, dans ces dernières années, sur les causes de l'époque glaciaire se dégagent un certain nombre de résultats, dont quelques-uns demandent encore plus de précision, mais dont l'importance ne saurait être contestée. C'est d'abord le soulèvement de la région orientale du continent américain et de la région occidentale et septentrionale de l'Europe, soulèvement qui a augmenté la surface terrestre d'une quantité au moins égale à celle de l'Europe et a été, sans doute, concomitant de l'écroulement des terres situées entre l'Europe et l'Amérique, qui réunissaient ces deux continents depuis les époques géologiques les plus anciennes.

Mais ces affaissements et ces soulèvements n'ont pas été uniformes ; des brèches se sont ouvertes, par places, au travers de certains de ces territoires et il est probable que c'est grâce à elles que, pour la première fois, au Pliocène, la mer boréale a pu envoyer des courants froids et des espèces nette-

ment septentrionales jusque dans la Méditerranée.

Ces mouvements de l'écorce terrestre ont eu une ampleur inaccoutumée puisqu'ils ont intéressé une portion du globe terrestre s'étendant sur près de 180° de longitude et 80° de latitude et ont fait suite au grand ridement ayant dressé dans les airs la chaîne alpine, qui commence à l'extrémité occidentale de l'Europe et se termine seulement à l'extrémité orientale de l'Asie.

Là où se sont produits des mouvements aussi intenses, là aussi devaient se manifester des perturbations atmosphériques considérables. Les effets combinés de toutes les causes dont nous venons de parler, durent changer, en effet, complètement le climat d'une grande partie de l'hémisphère nord de notre planète, peut-être même de tout l'hémisphère. Ainsi se produisirent d'abondantes chutes de neige et s'installèrent des glaciers partout où les courants d'air, suffisamment chargés de vapeur d'eau, vinrent rencontrer ces nouvelles surfaces continentales, dont certaines (côtes de l'Amérique) avaient une altitude de beaucoup supérieure à l'altitude actuelle.

Ces vues, en grande partie confirmées par les faits, expliquent la remarquable localisation géographique des anciens glaciers qui ont respecté l'Asie (à part les chaînes himalayennes) et ne se sont pas étendus au delà de l'Oural.

Le soulèvement qui fit surgir, au Pléistocène, le plateau Blake, des profondeurs de l'océan et fut probablement accompagné, par une sorte de compensation, de l'effondrement des restes du continent atlantique, amena un nouveau changement dans l'état glaciaire de l'hémisphère nord. Ces événements permettent de comprendre l'existence des deux grandes périodes glaciaires constatées dans l'ancien et le nouveau monde.

Un pareil état de choses ne prit fin que lorsque le continent antillien, la portion orientale de l'Amérique du Nord (terrasses submergées) et la plate-forme de l'Europe septentrionale et occidentale s'enfoncèrent sous les eaux.

Ainsi naquirent le golfe du Mexique, la mer des Caraïbes et, peu après, en partie sous l'influence de l'érosion, le détroit de Bahama. Le Gulf-Stream allait désormais faire sentir son action bienfaisante et aider puissamment à la disparition de cette calotte de glace qui, pendant des milliers d'années, s'étendit, comme un voile de mort, sur de vastes espaces et transporta, du nord au sud de notre hémisphère, une telle quantité de matériaux que la topographie des régions septentrionales de l'Europe et de l'Amérique en fut complètement changée.

Ph. Glangeaud,

Docteur ès sciences.

Collaborateur au Service de la Carte géologique de la France

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Witz (A.), *Ingénieur des Arts et Manufactures, Professeur à la Faculté libre des Sciences de Lille.* — **Traité théorique et pratique des Moteurs à gaz et à pétrole et des Voitures automobiles. Tome III.** — 1 vol. gr. in-8° de 600 pages avec 214 figures. (Prix : 20 fr.) E. Bernard et C^o, éditeurs. Paris, 1899.

Ce volume fait suite au tome II des *Moteurs à gaz et à pétrole* du même auteur, que nous avons analysé ici même, en 1894¹. Il est destiné à retracer les progrès accomplis en l'espèce pendant les quatre dernières années.

L'ère des grandes découvertes est close pour les moteurs en question, déjà trop perfectionnés pour qu'on voie surgir des dispositions de nature à bouleverser les idées acquises. Mais la courte période en question a été féconde en améliorations d'ordre assurément secondaire, mais importantes pour la pratique et la construction des moteurs.

L'auteur nous en donne un tableau fort exact dans son premier chapitre, qui peut être regardé comme le programme de l'ouvrage lui-même.

Deux expositions importantes ont eu lieu, à Anvers en 1894, à Bruxelles en 1897 : dans la première, les visiteurs français avaient eu l'occasion de faire la connaissance de nombreux moteurs étrangers ; dans la seconde, l'attention a été surtout attirée par ceux de notre compatriote M. Letombe, à double effet et à surcompression, et de M. Polke, avec mécanisme distributeur à double vis hélicoïdale.

A ces exhibitions de parade, M. Witz préférerait, et fort justement à notre avis, des concours semblables à ceux qui ont eu lieu, pour les moteurs à pétrole, en 1894, à Meaux, à Cambridge et à Berlin, basés sur des essais multiples, dont la vérocité écarte malheureusement trop de concurrents, peu empressés à établir la supériorité qu'ils revendiquent pour leur moteur. Le premier, organisé par le Syndicat agricole de Meaux et dirigé par M. Ringelmann, directeur des Essais à l'École Nationale de Grignon, a tenu compte pour le classement du rendement thermique, des frais journaliers et de la construction des machines : un moteur Grob de 5 chevaux, dont le rendement s'est élevé à 17,1 %, n'a consommé que 300 grammes de pétrole par cheval-heure effectif. Au concours de Berlin, le moteur demi-fixe Swiderski de 10 chevaux a consommé 375 grammes, à côté d'autres qui en ont dépensé 4.190, à pleine charge. La fixation de chiffres aussi disparates montre l'utilité des concours de ce genre.

Le cycle Otto est aujourd'hui presque universellement employé, mais il a un défaut : le volume invariable de mélange carburé admis ne permet pas de détendre suffisamment les produits de l'explosion, il en résulte une perte de travail assez importante. MM. Charon, Niel, Heynen ont proposé, pour atténuer cet inconvénient, des solutions ingénieuses, mais imparfaites. M. Witz voudrait qu'on fit fonctionner les moteurs à gaz comme des machines à vapeur, en admettant une charge tonnant de richesse constante, mais de volume variable, mesuré par le régulateur suivant les besoins de chaque instant. La maison Ganz avait exposé à Buda-Pest un moteur conçu dans cet esprit. M. Letombe a imaginé le moteur dont nous avons parlé à admission et surcompression variables par le régulateur, la surcompression étant destinée à

assurer l'explosion quand la richesse du mélange diminue ; de la sorte, il obtient une marche économique, même à demi-charge. La marche à deux temps n'est guère employée que dans le moteur Bénier et dans celui, à deux pistons opposés pour un même cylindre, de M. von (Echelhaeuser).

Les moteurs à combustion étaient eux-mêmes peu en faveur, quand les remarquables travaux de M. R. Diesel, si bien analysés ici même par M. Witz¹, sont venus rappeler sur eux l'attention. On sait que la consommation de pétrole a été abaissée pour la pleine charge à 238 grammes ; c'est la plus faible qui ait été jamais obtenue ; elle est de 12 grammes inférieure à celle du moteur Petráno de quatre chevaux, et on peut compter pour les meilleures machines actuelles une dépense minima de 300 à 500 grammes par cheval-heure effectif. Rappelant sa déclaration de 1891, M. Witz est de plus en plus persuadé qu'on reviendra, pour les grandes puissances, aux moteurs à combustion.

L'emploi des gaz pauvres, très répandu en Angleterre et en Allemagne, a fait de réels progrès en France ; il est à souhaiter qu'on trouve le moyen d'utiliser pour leur production nos charbons français, au lieu et place des houilles anglaises ; des charbons maigres d'Anzin, de Vicoigne, de Neux, ont déjà été employés avec succès.

L'utilisation des gaz des bants fourneaux dans les moteurs tonnants est dès à présent réalisée. M. Witz croit sage, pour le moment, de réserver une partie de ces gaz pour le chauffage des générateurs alimentant les machines soufflantes et de ne consacrer que l'excédent à la mise en mouvement de moteurs à gaz actionnant une grande station centrale d'électricité, chargée de l'éclairage, de la commande des pompes, des monte-charges, des appareils de déchargement, de la traction des wagons. En attendant une extension qui paraît certaine, le rôle qui leur échoit est déjà d'assez belle envergure.

Les derniers travaux relatifs à l'emploi, dans les moteurs à gaz, de l'alcool, de l'acétylène, même des poudres, sont rappelés par l'auteur.

Celui-ci, après avoir rendu hommage à nos maîtres de construction françaises, fort sérieuses et dirigées souvent par des hommes éminents, regrette que leur développement restreint ne leur permette pas une production plus intensive, et ce travail par séries, qui fait la force des grandes maisons anglaises. Il voudrait voir les capitaux affluer pour la construction des moteurs à gaz, comme ils le font pour l'industrie automobile.

L'ouvrage se termine par un exposé rapide de l'état actuel de cette dernière industrie : les moteurs, les carburateurs, les mécanismes de transmission, les dispositions générales des principaux types de voitures y sont décrits avec cette compétence et cette clarté que connaissent bien tous les lecteurs de l'éminent ingénieur et que les chauffeurs voudront à leur tour apprécier.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

Annuaire pour l'an 1899, publié par le Bureau des Longitudes. (Avec des notices scientifiques.) — 1 vol. in-18 de vi-784 pages avec 2 cartes magnétiques (Prix : 1 fr. 50.) Gauthier-Villars, éditeurs. Paris, 1899.

Les notices sont dues cette année à MM. Bouquet de la Grye (Notice sur les ballons-sondes), Bassot (La géodésie moderne en France), P. Gautier (Le sidéros-tat à lunette) et J. Jaussen (Travaux au Mont-Blanc en 1898).

¹ *Revue générale des Sciences*, 3^e année, p. 827.

¹ *Revue générale des Sciences* du 15 juin 1898.

2° Sciences physiques

Boltzmann (Ludwig), *Professeur de Physique théorique à l'Université de Vienne. — Vorlesungen über Gas-theorie* (LEÇONS SUR LA THÉORIE DES GAZ). 1^{re} Partie : THÉORIE DES GAZ A MOLÉCULES MONOATOMIQUES, DE DIMENSIONS NÉGLIGEABLES PAR RAPPORT AU PARCOURS LIBRE MOYEN. — 2^e Partie : THÉORIE DE VAN DER WAALS. GAZ A MOLÉCULES POLYATOMIQUES. DISSOCIATION DES GAZ. REMARQUES FINALES. — 2 vol. in-8°. *Johann, Ambrosius Barth, éditeur. Leipzig, 1895-1898.*

La seconde partie de l'ouvrage du Dr Boltzmann, attendue depuis longtemps, vient de paraître ces jours derniers; nous devons nous féliciter de l'avoir attendue trois ans, car, grâce à cette attente, nous possédons enfin un exposé systématique et complet des parties les plus difficiles de cette théorie, autrefois appelée théorie cinétique des gaz, et qui mérite plus justement aujourd'hui le nom de *théorie moléculaire des fluides*. Dans la préface de la seconde partie, le Dr Boltzmann expose que la rédaction de cette seconde partie était prête, mais avec un caractère relativement élémentaire, au moment où parut la première partie. C'est alors que se produisirent les attaques passionnées et retentissantes, dont l'écho s'est retrouvé dans la *Revue*¹, contre toutes les théories cinétiques et moléculaires. Le Dr Boltzmann, à qui l'on doit à peu près tout, depuis Clausius et Maxwell, et dont l'esprit précis a substitué à certaines vues trop superficielles de Maxwell des démonstrations rigoureuses, a jugé nécessaire de modifier son plan et d'épargner aux jeunes gens, tenus dans l'ignorance de ces théories, le pénible travail de recherche et de coordination des travaux publiés dans des recueils variés, anglais et allemands. Que ce travail de mise au point ait occupé les loisirs de trois années, c'est ce qui n'étonnera aucun de ceux qui connaissent la nature et la difficulté des questions à traiter. Aucun autre que le Dr Boltzmann ne pouvait mener à bien ce travail. Dans sa conviction, qui est aussi la mienne, la fécondité des idées maîtresses de la théorie moléculaire des fluides est loin d'être épuisée; mais, la mode est ailleurs; après plus de vingt ans écoulés, les idées de Gibbs, pourtant signalées dès le début par Maxwell dans son admirable petit *Traité de la Chaleur*, ont enfin conquis la faveur publique, et ce n'est que justice; ce qui semblera plus tard étrange, c'est qu'on les ait crues en opposition avec la théorie moléculaire des fluides, et avec les théories mécanistes pures, alors que tous les résultats de pure Thermodynamique sont contenus dans les théories moléculaires, tandis que celles-ci en contiennent quelques autres, systématiquement ignorés — mais non contredits — par la Thermodynamique.

Il est bien curieux que le type des contradictions supposées entre les théories cinétiques et l'expérience n'ait pas changé depuis Ilrn; on décrit correctement, d'après la théorie cinétique, le début d'un état variable, mais on l'appelle, faute d'un instant de réflexion, un état permanent; on le compare à un état permanent expérimental, et on les trouve tous deux en désaccord. C'est à peu près comme si l'on confondait les phénomènes de dissociation de Deville avec ceux de décomposition totale de Berthollet. Il suffit de satisfaire aux conditions de permanence dans la description cinétique, ou d'étudier expérimentalement le début de la période variable du phénomène, pour que les théories cinétiques et l'expérience soient en parfait accord. Je me garderai bien, d'ailleurs, de présenter cet accord comme un contrôle des idées cinétiques. Les idées fondamentales qui suffisent à la prévision qualitative des phénomènes sont d'un caractère trop simple pour être propres à une théorie, ou même à une branche de science particulière; on s'en apercevra bien lorsqu'on voudra un jour faire le dénombrement des rares phénomènes thermiques qui n'auraient pu être classés qua-

litativement sans l'emploi rigoureux de la Thermodynamique. Provisoirement du moins, tant que le principe de classement n'est pas devenu intuitif, il vaut mieux grouper, même à l'aide d'une théorie compliquée et incomplète, des propriétés qui s'accompagnent toujours dans un seul et même corps, plutôt que de les négliger ou de les traiter séparément, dans des chapitres distincts, par des principes indépendants. C'est ce que font les théories moléculaires, qui ne traitent pas la diffusion du mouvement, de la chaleur, de la matière, comme des *imperfections* des fluides, mais comme des propriétés essentielles, au même titre que la compressibilité. Que les raisonnements soient encore encombrés d'un développement considérable de formules, c'est ce dont s'exuse le Dr Boltzmann, mais c'est ce qu'exige encore aujourd'hui l'état de cette science: désormais, nous savons où chercher, et nous ne risquons plus de nous perdre au milieu du dédale de calculs d'auteurs différents.

On jugera, par la table des matières, de l'importance du traité du Dr Boltzmann, et du tour de force que représente la condensation de ces théories en moins de 500 pages :

1^{re} partie : I. Molécules sphériques; pas de forces extérieures, pas de mouvements d'ensemble. — II. Molécules centres de forces; forces extérieures; mouvements d'ensemble du gaz. — III. Molécules agissant en raison inverse de la 3^e puissance de la distance.

2^e partie : I. Fondements de la théorie de van der Waals. — II. Discussion physique de la théorie de van der Waals. — III. Théorèmes de la Mécanique générale nécessaires pour la théorie des gaz. — IV. Gaz à molécules composées. — V. Etablissement de l'équation de van der Waals au moyen du Viriel. — VI. Théorie de la dissociation. — VII. Equilibre de la chaleur dans les gaz à molécules composées.

Il me reste à formuler un vœu, c'est qu'il se trouve un éditeur pour nous donner bientôt une édition française de ce livre qui, bien certainement, sera traduit en anglais avant peu.

M. BRILLOIN,
Maître de Conférences à l'École
Normale Supérieure.

Carnot (Adolphe), *Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, Professeur à l'École Supérieure des Mines. — Traité d'Analyse des substances minérales. Tome I. Méthodes générales d'analyse qualitative et quantitative.* — 1 vol. gr. in-8° de 992 pages avec 336 figures. (Prix : 35 fr.) V^{se} Ch. Dunod, éditeur. Paris, 1898.

M. Carnot vient de commencer la publication d'un *Traité d'analyse des substances minérales*, œuvre importante et délicate pour laquelle il était tout particulièrement préparé par ses recherches bien connues, pour la plupart relatives à des questions de Chimie analytiques et par ses fonctions à l'École des Mines, où, depuis longtemps déjà, il occupe la chaire de docimastie et dirige les laboratoires. Le premier volume, le seul paru jusqu'ici, est relatif aux méthodes générales d'analyses qualitative et quantitative. La première partie comprend l'exposé des méthodes de recherches qualitative et l'indication des marches méthodiques à suivre suivant le procédé que l'on emploie. Le chapitre I traite des essais au chalumeau; le chapitre II, des essais à la lampe à gaz; le chapitre III, des essais au spectroscope; on trouve dans ce dernier chapitre la description détaillée et précise des différents dispositifs pour produire et étudier les spectres de toute nature, au point de vue de l'analyse chimique, notamment les procédés de Lecoq et de Boisbaudran, par examen des étincelles produites à la surface des solutions salines, et ceux récemment proposés par M. Arnould de Grammont pour l'étude des spectres, des minéraux et des sels fondus. Le chapitre IV est relatif aux méthodes microchimiques, et résume les travaux de Streng, Boricley, Haushofer et Behrens, qui semblent devoir rendre bien des services si l'on sait se limiter au cas où la méthode est

¹ *Revue générale des Sciences*, nos 21, 23 et 24 de 1895.

vraiment pratique, et si l'on ne cherche pas à la développer outre mesure. Comme application, M. Carnot signale l'étude microchimique des silicates naturels et des roches, et indique la marche pour la recherche systématique des éléments. Le chapitre v est relatif aux opérations par voie humide; il est complété par les chapitres vi et vii, qui indiquent les caractères principaux des acides et des sels et les soins à apporter dans les préparations et la vérification des réactifs.

La deuxième partie traite des méthodes générales d'analyse quantitative. Le chapitre viii expose la façon dont doivent être prélevés les échantillons qui servent à l'analyse; cette importante question est traitée avec tout le développement désirable. Les chapitres ix et x sont relatifs aux opérations par voie sèche et par voie humide; signalons, dans le premier, d'intéressants renseignements sur les fondants à employer dans divers cas, la fusibilité des pellicules et autres corps. Puis vient, dans les chapitres xi, xii et xiii, la description des appareils et l'exposé des méthodes électrolytiques, volumétriques et colorimétriques. Le chapitre xiv est relatif aux analyses des gaz.

Ce dernier chapitre est fort complet; il donne la description des différents appareils employés pour analyser les gaz tant dans les laboratoires que dans l'industrie, et indique les méthodes de recherches qualitative et quantitative des différents gaz; un paragraphe est spécialement consacré à la recherche du grison dans l'air des mines.

L'énumération qui précède suffit à montrer l'intérêt de cet important ouvrage. Cet intérêt est encore accru par ce fait que le livre est absolument moderne et tout à fait au courant des travaux les plus récents. Le nom de l'auteur dispense de tout commentaire sur les qualités de précision et d'exactitude qui sont nécessaires dans des ouvrages de ce genre. La rédaction de ce Traité est un nouveau et important service rendu aux chimistes par le savant professeur de l'École des Mines, qui a su s'attirer non seulement le respect, mais aussi la sympathie de tous.

G. CHARPY,
Docteur ès sciences.

3° Sciences naturelles

Schirmer (H.), *Professeur de Géographie à l'Université de Lyon.* — *Le dernier rapport d'un Européen sur Ghât et les Touareg de l'Air* (Journal de voyage d'Erwin de Bary, 1876-77, traduit et annoté.) — 1 vol. in-8° de 221 p., Fischbacher, éditeur. Paris, 1899.

Ce volume contient: 1° le récit rédigé par Erwin de Bary, à Ghât, de son séjour dans cette ville et de sa tentative pour pénétrer dans le Tassili jusqu'à l'Oued-Mihero, dont il voulait voir les crocodiles; 2° les fragments les plus intéressants de son journal de voyage et de séjour dans l'Air (à Adjiro), où nul autre Européen que lui n'est entré depuis Barth et Richardson (1850). Une notice géologique sur le Sahara, écrite à Ghât, une lettre au professeur Ascherson sur le caractère désertique et la végétation de l'Air, des tables météorologiques quelque peu sommaires terminent l'ouvrage. L'ensemble du Rapport et le second appendice avaient paru dans la *Zeitschrift* de la Société de Géographie de Berlin, 1877, 78 et 80.

Il faut savoir gré à M. Schirmer d'avoir mis à la portée des géographes et du public français l'œuvre du voyageur naturaliste Erwin de Bary. La lecture en est précieuse au point de vue scientifique; elle est attachante pour tout le monde, à cause du pittoresque de la forme, pittoresque de bon aloi, auquel M. Schirmer n'est sans doute pas étranger. Ce dernier connaît à merveille le Sahara, il a une conception très philosophique et très artistique de la géographie; il a fort bien réussi à mettre en valeur, par sa traduction, les qualités de ce Rapport, à souligner par des notes nombreuses l'intérêt du détail.

A qui ne connaît pas la géographie du grand désert africain, le livre d'Erwin de Bary apprendra plus que bien des manuels. Pour l'orographie notamment, un professeur réussira, rien qu'en rapprochant quelques extraits du Rapport et des appendices, à donner une idée très suffisante du relief du sol du Sahara central, et même des conditions générales du modelé désertique dans les pays tropicaux. Erwin de Bary écarte l'hypothèse d'une mer saharienne récente, dont il n'a pas trouvé de traces, et établit, en termes précis et colorés, que le relief actuel est surtout le résultat de l'érosion éolienne et pluviale sur des terrains sédimentaires ou volcaniques plus ou moins anciens. Les croupes granitiques orientées N.-O.-S.-E qui se succèdent entre Ghât et l'Air, les coulées planes et les cratères abrupts de cette dernière région ont leurs flancs en ruines. Dans le Tassili dominant trois aspects différents: les hamadas, dépôts horizontaux de grès rouge-brun, à la surface rugueuse et nue, où ne vit que la terne et sèche rose de Jéricho, tailladés par les cañons des ouadi, qui sont creusés souvent jusqu'aux schistes et aux calcaires sous-jacents, et dont le fond est encombré d'amas de sable et de rocs, amincis à la base « en forme de champignons » (p. 43); les rangées de collines plates, restes de hamadas que l'érosion a fini par découper en massifs tabulaires; les dépressions occupées par des dunes qui se déplacent ou que fixe une maigre végétation, et par des étendues d'« argile desséchée, croisées d'un réseau de fissures », au milieu desquelles les ouadi à eau temporaire se distinguent par une bande de graminées, d'arbustes et d'arbres (p. 39).

Le climat de Ghât et du Tassili se rapproche à quelques égards de celui des pays méditerranéens, tandis que les conditions météorologiques de l'Air annoncent déjà la lisière désertique du Soudan, limite septentrionale extrême de la mousson d'été du golfe de Guinée. A Ghât, en octobre, Erwin de Bary a constaté des brouillards fréquents et des fièvres, de longues pluies « battantes », avec une température diurne élevée (jusqu'à + 30° C. à midi). A Adjiro, dans l'Air, le printemps et l'été rappellent ceux de Tombouctou: dès mars, le ciel se voile, le vent d'O., de S.-O. et de S.-E., rarement celui du N., amènent des masses énormes de poussières jaunes, qui restent suspendues dans l'air, et voilent les formes des montagnes, la chaleur sèche (+ 39° C. à l'ombre) tarit les puits; mais dès avril tombent quelques gouttes de pluie qui font éclore la végétation, et l'on s'agit en juin et juillet, avec de très fortes chaleurs (+ 40° C. à l'ombre), de violents orages qui remplissent les ouadi. Erwin a pu nager dans leurs eaux, mais il n'a pas été témoin de pluies régulières, et ne mentionne que par oui-dire des ruisseaux permanents et des villages de culture dans le haut Air, avec palmiers et champs de mil. Quant à la région intermédiaire du désert, elle offre les caractères du climat continental extrême, déjà maintes fois relevés dans le Sahara, notamment par Rohlf's.

La flore des deux stations d'Erwin de Bary est saharienne, mais avec des différences très notables, correspondant à celles du climat. A Ghât, on cultive l'oranger, le figuier, la vigne, espèces méditerranéennes, et les ouadi voisins, jusque dans le Tassili, sont garnis de lauriers-roses et de jububiers. Dans l'Air, au contraire, dominant, à l'exclusion des espèces des pays tropicaux humides, et à côté de rares dattiers ou doums, des arbres du genre acacia, notamment des gommiers (talha) « semblables à des chênes par la taille ». Ces gommiers, avec d'autres grands végétaux à appareil foliacé très peu développé, et des plantes buissonneuses armées d'épines, de poils, ou « de feuilles parcheminées pareilles à du cuir », forment « des forêts claires » dans le fond des ouadi. Les graminées y sont représentées surtout par l'« afezo », qui crée dans les vallées de vraies savanes, « longs rubans de couleur claire, de chaumes à demi jauniss, au milieu desquels s'élève de loin en loin la couronne des branches desséchées du gommier » (p. 207). On peut ainsi alimenter dans l'Air,

des chèvres et des moutons; on y trouve des lions et d'autres fauves, des singes et des sangliers.

Les Touareg apparaissent, dans le récit d'Erwin, comme misérables, cupides, fanatiques et dangereux. Ceux de l'Air (Kel-Oui) ont besoin, pour vivre, ainsi que l'avait déjà constaté Barth, d'être perpétuellement ravitaillés par le Soudan: ils vont chercher à Bilma et apportent à Agadès, le sel, que les Kel-Guérés de l'Ader y viennent échanger contre les marchandises de Zinder ou du Sokoto, les plus nécessaires à l'existence; ils participent aussi à l'organisation des caravanes d'esclaves qui vont vers Ghât et Tripoli. Mais la principale occupation de ces peuples est le pillage, qui se fait par la guerre, à l'état chronique en 1877 entre Azdger de Ghât et Hoggar, entre Kel-Oui, Aouellimiden et Kel-Fadé, par de continuel « rezzous », même contre les tribus arabes, par le « garama » imposé à tout le monde. Tout Européen qui traverse le désert est traité comme une proie, tant qu'il peut faire des cadeaux, et tué ensuite; Erwin voit la cause de la mort de Bourneaux-Duperré et de M^{lle} Tinné, dans la guerre entre Azdger et Hoggar, qui se sont disputé le droit de rançonner les voyageurs; lui-même a été retenu captif et dépouillé par le cheik d'Adjiro, malgré les serments, et probablement empoisonné à son retour à Ghât. Les Touareg de l'Air sont croisés de sang nègre, et parlent le haoussa; ils paraissent obéir au sultan d'Agadès; ils ne sont pas montés à cheval comme les Aouellimiden. Erwin a donné des croquis très vivants de ces hommes, comme des Touareg du Nord. Les premières pages, où il décrit Ghât, la ville saharienne fortifiée, et montre le caractère de la domination turque, sont parmi les plus belles du livre.

J. МАСНАТ.

Mercier (D.), *Professeur à la Faculté de Philosophie et Directeur de l'Institut supérieur de Philosophie de l'Université de Louvain.* — *Les Origines de la Psychologie contemporaine.* — 1 vol. in-16 de 486 pages. (Prix: 5 fr.) F. Alcan, éditeur. Paris, 1899.

Le titre de ce livre nous a d'abord un peu induit en erreur: nous pensions trouver dans cet ouvrage une étude sur les principales idées qui dominent la psychologie scientifique contemporaine et une discussion sur l'origine et l'évolution des méthodes et des grandes hypothèses. En réalité, l'ouvrage est plus philosophique que psychologique. Il considère la psychologie d'une manière plus générale comme l'étude des grandes conceptions relatives à l'âme, aux rapports du physique et du moral, à la nature des facultés, et ce qu'il nous donne surtout, c'est un résumé rapide des grandes doctrines philosophiques dans leur rapport avec la psychologie. A ce point de vue, l'ouvrage est fort intéressant; non seulement il montre les origines de ces théories philosophiques dans le cartésianisme, mais encore il résume des philosophies plus modernes et moins connues. C'est ainsi qu'il nous donne des analyses des doctrines philosophiques de Spencer, de Fouillée, de Wundt, toujours en les considérant à ce point de vue particulier de leur rapport avec la psychologie. L'auteur critique d'une manière souvent remarquable les exagérations du positivisme et du monisme, et il essaie de montrer que l'ancienne philosophie scolastique, en particulier les doctrines thomistes, peuvent encore aujourd'hui nous fournir une direction générale et de grandes vues d'ensemble sur la science de l'homme.

Nous ne pouvons ici entrer dans ces discussions philosophiques, ni montrer comment la philosophie cartésienne, très idéaliste en théorie, n'en a pas moins inspiré bien des études de psychologie physiologique non sans intérêt. Nous remarquons seulement que, parmi les origines de la psychologie contemporaine, M. Mercier nous paraît laisser entièrement de côté toutes les études faites par les physiologistes, les médecins, les aliénistes qui nous semblent cependant avoir beaucoup contribué à donner à la psychologie contemporaine ses caractères les plus importants. L'auteur n'hésitera pas à reconnaître l'importance de ces études un peu différentes de celles

des philosophes, car ce qui caractérise son livre, c'est presque toujours un grand libéralisme et un désir de réunir les divers enseignements, quelle qu'en soit l'origine.

Il emprunte à la philosophie néo-thomiste une belle conception de l'étude de l'homme. Celle-ci ne doit pas se limiter à la psychologie proprement dite, telle que l'entendaient les cartésiens. Elle doit être l'anthropologie, c'est-à-dire l'étude de l'homme tout entier tel qu'il se présente en réalité à l'observation, non simplement comme une chose qui pense, mais comme un être corporel, soumis aux agents physiques et en surplus doué d'une certaine activité psychique au moins égale à celle des types les plus élevés de l'échelle animale.

D^r PIERRE JANET,
Professeur remplaçant au Collège de France,
Chargé de Cours à la Sorbonne.

4^e Sciences médicales

Congrès national d'Hygiène et de Climatologie médicale de la Belgique et du Congo (1897).
Seconde Partie : Congo. — 1 vol. in-8^o de 646 pages avec figures. Hayez, éditeur. Bruxelles, 1899.

Cet ouvrage se compose d'une série de Rapports sur le climat, la constitution du sol et l'hygiène de l'Etat indépendant du Congo, Rapports présentés au Congrès national d'Hygiène et de Climatologie médicale qui eut lieu à Bruxelles en août 1897.

Dès 1895, une Commission spéciale de six membres, dont la plupart avaient fait au Congo un séjour prolongé, avait été instituée par le Comité de la Société royale de Médecine publique et de Topographie médicale de Belgique, dans le but d'étudier les conditions de sol, de climat, la pathologie, la morbidité et la mortalité au Congo. Malgré la compétence incontestable de tous les membres de la Commission, chacun dans sa spécialité, malgré l'expérience acquise et une multitude d'observations particulières recueillies sur les lieux, la tâche à réaliser réclamait de nombreux compléments d'investigation. Bien qu'elle disposât d'importants documents mis gracieusement à sa disposition par M. le baron van Eetvelde, secrétaire d'Etat pour le Congo, la Commission résolut, avec l'obligeant concours de cet éminent administrateur, d'ouvrir une vaste enquête. Elle formula en français et en anglais un questionnaire qui fut adressé aux agents de l'Etat indépendant et des Compagnies, des factoreries, aux missionnaires, aux explorateurs de toute origine. Une centaine de ces questionnaires sont revenus remplis. C'est à l'aide de ces documents et de leurs propres observations que les membres de la Commission ont rédigé leur Rapport.

Celui-ci est divisé en cinq chapitres. Le premier traite du climat météorique: il est dû à M. A. Lancaster, inspecteur du service météorologique à l'Observatoire royal de Belgique, et à M. E. Meuleman, ancien commissaire du district du Stanley-Pool. Le second, relatif à la constitution du sol, a été rédigé par M. J. Cornet, professeur à l'Ecole des Mines de Mons.

Le troisième chapitre, intitulé: « Morbidité, mortalité, statistique », est l'œuvre de MM. A. Bourguignon, chef du service sanitaire de la Compagnie du chemin de fer du Congo, G. Dryepont, ancien médecin de 1^{re} classe de l'Etat indépendant, et C. Firket, professeur à l'Université de Liège. Le chapitre iv: Adaptation, acclimatement, hygiène, est dû aux mêmes auteurs.

Enfin le chapitre v résume les conditions physiques, climatologiques et hygiéniques des principales stations et missions de l'Etat indépendant, d'après les questionnaires et les documents réunis par la Commission.

Il nous est impossible d'entrer dans une analyse détaillée de ces chapitres; qu'il nous suffise de signaler une des conclusions importantes du Rapport. La mortalité observée au Congo depuis douze ans, a été inférieure, et souvent de beaucoup, à celles des colonies voisines (Kameroun, Côte du Niger, Dahomey).

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 12 Décembre 1898.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. A. Cornu présente l'Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1899, et la *Connaissance des Temps* pour 1901. Ce dernier volume est, pour la première fois, établi d'après le même système de constantes et le même catalogue d'étoiles fondamentales que les trois grands éphémérides astronomiques allemand, anglais et américain. — MM. Rambaud et Sy présentent leurs observations de la comète Brooks (octobre 1898) faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé. — M. F. Rossard communique ses observations de la planète DQ (Witt) et des comètes Perrine-Choffardet et Chase, faites à l'Observatoire de Toulouse, à l'équatorial Brunner. — M. D. Eginittis adresse ses observations des essais des Léonides et des Biélides faites à l'Observatoire d'Athènes. — M. Emile Borel montre que la recherche des singularités d'une fonction définie par un développement de Taylor, telle que $f(z) = \sum z^n$, est reliée d'une façon étroite à l'étude du point singulier essentiel unique d'une fonction analytique $\psi(x)$, telle que l'on ait $\alpha^n = \psi(n)$. — M. Jules Beudon énonce la proposition suivante: Le degré de difficulté de l'intégration d'un système d'équations aux dérivées partielles ne dépend pas du nombre des variables indépendantes; il est lié seulement au degré de généralité de la solution; deux systèmes quelconques ayant le même degré de généralité exigent, pour l'intégration, des opérations analogues. — M. Edmond Maillet a obtenu deux théorèmes relatifs à la détermination du groupe des équations numériques. — M. D. Gravy envisage une série de lignes, déterminées par la fonction

$$y = \omega x = \int_0^x f(x) dx,$$

où $f(x)$ est une fraction particulière dans un système de numération spécial. Ces lignes sont composées d'une infinité de parties rectilignes; elles ont la propriété essentielle des lignes courbes, d'avoir pour chaque point une tangente bien déterminée qui change de direction d'une façon continue quand le point parcourt la ligne. Les mêmes considérations s'étendent aux surfaces dans l'espace. — M. L. Lecornu étudie les conditions de l'isochronisme pratique des régulateurs. Pour que l'écart entre les vitesses extrêmes admises par le régulateur soit le plus petit possible, il faut que, le manchon étant amené à bout de course, sans changement de la vitesse de rotation, l'effort de rappel exercé sur lui par les forces directement appliquées (pesanteur, tension des ressorts, etc.), composées avec la force centrifuge, fasse équilibre à la résistance de la valve. — M. Considère a étudié l'influence des armatures métalliques sur les propriétés des mortiers et bétons. Il a constaté qu'un mortier, armé de trois fils de fer non recuits, qui avait subi un allongement vingt fois plus grand que celui que l'on considère comme devant produire la rupture, non seulement n'était pas désagrégé dans la presque totalité de sa masse, mais restait capable de produire une résistance considérable et voisine de celle du mortier neuf.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Louis Boltzmann conclut de ses études sur le rapport des deux chaleurs spécifiques (à volume ou à pression constante) des gaz : 1^o La molécule d'un gaz parfait pour lequel on a $K = 1 \frac{1}{3}$ doit se comporter à l'égard des chocs molé-

culaires comme une sphère rigide, ce qui, probablement, n'est possible que pour des gaz monoatomiques. 2^o La molécule d'un gaz parfait pour lequel on a $K = 1,4$ dans un intervalle de température étendu, se comporte comme deux sphères rigides reliées entre elles, ce qui, probablement, n'arrive que pour des gaz diatomiques. 3^o Chaque molécule et même chaque atome est capable de vibration en des parties internes ou électriques. Par conséquent, K diminue et devient variable aussi pour des gaz parfaits à de hautes températures. Pour les gaz polyatomiques et triatomiques, cela a déjà lieu aux températures ordinaires. 4^o Pour un gaz imparfait, qui suit la loi de van der Waals, K est toujours plus petit que pour un gaz parfait dont la molécule est de la même constitution et a les mêmes qualités internes. — M. Thomas Tommasina a observé un curieux phénomène d'adhérence des limailles métalliques sous l'action du courant électrique. Pour cela, il dispose un pendule à boule en laiton nickelé, et au-dessous un disque de cuivre; sur le disque, on place une pincée de limaille métallique et on abaisse la boule jusqu'à ce qu'elle effleure la limaille. Si l'on fait passer le courant, puis qu'on éloigne le disque, il subsiste entre la boule et la limaille une mince colonne flexible, qui peut avoir jusqu'à 2 centimètres sans se rompre. — M. A. Blondel a étudié l'arc à courants alternatifs à l'aide des oscillographes et a confirmé ses conclusions précédentes. Les facteurs essentiels du phénomène sont la nature des charbons (homogène ou à mèche) et la nature du circuit qui les contient (inductif ou non inductif). En ce qui concerne les charbons, les seuls qui donnent lieu à un phénomène parfaitement défini (arc normal) sont les charbons homogènes purs, contenant très peu de sels minéraux. — M. P. Cazeneuve a constaté que le carbonate d'ortho-crésol mélangé avec un excès de chaux sodée s'échauffe spontanément et subit une transformation moléculaire intéressante en donnant un homologue de la phtaléine du phénol. Le méta et le paracrésol ne présentent pas cette réaction.

— M. Albert Morel, en faisant réagir les mono ou dichlorophosphates alcooliques sur les phénols ou les phénates alcalins, a préparé de nouveaux éthers mixtes alcoylphosphoriques : le phosphate diphénique-monoéthylrique et le phosphate monophénylique-diéthylrique. — MM. A. Mouneyrat et Ch. Pouret ont remplacé l'iode par le chlorure d'aluminium anhydre dans la chloruration du benzène par le chlore. Cet agent s'est montré aussi puissant que l'iode et n'a pas l'inconvénient de donner des produits accessoires; les auteurs ont obtenu tous les dérivés chlorés du benzène. — M. Oechsner de Coninck a étudié l'action des oxydants (acide chromique et bichromate de potasse) sur quelques composés azotés : hydroxylamine, phénylhydrazide, uréthane, acétamide, urée, sulfo-urée, ammoniacs composés, etc. — M. H. Grimbert a constaté que, chaque fois que le *B. coli* ou le *B. d'Eberth* ont donné un dégagement gazeux dans un milieu nitraté, le volume de l'azote recueilli a toujours été au moins le double de celui qui correspond à l'azotate détruit. Par conséquent, l'azote dégagé ne provient pas exclusivement des nitrates. L'action dénitrifiante de ces bacilles est corrélative de la présence de matériaux amidés dans la culture; elle semble résulter de l'action secondaire qu'exerce, sur ces derniers, l'acide nitreux produit par les bactéries. — M. Mazé a fait de nouvelles expériences pour montrer que l'ammoniaque peut être absorbée et assimilée en nature par les végétaux. A la fin de l'expérience, les solutions nutritives contenant encore de l'ammoniaque ont été conservées

afin de vérifier si elles n'étaient pas devenues le siège d'une fermentation nitrique; au bout de plusieurs mois, la quantité d'ammoniaque était restée la même.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. A. Chauveau étudie l'élasticité acquise par le tissu musculaire en état de travail physiologique. Dans les corps inertes, allongés et tendus par une charge, la force élastique dont elle provoque le développement est tout simplement égale à la résistance extérieure que cette charge représente. Dans le muscle contracté, tendu de même par la charge qu'il soutient, une seconde force antagoniste s'ajoute à la résistance extérieure : c'est la résistance intérieure que le muscle oppose à la déformation causée par l'état de raccourcissement. D'où, pour équilibrage de cette seconde résistance, surcroît de force élastique dissimulée dans la substance musculaire et faisant somme avec la force élastique apparente, effective, qui manifeste son existence par l'équilibre de la résistance extérieure. Pour faire apparaître avec sa valeur cette force élastique dissimulée, il faut neutraliser le raccourcissement du muscle, et, pour cela, employer une surcharge allongante proportionnelle à la charge soutenue p et au degré de raccourcissement musculaire r . La croissance et la décroissance de la force élastique e obéissent donc à la loi contenue dans la formule : $e = p + pr$. — M. C. Phisalix a préparé du suc de champignons par macération dans le chloroforme. Le liquide obtenu, injecté à des cobayes dans une proportion assez faible pour ne pas amener des accidents graves ou la mort, leur confère une immunité très forte contre le venin de vipère. — M. Léon Boutroux signale un certain nombre de faits et d'expériences favorables à la théorie de la dissémination de la levure de vin par les insectes. Cette théorie est d'ailleurs la seule qui explique le fait de l'apparition des germes de levure à partir de l'époque de la maturité du raisin et non auparavant. — M. A. Lacroix a observé au Pallet (Loire-inférieure) une modification endomorphe très curieuse dans le massif du gabbro. En certains points, celui-ci perdit son diallage, qui est remplacé par de l'hypersthène, prend de la biotite, et surtout un minéral particulier, la cordiérite. Ce phénomène doit être attribué à l'assimilation d'une quantité variable d'une roche acide : le micaschiste. — M. Stanislas Meunier a reconnu que la constitution du sol dans le voisinage de Mortagne (Orne) ne s'explique complètement que par le phénomène de la sédimentation souterraine, et que ce mode de formation des couches est beaucoup plus fréquent et efficace qu'on ne l'avait cru jusqu'à présent.

Séance du 19 Décembre 1898.

Séance publique annuelle. M. C. Wolf, président de l'Académie, prononce l'allocution d'usage. MM. les Secrétaires perpétuels font connaître les noms des lauréats des prix de l'Académie pour 1898. M. M. Berthelot lit ensuite une notice historique sur la vie et les travaux de M. Brown-Séquard.

Séance du 26 Décembre 1898.

M. Maurice Lévy est élu vice-président de l'Académie pour l'année 1899. MM. G. Darboux et Bernet sont élus membres de la Commission centrale administrative.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — MM. Baillaud et Bourget présentent une photographie de la nébuleuse de la Baleine, obtenue à l'Observatoire de Toulouse, avec quatre-vingt-six minutes de pose, au télescope Gautier. La nébuleuse a nettement la forme d'une spirale, avec dix condensations nodulaires. — M. G. Fayet communique ses observations de la nouvelle comète Chase; au moyen de celles-ci et d'une autre observation de M. Coddington, il en a calculé les éléments, lesquels se rapprochent beaucoup de ceux de la comète Coggia. — M. Riquier, à la suite d'une réclamation de priorité de M. Beudon au sujet d'un théorème sur les systèmes différentiels dont l'intégration se ramène à celle d'équa-

tions différentielles totales, présente quelques explications sur le théorème dont il s'agit et sur la manière dont il y a été conduit. — M. Armand Cahen se propose de résoudre le problème suivant pour les équations différentielles du second degré en y' et de degré q en y : Déterminer explicitement toutes les équations de cette forme dont l'intégrale générale ne prend qu'un nombre donné n de valeurs autour des points critiques mobiles. — M. Alf. Guldberg démontre qu'une équation aux différentielles totales linéaires non intégrable

$$\sum_1^n P_i(x_1, x_2, \dots, x) dx_n = 0,$$

peut admettre des intégrales singulières $f(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0$, dont la détermination se fait sans intégration.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Leduc répond aux remarques de M. Violle sur la détermination de la vitesse du son dans l'air sec à 0°. La correction totale à apporter au nombre de MM. Violle et Vautier est d'au moins 0^m,02; mais on n'en peut fixer la limite supérieure; si donc l'erreur expérimentale se trouvait être par défaut, on s'approcherait beaucoup du nombre 331^m,8 adopté par l'auteur. — M. A. Chassy a constaté que, dans un accumulateur à électrodes en mousse de platine, la capacité initiale de polarisation est sensiblement indépendante de la pression à laquelle on peut soumettre les électrodes. L'influence de la pression sur les capacités qui correspondent à des forces électromotrices élevées, quoique insuffisantes pour décomposer l'eau en gaz libres, est aussi sensiblement nulle. — M. Edouard Branly a expérimenté des tubes radioconducteurs à limailles d'or et de platine. Le platine se comporte bien; les alliages d'or du commerce sont aussi avantageux que les substances les plus sensibles de ses appareils antérieurs; l'or vierge paraît encore plus sensible, aussi sensible que l'argent. — M. Albert Turpain indique une solution du problème suivant : Etant donnés divers postes A, B, C, ..., L, N, distribués le long d'un fil unique AN, trouver un dispositif qui permette la transmission télégraphique ou téléphonique simultanément entre deux quelconques des postes réunis par le fil unique. Il y est arrivé en utilisant les oscillations électriques et la facile résonance des résonateurs à coupure. — M. H. Deslandres présente quelques remarques sur les rayons cathodiques simples. Il revendique comme faits nouveaux indiscutables établis par lui : la division du rayon ordinaire en rayons simples et la substitution d'un rayon simple unique au spectre ordinaire de rayons simples dans trois cas distincts avec la bobine d'induction. Il expose sa théorie des phénomènes et la compare avec celle de M. Goldstein. — M. P. Curie, M^{me} P. Curie et M. G. Bémont ont retiré de la pechblende une nouvelle substance fortement radio-active. Par ses propriétés chimiques, elle se rapproche beaucoup du baryum et doit contenir certainement une forte proportion de ce corps; mais le baryum étant inactif, il doit nécessairement être accompagné d'un corps très actif, auquel les auteurs donnent le nom de radium. — M. Eug. Demarcay a examiné, au point de vue spectral, la substance précédente; à côté des raies du baryum, il a trouvé une raie ($\lambda = 3814,8$) qui ne peut être attribuée à aucun élément connu et qui confirme, par conséquent, l'existence d'un nouvel élément dans la substance isolée de la pechblende. — M. H. Baubigny indique un procédé de séparation et de dosage des mélanges de chlorure, bromure et iode d'argent. Il consiste à faire agir à chaud sur ces mélanges une dissolution de bichromate de potasse dans l'acide sulfurique; le chlore et le brome sont mis en liberté et peuvent être entraînés; tout l'iode est transformé en iodate qui reste en solution. — MM. Ochsner de Coninck et A. Combe ont étudié l'action des oxydants très énergiques sur les amines grasses et aromatiques. Les premières sont décomposées peu à peu, avec mise en liberté d'Az et de CO², et sans formation de matières colorantes. Les secondes sont

décomposées rapidement avec production de CO_2 et formation de matières colorantes dans lesquelles s'accumule l'azote. — M. G. Massol a déterminé la chaleur de formation des sels de potasse de l'acide propylmalonique normal. Celle du sel neutre solide est de + 46,34 calories. — M. Léon Boutroux, dans le but de déterminer la constitution de l'acide oxygluconique, l'a soumis à l'oxydation. Les produits obtenus sont : l'acide tartrique racémique, l'acide trioxyglutarique, l'acide glyoxylique et l'acide dioxybutyrique. L'ensemble de ces corps justifie la formule déjà admise par l'auteur et par M. G. Bertrand.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. A. Chauveau compare l'allongement des muscles à celui des tiges métalliques et à celui du caoutchouc. Pour une tige métallique, si la charge allongante est fractionnée en un certain nombre de parts égales, appliquées successivement, les allongements partiels sont égaux et leur somme est égale à l'allongement unique provoqué par la charge totale; c'est la conséquence de l'invariabilité du coefficient d'élasticité. Pour le muscle, le coefficient d'élasticité croît après chaque allongement partiel; le fractionnement de la charge allongante implique donc la décroissance des allongements partiels et l'infériorité de la somme de ces allongements partiels par rapport à l'allongement unique provoqué par la charge totale. Dans le caoutchouc, c'est le contraire qui se passe : les allongements croissent plus vite que les charges; les allongements partiels résultant de l'application fractionnée deviennent donc de plus en plus grands. — MM. Bécclère, Chambon, Ménard et Jousset ont reconnu que le sérum de l'homme et des animaux vaccinés exerce sur le vaccin une action, dite antivirulente, qui lui fait perdre ses propriétés. Le sérum des animaux variolisés exerce une action semblable. La substance antivirulente du sérum est d'une composition très stable; elle offre une grande résistance à l'action du temps. — M. L. Ranvier a constaté que l'épiderme de la patte du poulet, pris en masse et traité par l'éther, fournit une graisse complexe semblable à un mélange de cire et d'huile. La cire provient du *stratum corneum*, l'huile des cellules cylindriques de la première rangée de l'épiderme des régions écailleuses. — M. Léon Vaillant décrit un spécimen très curieux qui vient d'entrer dans les collections du Muséum; c'est une Couleuvre rude (*Dasyplettis scabra* Linné) surprise au moment où elle avalait un œuf de cane, chose d'autant plus surprenante que ce serpent n'a pas le cou de la grosseur du petit doigt. Cet animal est muni à la partie inférieure des centrons, à partir de la 24^e vertèbre, de prolongements osseux revêtus d'émail, véritables dents destinées à briser les œufs, qui ne pourraient passer entiers dans cette partie du tube digestif sans lui faire subir une distension trop forte. — M. J. Kunstler communique ses études sur la morphologie des Craspédomonades. C'est un curieux petit groupe des Flagellés dont l'excavation antérieure, au lieu de présenter les dimensions d'une simple cupule flagellifère, a pris les caractères d'un entonnoir d'un développement relatif bien plus considérable. — M. Lortet a observé à Oullins, près Lyon, le 24 septembre 1898, une chute de Crustacés ostracodes fossiles. Ce sont de petites coquilles microscopiques, qui existent en grande quantité dans le sable des déserts de l'Égypte, et qui ont été enlevées par des courants d'air ascendants pour venir retomber de l'autre côté de la Méditerranée. — M. Emile Mer a constaté qu'en pratiquant sur le chêne une double annélation, on parvient à débarrasser le tronc de son amidon et à le rendre, par conséquent, réfractaire à la vermoulure, en même temps que les branches sont, dans une certaine mesure, enrichies en tannin. — M. F. Wallerant a été amené à supposer que des cristaux pourraient se grouper symétriquement autour des éléments de symétrie déficients de la particule complexe (molécule de Bravais) du corps cristallisé. Il a constaté, en effet, que ce cas est réalisé dans les groupements de fluorine, de marcassite, de boléite, etc. — M. A. Lacroix a décou-

vert, aux environs de Corinthe, des lherzolites remarquablement identiques à celles des Pyrénées; elles constituent la roche originelle des serpentines du conglomérat néogène de la même région. — M. P. Lory établit que la tendance au déversement vers l'est est générale dans toute la largeur de la région qui s'étend, au sud de Grenoble, entre la chaîne cristalline de Belledonne et les crêtes urgoniennes du Vercors. Cette région fait donc exception à la loi générale que, dans les zones externes des Alpes françaises, les accidents dissymétriques sont déjetés vers l'extérieur, vers l'ouest. — M. Ph. Glangéaud a constaté que les plissements des terrains crétaqués de l'Aquitaine se présentent sous forme d'anticlinaux, de monoclinaux, de dômes et de failles. L'importance de la dislocation est d'autant plus considérable qu'elle affecte des terrains plus anciens. Les plis et les failles antéoligocènes paraissent bien continuer les plis ou les failles post-jurassiques ou perméens. D'une façon générale, ils ont également la direction des plis hercyniens du sud de la Bretagne et des failles limites du Massif central. — M. N. de Mercey a reconnu que le minerai de fer hydroxydé du Néocomien moyen du Bray n'était pas un accident local, mais affleurerait en beaucoup de points, et qu'en outre il se continuait en profondeur en se présentant alors à l'état de fer carbonaté argileux. Il conclut que le minerai de surface n'est qu'une altération superficielle du minerai profond. — M. de Lapparent constate que le même fait a été reconnu en Lorraine. — M. Claude Gaillard a recueilli, dans le gisement de la Grive-Saint-Alban, les restes d'un nouveau Carnassier. C'est un petit Ours (*Ursus primævus*) paraissant rattacher les Ursidés actuels aux Canidés anciens. Les ours existaient donc dès l'époque miocène. — M. Bleicher a découvert des graptolithes parfaitement déterminables dans les poudingues du grès vosgien des environs de Raon-l'Étape (Vosges). Ces fossiles permettent d'affirmer que les éléments du grès vosgien du versant lorrain venaient d'un massif où le silurien à graptolithes était représenté. — M. P. Fliche a trouvé, dans la ballastière de Clérey, des échantillons de pin sylvestre. Cet arbre forestier existait donc déjà dans le terrain quaternaire, en même temps que l'*Elephas primigenius*.

LOUIS BRUNET.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 18 Novembre 1898.

M. R. Dongier expose une méthode de contrôle de l'orientation des faces polies d'un quartz épais normal à l'axe. L'analyseur et le polariseur étant croisés, si l'on fait croître l'angle de l'axe du quartz avec le rayon lumineux, on voit les cannelures se déplacer vers le rouge sans rien perdre de leur netteté, comme s'il y avait simplement augmentation du pouvoir rotatoire. Si on incline le cristal successivement de part et d'autre d'un même angle, on doit voir le même nombre de franges passer sur le fil du réticule, si l'axe est normal aux faces du cristal. On obtient encore des franges nettes quand la section principale de l'analyseur, au lieu d'être normale à celle du polariseur, est symétrique de celle-ci par rapport au plan qui passe par l'axe du cristal et qui est parallèle aux rayons incidents. Cette propriété permet de déterminer la position de l'axe du cristal par rapport au faisceau lumineux et, par suite, l'angle de cet axe avec la face d'entrée. — M. O. Rochefort présente un transformateur électrique *Wydts-Rochefort et des interrupteurs*. Le transformateur, qui est du type décrit le 6 mai dernier devant la Société, donne 45 centimètres d'étincelle. L'un des interrupteurs est rotatif, à mercure; il a un moteur électrique, muni d'un rhéostat; la hauteur du godet à mercure est réglable en marche; la dépense est de 0,8 ampères sous 6 volts. Un autre interrupteur à contact métallique cuivre sur cuivre comporte également une tige guidée par deux glissières fixes; un ressort à boudin fait effort pour donner le contact au repos.

Enfin un interrupteur à mouvement rectiligne platine-mercure, du genre Foucault, permet d'obtenir, avec une course d'un centimètre et demi, des interruptions extrêmement rapides. La tige oscille verticalement dans le liquide; elle est reliée par un flexible au fléau oscillant et guidée par le liquide lui-même. Ce trembleur absorba 0,3 ampères sous 6 volts. — M. H. Le Chatelier présente un modèle de *galvanomètre à cadre pour usines*. Les lectures se font sur un cadran parcouru par une aiguille mobile; le cadre est librement suspendu, ce qui a l'avantage d'éviter les déplacements du zéro résultant des variations d'inclinaison de l'appareil et d'empêcher les mouvements vibratoires produits par les trépidations que transmet le sol. — M. A. Broca présente, au nom de M. Blondel, des épreuves photographiques représentant les *courbes figuratives de l'intensité et de la force électromotrice d'un courant alternatif*. Ces courbes ont été obtenues au moyen d'un oscillographe double amenant en un même point les deux images issues d'un point lumineux et produites par le miroir d'un galvanomètre et celui d'un voltmètre. La source lumineuse est une petite plage découpée sur une fente rectiligne fixe par une fente lumineuse mobile oblique à la première; cette seconde fente est portée par un disque entraîné par un moteur synchrone, de telle façon que le point lumineux décrive toute la longueur de la fente fixe pendant une période du courant. Les courbes montrent en particulier le rôle utile de la self-induction dans les résistances additionnelles et des mèches tendres pour les charbons; elles évitent l'extinction de l'arc, si nuisible au point de vue du rendement lumineux. C. RAVEAU.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

SECTION DE NANCY

Seance du 30 Novembre 1898 (suite).

M. Guntz expose ses recherches sur le baryum métallique. A très haute température, l'amalgame de baryum chauffé dans un courant d'hydrogène perd tout son mercure, mais ne fond pas à la température de fusion de la fonte, comme l'a montré Frey. Il faut aller plus haut, mais on est arrêté par l'attaque des creusets par le baryum. Si le refroidissement dans l'hydrogène est lent, presque tout le baryum se combine avec l'hydrogène pour donner un hydrure; si le refroidissement est rapide, on obtient une matière poreuse ne contenant que peu d'hydrure. Ce baryum impur, traité par l'ammoniaque liquide, donne comme le lithium, un ammonium solide mordoré assez soluble dans l'ammoniaque, mais se décomposant assez rapidement à la température ordinaire pour donner de l'amidure de baryum, ce qui a empêché jusqu'ici de faire l'analyse exacte de ce composé. — M. Favrel étudie l'action des chlorures de tétrazodiphényle, ditolylyle, dianisyle, sur les malonates d'éthyle et de méthyle. On verse dans une molécule de chlorure de tétrazodiphényle de l'acétate de soude en excès, puis du malonate de méthyle. Après agitation, il se dépose peu à peu un précipité jaune qui, après lavage et dessiccation, cristallise dans la nitrobenzine en petites lamelles jaunes fondant à 217-220° et présentant la composition de la diphenyldihydrasone malonate de méthyle. Ce corps ne se dissout pas dans les solutions alcalines aqueuses ou alcooliques, mais fournit cependant par agitation avec l'alcool sodé, un dérivé disodé. En opérant d'une façon analogue, on obtient : la diphenyldihydrasone malonate d'éthyle, petites lamelles jaunes fondant à 178-180°; la ditolyldihydrasone malonate de méthyle, petites aiguilles rouges fondant à 210-212°; la ditolyldihydrasone malonate d'éthyle, petits cristaux rouges fondant à 188-191°; la dianisyldihydrasone malonate de méthyle, poudre cristalline fondant à 268-270°; la dianisyldihydrasone malonate d'éthyle fondant à 190-192°. Tous ces corps se comportent vis-à-vis des alcalis comme la diphenyldihydrasone malonate de méthyle. — M. Maillard a tenté de mettre en évidence

le rôle de l'ionisation des sels dans leur toxicité. Il s'est adressé au *Penicillium glaucum*, ensemencé dans des liquides renfermant diverses quantités de sulfate de cuivre. L'addition de sulfate d'ammoniaque, élevant la concentration des ions SO_4 , diminue l'ionisation de Cu. La comparaison d'une série de cultures à teneurs variables en CuSO_4 et Am^2SO_4 a permis de constater que : 1° A teneur égale en Am^2SO_4 , la culture se développe d'autant moins qu'il y a plus de CuSO_4 ; 2° à teneur égale en CuSO_4 , la culture se développe d'autant plus qu'il y a plus de Am^2SO_4 ; 3° même quand CuSO_4 augmente, on peut avoir des cultures plus abondantes, si Am^2SO_4 augmente relativement plus que CuSO_4 . Le sulfate d'ammonium diminue donc la toxicité des sels de cuivre; cette action semble attribuable à la baisse d'ionisation de Cu.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

SCIENCES PHYSIQUES

J. A. Fleming, F. R. S., et James Dewar, F. R. S. : La susceptibilité magnétique de l'oxygène liquide. — La méthode employée par les auteurs pour la détermination de la susceptibilité magnétique de l'oxygène liquide repose sur ce fait que si un corps, diamagnétique ou paramagnétique, est placé dans un champ magnétique de force variable, il est soumis à une force mécanique tendant à le déplacer dans la direction suivant laquelle le champ varie le plus rapidement. Si la susceptibilité de ce corps est assez faible pour ne pas troubler sensiblement la distribution du champ, la mesure de cette force mécanique constitue un élément pour le calcul de la valeur absolue de la susceptibilité magnétique. Les conditions nécessaires sont : 1° que le volume V du corps soit assez petit relativement à la forme du champ pour que sa magnétisation ne diffère pas sensiblement de celle qu'il prendrait s'il était immergé dans un champ uniforme; 2° que la susceptibilité magnétique k de la substance soit faible. Dans ces circonstances, si f est la force mécanique (en dynes) agissant sur le corps et H la force du champ en son centre, la force dans la direction x est donnée par l'équation :

$$f = kVt \frac{dH}{dx}$$

La valeur de k obtenue est une valeur différentielle : c'est la différence entre la susceptibilité du corps et celle du milieu dans lequel il est plongé. Si donc un seul et même corps est placé dans le même champ divergent, mais entouré alternativement par différents milieux, la différence des susceptibilités apparentes du corps dans les deux cas donnera la différence des susceptibilités réelles des deux milieux. La méthode des auteurs consiste donc, en somme, à déterminer les forces agissant sur une petite sphère de susceptibilité connue, suspendue d'abord dans l'air, puis dans l'oxygène liquide, à en déduire la différence entre la susceptibilité magnétique de l'oxygène liquide et de l'air, et enfin la valeur absolue de la première, celle de la seconde étant connue.

Le dispositif expérimental est le suivant (fig. 1) : Une bobine W de 30 centimètres de longueur et 18^{cm},5 de diamètre extérieur possède une ouverture centrale de 9^{cm},3 de diamètre; le fil isolant, d'une longueur d'environ 1.000 mètres, peut conduire un courant de 12 à 14 ampères sans échauffement dangereux. Cette bobine est entourée d'un cylindre S d'acier doux de même hauteur et épais de 2 centimètres; elle est également fermée à ses extrémités par des plaques d'acier percées d'un trou circulaire de 9 centimètres de diamètre. A l'intérieur de la bobine, on introduit un noyau d'acier doux C , de 37 centimètres de longueur et 9 centimètres de diamètre, dans la position indiquée par la figure. En faisant passer le courant, on crée, dans l'espace qui surmonte l'extrémité du noyau, un champ très divergent, variant rapidement dans la direction axiale.

L'aimant est placé au-dessous d'une balance très sensible donnant le dixième de milligramme; à l'un des fléaux est suspendu un fil, traversant l'un des plateaux et soutenant une balle B dans le champ de l'aimant. Si la balle est équilibrée par des poids, puis qu'on excite l'aimant, la balle est soumise à une force ascendante ou descendante, se traduisant par une diminution ou une augmentation de poids, suivant qu'elle est diamagnétique ou paramagnétique. Si W est le gain ou la perte de poids, V le volume de la balle, H la force du champ en son centre et dH/dx le degré de variation du champ dans la direction verticale, l'équation

$$981 W = k_1 V H \frac{dH}{dx}$$

donne la valeur de la susceptibilité magnétique apparente k , du corps dans l'air.

Pour appliquer la méthode, il est nécessaire de

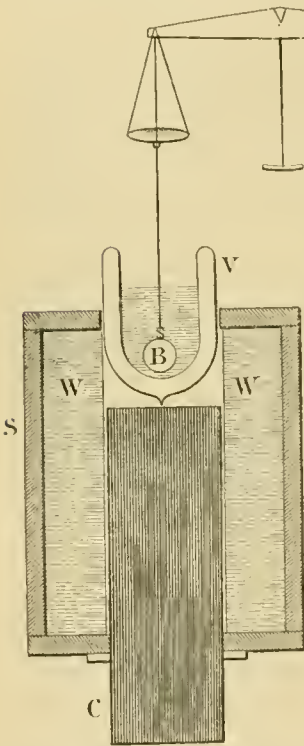


Fig. 1. — Appareil de MM. Fleming et Dewar pour la détermination de la susceptibilité magnétique de l'oxygène liquide. — V, vase à double paroi contenant l'oxygène liquide; B, balle servant aux pesées; W, enroulement des fils de l'électro-aimant; S, cylindre en acier doux entourant les fils; C, noyau en fer doux de l'électro-aimant.

connaître la valeur du champ H le long de l'axe vertical de l'aimant, et aussi la valeur du champ pour divers courants excitateurs. C'est l'objet d'une investigation préliminaire, qui se fait au moyen d'une petite bobine exploratrice reliée à un galvanomètre balistique. Celle-ci est promené dans l'axe depuis l'extrémité polaire du noyau jusqu'à une hauteur de 10 centimètres. Soit x la distance en centimètres d'un point quelconque de l'axe à l'extrémité polaire; les tables construites au moyen des mesures balistiques donnent la valeur du champ H pour chaque valeur de x . La valeur de dH/dx , c'est-à-dire le degré de variation du champ, peut être déterminée d'après la courbe de H en fonction de x .

Les corps dont les auteurs se sont servis dans leurs expériences, sont: 1° une balle d'argent; 2° une balle de cuivre plus petite; 3° plusieurs boules de verre creuses contenant un peu de mercure; 4° une balle de bismuth. Un certain nombre d'expériences préliminaires et de contrôle ont été faites avec ces corps et divers liquides de susceptibilité magnétique connue. Dans chaque expérience, cinq pesées ont été faites: 1° pesée de la balle dans l'air, aimant non excité; 2° pesée de la balle dans l'air, aimant excité; 3° pesée de la balle dans le liquide en expérience, aimant non excité; 4° pesée de la balle dans le liquide, l'aimant étant excité par un courant et la position de la balle dans le champ étant exactement déterminée. Les pesées (1) et (3) donnent le poids de la balle, les

pesées (1), (2) et (3) sa susceptibilité magnétique, les pesées (4) et (5) la susceptibilité magnétique du liquide.

Voici le résultat des mesures de la susceptibilité magnétique absolue des différentes balles:

Balle d'argent: $k = -1,73 \times 10^{-6}$ (Becquerel avait trouvé $-1,74 \times 10^{-6}$).

Balle de bismuth: $k = -13,75 \times 10^{-6}$ (P. Curie a trouvé $-13,4 \times 10^{-6}$ et L. Lombardi $-13,3 \times 10^{-6}$).

Balle de cuivre. k est positif et très variable suivant les champs, ce qui tient probablement à la présence de traces de fer.

Balles de verre creuses remplies en partie avec du mercure; k varie, suivant la quantité de mercure, de $-0,024$ à $-1,21 \times 10^{-6}$.

Au moyen de ces données, les auteurs ont procédé à la détermination de la susceptibilité magnétique de l'oxygène liquide. Pour cela, les balles étaient plongées dans l'oxygène liquide, contenu dans un vase à doubles parois entre lesquelles on a fait le vide. Dans chaque cas, la pesée donne la susceptibilité apparente de l'oxygène liquide; pour avoir la susceptibilité absolue, il faut ajouter ou retrancher un nombre représentant la susceptibilité absolue de la balle à la température de l'oxygène liquide, nombre obtenu par interpolation.

Voici les résultats pour l'oxygène liquide:

1° Avec la balle d'argent, $k = 326 \times 10^{-6}$;

2° Avec la balle de bismuth, $k = 319 \times 10^{-6}$;

3° Avec la balle de cuivre, $k = 327 \times 10^{-6}$;

4° Avec la boule de verre n° 1, $k = 326 \times 10^{-6}$;

5° Avec la boule de verre n° 2, $k = 325 \times 10^{-6}$;

6° Avec la boule de verre n° 4, $k = 320 \times 10^{-6}$.

La moyenne de toutes ces déterminations est 324×10^{-6} . La perméabilité magnétique $\mu = 1 + 4\pi k$ est donc égale à 1,0041; la valeur de μ trouvée précédemment par les auteurs au moyen d'une méthode totalement différente était de 1,00287; elle n'en diffère que de un millième. En examinant de plus près les déterminations, on voit que pour des champs très forts de l'ordre de 2.500 unités C. G. S., la susceptibilité est un peu moindre que pour des champs de l'ordre de 500 unités. Pour les premiers, elle serait d'environ 310×10^{-6} ; pour les seconds de 330×10^{-6} . Le nombre 324×10^{-6} doit être considéré comme une moyenne.

Les auteurs ont procédé ensuite à la détermination de la susceptibilité magnétique de diverses substances aux basses températures.

La susceptibilité magnétique de l'air gazeux à -182°C a été trouvée égale à $+0,28 \times 10^{-6}$, soit dix fois plus grande qu'à la température ordinaire.

Celle du sulfate de manganèse cristallisé, sous forme de poudre, qui est de 105 à 25°C , est de 349×10^{-6} à -182° . Si on considère les températures absolues, on voit que la susceptibilité du sulfate de manganèse croît par le refroidissement et varie précisément en raison inverse de la température absolue. M. P. Curie a montré déjà que cette loi existe pour le palladium, l'oxygène et d'autres corps paramagnétiques aux hautes températures; MM. Wiedemann et Plessner l'ont vérifiée aussi entre 16° et 60° .

Pour le bismuth, qui est un corps diamagnétique, la susceptibilité augmente aussi avec le refroidissement, mais non en raison inverse de la température absolue. Elle est de $13,7$ à 15° et de $15,9$ à -182°C , soit un accroissement de 16% .

Les déterminations sur le sulfate de manganèse semblent montrer que la susceptibilité paramagnétique varie comme la densité. Si cette loi et celle de la température se continuent aux basses températures et après les changements d'état, la susceptibilité de l'oxygène liquide doit être 2448 fois celle de l'oxygène gazeux. Cette dernière étant $0,13 \times 10^{-6}$, on a $2418 \times 0,13 \times 10^{-6} = 314 \times 10^{-6}$; l'expérience a donné 324×10^{-6} . Les deux lois semblent donc se vérifier.

Le Directeur-Gérant: LOUIS OLIVIER.

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

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Muséum. — M. A. Milne-Edwards, membre de l'Académie des Sciences, Directeur du Muséum, Vice-Président du Comité de patronage des Voyages d'Études de la *Revue*, vient d'être promu à la dignité de Commandeur de la Légion d'honneur.

Cette distinction, due depuis longtemps à l'éminent savant qui a réorganisé le Muséum, aidé de tant de manières nombre de jeunes savants, et dirigé en silence tant d'entreprises utiles à notre pays et à l'expansion de son influence, fait le plus grand honneur à l'Ordre de la Légion d'honneur. La *Revue* se fait un devoir et un plaisir d'y applaudir.

Election à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans sa dernière séance (23 janvier), l'Académie des Sciences avait à élire un Correspondant pour sa Section de Chimie. Six candidats, dont plusieurs illustres, se trouvaient en présence : M. D. Mendéléeff (de Saint-Petersbourg), M. Emile Fischer (de Berlin), M. William Crookes (de Londres), M. Henry (de Louvain), M. Ladenburg (de Kiel), M. Louguinine (de Kostroma).

Le scrutin a donné les résultats suivants :

M. D. Mendéléeff a obtenu	28	suffrages.
M. E. Fischer	22	—
M. W. Crookes	5	—

En conséquence, M. Mendéléeff a été déclaré élu.

La biographie de l'éminent savant n'est pas à faire à cette occasion, ses titres à la reconnaissance des chimistes étant présents à toutes les mémoires. On sait notamment quelle influence a exercée sur les progrès de la Chimie générale la classification des éléments qui porte son nom. Quels que soient l'avenir réservé à la *Table de Mendéléeff* et la difficulté qu'on éprouve actuellement à y introduire des corps récemment découverts, les recherches qu'elle a suscitées ont été des plus fécondes : non seulement elles ont conduit à la découverte d'éléments nouveaux ; mais, ce qui peut-être est encore plus important, elles ont provoqué, dans l'ordre de la philosophie naturelle, des travaux de premier ordre.

M. Mendéléeff est actuellement professeur de Chimie

à l'Université de Saint-Petersbourg, membre de l'Académie impériale de Saint-Petersbourg, et directeur du Laboratoire des Poids et Mesures de l'Empire Russe.

§ 2. — Physique

La conductibilité de l'Aluminium. — La *Pittsburgh Reduction Company*, qui produit annuellement une quantité considérable d'aluminium aux Etats-Unis, vient de faire exécuter, dans ses laboratoires, des mesures très précises de la conductibilité de ce métal.

La méthode employée est celle du potentiomètre légèrement modifiée. Les mesures ont été faites à la température uniforme de 26°9. Voici les résultats obtenus pour la conductibilité K entre les faces opposées d'un cube d'aluminium de 1 centimètre de côté, comparée à la conductibilité d'un cube de cuivre semblable à la même température :

NATURE DU SPÉCIMEN	K
Aluminium pur	61,59
— — — — —	61,50
— — — — —	61,45
Aluminium avec 0,50 % de cuivre	58,16
— — — — — 0,75 % —	56,37

Il est intéressant de noter que le cuivre, qui est, à section égale, un meilleur conducteur que l'aluminium, diminue la conductibilité de ce dernier lorsqu'il lui est allié.

§ 3. — Chimie

La Revue générale de Chimie. — Sous le titre de *Revue générale de Chimie pure et appliquée*, vient d'être fondé, à Paris¹, un grand journal sur lequel nous voudrions attirer l'attention de nos lecteurs.

Disons, tout d'abord, qu'il est dirigé par deux collaborateurs de la *Revue générale des Sciences* : M. C. Friedel, de l'Institut, l'un des maîtres de la Chimie organique

¹ La *Revue générale de Chimie pure et appliquée* est éditée à Paris, 153, boulevard Malesherbes.

moderne, et M. Georges-F. Jaubert, docteur ès sciences, ancien préparateur de Chimie à l'École Polytechnique.

La *Revue générale de Chimie* est non seulement destinée à publier les conférences de la Sorbonne qui, fondées par Würtz, se continuent de tradition au Laboratoire de M. Friedel, mais elle donnera aussi des articles de fonds signés des noms les plus illustres de la Chimie actuelle.

Nous signalerons tout particulièrement, dans le premier numéro que nous avons sous les yeux, deux conférences faites à la Sorbonne : l'une, par M. Engel, professeur à l'École Centrale, sur *les composés stanniques*, dont il vient d'éclaircir la constitution, question pendante depuis 1812, époque à laquelle Berzélius y renonça; l'autre, de M. Hanriot, membre de l'Académie de Médecine, sur *le rôle physiologique des lipases*, ces ferments du sang qu'il a découverts récemment et qui possèdent la propriété singulière de saponifier les graisses en glycérine et acide gras.

Parmi les autres articles de Chimie pure, citons celui de M. Friedel, sur la décomposition des hydrocarbures par le chlorure d'aluminium, et ceux de MM. Charles Graebe, le savant professeur de l'Université de Genève, l'inventeur de la garance artificielle, et Tiemann, professeur à l'Université Frédéric-Guillaume à Berlin, célèbre par ses découvertes de la vanille et de la violette artificielle. M. Graebe traite un chapitre absolument nouveau et inédit de la science : *la coloration des hydrocarbures*. M. Tiemann étudie l'histoire et le développement du *Citral*, matière première servant à la fabrication de l'ionone ou pseudoionone, cétone cyclique qui constitue l'essence artificielle de violette.

La seconde partie de la *Revue générale de Chimie* est consacrée tout entière à l'Exposition de 1900. Il en sera, d'ailleurs, de même dans la suite et dans chaque numéro. En attendant la publication des rapports annoncés sur les diverses industries chimiques qui seront représentées à la grande manifestation pacifique de l'an prochain, la *Revue* a consacré, sous le titre de *La Chimie à l'Exposition de 1900*, et sous la signature de M. C.-M. Gariel, de l'Académie de Médecine, deux remarquables articles sur les Congrès à l'Exposition de 1900 et sur l'état d'avancement des travaux.

La troisième partie de la *Revue* est consacrée à la Bibliographie. Elle comprend, rangés d'après la classification décimale, un court extrait de tous les travaux de Chimie parus récemment dans le monde entier, c'est-à-dire le dépouillement de plus de 150 périodiques. Dans la rédaction de ces extraits, on a admis, comme principe directeur, que la bibliographie n'a pour but que de signaler à l'attention des chercheurs les articles qui peuvent les intéresser, quitte à ces derniers de les lire *in extenso* dans les bibliothèques qui, à l'heure actuelle, se trouvent partout répandues.

Ce vaste répertoire de la production chimique de notre époque sera infiniment précieux aux travailleurs, qui trouveront de suite dans cette *revue des périodiques* l'ordre de la science chimique qui les intéresse.

Ce que nous venons de dire pour la *revue des périodiques*, nous pourrions le répéter pour la *revue des brevets chimiques* qui lui fait suite. Un supplément, donnant les *Actualités*, termine cette nouvelle *Revue*. Il donne le compte rendu des Académies et des Sociétés savantes, une chronique des faits du mois comprenant le mouvement universitaire et industriel, et, enfin, une revue des livres.

§ 4. — Electrochimie

Nouvelle méthode pour déposer des couches métalliques sur le bois. — Depuis longtemps, on a cherché à recouvrir le bois de dépôts métalliques, dans le but de fabriquer certains objets de consommation courante (articles de cuisine, cadres de tableaux, moules, etc.), qui présenteraient ainsi l'avantage de la légèreté sur les mêmes objets faits entièrement en métal. M. C.-F. Barnes vient de décrire,

dans l'*Electrical World*, une méthode qui semble répondre à tous les desiderata.

Les opérations à effectuer sont les suivantes : L'objet en bois est saturé d'abord de sulfate de cuivre par l'immersion prolongée dans une solution de cette substance; il est ensuite retiré et soigneusement séché. Il est alors exposé à l'action d'un courant d'hydrogène sulfuré, qui transforme le sulfate de cuivre en sulfure, corps conducteur de l'électricité et en même temps insoluble dans l'eau. L'objet est ensuite enveloppé légèrement d'un fil de cuivre fin et suspendu à la cathode dans une solution de sel ordinaire. Lorsque le courant passe, le sulfure de cuivre est rapidement réduit en cuivre métallique par l'action des produits qui se forment à la cathode. Lorsque la réduction est supposée complète (généralement au bout de dix minutes), l'objet est transporté dans un bain ordinaire de sulfate de cuivre, où un dépôt de cuivre, d'une épaisseur quelconque, peut être déposé à sa surface. Ce dépôt est très adhérent et peut être parfaitement poli.

Pour l'argentage, les opérations sont identiques, sauf à la fin, où le bain de cuivre est remplacé par un bain d'argent.

§ 5. — Géographie et Colonisation

Le Jardin des Plantes et les Colonies françaises. — La *Revue des cultures coloniales* publie dans son numéro du 5 janvier une remarquable étude de M. Milne-Edwards, directeur du Muséum, membre de l'Institut, sur les « Relations entre le Jardin des Plantes et les Colonies françaises ».

On sait qu'une « Commission des jardins d'essai » a été instituée dernièrement par le ministre des Colonies « à l'effet d'étudier toutes les questions relatives à la création de jardins d'essai tant dans la métropole que dans les colonies ». Cette Commission, que présidait M. Milne-Edwards, vient de soumettre au ministre un ensemble de vœux réclamant la création en France d'un service central pour les jardins d'essai des colonies françaises, s'appuyant sur notre Muséum d'histoire naturelle. La Commission a formulé en même temps un programme d'ensemble pour l'organisation des jardins coloniaux.

Dans la magistrale étude publiée par la *Revue des cultures coloniales*, M. Milne-Edwards rappelle d'abord en ces termes l'assistance prêtée aux colonies françaises par notre grand établissement botanique, durant le xvii^e et le xviii^e siècles :

« Depuis sa fondation, en 1627, le Jardin des Plantes s'est préoccupé de favoriser le développement de l'Agriculture en France et dans les colonies.

« En 1710, il reçoit d'Amsterdam un pied de caféier, il le multiplie et, en 1720, il en envoie un exemplaire, ainsi que des graines, à la Martinique. Le capitaine des Clieux en est chargé et, au cours du voyage, il partage avec l'arbuste précieux sa modique ration d'eau potable.

« Ce fut le père des innombrables caféiers des Antilles, et déjà, en 1776, Saint-Domingue exportait 45 millions de kilos de café, et en 1789, 25 millions.

« Vers le milieu du xviii^e siècle, la France fit des efforts considérables pour s'assurer la possession des arbres à épices, dont les Portugais et les Hollandais gardaient jalousement le monopole et, à l'instigation de Poivre, intendant de l'Île-de-France, plusieurs expéditions furent, dans ce but, envoyées à l'archipel indien.

« De 1769 à 1772, des muscadiers, des girofliers, des cannelliers, des mangoustans, des sagouiers, obtenus à grand-peine, furent plantés à l'Île-de-France, et bientôt Poivre en possédait assez pour demander au duc de Praslin, ministre de la Marine, d'en essayer la culture à la Guyane.

« Céré, nommé en 1775 directeur du jardin de l'Île-de-France, continua l'œuvre de Poivre; il se mit en relation avec les naturalistes du Jardin des Plantes, Buffon, Daubenton, Thouin, Lamarck, devint un des correspon-

dants actifs de cet établissement, et, s'il put expédier à Cayenne un grand nombre de plantes précieuses qui y prospèrent, c'est qu'elles trouvaient au Jardin des Plantes les soins nécessaires.

« Aussi, en juillet 1793, le jardin national de Cayenne avait-il distribué plus de 2.000 giroliers, canneliers, arbres à pain, etc. Il lui en restait encore 77.000 disponibles, sans compter une pépinière d'environ 80.000 giroliers. Quelques années plus tard, en 1808, on recueillait dans la colonie 55.000 kilos de giroflès.

« L'arbre à pain rapporté par Labillardière et de La Haye, fut confié au Jardin des Plantes, qui le remit en 1798 à Joseph Martin, directeur des cultures coloniales à Cayenne. Il s'y multiplia si bien que dix ans après on en possédait 2.700 pieds. »

Après avoir signalé ensuite de nombreux exemples d'introduction et d'acclimatation d'espèces végétales réalisées en France ou dans les colonies par l'entremise du Muséum, M. Milne-Edwards trace, en ces termes, le rôle qu'il pourrait jouer de nouveau au point de vue colonial :

« Les détails qui précèdent montrent la part que le Muséum a prise au développement économique de nos colonies, mais il peut faire plus encore; les ressources qu'il possède le lui permettent sans modifier l'orientation de ses études, sans porter atteinte à son caractère scientifique. Il est, avant tout, un établissement d'enseignement supérieur. Ses immenses collections, ses nombreux laboratoires, ses cours, ses ménageries, ses cultures sont conçus de façon à comprendre toute l'histoire de la Nature dans son acception la plus large et la plus élevée. Ses fondateurs ont voulu en faire « la métropole des Sciences naturelles ». Tel qu'il est organisé, il peut répondre avec une incontestable compétence à la plupart des questions qui lui seront posées sur la nature de la flore d'un pays, sur la possibilité d'introduire, dans une de nos colonies, des espèces végétales propres à d'autres régions, sur l'extraction et l'utilisation des principes actifs des plantes, sur les parasites qui les attaquent en déterminant leurs maladies, sur la composition du sol, sur les amendements nécessaires aux cultures, etc. Le Muséum est bien dans son rôle en soumettant à une étude scientifique les problèmes qui lui sont posés; il sortirait de ce rôle et il s'engagerait dans une voie fâcheuse s'il cherchait à appliquer et à réaliser les procédés qu'il recommande, surtout s'il voulait devenir un instrument de production économique, et faire par exemple de ses serres des établissements de multiplication horticole, d'où sortiraient par centaines et par milliers les jeunes plants réclamés par nos colons. Ce sont les jardins d'essai ou ceux du commerce libre auxquels il appartient d'en assurer la production, après que le Muséum aura fait connaître les avantages qu'on peut en attendre, les conditions nécessaires à leur développement et les meilleurs procédés de culture. De nos serres pourront aussi sortir les espèces sur lesquelles on est en droit de fonder des espérances et dont la propagation est désirable. Ce n'est pas dans nos laboratoires que doivent être faites les analyses de terre, d'engrais ou les dosages nécessaires pour déterminer la richesse de telle ou telle espèce ou variété en produits immédiats utiles. Ces recherches sont faciles, elles demandent un outillage spécial et elles peuvent se faire convenablement sans recourir à des chimistes éminents. S'il s'agit, par exemple, de déterminer la teneur de jus des cannes en sucre ou d'une écorce en quinine, c'est dans les centres de production que ces essais doivent s'effectuer.

« Le Muséum interviendra pour l'examen de toutes les questions nouvelles ou difficiles à résoudre, et pour tracer les voies à suivre. En s'assurant sa collaboration scientifique on pourrait, sans grever le budget de l'Etat de lourdes dépenses, organiser un service colonial de consultation et d'information des plus utiles. Il suffirait de faire appel au dévouement des professeurs du Muséum, qui, tous, sont prêts à donner leur temps et leur science dans l'intérêt de la prospérité de nos

possessions. Plusieurs chaires pourraient apporter un concours efficace : ce sont surtout celles de Culture, de Botanique phanérogamique et de Botanique cryptogamique, de Physiologie végétale, de Physique appliquée à l'Agriculture, de Chimie organique, de Zoologie pour l'étude des Insectes nuisibles, de Géologie et de Paléontologie. »

On ne pouvait rappeler avec plus d'autorité et de force les avantages considérables que nos jardins d'essai coloniaux seraient appelés à retirer de l'assistance effective et constante du Muséum.

En souhaitant que ces jardins soient dans un avenir prochain mis en mesure de profiter de tels avantages, nous ne pouvons qu'applaudir à l'orientation vers laquelle M. Milne-Edwards souhaite voir le Muséum s'engager activement. C'est un nouveau et précieux symptôme des progrès de l'idée coloniale dans le sens de l'utilisation agricole de nos possessions d'outre-mer, à laquelle la *Revue des cultures coloniales* et son zélé directeur, notre excellent confrère, M. Milne-Poutignon, se sont attachés avec autant d'ardeur que de succès.

Le voyage de retour de la Mission Marchand. — On sait que le commandant Marchand et ses compagnons ont quitté Fachoda le 11 décembre dernier, pour opérer leur retour par la voie de l'Abysinie. Le capitaine Largeau, qui était à Meschra-el-Rek, a rejoint le commandant; comme l'état actuel des eaux ne lui permettait pas de retourner à Meschra, il revient, lui aussi, par l'Abysinie; néanmoins, ce poste, ainsi que tous ceux qui ont été créés dans le Bahr-el-Ghazal, reste occupé par les Français¹.

Il résulte de l'itinéraire de retour du commandant Marchand que celui-ci aura fait une traversée complète de l'Afrique, traversée qui sera l'une des plus remarquables, puisqu'elle aura demandé trois années, qu'elle aura été l'une des plus longues comme parcours, et qu'elle aura été effectuée à travers les régions les plus difficiles et les plus dures du continent africain. Cette magnifique exploration, si elle n'a pas actuellement procuré au pays les résultats politiques attendus, aura, du moins, apporté à la science des connaissances géographiques des plus importantes sur toute la région du Bahr-el-Ghazal et du Haut-Nil. C'est à ce point de vue que nous aurons à en parler ici.

Le vapeur le *Faidherbe*, ayant d'abord ramené à Meschra-el-Rek, au confluent du Soueh et du Bahr-el-Ghazal, la partie du matériel que la Mission ne pouvait pas emporter avec elle, est revenu à Fachoda. C'est sur ce bateau que le personnel de la Mission a quitté le poste de Fachoda et a remonté le Nil jusqu'à l'embouchure du Sobat, qu'elle doit suivre aussi loin que le lui permettra la hauteur des eaux. A la limite de la navigation, le *Faidherbe* reprendra la route de Meschra-el-Rek et le commandant Marchand continuera son retour par la voie de terre.

Le Sobat se jette sur la rive droite du Nil, à une centaine de kilomètres en amont de Fachoda, près d'une localité qui a été appelée elle-même Sobat. D'après le voyageur russe Juuker, qui a parcouru le bassin du Haut-Nil dans ses voyages de 1877 à 1878 et de 1879 à 1886, le Sobat serait navigable jusqu'à Nasser; mais c'est là une donnée qui peut varier suivant les années et suivant les saisons.

Nasser, sur la rive gauche du Sobat, est en face du gros village de Deng, situé sur la rive droite, et qui est la capitale des Abigas ou Nouers. C'est cette dernière localité qu'aperçut M. de Bonchamps au delà du Baro, lorsqu'il dut donner l'ordre du retour.

Les Nouers, population négroïde des rives du Sobat,

¹ Les malades de la Mission, seuls, sont revenus par le Nil et le Caire; ce sont l'adjudant de Prat, le sergent Bernard et quelques Sénégalais.

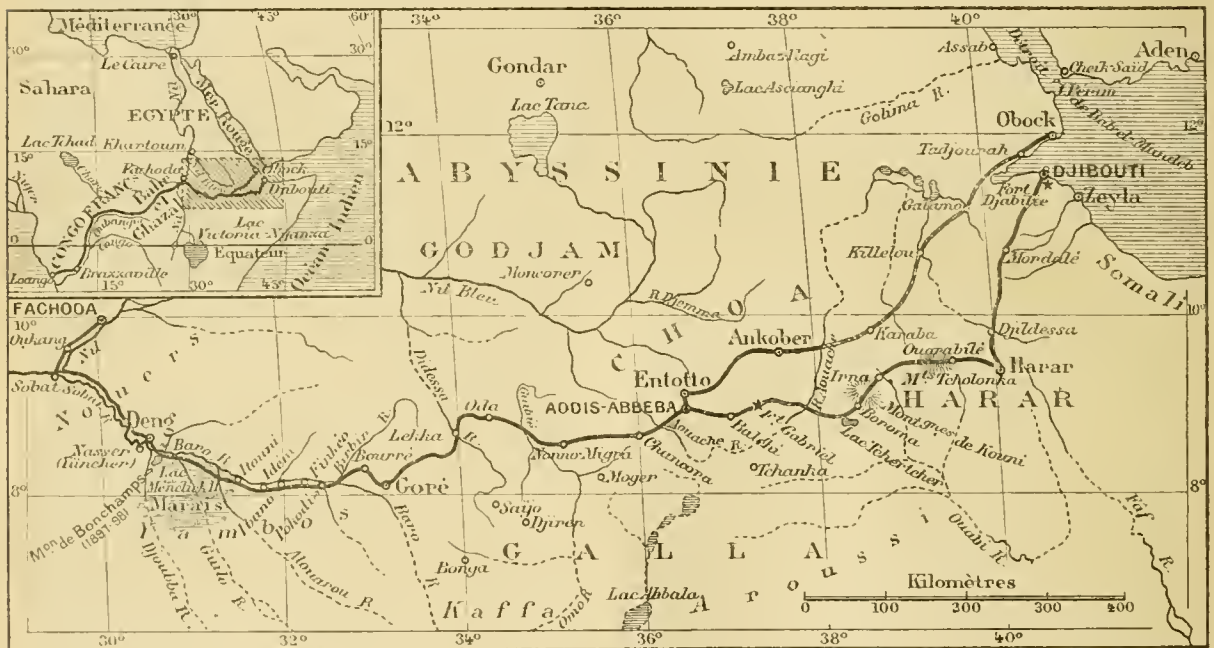
sont grands, vigoureux, très belliqueux; quelques-uns ont des traits presque européens. Les hommes vont à peu près nus; les femmes sont un peu plus vêtues. Ils se teignent les cheveux en brun rouge, à l'aide d'une pâte faite avec de la cendre et de la bouse de vache, qu'ils s'appliquent sur la tête. Tous se tatouent; de plus, les femmes se percent la lèvre inférieure pour y passer un morceau de bois. Les Nouers ont une organisation patriarcale; chaque famille forme un village distinct. Les cases, toujours propres, sont entourées d'une aire libre, dont le sol est soigneusement battu.

Au delà de Nasser et de Deng se trouve le confluent des deux grands cours d'eau qui forment le Sobat, le Djouba ou Sobat supérieur et le Baro. Entre ces deux rivières, et près du point où elles se joignent, se trouve un grand lac bordé de marécages par lequel fut arrêtée la Mission de Bonchamps, et au delà s'étend dans tous les sens un immense marais, sans sentiers, sans terrain stable. A partir de là, la route de retour de la Mis-

bois ou en vertèbres de poissons. Leur langue est gutturale. Leurs habitations sont des cases coniques formées d'assises en argile pétrie et d'un toit en chaume.

Laisant la vallée du Baro, la Mission Marchand passera à Bourré, puis à Goré, ancien quartier général de M. de Bonchamps, où celui-ci avait fait un séjour qui s'était trouvé prolongé outre mesure par suite du mauvais vouloir des chefs abyssins.

C'est dans cette même région qu'a été assassiné, le 14 novembre dernier, dans des circonstances encore mal connues, le peintre suisse Maurice Potter, qui avait fait partie de la Mission de Bonchamps, et qui avait ensuite accompagné le dedjaz Thessama dans son expédition dans la vallée du Sobat; Potter avait été, avec M. Faivre, membre aussi de la Mission de Bonchamps, et le colonel russe d'Artamanof, planter le drapeau abyssin dans le Sobat inférieur et dans l'île qui se trouve au confluent de cette rivière avec le Nil. C'est en revenant vers Goré que M. Potter a succombé, victime, sans



Grâce par F. Bonremons, 17, rue St-Sulpice, Paris

E. Barratier del.

Fig. 1. — Itinéraire du retour du Commandant Marchand.

sion Marchand suivra l'itinéraire de M. de Bonchamps.

La Mission Marchand devra donc franchir le Baro et ses affluents de gauche, le Guilo et l'Alouaron, qui prennent leur source dans les plateaux qui s'élèvent entre l'Éthiopie et le lac Rodolphe. Elle passera par Stouni, Idéni, Bano, Finkéo, Pokodi, villages habités par les Yambos, qui sont une peuplade très primitive.

Les ressources de ce pays semblent des plus médiocres. Les habitants se nourrissent de végétaux et de poissons, à défaut de viande, dont ils sont généralement privés. Ils sont très friands de chair d'hippopotame. Les éléphants et les crocodiles sont nombreux dans la région.

Les Yambos sont de pure race nègre. Ils sont grands, bien découplés et ont des traits réguliers. « Leurs armes, dit M. de Bonchamps, sont de longs bâtons pointus, durcis au feu, et des lances ayant une pointe faite d'un tibia de girafe et les hampes ornées de plumes d'antruche. » Comme les Nouers, les Yambos sont la plupart du temps entièrement nus. Parfois, seulement, les femmes portent un petit tablier de verroteries, et les hommes des peaux de mouton attachées à la ceinture. Ils portent des ornements en cuivre, en laiton, en fer, en étain, et des colliers et bracelets en verroteries, en

doute, d'un guet-apens ourdi par des indigènes du Guimira ou du Metcha.

De Goré à Addis-Abbeba, il y a environ 600 kilomètres, à travers une région très accidentée, tantôt boisée, tantôt dénudée et privée de voies de communication. Mais il est probable que des ravitaillements seront envoyés à la Mission par la voie de Djibouti, ainsi que des vêtements chauds, qui lui seront indispensables, car elle passera, presque sans transition, d'une température tropicale à une température souvent glaciale. En effet, au sortir de la plaine du Baro, on s'élève brusquement de 1.000 mètres pour atteindre le rebord du grand plateau abyssin, et l'altitude ne cesse de croître jusqu'à Addis-Abbeba, où elle est de 2.500 mètres.

D'Addis-Abbeba, la Mission aura le choix entre deux routes de caravanes: celle qui passe par Ankober et aboutit à Obock, ou celle qui, traversant Balchi, Fort-Gabriel, Boroma et Harar, mène à Djibouti. Si elle prend cette dernière voie, la Mission pourra peut-être utiliser en partie le chemin de fer de Djibouti à Harar, qui, partant de la côte, est terminé jusqu'à Mordalé, à 120 kilomètres de Djibouti.

Gustave Regelsperger

LES RAYONS DE BECQUEREL ET LE POLONIUM

La découverte des rayons de Becquerel, dont nous allons parler, se rattache à des recherches poursuivies, depuis la célèbre découverte de Röntgen, sur les effets photographiques de certaines substances fluorescentes et phosphorescentes. Les travaux de cet ordre semblent jeter sur toute une partie de la Physique un jour nouveau.

Nous nous proposons d'exposer à ce sujet quelques faits récemment acquis et de discuter les idées que ces faits apportent à la Philosophie naturelle.

I. — RAYONS URANIQUES.

Dans un article qui a paru dans la *Revue générale des Sciences*, M. H. Poincaré a fait la remarque suivante : « Le verre du tube de Crookes, frappé par les rayons cathodiques, devient fluorescent; à cette fluorescence se joint une émission de rayons de Röntgen. On peut alors se demander si tous les corps dont la fluorescence est suffisamment intense n'émettent pas, outre les rayons lumineux, des rayons de Röntgen, quelle que soit la cause de leur fluorescence ¹. »

Peu de temps après, M. Henry montra que le sulfure de zinc phosphorescent peut, en effet, produire des impressions photographiques à travers un papier noir entièrement opaque à la lumière ².

M. Niewengłowski obtint le même phénomène avec du sulfure de calcium exposé à la lumière ³.

On pouvait interpréter les expériences de MM. Henry et Niewengłowski, en admettant que l'effet photographique était dû à des rayons invisibles, analogues aux rayons X, que les sulfures de zinc et de calcium émettent sous l'action de la radiation lumineuse, et qui peuvent traverser des substances opaques à la lumière.

Plus tard, M. Troost obtint de très fortes impressions photographiques avec une blende hexagonale artificielle phosphorescente, agissant à travers du papier noir et un gros carton ⁴.

M. Becquerel fit des expériences analogues sur les sels d'uranium, dont quelques-uns sont fluorescents ⁵. Il obtint des impressions photographiques à travers papier noir avec le sulfate double d'ura-

nyle et de potassium. M. Becquerel crut d'abord que ce sel, qui est fluorescent, se comportait comme les sulfures de zinc et de calcium. Mais la suite de ses travaux sur les composés d'urane montra que l'analogie n'était qu'apparente. Il est vrai que les sels d'uranium agissent sur les plaques photographiques, et que cette action peut se produire à travers des corps opaques, tels que le papier noir, l'aluminium, etc.; mais ce phénomène n'est nullement relié à la fluorescence. L'uranium et tous ses composés, fluorescents ou non, agissent de même, et l'uranium métallique est le plus actif. Bien plus, M. Becquerel trouva que la lumière n'est pas nécessaire, et qu'en plaçant les composés d'urane dans l'obscurité complète, ils continuent à impressionner les plaques photographiques pendant des années. Il n'y avait donc pas là un phénomène analogue à la fluorescence, mais bien un phénomène entièrement nouveau.

M. Becquerel admit que l'uranium et ses composés émettent des rayons particuliers, qui impressionnent les plaques sensibles. Cette manière de voir a été généralement adoptée.

Le même savant montra ensuite que les rayons uraniques jouissent des propriétés suivantes :

Ils traversent les corps opaques, tout en étant beaucoup plus absorbés que les rayons de Röntgen. On dit qu'ils sont moins *pénétrants* ;

Ils rendent l'air qu'ils traversent conducteur de l'électricité, comme les rayons de Röntgen, et c'est là une propriété importante de ces deux espèces de rayons.

Les rayons uraniques ont été l'objet de divers travaux de M. Becquerel, de lord Kelvin et de MM. Beattie et Smoluchowski, de MM. Elster et Geitel, de M. Schmidt et de moi-même. En général, on a employé dans ces études la méthode électrique, c'est-à-dire la méthode qui consiste à mesurer la conductibilité de l'air sous l'influence des rayons qu'on étudie. Cette méthode a, en effet, l'avantage d'être rapide et de fournir des nombres que l'on peut comparer entre eux.

II. — RAYONS THORIQUES.

A la suite des travaux de M. Becquerel, il était naturel qu'on se demandât si l'uranium est le seul métal jouissant de propriétés aussi particulières. M. Schmidt a étudié à ce point de vue un grand nombre d'éléments et de leurs composés; il a trouvé que les composés du thorium sont seuls doués d'une propriété semblable. J'ai fait une étude du

¹ *Revue générale des Sciences* du 30 janvier 1896. A cette époque, l'émission des rayons X, non accompagnée de fluorescence, comme dans le cas des anticathodes en platine, n'était pas encore connue.

² HENRY : *C. R. de l'Ac.*, tome CXXII, p. 312.

³ NIEWENGŁOWSKI : *C. R. de l'Ac.*, tome CXXII, p. 386.

⁴ TROOST : *C. R. de l'Ac.*, tome CXXII, p. 364.

⁵ BECQUEREL : *C. R. de l'Ac.*, tome CXXII, 1896, plusieurs notes.

même genre en passant en revue des composés de presque tous les corps simples actuellement connus (grâce à l'obligeance de plusieurs chimistes qui ont bien voulu me permettre d'examiner des échantillons de corps très rares); je suis arrivé au même résultat que M. Schmidt⁴. Les composés de l'uranium et du thorium se sont seuls montrés actifs. L'activité des oxydes de ces deux métaux est du même ordre de grandeur, et, en première approximation, les composés sont d'autant plus actifs qu'ils renferment plus d'uranium ou de thorium.

Les composés du tantale m'avaient d'abord paru actifs; mais j'ai reconnu depuis que leur activité, toujours très faible, est, de plus, différente pour les échantillons d'un même composé de diverses provenances. Il me semble donc probable que l'activité est due non au tantale, mais à la présence, en plus ou moins grande quantité, d'une impureté active.

Les rayons uraniques ont fréquemment été appelés *rayons de Becquerel*. On peut généraliser ce nom en l'appliquant non seulement aux rayons uraniques, mais aussi aux rayons thoriques et à tous les rayonnements de même nature.

J'appellerai *radioactives* les substances qui émettent des rayons de Becquerel. Le nom d'*hyperphosphorescence*, qui a été proposé pour le phénomène, donne, à mon avis, une idée fautive de sa nature.

Les seuls éléments radioactifs, actuellement connus, sont l'uranium et le thorium. Il est remarquable que ces deux éléments sont ceux qui possèdent le plus fort poids atomique (240 et 230). L'uranium et le thorium se rencontrent fréquemment dans les mêmes minéraux.

III. — APPAREIL DE MESURE.

L'appareil que j'emploie pour l'étude de la conductibilité de l'air sous l'influence des rayons émis par les substances radioactives se compose essentiellement d'un condensateur à plateaux AB (fig. 1). La substance active finement pulvérisée est étalée sur le plateau B; elle rend conducteur l'air situé entre les plateaux. Pour mesurer cette conductibilité, on porte le plateau B à un potentiel élevé en le reliant à l'un des pôles d'une pile P d'un grand nombre d'éléments, dont l'autre pôle est à terre. Le plateau A étant maintenu au potentiel de la terre par le fil CD, un courant électrique traverse l'espace compris entre les plateaux. Le potentiel du plateau A est indiqué par un électromètre E. Si l'on interrompt en C la communication avec la terre, le plateau A

se charge, et cette charge fait dévier l'électromètre. La vitesse de cette déviation est proportionnelle à l'intensité du courant et peut servir à la mesurer. Mais il est préférable de faire cette mesure en compensant la charge que prend le plateau A, de manière à maintenir l'électromètre au zéro. Les charges dont il est question ici sont extrêmement faibles; elles peuvent être compensées au moyen d'un quartz piézoélectrique Q, dont une armature est reliée au plateau A et dont l'autre armature est à terre. On soumet la lame de quartz à une tension connue produite par des poids placés dans un plateau π ; cette tension est établie progressivement et a pour effet de dégager progressivement une quantité d'électricité connue pendant un temps qu'on mesure. L'opération peut être réglée de telle manière qu'il y ait à chaque instant compensation

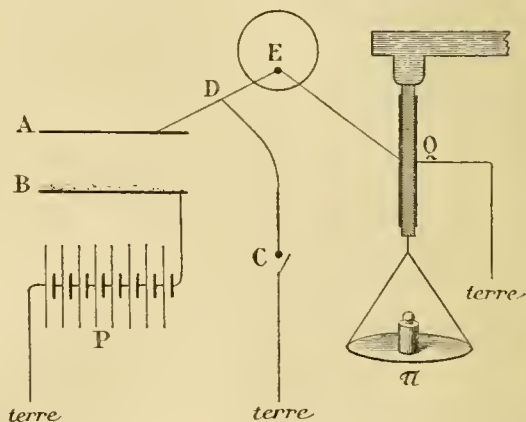


Fig. 1. — Appareil pour la mesure de la conductibilité de l'air sous l'influence des radiations actives. — AB, condensateur à plateaux, le plateau B portant la substance radioactive; CD, fil à la terre avec contact mobile en C; E, électromètre; P, pile; Q, quartz piézoélectrique; π , poids.

entre la quantité d'électricité qui traverse le condensateur et celle de signe contraire que fournit le quartz⁴. On peut, par ce procédé, mesurer en valeur absolue la quantité d'électricité qui traverse le condensateur pendant un temps donné, c'est-à-dire l'intensité du courant. La mesure est indépendante de la sensibilité de l'électromètre.

L'ordre de grandeur des courants que j'ai obtenus avec les composés de l'uranium et du thorium est de 10^{-11} ampères pour les dimensions d'appareil suivantes: diamètre des plateaux, 8 centimètres; distance des plateaux, 3 centimètres. La différence de potentiel entre les plateaux était de 100 volts.

⁴ M. Schmidt a publié les résultats de son travail le 4 février 1898 (Société de Physique de Berlin); j'ai publié les résultats du mien dans les *C. R. de l'Ac. des Sc.*, le 12 avril 1898, n'ayant pas encore eu connaissance de la note de M. Schmidt.

⁴ On arrive très facilement à ce résultat en soutenant le poids à la main et en ne le laissant peser que progressivement sur le plateau π , et cela de manière à maintenir l'image de l'électromètre au zéro. Avec un peu d'habitude, on prend très exactement le tour de main nécessaire pour réussir cette opération. Cette méthode de mesure des faibles courants a été décrite par M. J. Curie dans sa thèse.

IV. — LE POLONIUM.

J'ai examiné dans mon appareil un certain nombre de minéraux; certains d'entre eux se sont montrés radioactifs, entre autres la pechblende, la chalcolite, l'autunite, la clévéite, la monazite, l'orangite, la thorite, la fergussonite, etc. Tous ces minéraux renferment de l'uranium ou du thorium; leur activité est donc toute naturelle, mais l'intensité du phénomène pour certains minéraux est inattendue. Ainsi, on trouve des pechblendes (minéraux contenant de l'oxyde d'urane) qui sont trois fois plus actives que l'uranium métallique; la chalcolite (phosphate d'urane et de cuivre cristallisé) est deux fois plus active que l'uranium; l'autunite (phosphate d'urane et de chaux) est aussi active que l'uranium. Il y a là une contradiction avec les résultats obtenus avec les composés purs de l'uranium, qui sont moins actifs que l'uranium lui-même. Pour éclaircir ce point, j'ai préparé de la chalcolite artificielle par le procédé de Debray, en partant de produits chimiquement purs. Cette chalcolite artificielle possède une activité tout à fait normale, étant donnée sa composition; elle est deux fois et demie moins active que l'uranium.

Il devient dès lors probable que, si la pechblende, la chalcolite, l'autunite ont une activité si forte, c'est que ces substances renferment en petite quantité une matière fortement radioactive et différente de l'uranium, du thorium et des corps simples actuellement connus.

M. Curie et moi, nous nous sommes attachés à la recherche de cette substance dans la pechblende.

Nous avons reconnu d'abord que la pechblende fournit, par sublimation dans le vide, des produits extrêmement actifs (30 fois plus actifs que l'uranium); mais on en obtient très peu. Nous avons préféré attaquer la pechblende par les acides et effectuer ensuite l'analyse, en nous laissant constamment guider par l'essai de la radioactivité des produits séparés à chaque opération. Nous étions là, en effet, en possession d'un réactif très sensible qui, d'ailleurs, était unique, puisque les propriétés chimiques de la substance recherchée nous étaient complètement inconnues.

Les résidus de l'attaque de la pechblende par les acides sont, en général, très actifs. Pour les rendre solubles dans les acides, on les fond avec un mélange de carbonates de potasse et de soude.

Nous avons traité, par l'hydrogène sulfuré, la dissolution acide de la pechblende. L'urane et le thorium restent dans la solution; cependant, les sulfures précipités sont beaucoup plus actifs que la pechblende qui a servi à les obtenir. Ces sulfures contiennent du plomb, du cuivre, du bismuth, de

l'arsenic, de l'antimoine; leur analyse a conduit aux résultats suivants:

La substance active contenue dans les sulfures est insoluble dans le sulfure d'ammonium, qui la sépare de l'arsenic et de l'antimoine.

Les sulfures insolubles dans le sulfure d'ammonium étant dissous dans l'acide azotique, la substance active peut être partiellement séparée du plomb par l'acide sulfurique. En épuisant le sulfate de plomb par l'acide sulfurique étendu bouillant, on parvient à dissoudre en grande partie la substance active entraînée avec le sulfate de plomb.

La substance active, se trouvant en solution avec le bismuth et le cuivre, est complètement précipitée par l'ammoniaque en excès, ce qui la sépare du cuivre. Finalement, la substance active reste avec le bismuth.

La séparation de la substance active et du bismuth est difficile par voie humide. Cependant, on peut obtenir une séparation approchée par précipitation fractionnée. On ajoute pour cela de l'eau à la solution chlorhydrique ou azotique; les portions précipitées en premier lieu sont de beaucoup les plus actives.

Pour obtenir une séparation plus complète du bismuth, nous avons eu recours à la sublimation. La solution contenant le plomb, le bismuth et la substance active, est précipitée par l'hydrogène sulfuré, et les sulfures sont soumis à la sublimation dans le vide, en chauffant vers 700°. Le sulfure actif se dépose, sous forme d'enduit noir, dans les portions du tube qui sont à une température de 250°-300° environ; les sulfures de bismuth et de plomb restent dans les parties plus chaudes.

En effectuant ces diverses opérations, nous obtenions progressivement des produits de plus en plus actifs. Finalement, nous avions des substances dont l'activité était environ 400 fois plus grande que celle de l'uranium.

Nous croyons que la pechblende renferme un élément inconnu. Cet élément semble être un métal analytiquement voisin du bismuth. Nous avons proposé d'appeler ce métal *polonium*. Si l'existence du nouveau métal se confirme, sa découverte sera due à la connaissance des rayons de Becquerel.

L'intensité radioactive du polonium est surprenante, si on la compare à celle de l'uranium et du thorium. On peut donc se demander si ce n'est pas à une petite quantité de polonium que l'uranium et le thorium doivent leur activité. Cela ne paraît pas très probable. En effet, s'il en était ainsi, les composés d'uranium de diverses provenances auraient sans doute une radioactivité très différente. Or dans les expériences que j'ai faites avec quelques échantillons d'uranium métallique, ainsi qu'avec

des oxydes et des sels de diverses provenances, je n'ai jamais eu de divergences notables entre les nombres relatifs à un même composé.

V. — IMPRESSIONS PHOTOGRAPHIQUES. EFFETS DE FLUORESCENCE PRODUITS PAR LES RAYONS DE BECQUEREL.

Les rayons uraniques, thoriques, poloniques agissent sur les plaques sensibles. Les rayons des composés du thorium sont moins actifs, à ce point de vue, que les rayons de l'uranium. Avec l'uranium, on a une impression photographique après une heure de pose (plaques au gélatino-bromure). La substance que nous considérons comme sulfure de polonium donne une bonne impression photographique après trois minutes de pose et, au bout d'une demi-minute, on a déjà un effet sensible.

On sait que les rayons de Röntgen rendent fluorescent le platino-cyanure de baryum. On peut se demander si les rayons de Becquerel produisent le même effet. L'uranium et les composés du thorium ne provoquent aucune fluorescence sensible, mais le sulfure de polonium produit très nettement la fluorescence du platino-cyanure. On peut faire l'expérience de la façon suivante : La substance active est étalée en couche mince sur une portion de la surface d'un disque métallique. On recouvre le tout d'un disque d'aluminium très mince, de même diamètre que le premier. Sur toute la surface du disque d'aluminium est étalée uniformément une couche mince de platino-cyanure de baryum. En se mettant à l'abri de la lumière, on aperçoit sur le disque supérieur une région faiblement lumineuse, et on s'assure facilement que cette région est en face de la substance active. Les rayons émis par cette dernière ont traversé l'aluminium et ont excité la fluorescence du platino-cyanure situé au-dessus, tandis que le restant de la surface du disque est obscur. Il semble que l'on ait ainsi réalisé un système fournissant indéfiniment de la lumière sans aucune dépense d'énergie¹.

Nous n'avons pas pu produire de lumière en répétant la même expérience avec les oxydes d'uranium et de thorium.

VI. — CONDUCTIBILITÉ DES GAZ SOUS L'EFFET DES RAYONS DE BECQUEREL.

L'étude de ce phénomène a été faite d'abord par M. Becquerel, puis par les divers physiciens cités plus haut.

¹ Il convient, toutefois, de remarquer que M. Villard a montré que, sous l'action prolongée des rayons X, la sensibilité du platino-cyanure diminue, mais que l'on peut régénérer cette sensibilité en exposant le platino-cyanure à la lumière.

Pour se placer dans des conditions théoriques simples, il est bon d'employer pour cette étude des plateaux dont la surface est grande par rapport à l'écartement. De plus, le plateau réuni à l'électromètre pourra être muni d'un anneau de garde ; le plateau opposé est entièrement recouvert d'une couche uniforme d'uranium.

Faisons varier la différence de potentiel entre les plateaux, c'est-à-dire le champ qui existe entre les plateaux. Pour les champs faibles, l'intensité du courant est proportionnelle au champ ; il existe une *conductibilité initiale* constante. A mesure que le champ croît, le courant augmente de moins en moins vite et tend, pour les champs très forts, vers une limite pratiquement constante, que l'on peut appeler le *courant-limite*.

La conductibilité ne dépend pas du sens du courant, et cela quelle que soit l'intensité du champ.

Si l'on construit la courbe qui représente l'intensité du courant en fonction du champ, on obtient d'abord une portion de droite ; puis la courbe s'incline de plus en plus vers l'axe des champs, auquel elle tend à devenir parallèle.

Si l'on refait les mêmes expériences avec des distances de plateaux différentes, on trouve que, à champ égal, le courant est d'autant plus fort que la distance des plateaux est plus grande (pourvu toutefois que cette distance reste petite par rapport au diamètre des plateaux). L'intensité du courant croît donc avec le volume d'air compris entre les plateaux. Cependant, à mesure qu'on écarte les plateaux, on remarque que les nouvelles couches d'air qu'on introduit ainsi font de moins en moins d'effet, comme si les rayons uraniques étaient fortement absorbés par l'air qu'ils traversent.

L'air n'est pas le seul gaz qui puisse être rendu conducteur par les rayons de Becquerel. L'oxygène, l'hydrogène, l'acide carbonique donnent lieu à des phénomènes analogues. Si, par un dispositif convenable, on remplit successivement de ces divers gaz l'appareil de mesures électriques, et si l'on construit pour chacun d'eux la courbe de l'intensité du courant en fonction du champ, on constate que toutes ces courbes ont une allure absolument analogue. A champ égal, le courant est toujours plus fort dans l'oxygène que dans l'air et plus fort dans l'air que dans l'hydrogène. Quant à l'acide carbonique, on trouve que, pour les champs faibles, le courant est plus faible que dans l'air ; au contraire, pour les champs forts il est plus fort que dans l'air et même dans l'oxygène.

Dans les expériences précédentes, les gaz se trouvaient à la pression atmosphérique. Des expériences sous pression variable ont été faites également. Il en résulte que, pour des pressions qui ne

sont pas très faibles, le courant, tout au moins dans l'air et dans l'hydrogène, est proportionnel à la pression.

Les lois de la conductibilité acquise par l'air sous l'influence des rayons de Becquerel sont analogues à celles que l'on obtient pour la conductibilité communiquée à l'air par les rayons X. On peut, comme on le fait pour les rayons X, essayer d'expliquer la conductibilité des gaz traversés par les rayons de Becquerel par une dissociation particulière que les gaz éprouvent sous l'effet de ces rayons. Dans cette manière de voir, les gaz soumis à l'influence des rayons de Becquerel sont partiellement *ionisés*, et c'est le mouvement des ions chargés d'électricité suivant les lignes de champ électrique qui constitue le courant.

L'air qui est devenu conducteur sous l'action des rayons X, conserve cette propriété pendant un temps très court après la suppression des rayons. M. Becquerel a montré qu'il en est de même dans le cas des rayons uraniques. M. Schmidt n'a pu observer aucune conductibilité persistante dans le cas des rayons du thorium.

MM. Beattie et Smoluchowski appliquent le phénomène de la conductibilité de l'air sous l'effet de l'uranium à la mesure de la différence de potentiel de contact entre l'uranium et un autre métal. Il suffit pour cela de constituer un condensateur, dont un des plateaux est fait avec le métal dont il s'agit, l'autre plateau étant en uranium. L'un des plateaux est relié à la terre, l'autre à un électromètre que l'on met tout d'abord à terre. Quand on ôte de terre l'électromètre, il se met à dévier et atteint une déviation permanente proportionnelle à la force électromotrice de contact qui existe entre les plateaux.

VII. — ABSORPTION DES RAYONS DE BECQUEREL.

On peut étudier l'absorption soit par la méthode électrique soit par la méthode photographique.

Disposons sur un support plan plusieurs petites boîtes sans couvercle, remplies de poudre de divers composés d'uranium et de thorium: au-dessus plaçons à une très petite distance une plaque photographique dont la couche sensible est tournée vers les substances actives (cette opération doit évidemment être effectuée dans l'obscurité complète). Sur les petites boîtes on peut poser des bandelettes découpées dans diverses substances. Après développement du cliché, on obtiendra pour chaque substance la silhouette sombre de la boîte légèrement confuse vers les bords; les bandelettes apparaîtront d'autant plus claires que leur matière sera plus absorbante, et leur forme sera exactement

reproduite sur le cliché. On reconnaît ainsi que les rayons de Becquerel sont fortement absorbés par les métaux, le verre, le mica, la paraffine, le papier, etc.

Si l'on veut obtenir des nombres, il faut s'adresser à la méthode électrique. On peut pour cela employer l'appareil de la figure 1.

Quand on fait varier l'épaisseur de la couche de la substance radioactive qui recouvre le plateau B, on remarque que le courant qui traverse le condensateur croît à mesure que cette épaisseur augmente. Dans le cas de l'uranium, cette augmentation est très faible; elle est considérable pour l'oxyde de thorium. Il faut en conclure que l'uranium absorbe très fortement les rayons qu'il émet, de sorte que presque tout l'effet est dû à une couche superficielle très mince. Au contraire, l'oxyde de thorium serait partiellement transparent pour les rayons thoriques, et l'effet des couches plus profondes pourrait se faire sentir.

Pour mesurer l'absorption des rayons de Becquerel par les corps solides, on recouvre la substance active d'une plaque constituée par la substance dont on étudie l'effet absorbant. Ce procédé permet de déterminer la fraction du rayonnement transmise par un écran donné, pourvu toutefois que l'écran soit suffisamment conducteur. En effet, l'expérience montre que les écrans constitués avec les substances solides parfaitement isolantes arrêtent le passage du courant dans le condensateur; autrement dit, les rayons de Becquerel ne rendent pas conducteurs les diélectriques solides.

Les courants dont il est question ici sont à très faible débit et haute tension (dans toutes ces expériences on a, en effet, avantage à établir une très forte différence de potentiel entre les plateaux, de manière à se servir du courant-limite); un grand nombre de substances, telles que le verre, le papier, le carton, etc., se trouvent donc avoir une conductibilité suffisante. Quant aux écrans parfaitement isolants, on les emploie en les recouvrant d'une feuille d'aluminium extrêmement mince qui ne produit par elle-même qu'une faible absorption et que l'on met en communication métallique directe avec la pile P (fig. 1).

On reconnaît ainsi que les rayons de Becquerel peuvent traverser les substances solides les plus variées, mais seulement sous faible épaisseur. Une épaisseur de quelques millimètres est suffisante pour les absorber complètement.

Une lame d'aluminium de 0,001 millimètre d'épaisseur ne laisse passer qu'une fraction du rayonnement égale à 0,2 pour l'uranium, à 0,4 pour l'oxyde de thorium en couche compacte, mais mince (0,005 millimètres d'épaisseur). Si l'on emploie l'oxyde de thorium en couche de 0,006 milli-

mètres d'épaisseur, la même lame d'aluminium laisse passer une fraction du rayonnement égale à 0,7. L'absorption, quoique toujours très forte, est donc bien moindre que dans le cas de la couche mince. Cela semble indiquer que les rayons émis par l'oxyde du thorium ne sont pas homogènes. Parmi les rayons provenant des couches profondes, les plus pénétrants seuls traversent la couche d'oxyde de thorium et arrivent à la surface. Ils viennent ajouter leur effet à celui de la couche superficielle et modifient l'absorption produite par les écrans.

Les rayons de Becquerel sont fortement absorbés par l'eau. Ainsi, une couche d'une substance radioactive, mouillée au point d'être presque submergée par l'eau, est très peu active. Si on laisse sécher la substance à l'air, l'activité reprend sa valeur normale à mesure que la substance se dessèche.

Les sels en dissolution sont actifs, mais leur activité en solution saturée est bien inférieure à celle qu'ils ont à l'état solide. Une dissolution d'azotate d'urane produit un courant qui augmente à peine avec l'épaisseur de liquide employée. Cette dissolution serait donc très absorbante pour les rayons uraniques.

Enfin, les expériences sur l'écartement des plateaux nous ont montré que les rayons de Becquerel éprouvent une forte absorption de la part de l'air qu'ils traversent. Cette absorption semble cependant beaucoup plus faible que celle qu'exercent les solides et les liquides. Il est probable que les rayons uraniques sont pratiquement absorbés par quelques centimètres d'air sous pression ordinaire, mais par quelques millimètres seulement d'eau ou de substance solide.

VIII. — RÉFLEXION, RÉFRACTION, POLARISATION.

La forte absorption éprouvée par les rayons de Becquerel rend difficiles les études sur leur propagation, que l'on suppose plus ou moins rectiligne, quand on emploie le mot « rayons ». La même difficulté se présente quand on recherche s'il y a réflexion et réfraction. M. Becquerel a fait sur les rayons uraniques des expériences qui l'ont amené à penser que ces rayons se réfléchissent, se réfractent et se polarisent comme les rayons lumineux. M. Schmidt a répété les mêmes expériences avec les rayons thoriques et a conclu à leur réflexion diffuse et leur réfraction, mais point à leur polarisation. Les expériences qui ont été publiées à ce sujet ne me semblent pas définitivement concluantes. On ne peut mettre en évidence la réflexion parfaite que si l'on utilise un faisceau de rayons bien délimité. Si le dispositif employé ne permet pas

de distinguer la réflexion parfaite de la réflexion diffuse, il importe de s'assurer que les rayons ainsi renvoyés sont de même nature que les rayons incidents. Au lieu d'avoir affaire à une réflexion diffuse, on est peut-être en présence d'une transformation plus ou moins profonde des rayons par la matière qu'ils frappent, d'un véritable rayonnement secondaire (exemple : transformation des rayons X en rayons secondaires). — La même remarque s'applique à la réfraction. — Les phénomènes que l'on observe ne sont plus alors comparables à la réflexion et réfraction des rayons lumineux.

IX. — SPONTANÉITÉ ET CONSTANCE DU RAYONNEMENT DE BECQUEREL.

Le rayonnement de Becquerel est spontané; il n'est entretenu par aucune cause excitatrice connue. La lumière solaire ne semble jouer aucun rôle dans l'émission des rayons uraniques. De nombreuses mesures de conductibilité électrique de l'air sous l'effet de l'uranium ont montré que cette conductibilité est indépendante du degré d'éclairement de l'uranium. L'insolation plus ou moins prolongée ne fait aucun effet. MM. Elster et Geitel¹ ont montré que, si l'on éclaire les sels d'urane avec de la lumière riche en rayons ultra-violet, la conductibilité de l'air sous l'effet de ces substances n'est point modifiée. M. Schmidt a fait la même expérience avec les composés du thorium et les a également trouvés insensibles à l'action de la lumière ultra-violette.

On a vu déjà que les composés d'urane qui ont été maintenus par M. Becquerel dans l'obscurité complète, continuent à impressionner les plaques sensibles pendant des années. Il est vrai qu'au courant de ces expériences, M. Becquerel a cru apercevoir une légère diminution d'intensité des clichés les plus récents par rapport aux plus anciens; mais il ne faut pas oublier qu'il est difficile de constater de faibles différences d'intensité par des impressions photographiques faites à des époques différentes, et qu'il est presque impossible d'effectuer des opérations photographiques entièrement comparables. MM. Elster et Geitel ont fait la même expérience avec une durée de plusieurs mois et n'ont pas remarqué d'affaiblissement dans les impressions photographiques. Une série d'expériences de très longue durée dans l'obscurité complète n'a pas encore été faite par la méthode électrique.

La constance des nombres obtenus avec les mesures électriques est remarquable. Les nombres obtenus avec le même appareil et le même plateau

¹ *Beibl.*, 21, p. 455, 1897.

actif¹ ne présentent aucune variation systématique et ne diffèrent pas de plus de 2% malgré les variations de la température ambiante et de l'éclairement à diverses heures de la journée et diverses époques de l'année.

L'émission des rayons uraniques semble être peu modifiée par des variations très grandes de température. Quand l'uranium a été chauffé à température très élevée, son activité après refroidissement est la même qu'avant la chauffe.

Ce qui est peut-être encore plus remarquable, c'est la conservation de la radioactivité de l'uranium dans ses divers états physiques et chimiques. Parlons d'un sel dont nous mesurons la radioactivité par la méthode électrique. A l'état dissous, ce sel est encore actif, bien que son activité soit diminuée par l'addition de l'eau, qui agit à la fois comme matière inerte et matière absorbante. Si l'on fait subir à ce sel des transformations chimiques absolument quelconques et qu'on le ramène ensuite à son état initial, on retrouvera le même nombre pour la radioactivité électrique.

Enfin, l'effet des impuretés est tout à fait secondaire dans le cas du rayonnement uranique. Les impuretés n'agissent qu'en augmentant la proportion de matière inerte et absorbante, mais on ne se trouve jamais en présence d'un effet qui semblerait disproportionné à la cause. Aussi, les nombres obtenus pour la radioactivité de divers échantillons d'un même composé d'urane n'étonnent jamais par leur divergence, quoique ces échantillons aient pu être préparés avec des matières premières de provenances diverses, à des époques différentes et par des procédés différents.

Le rayonnement uranique apparaît donc comme une propriété moléculaire, inhérente à la matière même de l'uranium, et à peine influencée par les causes extérieures.

Les mêmes caractères généraux paraissent appartenir aux rayons thoriques et poloniques. La recherche du polonium a d'ailleurs été une conséquence de la manière de voir qui précède, et les résultats obtenus semblent en être une confirmation.

X. — ANALOGIES ET DIFFÉRENCES ENTRE LES RAYONS DE BECQUEREL ET D'AUTRES RAYONNEMENTS.

Les rayons de Becquerel sont caractérisés par les propriétés suivantes :

Ils rendent les gaz qu'ils traversent conducteurs de l'électricité ;

Ils produisent des impressions photographiques ;

Et les deux propriétés qui précèdent ne dépendent en aucune façon de l'action, présente ou passée, de la lumière sur les corps qui émettent les rayons ;

Ils traversent tous les corps (verre, papier, métaux, liquides) tout en étant généralement fortement absorbés ;

Ils sont émis par certaines substances ; l'émission semble spontanée ; elle est constante et caractéristique de la présence de certains éléments dans les substances actives. L'émission est peu influencée par l'état physique des substances actives et par les impuretés qu'elles peuvent contenir en petite quantité (ce dernier caractère est tout à fait essentiel).

Il importe de tenir compte de tous ces caractères quand on veut établir les analogies et les différences qui existent entre les rayons de Becquerel et divers autres phénomènes qui semblent s'en rapprocher.

Voici quelques-uns de ces phénomènes :

1° *Émission de rayonnement après excitation par la lumière.* — Les expériences de MM. Henry, Niewenglowski et Troost, dont j'ai déjà parlé au début de cet article, montrent que certaines substances phosphorescentes (sulfure de zinc, sulfure de calcium, blende hexagonale) peuvent, après avoir été éclairées, émettre des rayons qui traversent les corps opaques à la lumière et produisent des impressions photographiques. Ce rayonnement se distingue de celui de Becquerel. En effet, pour qu'il prenne naissance, il est indispensable de soumettre à l'insolation les substances phosphorescentes actives ; on est donc en présence d'une phosphorescence invisible particulière qui accompagne la phosphorescence visible. De plus, le phénomène a un caractère capricieux. M. Becquerel a montré que certains échantillons de sulfure de calcium phosphorescent, renfermant certaines impuretés, étaient actifs, tandis que d'autres ne l'étaient pas. Pour des raisons inconnues, l'activité disparaît. Les propriétés actives de la blende hexagonale de M. Troost ont de même disparu au bout d'un certain temps, bien que la phosphorescence pour la lumière ait subsisté.

2° *Émission de rayonnement lié à un état chimique de la matière radiante.* — Il existe une tout autre catégorie de substances qui impressionnent dans l'obscurité les plaques photographiques sans aucune cause excitatrice apparente. Cette propriété a été découverte par M. Colson avec le zinc¹. M. Colson plaçait dans l'obscurité une plaque de zinc fraîchement décapé

¹ Ce plateau était recouvert d'uranium métallique, et j'ai mesuré fréquemment sa radioactivité pendant huit mois.

¹ COLSON : *C. R. de l'Ac.*, tome CXXIII, p. 49, 1896.

en face d'une plaque photographique et très près de celle-ci. Après vingt-quatre heures la plaque était assez fortement impressionnée, et la silhouette du zinc était reproduite. Le magnésium, le cadmium agissent comme le zinc. — Depuis, plusieurs travaux ont été faits dans cette voie, et, en particulier, M. Russell a fait une étude approfondie du sujet¹. Il résulte de ces études qu'il existe un très grand nombre de substances qui agissent à la manière du zinc : d'une part, des métaux; d'autre part, des substances organiques telles que les essences et les huiles végétales². L'effet photographique peut se produire à travers des écrans de papier, de gélatine, de cellulose, mais ne se produit pas à travers le verre et le mica, si faible que soit l'épaisseur de l'écran. L'opacité complète du verre et du mica constitue une différence importante entre cette action photographique et celle de l'uranium et du thorium.

Les corps étudiés par MM. Colson et Russell (zinc, cadmium, aluminium, etc.) ne communiquent à l'air aucune conductibilité appréciable; cependant on peut toujours se demander si cette conductibilité est effectivement nulle ou seulement trop faible pour être constatée.

L'activité photographique du genre de celle du zinc ne peut se produire que pour un état chimique déterminé de la matière. Ainsi, par exemple, le zinc, qui, fraîchement décapé, est très actif, devient inactif par exposition prolongée à l'air, par suite, probablement, d'une oxydation de la surface. Le zinc n'est actif qu'à l'état métallique et non à l'état d'oxyde.

Enfin, l'activité est ici fortement influencée par la présence de certaines impuretés. Ainsi le mercure, complètement inactif quand il est pur, est très actif s'il contient une trace de zinc ou de magnésium. De même, l'alcool et l'éther ne sont actifs que s'ils renferment une impureté telle qu'une trace de zinc.

L'activité augmente beaucoup avec la température du corps actif. M. Colson a attribué l'activité photographique des métaux qu'il a étudiés à une émission de vapeurs métalliques à température ordinaire. M. Russell a été conduit par ses expériences à adopter cette manière de voir aussi bien pour les métaux que pour les substances organiques. L'effet photographique résulte alors d'une réaction chimique de certaines vapeurs sur les plaques sensibles.

3° *Cas du phosphore.* — J'ai trouvé que le phosphore blanc humide placé sur l'un des plateaux

de mon appareil rendait conducteur l'air entre les plateaux. Cependant, je ne considère pas ce corps comme radioactif à la façon de l'uranium et du thorium. Le phosphore émet, en effet, dans ces conditions, des buées blanches qui peuvent jouer un rôle dans la conductibilité. On sait aussi que le phosphore qui s'oxyde émet des rayons lumineux. Enfin, le phosphore n'est actif ni à l'état de phosphore rouge, ni à l'état de combinaison; on ne retrouve donc pas le caractère d'activité atomique indépendante des états physiques et chimiques de la matière, qui appartient à l'uranium et au thorium.

Enfin, rappelons qu'il existe des substances qui, éclairées par la lumière ultra-violette, rendent l'air conducteur de l'électricité. On appelle ces substances *actinoélectriques*. Tels sont, par exemple, le zinc, le laiton, les sulfures de chrome, de manganèse, de cuivre, l'oxyde de cuivre, le violet d'aniline, la fluorine, etc. Ces substances n'agissent pas spontanément comme l'uranium et le thorium, puisque la lumière ultra-violette est nécessaire pour la production des phénomènes actinoélectriques. Parmi les substances dont il vient d'être question, quelques-unes produisent dans l'obscurité des impressions photographiques (zinc), d'autres n'en produisent point. Les expériences de M. Schmidt sur ce sujet semblent prouver qu'il n'y a aucune relation entre l'actinoélectricité et l'activité photographique.

4° *Comparaison avec les rayons de Röntgen.* — Dans un tout autre ordre d'idées, et malgré la différence d'origine, on peut rapprocher les rayons de Becquerel des rayons de Röntgen.

Les propriétés essentielles des rayons sont les mêmes dans les deux cas; la principale différence provient du faible pouvoir de pénétration des rayons de Becquerel, qui sont beaucoup plus absorbés que les rayons X par tous les corps. Les rayons de Becquerel sont donc plutôt comparables aux rayons secondaires des rayons X qu'aux rayons X eux-mêmes.

La transformation des rayons X en rayons lumineux et en rayons secondaires a été l'objet d'un article de M. Sagnac, qui a paru dans cette *Revue*³.

Lorsque les rayons X frappent un corps quelconque, ils sont en partie absorbés, et le corps frappé devient le siège d'une nouvelle émission. Les rayons ainsi émis peuvent être soit des rayons lumineux ou ultra-violet, soit des rayons analogues aux rayons X, mais moins pénétrants, qui ont été appelés *rayons secondaires* par M. Sagnac. La production des rayons lumineux ou ultra-violet est

¹ RUSSELL : *Proc. Roy. Soc.*, t. LXI, p. 424, 1897.

² *Revue générale des Sciences*, p. 694, 1898.

³ *Revue générale des Sciences*, 30 avril 1898.

une exception; elle n'a lieu que pour certains corps (platinocyanure de baryum, tungstate de chaux, fluorine, zirconé¹, etc.); encore faut-il que ces corps soient dans un état physique et chimique particulier, comme cela a lieu pour les phénomènes de fluorescence et phosphorescence par la lumière. — Au contraire, l'émission de rayons *secondaires* est un phénomène général pour les corps frappés par les rayons de Röntgen. En général, les éléments à gros poids atomique, comme le plomb, absorbent fortement les rayons X et émettent sous leur action beaucoup de rayons secondaires. L'uranium et le thorium eux-mêmes, frappés par les rayons de Röntgen, donnent lieu à une forte émission secondaire de cette nature, qui s'ajoute à leur émission spontanée. L'émission des éléments à gros poids atomique fournit les rayons secondaires les moins pénétrants, et ces rayons présentent une grande analogie avec les rayons de Becquerel.

XI. — DÉGAGEMENT D'ÉNERGIE PAR LES CORPS RADIOACTIFS.

L'émission spontanée des rayons de Becquerel semble donner lieu à un dégagement continu d'énergie, dont on ne voit pas la source. Il y a là une contradiction, tout au moins apparente, avec le principe de Carnot. Remarquons cependant qu'il n'est pas évident que le rayonnement de Becquerel représente un dégagement continu d'énergie, bien que cela paraisse fort probable. En admettant que ce dégagement d'énergie existe, on peut concevoir le phénomène de différentes manières. En voici quelques-unes :

1. Le rayonnement est une phosphorescence de durée considérable produite par la lumière. Cette hypothèse est très peu probable, pour les raisons qui ont été exposées plus haut.

2. Le rayonnement est une émission de matière, accompagnée d'une perte de poids des substances radioactives.

3. L'énergie utilisable des substances radioactives diminue constamment. On pourrait, par exemple, rattacher la radioactivité à la théorie de Crookes sur l'évolution des éléments, en attribuant la radioactivité aux éléments à gros poids atomiques, qui se seraient formés en dernier et dont l'évolution ne serait pas encore achevée.

4. Le rayonnement est une véritable émission

secondaire provoquée par des rayons analogues aux rayons X. Ces rayons excitateurs existeraient constamment dans l'espace, seraient encore plus pénétrants que les rayons X, et ne commenceraient à être absorbés que par des éléments à très gros poids atomique, l'uranium et le thorium¹. Il n'y a rien d'in vraisemblable à supposer que l'espace est le siège de transmissions d'énergie, dont nous n'avons aucune idée. Remarquons toutefois que toute exception au principe de Carnot peut être supprimée en faisant intervenir une énergie inconnue qui nous arrive de l'espace. Adopter une explication pareille ou mettre en doute la généralité du principe de Carnot sont en fait deux manières de voir qui reviennent à la même pour nous, tant que la nature de l'énergie, qu'on invoque ainsi, reste entièrement dans le domaine de l'arbitraire.

5. Dans les hypothèses qui précèdent, on a cherché à concilier le phénomène de radioactivité avec le principe de Carnot. On peut, au contraire, se demander si le rayonnement de Becquerel ne se produit pas aux dépens de la chaleur du milieu ambiant, contrairement au principe de Carnot.

Divers physiciens ont pensé que le principe de Carnot, tout en étant un principe général de la Nature, n'est cependant pas applicable dans tous les cas. Si l'on admet la théorie cinétique des gaz, on peut concevoir qu'avec un mécanisme très petit on puisse transformer en travail extérieur la force vive des molécules gazeuses; ce qui revient, dans cette théorie, à transformer isothermiquement la chaleur en travail. — Le *démon distributeur* de Maxwell est un extrêmement petit mécanisme intelligent qui, agissant sans dépenser de travail sur les molécules gazeuses, obtient des effets contraires au principe de Carnot. — M. Gouy² a étudié le mouvement brownien (mouvement de petites particules inanimées, suspendues dans un liquide et observées au microscope); ce mouvement lui semble incompatible avec le principe de Carnot, qui ne serait plus applicable aux mécanismes suffisamment petits. M. Gouy cite à ce propos l'opinion d'Helmholtz³ qui a fait également des réserves dans le même sens sur la généralité du principe de Carnot⁴. Dans cette manière de voir, le rayonnement de Becquerel pourrait être considéré comme un reflet

¹ Si des rayons pareils existaient réellement, ils pourraient provenir du Soleil, et, si grand que soit leur pouvoir pénétrant, ils pourraient être notablement absorbés en traversant la Terre entière. Dans ce cas, l'émission uranique pourrait être différente à midi et à minuit. Je n'ai pu constater, avec mon appareil, aucune différence entre les résultats obtenus le jour et la nuit.

² GOUY : Le mouvement brownien et les mouvements moléculaires. *Revue gén. des Sc.* du 15 janvier 1895.

³ GOUY : *Journal de Physique*, p. 361, 1888.

⁴ HELMHOLTZ : *Journal de Physique*, p. 408, 1884.

¹ MM. Winkelmann et Straubel ont trouvé que la fluorine, frappée par les rayons X, émet des rayons ultra-violetés dont la longueur d'onde moyenne est 3×10^6 millimètres. Mais, tandis que certains échantillons de fluorine sont très actifs à ce point de vue, il en est d'autres qui ne le sont point, et la cause de cette différence de propriétés est inconnue. Les cristaux de zirconé émettent des rayons analogues. WINKELMANN et STRAUBEL : *Wied. Ann.*, t. XLIX, p. 336, 1896.

des mouvements non coordonnés des molécules matérielles¹.

Skłodowska Curie.

Après avoir fait la belle série de recherches sur le polonium et le thorium, exposées ci-dessus, M. et M^{me} Curie ont, tout récemment², avec

M. G. Bémont, découvert, dans la pechblende, l'indice d'un élément (radium) voisin du baryum par ses propriétés chimiques, mais en différant par sa radio-activité et la présence, dans son spectre, d'une raie propre, étudiée par M. Eug. Demarcay, et qui, suivant ce savant³, témoigne de l'existence réelle d'un élément nouveau. L. O.

LES RÉCENTS TRAVAUX SUR L'ORIGINE DE L'HOMME

D'APRÈS M. ERNEST HÆCKEL

Le discours prononcé par Ernest Hæckel au quatrième Congrès international de Zoologie, tenu à Cambridge le 26 août 1898, a été consacré à la question qui, pour l'homme, domine toutes les autres, à « la question des questions », comme s'est exprimé Thomas Huxley, à la question de nos origines. Ce discours est intitulé : *De notre Connaissance actuelle touchant l'Origine de l'Homme*³. Il était réservé à la Zoologie de résoudre finalement ce problème capital. L'homme descend d'une famille de singes éteints, mais dont on a, au sentiment d'Hæckel, retrouvé les restes fossiles de quelque forme intermédiaire, reliant l'homme aux anthropoïdes actuels, le *missing link* d'Huxley. C'est de la Zoologie qu'est sortie la doctrine du transformisme, ou théorie de la descendance, dont Jean Lamarck (1809), et Charles Darwin (1859) sont, avec Ernest Hæckel, les pères. Aujourd'hui toutes les sciences biologiques sont pénétrées de l'esprit de cette doctrine : « Aucune grande question générale ni en Zoologie, ni en Botanique, ni en Anatomie, ni en Physiologie ne peut être agitée ni résolue sans que se pose tout d'abord la question de l'origine de l'objet, de « l'origine du devenu ». Or, cette question, pres-

que personne ne la faisait lorsque Charles Darwin, le grand réformateur de la Biologie, commençait ici, à Cambridge, dit Hæckel, ses études académiques, et comme étudiant en théologie, il y a soixante-dix ans. » C'était en 1828, l'année même où Carl Ernst von Baer publiait, en Allemagne, son *Embryologie*. En Angleterre, Darwin ignorait cet événement : il ne pouvait prévoir que, quarante ans plus tard, cette discipline, l'Embryologie, ou l'Ontogénie, fournirait à sa théorie de la descendance les plus solides assises, « théorie que Lamarck avait fondée l'année de la naissance de Darwin (1809) et qu'à cette époque Erasme Darwin, le grand-père de Charles Darwin, avait accueillie avec le plus grand applaudissement. »

Une seule question intéresse donc l'humanité, celle de son origine. L'idée du but et de la fin de toute existence humaine en résulte avec nécessité. Tous les autres problèmes dont l'esprit humain s'est proposé l'étude dépendent, en dernière analyse, de la *théorie psychologique de la connaissance*. Mais, à son tour, cette théorie dépend de la question de l'origine de l'homme, de sa nature, de sa phylogénie et de son ontogénie. C'est uniquement sur le fondement de la connaissance véritable de cette origine que peut s'élever cette théorie de la connaissance, base inébranlable de la Psychologie scientifique et de toute philosophie moniste de la Nature.

Trois disciplines fournissent à cette science les documents qu'elle met en œuvre : l'Anatomie comparée, la Paléontologie, l'Embryologie.

I. — ANATOMIE COMPARÉE.

La loi d'Huxley, ainsi qu'Ernest Hæckel appelle la célèbre proposition du grand zoologiste anglais, indique clairement quelle est la place de l'homme dans la série des Vertébrés : « Un examen critique comparatif de tous les organes et de leurs modifi-

¹ Après la rédaction de cet article, a paru dans les *Annalen der Physik und Chemie* de décembre un travail de MM. Elster et Geitel sur la production des rayons de Becquerel. M. Crookes avait émis l'idée que l'énergie de ce rayonnement pouvait être empruntée à la force vive du gaz environnant la substance active. MM. Elster et Geitel ont montré que l'émission des rayons de Becquerel était tout aussi intense dans le vide le plus parfait qu'ils aient pu obtenir avec la pompe à mercure, que dans l'air à la pression ordinaire. Cette expérience n'est pas favorable à l'hypothèse de M. Crookes. — Pour contrôler l'hypothèse de rayons excitateurs existant dans l'espace, dont j'avais parlé dans une note à l'Académie, MM. Elster et Geitel ont mesuré l'émission de rayons de Becquerel par la même matière, placée d'abord à la surface de la terre, ensuite au fond d'une mine de 850 mètres de profondeur, où ils avaient transporté leurs appareils. Le résultat de cette expérience n'a pas été favorable à l'hypothèse des rayons excitateurs : la matière étudiée s'est montrée aussi active dans les deux cas. S. C.

² C. R., t. CXXVII, n° 26, p. 1215.

³ *Ueber unsere gegenwärtige Kenntniss vom Ursprung des Menschen*, Bonn, 1898.

⁴ C. R., t. CXXVII, n° 26, p. 1218.

cations dans la série des Singes, nous ramène toujours à un seul et même résultat. Les différences anatomiques qui distinguent l'Homme du Gorille et du Chiimpanzé ne sont pas aussi importantes que celles qui distinguent ces anthropoïdes des singes inférieurs. » C'est donc une conséquence absolument logique d'assigner à l'homme une place définitive dans l'ordre des singes, des singes catarrhiniens en particulier (*Simiæ catarrhinæ*). Les ancêtres simiens dont l'homme descend se sont éteints. La Physiologie comparée démontre que ni les fonctions de la nutrition ou de la reproduction, ni celles de la digestion et de la circulation, de la respiration et des échanges organiques n'ont lieu en vertu de processus physico-chimiques différents chez l'homme et chez les singes anthropoïdes. Il en est de même des fonctions de la sensibilité et de la motilité: l'activité des sens résulte des mêmes processus du système nerveux chez les singes et dans les autres Mammifères. Quant aux fonctions psychiques proprement dites, la Neurologie a établi aussi bien que l'Anatomie microscopique du cerveau, qu'elles sont les mêmes chez l'homme et les anthropoïdes¹. Les différences qu'on y relève, quant à la forme et au volume des parties, sont moindres que celles qui distinguent, relativement à cet ordre de faits, les anthropoïdes des singes inférieurs. Aussi bien, l'Ontogénie ou Embryologie comparée démontre que l'architecture du cerveau humain, la plus élevée qui soit connue, se développe chez l'homme des mêmes dispositions rudimentaires que chez tous les autres Vertébrés, à savoir, des cinq vésicules cérébrales de l'embryon. A cet égard, le cerveau de l'homme ne se développe donc pas autrement que celui des anthropoïdes. Les résultats de la Pathologie comparée du système nerveux central confirment ceux de la Physiologie comparée de ce système chez les Mammifères.

Un examen critique comparatif des faits justifie donc ici encore la loi d'Huxley : *Les différences psychologiques de l'Homme et des Anthropoïdes sont moins considérables que celles qu'on observe à cet égard entre les Anthropoïdes et les Singes inférieurs*. Or, les différences anatomiques de structure du télencéphale de ces êtres rendent parfaitement raison de cette diversité des fonctions psychologiques de l'« organe de l'âme ».

Cet organe est particulièrement inconnu, remarque Hæckel, des psychologues, c'est-à-dire des savants qui font profession d'exposer l'étude de

ses fonctions : « La plupart des psychologues ne connaissent même pas l'anatomie du cerveau et des organes des sens... Le plus grand nombre des psychologues, aujourd'hui encore, ne sait rien des résultats de la Psychologie expérimentale moderne, ni de la Psychiatrie... Ils ignorent jusqu'à la localisation des différentes fonctions psychiques, le rapport de ces fonctions avec les diverses parties du cerveau ». La science qu'on enseigne encore de nos jours, et dans la plupart des manuels et dans la plupart des chaires des Universités, sous le nom de « Psychologie », n'est « point du tout la science des fonctions psychiques, n'est point la physiologie des organes psychiques : c'est une manière de métaphysique... »

Les psychologues, — toujours selon Hæckel, — ne savent rien des grands travaux de « Goltz, de Munk, de Wernicke, d'Edinger, de Paul Flechsig », etc. Le savant professeur d'Iéna résume lui-même la théorie, déjà profondément modifiée aujourd'hui, de P. Flechsig, touchant les centres de projection et d'association de l'écorce du cerveau.

Je ne crois pas que Goltz et Munk aient rencontré en ce monde beaucoup d'occasions de siéger ainsi, côte à côte, dans l'aréopage des fondateurs de la doctrine des localisations cérébrales. Je doute même que Goltz ne soit fort étonné (à tort, selon moi), de se trouver dans cette assemblée, étonnement qu'Hermann Munk doit encore plus vivement éprouver. Oserais-je indiquer à mon cher maître, Ernest Hæckel, un livre publié sous les auspices de Charcot, dédié à la mémoire de Paul Bert¹, où les psychologues allemands qui, à son dire, ont grand besoin de connaître l'histoire critique de la structure et des fonctions du cerveau à notre époque contemporaine, pourraient peut-être s'édifier sur les différences doctrinales qui séparent Goltz de Munk, différences au moins aussi profondes, quoiqu'elles ne soient sans doute pas plus irréductibles, que celles qui séparent les singes de l'ancien monde de ceux du nouveau, les *Hesperopithecæ* des *Eopithecæ*?

II. — PALÉONTOLOGIE.

Les ossements fossiles de *Pithecanthropus erectus* trouvés par le médecin militaire hollandais Eugène Dubois à Java, en 1891 (ou plutôt en 1891 et 1892), doivent provenir, suivant Hæckel, d'une forme de transition éteinte entre le Singe et l'Homme, forme qu'avait déjà postulée, en 1866, à titre d'hypothèse nécessaire, l'éminent naturaliste d'Iéna, et à laquelle il avait donné le nom de *Pithecanthropus*.

¹ Sur les récents travaux relatifs à la structure microscopique du cerveau, aussi bien chez l'Homme que chez les Mammifères, et les Oiseaux, voyez : J. SOURY : Etude sur le cerveau, dans les *Annales de Philosophie chrétienne*, juillet, août et septembre 1898.

¹ JULES SOURY : *Les Fonctions du Cerveau*, 2^e édit., 1892. Paris, Alcan.

C'est, répète-t-il dans ce discours, « le chaînon qui manquait » dans la chaîne des Primates supérieurs. Entre le petit nombre d'anthropoïdes encore vivants, ce sont les Gibbons (Hylobates) « qui se rapprochent le plus de la forme ancestrale commune de tous les anthropomorphes ». Ils sont les plus propres à expliquer « la transformation du singe en homme ». Les autres singes anthropoïdes vivants — Orang, Chimpanzé et Gorille — ont, bien moins que les Gibbons, l'habitude d'adopter, en marchant, la station droite, et n'appliquent point, comme ceux-ci, sur le sol la plante des pieds. « La capacité crânienne, partant la grosseur du cerveau, occupe exactement, chez le *Pithecanthropus erectus*, le milieu entre celle des anthropoïdes et des races humaines inférieures; il en va de même pour la ligne caractéristique du profil de la face » (p. 18).

En 1891 et 1892, un médecin militaire hollandais, Eugène Dubois, trouva à Trinil, dans l'île de Java, sous quinze mètres de terre, dans un terrain appartenant au plus récent tertiaire, au Pliocène supérieur, parmi d'autres fossiles de la faune tertiaire, une calotte crânienne, deux dents molaires supérieures et un fémur entier, qu'il attribua à un être intermédiaire entre les grands Singes anthropoïdes et l'Homme¹. « Par le crâne et les dents, dit encore aujourd'hui le savant paléontologiste hollandais, le *Pithecanthropus erectus* s'approche des anthropoïdes, de l'homme par le fémur, sans pourtant pouvoir être rangé ni parmi les anthropoïdes, ni dans le genre humain... Le crâne, par sa forme, ressemble de très près à un crâne de gibbon deux fois agrandi, mais il diffère beaucoup de tout crâne humain, même du type néanderthaloïde. Les crânes du Néanderthal et de Spy sont, d'abord, beaucoup plus grands et aussi très différents de forme, surtout dans la partie antérieure et dans la partie pariétale. Cette dernière est beaucoup plus aplatie dans le *Pithecanthropus*. Mais c'est surtout dans la partie orbitale du front que le crâne du *Pithecanthropus* est aussi éloigné des crânes néanderthaloïdes que de tout autre crâne humain. Cette partie est entièrement pithécoïde ». Le fémur de Trinil paraît à Dubois s'écarter assez de la forme humaine pour que cet os ne puisse être considéré comme appartenant à l'homme (*Homo sapiens*). « Après toute critique, conclut le médecin hollandais, touchant la place qu'il convient d'attribuer dans la série des Primates à son *Pithecanthropus*, je persiste à penser que le *Pithecanthropus erectus* appartient, en ligne directe, à la généalogie de l'homme, ou au

moins ne peut s'éloigner beaucoup de cette ligne. » Notre ancêtre, en tout cas, ne pouvait en être très différent.

Cunningham, W. Turner, David Hepburn et la plupart des auteurs de langue anglaise, considèrent le crâne fossile de Java comme un crâne humain. Manouvrier et Houzé tiennent ces ossements, demeurés enfouis pendant de nombreuses centaines de siècles, pour des restes humains d'une race fort inférieure, plus arriérée morphologiquement que celles de Néanderthal et de Spy; le bipède marcheur de Trinil était bien toutefois un homme, un homme pliocène, non un anthropoïde. « Le fémur de Trinil, a écrit Hepburn, d'Edinburgh, d'après les conditions géologiques de sa découverte, fait remonter le genre *Homo* à une période plus lointaine que toute autre découverte antérieure de restes humains. » Ce n'est pas assez dire, selon Manouvrier : « A cette époque lointaine, le seul représentant connu du genre *Homo* possédait des dents et un crâne inférieurs à ce qui avait été antérieurement découvert et très convenables pour représenter, dans ce genre *Homo*, ou dans la famille des Hominiens, une phase pithécantropique de l'humanité. » D'où le nom de *Homo pithecanthropus* que propose de donner à cet homme pliocène le savant professeur de l'École d'Anthropologie de Paris. Krause, Virchow, Waideyer tiennent, au contraire, les ossements fossiles de Trinil pour des restes d'anthropoïdes. Mais, au point de vue de la théorie transformiste, la seule qui soit explicative au sens scientifique du mot, ces distinctions ne sont fondées ni en fait ni en doctrine. La calotte crânienne de Trinil provient bien d'une espèce de bipèdes marcheurs, espèce humaine ou préhumaine, intermédiaire entre les Singes et l'Homme, contemporaine d'une faune néopliocène bien datée et bien caractérisée. Tous les géologues et tous les paléontologistes paraissent unanimes sur ce point très important pour la théorie de l'origine de l'homme.

Cet ancêtre de l'homme, dont nous sommes peut-être les descendants, avait un faciès simiesque. Les dimensions des dents et le volume des mâchoires, la visière frontale en toit, les apophyses orbitaires énormes (orbites en lorgnette), conséquence morphologique d'une capacité crânienne relative extraordinairement faible, l'exiguïté extrême de ce front fuyant (la largeur du frontal n'est que de 88 millimètres), la crête occipitale remontant très haut vers le lambda, l'absence de bosse occipitale, l'absence presque complète de courbure pariétale, la forme aplatie de la calotte (platycéphalie), tout fait apparaître dans l'homme pliocène de Trinil une espèce intermédiaire dont le crâne présente des caractères bien inférieurs à ceux de Néanderthal et de Spy. « Par la brièveté et l'aplatissement

¹ E. Dubois : *Pithecanthropus erectus, eine menschenähnliche Uebergangsform aus Java*. Batavia, Landesdruckerei, 1894; Cf. E. Dubois de La Haye. *Le Pithecanthropus erectus et l'Origine de l'Homme*, XIV^e conf. ann. transformiste. *Bulletin de la Soc. d'anthropol.* Paris, 1896, VII (4^e série), 460 sq.

de sa région pariéto-occipitale, le crâne de Trinil descend au-dessous de certains jeunes anthropoïdes¹. » Or, c'est un principe en Anthropologie, que l'infériorité craniologique des races humaines fossiles croît en raison de leur antiquité. Le crâne pliocène de Trinil cube de 900 (Dubois) à 1.000 centimètres cubes; il descend au niveau des crânes les plus petits des races sauvages les plus inférieures et de taille relativement très faible, alors que le fémur indique que cet ancêtre de l'homme possédait une taille moyenne. Une capacité crânienne de 900 à 1.000 centimètres cubes correspond à un poids encéphalique d'environ 800 grammes. Ce poids n'était certainement pas inférieur à 700 gr.; il l'emporte de 300 grammes environ sur celui des plus grands Gorilles. « C'est, dit Manouvrier, ce qu'on n'a pas encore trouvé chez un homme de taille et d'intelligence normales. » Mais s'il y a bien des degrés entre l'intelligence d'un Australien et celle d'un Newton, il peut en exister d'aussi nombreux entre l'intelligence d'un sauvage et celle de races intermédiaires aux singes et à l'homme. Il ne faut parler ni d'idiotie ni de microcéphalie, qui sont des affections pathologiques de l'encéphale. Avec Dubois, Manouvrier persiste à croire que l'espèce ancestrale d'où est issu le *Pithecanthropus erectus* se rapprochait du genre *Hylobates* ou de quelques races hylobatoïdes plus probablement que de tout autre genre connu d'anthropoïdes. Ce n'est pas que les autres anthropoïdes ne soient, à bien des égards, supérieurs au Gibbon. Mais, quant au cerveau, Chudzinski et Manouvrier témoignent que « le cerveau des Gibbons, lequel présente le type humain, ne nous éloigne que par des caractères secondaires les plus certainement modifiables sous l'influence du seul accroissement de la taille ». Le genre gibbon était le mieux adapté à la station verticale et partant à la marche. Bipède imparfait, comme tous les anthropoïdes, le Gibbon est néanmoins un véritable bipède (Broca); il diffère beaucoup moins de l'homme à cet égard que les autres Primates. « Pour ma part, confesse hautement Manouvrier, j'avoue que je n'aurais pas hésité à placer le *Pithecanthropus* dans la famille des Hominiens, car une espèce jouissant de l'attitude verticale, de la marche bipède et d'un volume cérébral au moins du double de celui des anthropoïdes à taille égale, est complètement de la famille des anthropoïdes et possède les caractères fondamentaux et distinctifs de la famille humaine. »

C'est grâce à cette attitude que les singes grimpeurs, en devenant des marcheurs bipèdes, ont pu

se transformer en hominiens, le développement du cerveau résultant des différenciations sans nombre réalisées par la division du travail dans le système nerveux central, du fait de l'adaptation des extrémités supérieures aux usages de la main, philosophème presque aussi vieux que la raison humaine elle-même, et qui, au temps d'Anaxagore et d'Aristote, était déjà une question de Psychologie physiologique. Les anthropologistes inclinent pourtant à croire que l'homme pliocène de Java ne parlait pas : « L'étroitesse frontale... permet de douter, dit Manouvrier, que la circonvolution de Broca ait été plus développée que chez les anthropoïdes. » Nous ne pensons pas que l'absence du langage articulé, chez les singes anthropoïdes, soit due à l'état du développement de cette circonvolution. Il est probable, au contraire, que toutes les connexions nerveuses périphériques et centrales qui doivent, comme des rouages, entrer en jeu dans le mécanisme du langage articulé, existent depuis longtemps dans le lobe temporal, dans l'insula et dans le lobe frontal des anthropoïdes. Nous savons que les fonctions du langage articulé ne s'exécutent pas dans l'homme avec d'autres organes que ceux qui président à l'innervation du larynx, du voile du palais, des lèvres, de la langue. Mais on ne parle pas parce qu'on possède les organes de la parole. Le langage est une fonction d'association et de synthèse incompatible avec certains états rudimentaires, non des organes du cerveau, mais de cette fonction cérébrale.

Des résultats, aujourd'hui bien constatés, de la Paléontologie, relativement à l'étude des singes fossiles, se dégagent et s'imposent la proposition suivante, formulée par Hæckel. « Tous les éléments fondamentaux de la généalogie des Primates, depuis les plus anciens demi-singes (Lémuriens) de l'éocène jusqu'à l'homme, apparaissent clairement, devant nos yeux, dans l'époque tertiaire; il n'y a plus là de « chaînon manquant », au moins essentiel. L'unité phylétique du *phylum* des Primates, depuis les plus anciens Lémuriens jusqu'à l'Homme, est un *fait historique*. »

Il n'en est plus ainsi lorsque, quittant l'époque tertiaire, on recherche, dans l'époque secondaire, l'antique lignée ancestrale des Mammifères. Là ce ne sont que lacunes dans les archives paléontologiques, et ce qui reste des Mammifères mésozoïques (en particulier dans le Crétacé) est trop peu abondant pour décider en connaissance de cause de la place systématique de ces anciens Mammifères. L'Anatomie comparée et l'Embryologie nous forcent d'admettre, à la vérité, que les *Placentaliens* de la période crétacée descendent des *Marsupiaux* de la période jurassique et ceux-ci des *Monotrèmes* de la période triasique.

¹ L. MANOUVRIER : Discussion du *Pithecanthropus erectus* comme précurseur présumé de l'Homme, *Bull. de la Soc. d'Anthrop. de Paris*, (IV^e sér.), 1893, 12-47, 553-651; VII, 1896, 396, 460-473.

L'enseignement le plus important que nous livre la Paléontologie, c'est que les anciens Mammifères de la période mésozoïque ou époque secondaire (s'étendant du commencement de la période du Trias à la fin de celle du Crétacé) étaient de petits animaux, d'une organisation inférieure, surtout insectivores, qu'on peut faire dériver de Vertébrés plus anciens, de Reptiles et d'Amphibies. Rien ne s'oppose non plus à l'hypothèse que la *classe entière des Mammifères*, depuis les plus anciens Monotrèmes jusqu'à l'Homme, est *monophylétique*, c'est-à-dire que ces Vertébrés descendent tous d'une unique forme ancestrale commune.

La succession historique des principaux représentants de l'arbre généalogique des Vertébrés éclaire naturellement d'une vive lueur la phylogénie de l'Homme. Cuvier et Meckel, Jean Müller et Gegenbaur, Owen, Huxley et Flower ont retrouvé les *Sélaciens* et les *Ganoïdes* dans le Silurien, les *Dipneustes* dans le Dévonien, les *Amphibiens* dans le Carbonifère, les *Reptiles* dans le Permien, les *Mammifères* dans le Trias. Cet ordre de succession, définitivement établi, du phyle des Vertébrés, est d'une importance bien plus élevée pour la connaissance de l'origine de l'Homme que ne l'aurait été la reconstitution, grâce à l'exhumation d'une centaine de squelettes fossiles de Lémuriens et de Pithécien, de la série entière de nos ancêtres Simiens de l'époque tertiaire.

Une plus grande obscurité plane sur les origines les plus reculées de notre histoire. Quels sont les ancêtres Invertébrés des Vertébrés? Comme le corps de ces lointains ancêtres de l'Homme ne possédait pas de parties solides susceptibles de pétrification (non plus d'ailleurs que les Vertébrés les plus inférieurs, les *Acraniens* et les *Cyclostomes*), la Paléontologie demeure muette¹. Il faut

¹ Les ancêtres des VERTÉBRÉS sont répartis en trois groupes : 1° les *Monorhiniens*; 2° les *Anamniens*; 3° les *Mammifères*.

1. Les *Monorhiniens* ne sont plus représentés que par deux classes : les *Acraniens* (*Amphioxus* et les *Cyclostomes* *Myxinoïdes* et *Pitromyzontes*). Ces très anciens Vertébrés ne possèdent encore aucun squelette calcaire, ni dans le tégument cutané ni dans l'enveloppe de la *chorda*. Canal nasal impair. Ni mâchoires, ni côtes, ni membres pairs. Mais les jeunes larves de ces deux classes diffèrent beaucoup des adultes et fournissent nombre d'indications pour la reconstruction d'un certain nombre de formes de transition entre les *Prochordoniens* et les *Sélaciens*.

2. Les *Anamniens* ou *Ichthyopsides* représentent ce groupe d'ancêtres de notre phyle, qui ont vécu de la période silurienne jusqu'à la fin de l'âge paléozoïque ou jusqu'au commencement de la période du trias : les *Poissons*, les *Amphibiens* et les *Reptiles* sont les trois classes caractéristiques de ce groupe intermédiaire. Les plus anciens poissons, les *Prosélaciens* de la période silurienne, possèdent déjà certaines structures qui seront communes à tous les Vertébrés; tous ont deux cavités nasales (*Amphirrhina*, un squelette, des côtes, des mâchoires et des membres pairs (extrémités antérieures et postérieures). Aux plus anciens Poissons (*Sélaciens*) succèdent, dans le silurien, les *Ganoïdes*; dans le dévonien, les *Dipneustes*; dans le carbonifère, les *Amphibiens*, et,

interroger, outre l'Anatomie comparée, l'Embryologie.

III — EMBRYOLOGIE OU ONTOGÉNIE.

Les travaux de Carl Ernst von Baer, de Bischoff, de Remak et de Kölliker avaient déjà fait connaître, dans ses grandes lignes, la généalogie des Vertébrés. Vinrent ensuite les recherches de Kowalevsky, sur la parenté des Vertébrés et des Tuniciers : depuis, l'Anatomie et l'Embryologie de l'*Amphioxus* et des Ascidies ont formé la base des investigations sur nos ancêtres invertébrés. C'était le temps où, au cours de ses études sur la structure et l'évolution des Eponges calcaires (1867-1872), Hæckel réformait la théorie des feuillettes germinatifs et fondait sa *théorie de la Gastræa*. E. Ray-Lankester, Francis Balfour, les frères Oscar et Richard Hertwig, contribuaient à cet avènement d'une nouvelle Embryologie comparée. Dès cette époque, Hæckel en était arrivé à conclure que, chez tous les Métazoaires, les commencements du développement embryonnaire sont essentiellement les mêmes, et qu'il est par conséquent légitime d'en dégager des notions positives sur la commune descendance de ces ancêtres. L'œuf unicellulaire est une réminiscence, un souvenir, une répétition de la structure unicellulaire des ancêtres des Métazoaires, les Protozoaires. La *Blastula* correspond au *Volvox* ou à quelque forme ancestrale analogue. La *Gastrula* est la répétition héréditaire de la *Gastræa*, forme ancestrale commune de tous les Métazoaires, y compris l'Homme.

L'existence individuelle de tout homme débute, en effet, par une cellule ovulaire. « On ne saurait trop insister, dit Hæckel, sur l'importance phylogénique de la cellule ovulaire et sur celle de son développement chez l'Homme. Car tous les processus remarquables en vertu desquels le germe et le corps du Vertébré qui s'en développe sort de ce simple corpuscule de plasma, sont, pour l'essentiel, exactement les mêmes chez l'Homme et chez tous les autres Mammifères, sans en excepter naturellement les Anthropoïdes (E. SELENKA). » Ainsi que celui de tous les autres Vertébrés, le commencement de l'existence individuelle de l'Homme peut être déterminé avec précision. Au moment où les deux

dans le permien, les plus vieux *Reptiles* (*Proreptilia*). L'ordre de succession dans lequel apparaissent les fossiles de ces classes d'Anamniens dans les formations paléozoïques correspond, de tous points, à leur ordre phylétique d'apparition en anatomie comparée et en embryologie.

3. L'unité de la classe des *Mammifères* et la succession historique de leurs trois sous-classes (*Monotrèmes*, *Marsupiaux*, *Placentaliens*) résultent, avec toute évidence, des documents fournis par la Paléontologie, l'Anatomie comparée et l'Embryologie. Des nombreux rameaux de l'arbre généalogique des Placentaliens, qui fleurirent surtout à l'époque tertiaire, un seul est important pour notre descendance directe, celui des Primales.

noyaux des deux éléments reproducteurs, l'ovule maternel et le spermatozoïde paternel, dont la fusion a formé une nouvelle cellule, la *cytula*, s'unissent en un nouveau noyau cellulaire, l'existence personnelle de l'Homme commence.

L'*Amphioxus*, le seul survivant de la classe des Acraniens, n'est point le père commun du phyle des Vertébrés, mais il était apparenté à cet ancêtre, et, si les Amphioxides avaient aussi péri, comme tant d'autres parents de notre lignée, on serait sans doute incapable d'indiquer avec quelque sûreté les origines de la phylogénie des Vertébrés. En haut, l'*Amphioxus* est relié aux jeunes larves des Cyclostomes, les plus anciens Craniotes, les premiers Vertébrés chez lesquels le crâne et le cerveau apparaissent : les Cyclostomes sont les ancêtres présiluriens des Poissons. En bas, l'embryologie de l'*Amphioxus* et des Ascidies révèle l'existence d'un ancien groupe inconnu de Chordoniens, de *Prochordoniens*, d'où sont sortis, d'une part les Tuniciers, de l'autre les Vertébrés. Chez les larves libres et mobiles des Ascidies apparaissent les rudiments incontestables de la *moelle épinière* et de la *corde dorsale*, exactement comme dans les *Amphioxus*. Les *Prochordoniens* (*Ur-Chordathière*) eux-mêmes auraient dérivé d'une branche de Vermaliens, de Vers. Le *Balanoglossus* et les *Nemertina* devaient leur être apparentés. Entre ces

Vers et le groupe ancestral des Gastréades, une longue série de formes intermédiaires a sûrement existé aux périodes cambrienne et laurantiennne. Les anciens *Rotatoria* et les *Turbellaria* faisaient sans doute partie de cette série. Mais, si ces chapitres de notre histoire généalogique sont pour nous aujourd'hui d'une obscurité profonde, presque désespérée, la phylogénie des Mammifères ressort au contraire avec clarté des enseignements de l'Anatomie comparée, de l'Embryologie et de la Paléontologie. *Les ancêtres placentaliens immédiats de l'Homme étaient bien des Primates tertiaires* (LAMARCK, DARWIN, HUXLEY), *et ces Primates, si rapprochés de l'Homme, étaient des Singes anthropoïdes catarrhiniens.*

La descendance de l'Homme de Primates tertiaires éteints n'est plus une hypothèse : c'est un *fait historique*. La portée incommensurable qui résulte de cette constatation assurée, de cette preuve certaine de l'origine de l'Homme, pour tous les domaines de la connaissance, pour toutes les disciplines de la Science et de la Philosophie, ne peut plus échapper à aucune intelligence ouverte, capable de réfléchir et de tirer les conséquences d'un principe, d'un fait démontré.

Jules Soury,

Directeur d'Études
à l'École pratique des Hautes-Études (Sorbonne).

LES NOUVEAUX LABORATOIRES TECHNIQUES DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE ZURICH ET CEUX DE NOS FACULTÉS DES SCIENCES

Depuis quelques années des modifications très importantes ont été apportées au régime administratif et financier de nos Facultés. La possession de la personnalité civile a mis à leur portée des moyens d'action nouveaux ; et le titre d'Université, dont elles ont été dotées, est, dans la pensée de ses auteurs, un appel à leur initiative, leur montrant la voie vers une vie plus indépendante et plus appropriée au rôle social qu'elles ont à remplir.

Convaincus de l'utilité d'un rapprochement de la théorie et des applications, nous avons cherché à mettre la science au service de l'industrie par la création de cours de Chimie appliquée et de Physique industrielle. Mais nous sommes bien loin d'avoir atteint notre but, et, dans la période actuelle de tâtonnements, il est particulièrement instructif d'étudier les laboratoires de science appliquée de l'Étranger et les procédés d'étude qui y sont en vigueur. Nous nous proposons de donner ici une

esquisse des laboratoires d'Électrotechnique et des nouveaux laboratoires de Mécanique de l'École Polytechnique de Zurich. Cette École, l'une des mieux organisées qui existent, est déjà connue des lecteurs de cette *Revue*, où M. Ch.-Eug. Guye lui a consacré un important article¹. N'ayant garde de revenir sur un sujet très bien traité ici même, nous laisserons de côté la disposition générale de ce grand établissement, et nous nous bornerons à faire connaître les nouveautés qui le concernent, en même temps que nous signalerons certains caractères de ses méthodes d'enseignement. Comme conclusion, nous indiquerons les moyens à mettre en œuvre pour remédier à l'insuffisance actuelle de notre enseignement technique et les progrès qu'un peu de bonne volonté rendrait prochainement possibles en France.

¹ *Rev. gén. des Sciences*, tome VIII, p. 83, 1897.

L'Institut de Physique contient tous les locaux, salles de cours et laboratoires pour les divers enseignements de Physique donnés aux 800 à 900 élèves que comptent actuellement les sept Sections de l'École; mais sa partie la plus intéressante est le laboratoire d'Électrotechnique, qui est plus spécialement l'œuvre de son éminent directeur, M. H.-F. Weber. Il est destiné, en première ligne, aux élèves de la Section de Mécanique. Ceux-ci terminaient autrefois leurs études en trois ans et ne faisaient qu'accessoirement, au cours de la troisième année, quelques travaux pratiques d'Électricité. Pour donner à cette science la place qui correspond à son importance, plutôt que de fonder une Section spéciale d'Électricité on a préféré augmenter la durée des études de la Section de Mécanique d'un semestre entièrement consacré à l'Électricité, et établir ainsi une indissolubilité complète entre ces deux enseignements.

Les étudiants sont d'abord initiés à la pratique des mesures électriques courantes, telles que la détermination des résistances, forces électromotrices, intensités, capacités et coefficients d'induction, mesures qu'ils font généralement seuls; puis ils se réunissent par groupes pour exécuter des opérations plus compliquées. L'étude d'une lampe à incandescence, par exemple, exige la collaboration de trois observateurs, dont l'un fait les mesures photométriques pendant que les deux autres prennent la différence de potentiel et l'intensité du courant. Une fois rompus aux mesures de laboratoire, ils passent dans la salle des machines¹.

De cette salle, qui mesure 12 mètres sur 14, dépendent un atelier et deux cours, dont l'une, couverte, est aménagée en vaste laboratoire de mesures pour les observations complétant les travaux de la salle des machines, mais devant se faire à distance à cause des trépidations. L'autre cour est occupée par plusieurs batteries d'accumulateurs. Enfin, grâce à la possibilité d'utiliser le courant alternatif de la ville comme puissance mo-

trice et comme objet d'étude, on a pu installer dans le sous-sol un certain nombre de manipulations.

C'est le courant alternatif sous ses différentes formes, mono et poly-phasé, à haut et bas voltage, qui tient la place la plus importante dans les travaux des élèves et pour lequel le laboratoire est outillé avec un véritable luxe. Choix très heureux, si l'on considère l'importance pratique de plus en plus grande que prend cette forme de courant électrique. Il n'y a, d'ailleurs, pas de branche de la Physique où l'expérimentation soit plus nécessaire pour compléter l'étude abstraite: on ne possède réellement les propriétés d'un alternateur ou d'un transformateur d'une façon suffisamment intuitive pour en faire des applications, que quand on les a fait fonctionner soi-même dans toutes les circonstances possibles.

Les travaux de la salle des machines exigent généralement la coopération d'un assez grand nombre d'étudiants. Pour l'étude d'un transformateur, six instruments doivent être observés simultanément: un volt-mètre, un ampère-mètre et un watt-mètre sur chacun des deux circuits. Dans la mesure du rendement d'une dynamo en dérivation, par le dynamomètre de transmission, un étudiant établit l'équilibre au dynamomètre, deux autres prennent les nombres de tours du dynamomètre et de la machine, deux autres encore déterminent les deux facteurs de l'énergie fournie, et un sixième mesure l'intensité d'excitation. Presque toujours, un groupe de cinq à six étudiants reste sous la direction d'un assistant pendant toute la durée du travail. Ce n'est, d'ailleurs, que grâce à cette surveillance constante que certains travaux peuvent être faits sans danger. Toutes les précautions d'isolement sont prises avec le plus grand soin, et des inscriptions « *2.000 volts, mortel* » sont faites pour inspirer la prudence.

La tâche d'un groupe est, en général, assez considérable par rapport au temps dont il dispose. Les élèves sont donc obligés de prendre l'habitude précieuse de faire rapidement beaucoup de travail expérimental. Une même observation est répétée dix ou vingt fois, de façon à éliminer les erreurs provenant d'un défaut de concordance dans l'instant des observations aux différents appareils. Chaque étudiant fait couramment plusieurs centaines d'observations dans le cours d'une manipulation de quatre heures. Indépendamment de la notion toute expérimentale que cette manière de faire donne de la valeur des observations isolées et des moyennes, elle a l'avantage de faire vivre l'étudiant avec la machine pendant un temps prolongé. Sa mémoire se pénètre ainsi sans effort de toutes ses particularités.

Les moyennes des séries d'observations seules

¹ On remarque, au plafond de cette salle, des transmissions qui amènent aux nombreuses machines dynamos alignées sur trois côtés de la salle la puissance de deux moteurs à gaz de 8 chevaux placés dans le sous-sol. Sur les arbres de transmission, des cônes, faisant l'office de poulies de diamètres variables, permettent de régler la vitesse des machines à un ou deux millièmes de sa valeur près. Sur le côté des dynamos, de grands cercles divisés en bronze servent à relever, au moyen d'un contact variable, la valeur de la force électro-motrice en fonction de la phase. Des rhéostats, des tableaux de 100 lampes à incandescence, réunies par files de 10, servent à faire travailler les machines en charge. La même salle est pourvue de transformateurs et d'appareils de mesure: volt-mètres, ampère-mètres, watt-mètres, etc...

sont portées dans les colonnes d'une feuille préparée à cet effet par l'assistant et que les étudiants copient de façon à se constituer une collection de documents expérimentaux. Les instruments qui ont servi à la manipulation sont étalonnés aussitôt après par comparaison avec des instruments sûrs; le même jour également sont terminés les calculs et leur représentation graphique; ainsi le veut la règle de la maison. Le professeur peut alors discuter les résultats des opérations et rechercher les erreurs avec les élèves pendant que l'impression est encore fraîche dans la mémoire.

Les quatre assistants du Service électrotechnique font manipuler 24 élèves en même temps par groupes de 6. Ce personnel était donc juste suffisant pour occuper les 56 étudiants de la Section de Mécanique du semestre d'été de 1898, dont 21 travaillaient 16 heures par semaine et 35 travaillaient 8 heures.

Si l'on ajoute 31 étudiants des sciences inscrits pour un travail variant de 4 à 24 heures par semaine, il en résulte une population de 87 élèves qui se trouve sous la direction du Professeur Weber. Ce nombre donne une idée de l'importance du laboratoire. On l'estimera d'autant plus grande qu'une notable partie des élèves sont des étrangers de tous les pays d'Europe, qui retournent plus tard chez eux pour utiliser et souvent enseigner à leur tour les connaissances acquises à Zurich.

Nous ne nous attarderons pas à la description des travaux de Physique générale en vue de la préparation à la carrière de l'Enseignement. Ce genre d'études est très développé chez nous, et je crois que l'on trouverait difficilement à Zurich un choix aussi riche de manipulations correspondant au degré de la licence que celui du laboratoire d'enseignement de la Sorbonne. La principale différence avec nos méthodes réside dans ce fait qu'on sacrifie toujours le nombre des manipulations à la qualité. A Zurich, un élève continue à travailler une même question jusqu'à ce qu'il soit arrivé à un résultat satisfaisant, au lieu d'exécuter, à heure fixe, un travail souvent arrêté des mois à l'avance par un tableau de roulement. Cette méthode suppose essentiellement que les appareils restent sur les tables, suivant l'habitude allemande, et non dans les armoires, comme chez nous; ce qui exige plus de place que nous n'en avons en général. Et puis, les examens ayant un caractère moins encyclopédique, il n'est pas nécessaire de considérer le laboratoire comme une occasion de combler les lacunes du cours. On a toute liberté pour graduer la durée et l'importance des travaux, de façon à amener progressivement l'étudiant à la production scientifique originale, à laquelle il s'essaiera dans sa thèse de doctorat. L'opinion du Professeur Weber, qu'un

seul travail approfondi contribue plus à former un physicien qu'un grand nombre d'exercices, me paraît absolument justifiée.

Ne pourrait-on pas, chez nous, remplacer le troisième des Certificats d'études supérieures constituant la licence par une thèse d'importance moindre que celle du doctorat? Le choix de ce certificat est souvent dicté par la seule préoccupation d'arriver rapidement au but avec le plus petit effort. Il y aurait tout avantage à lui substituer une étude qui pourrait être faite avec intérêt et serait d'autant plus bienfaisante qu'elle mettrait en jeu d'autres facultés de l'esprit que l'effort, toujours identique à lui-même, de mémoire et d'assimilation.

II

On comprend, sous le nom de laboratoires de Mécanique, deux sortes d'établissements bien distincts : les laboratoires de résistance des matériaux et les laboratoires de Mécanique au sens plus étroit, ces derniers ayant pour but l'étude de la production et de la transmission de la force motrice et de quelques questions connexes. Ces deux genres de laboratoires ont aussi peu de rapport l'un avec l'autre que les laboratoires de Physique avec ceux de Chimie, et il n'y a pas de raison pour les réunir.

Aussi, à Zurich, il y a un laboratoire de résistance des matériaux, qui rend des services importants depuis bien des années sous la direction de son habile organisateur, le Professeur Tetmayer, tandis qu'un laboratoire de Mécanique de conception moderne, le dernier venu des établissements techniques de l'École, ne sera achevé qu'au printemps prochain.

Fondé en 1879 dans des conditions très modestes, le Service de résistance des matériaux possède depuis 1886 un Institut digne de lui, qui a coûté plus de 200.000 francs. Dans un rez-de-chaussée de 8 mètres sur 20 mètres se trouvent un grand nombre de machines de puissances et de types divers pour la détermination de la résistance à la traction, à la compression, à la flexion et à la torsion. Un atelier est spécialement outillé pour la préparation des éprouvettes. Des laboratoires de Chimie et de Physique, desservis par un personnel exercé, donnent tous les renseignements utiles sur la composition et les propriétés physiques des matières examinées. Enfin, la plus grande partie du sous-sol, dont la figure 1 représente une des salles, est consacrée à la préparation des ciments, des mortiers et des terres cuites. L'une des principales difficultés de cette préparation réside dans la part d'arbitraire qu'apporte nécessairement tout opérateur; aussi, pour l'éliminer autant que possible, on a cherché à rendre toutes les opérations

mécaniques. D'où un matériel assez compliqué, auquel s'ajoutent encore des étuves sèches et humides, des fours et des appareils à basse température pour essayer l'effet de la gelée. Pour donner une idée de l'activité de ce laboratoire, nous reproduisons ici le relevé des essais effectués pendant l'année 1895 pour le compte de personnes ou de Sociétés étrangères à l'établissement :

Moellons	5.493	essais.
Ciments et mortiers	17.435	—
Bois	174	—
Métaux	4.810	—
Cordes et courroies	567	—
Divers	903	—
Total	29.382	essais.

Le nombre considérable des essais sur les mortiers et les ciments, qui représente seul plus de la moitié du travail de l'Institut, mérite de retenir l'attention. Nous avons peut-être ici l'un des exemples les plus caractéristiques de l'influence heureuse que peut exercer la science sur le développement d'une industrie. Depuis quelques années, en effet, l'exploitation des chaux hydrauliques et des ciments a pris en Suisse une extension considérable; de toute part on voit, dans les pentes verdoyantes, de grandes brèches grises au bas desquelles sont des établissements où l'on broie et l'on calcine les matières qui en sont extraites. Et si, parmi la grande variété des marnes et des calcaires, on a pu découvrir avec certitude quelles sont les couches susceptibles d'être exploitées, on le doit à la possibilité d'obtenir du laboratoire de Zurich des renseignements précis sur toutes les propriétés, mécaniques, physiques et chimiques, du produit.

Bien que dirigé par un professeur de l'École Polytechnique, ce n'est que depuis peu d'années que le laboratoire de résistance des matériaux est devenu un établissement d'enseignement. Voici la liste des travaux pratiques qui y sont régulièrement effectués par les élèves :

1° Détermination du coefficient d'élasticité du fer forgé;

2° Détermination de la qualité de la fonte;

3° Détermination de la qualité des fers de construction;

4° Détermination de la qualité du fer à rivets;

5° Détermination de la qualité des rails;

6° Détermination de la qualité du fil de fer et des câbles;

7° Étude des méthodes d'essai des ciments.

Cet enseignement, qui vise directement les cas de la pratique, est obligatoire pour les étudiants du Génie civil, lesquels ont été au nombre de 16 en 1895. Seulement, et ceci montre combien l'intérêt de ces méthodes est ressenti par la jeunesse stu-

dieuse, leur petit groupe a été augmenté de 66 élèves bénévoles de la Section de Mécanique.

Là ne s'arrête pas l'activité de cet Institut; c'est aussi un établissement de recherches scientifiques, et tous les ans paraissent des travaux originaux du professeur et de ses collaborateurs, éclaircissant quelque point obscur de la science de l'Élasticité ou discutant un nouveau procédé d'investigation. La collection, déjà riche, de ces mémoires n'est pas le moindre titre à la notoriété dont il jouit.

III

J'arrive à la partie la plus caractéristique des laboratoires de Zurich: le nouvel Institut de Mécanique en construction, et qui doit être complètement terminé cette année à Pâques.

Soucieux de conserver son rang à l'École de Zurich, son Conseil s'est ému du grand succès obtenu par les laboratoires de Mécanique en Angleterre et surtout en Amérique¹, et, suivant un mouvement qui a gagné l'Allemagne, il a obtenu du Conseil fédéral un crédit de 425.000 francs pour la construction et un crédit annuel de 38.700 francs pour les dépenses courantes du nouvel établissement.

Les plans en ont été établis conformément à une idée directrice particulièrement heureuse, empruntée aux établissements de même genre de Munich et de Darmstadt: la combinaison d'une station centrale d'éclairage électrique pour les divers Instituts de l'École Polytechnique, et d'une installation de chauffage pour un certain nombre de salles de cours et de dessin et le laboratoire de Mécanique. Un groupe imposant de chaudières et de machines à vapeur fournit la puissance nécessaire à l'éclairage et à toutes les expériences, puis la vapeur va abandonner dans les appareils de chauffage la chaleur qu'elle détient, à peine diminuée d'un faible pourcentage par le passage à travers les machines motrices.

Les avantages de ce système sont, en premier lieu, d'ordre économique. Ensuite le régime de tra-

¹ La *Revue* a, comme savent ses lecteurs, souvent fait campagne pour obtenir la création de laboratoires de Mécanique en France. N'est-il pas honteux pour notre pays de ne posséder, pour l'étude expérimentale de la Mécanique, aucun laboratoire, absolument aucun? La Faculté des Sciences de Paris crée actuellement un laboratoire qui, placé sous la direction d'un savant hautement qualifié, M. R. Kœnigs, va aborder, par voie expérimentale, l'étude du frottement et des conditions de fonctionnement des systèmes articulés employés dans l'industrie. C'est bien, mais encore très insuffisant. Il faudrait créer aussi l'étude, par les procédés physiques, de la génération et de la transformation de la chaleur dans les machines. Ce genre de recherches est aujourd'hui brillamment représenté en Amérique, en Angleterre, en Allemagne, et nul en France.

vail régulier auquel est soumise l'installation et qui est très favorable à l'expérimentation, est précieux pour le maintien d'une bonne discipline et d'une exacte responsabilité du personnel de service; en outre, l'importance de l'éclairage à fournir conduit à adopter des moteurs suffisamment puissants pour aborder, dans les conditions de la pratique, l'important problème de l'expansion multiple.

La division thermique comprend, en effet, quatre chaudières de types différents, pourvues, entre

machine à vapeur Compound de 40 chevaux, pouvant être poussée à 100, servira de réserve pour l'éclairage. La collection des moteurs à vapeur est complétée par une machine verticale de 10 chevaux et par une turbine de Laval. Une tuyauterie, étudiée avec soin, permettra de faire toutes les combinaisons possibles entre les chaudières, les moteurs et les appareils de condensation. L'établissement possédera aussi, dès maintenant, un moteur à gaz de cinq chevaux et un moteur à pétrole de même

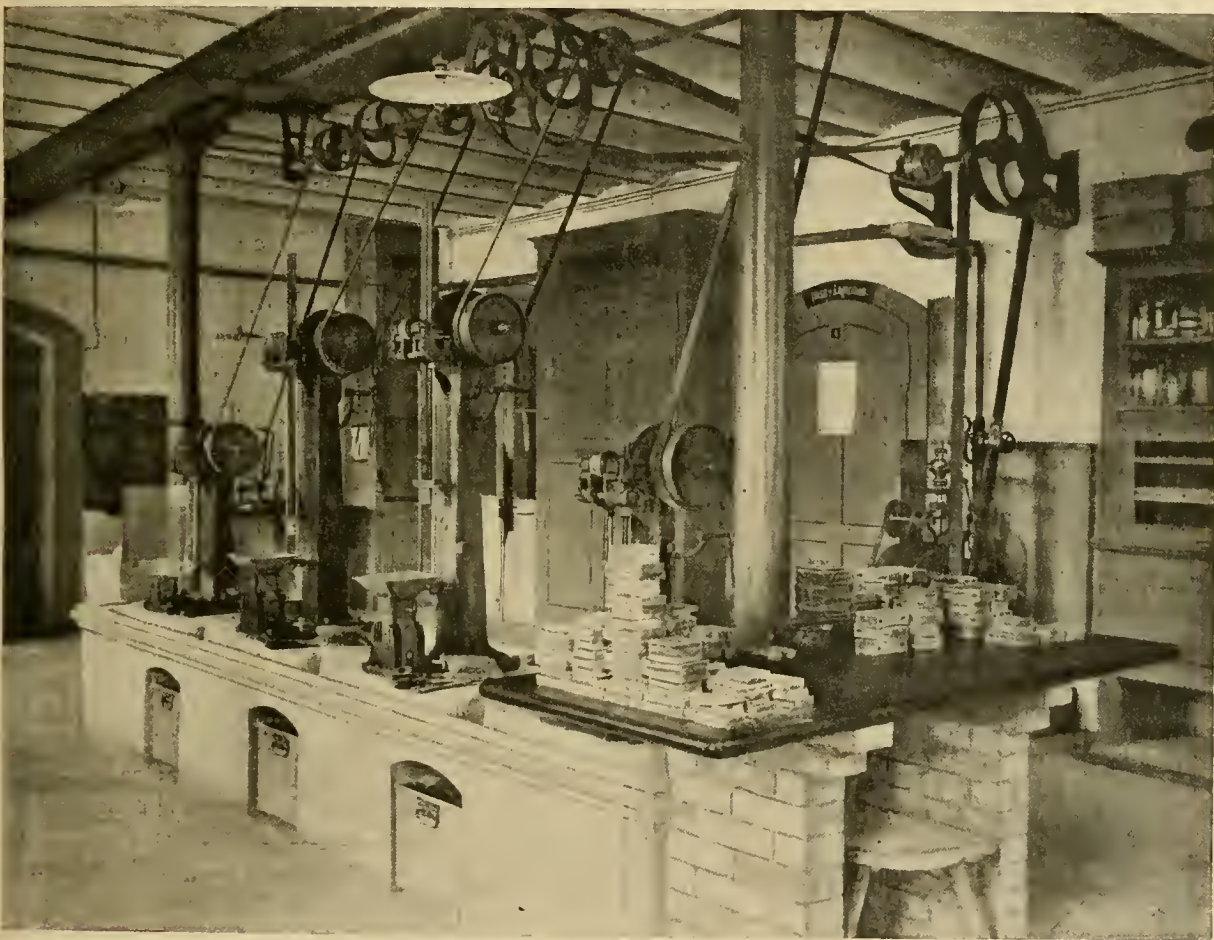


Fig. 1. — *Atelier des Ciments de l'Institut de résistance des matériaux à l'École Polytechnique de Zurich.* — On y voit quatre appareils servant à évaluer la résistance des matériaux hydrauliques aux percussions produites par la chute d'un bélier.

autres, des appareils nécessaires pour la charge automatique de la grille, le chauffage au pétrole, le chauffage au charbon pulvérisé avec injection d'air. La vapeur, que l'on peut faire passer par un surchauffeur, est utilisée dans une machine de 120 chevaux, à trois cylindres, dont chacun est muni d'un appareil de distribution de type différent. Cette machine pourra travailler à simple, double et triple détente, avec ou sans condensation, avec ou sans chauffage des enveloppes. La position relative des manivelles, la course des pistons et la grandeur des espaces nuisibles pourra être modifiée. Une

puissance; un emplacement a été réservé pour un moteur à gaz pauvre de 50 chevaux, qui l'occupera dès que le type de ce genre d'appareil sera suffisamment fixé par la pratique.

Il est indispensable, pour l'essai des moteurs qui font l'objet de la Section d'Hydraulique, de disposer d'un débit d'eau convenable sous une pression constante dont la valeur puisse être variée à volonté. On a obtenu ce débit au moyen d'un réservoir placé sur une tour de 40 mètres, auquel aboutissent des conduites munies de déversoirs permettant de graduer les pressions de cinq en cinq mètres. Ce

réservoir est alimenté au moyen de pompes actionnées par les machines à vapeur. Un réservoir plus grand, à basse pression, donne des chutes allant jusqu'à 4^m.50. Il est alimenté par les pompes et par des éjecteurs utilisant l'eau du réservoir à haute pression.

Les moteurs comprennent deux turbines à axe vertical, de 80 centimètres de diamètre, dont les vannages peuvent être démontés et remplacés avec facilité. On pourra ainsi résoudre à peu de frais toute une série de questions sur le tracé des aubes, sur lequel on ne possède que des déductions *a priori*, mal étayées par des expériences rarement comparables. Toute l'attention nécessaire a été apportée à la mesure des débits, l'opération la plus délicate dans l'établissement du rendement d'une turbine. Les réservoirs sont exactement jaugés, et la véritable rivière artificielle que l'on met en mouvement dans les sous-sols coule dans des canaux en béton rectangulaires, appropriés aux mesures de vitesse et pourvus de déversoirs convenables. Une roue Pelton sera spécialement disposée pour l'étude des régulateurs de vitesse; on pourra intercaler sur sa conduite d'amenée un tuyau de 200 mètres, destiné à élucider les effets de masse sur ces régulateurs et à déterminer les pertes de charge dans les tuyaux.

Les trois machines dynamos, la batterie d'accumulateurs, un moteur asynchrone et un tableau de distribution forment un appoint très appréciable au matériel de l'électrotechnique.

Il est difficile de montrer, dans cette esquisse trop sommaire, combien les organisateurs de ce laboratoire, les Professeurs Stodola et Prasil, ont eu le souci de n'oublier aucune des questions de la Mécanique accessible à l'expérience, et comment ils y ont réussi. Même les parties secondaires du matériel ont été adaptées à l'étude: les transmissions, disposées à une faible hauteur au-dessus du sol pour être facilement accessibles, sont pourvues de plusieurs dynamomètres. Un grand treuil électrique de 10 tonnes, qui dessert la travée principale de la salle des machines, les appareils de chauffage et de ventilation, choisis de types différents, sont autant d'objets d'expérimentation. Je pense, avec les auteurs de cette ingénieuse installation, que, si certains laboratoires d'Amérique possèdent des machines plus puissantes, on ne trouverait nulle part un matériel plus complet et mieux approprié à l'étude de l'ensemble des questions qui intéressent le mécanicien.

IV

Au risque de répéter des choses déjà souvent dites et d'insister sur une situation douloureuse à notre amour-propre, il est nécessaire de comparer

ce que nos Ecoles françaises sont en mesure de faire pour répondre aux desiderata de l'industrie moderne et ce qui se fait à l'Etranger.

Jetons d'abord un coup d'œil sur le nombre de jeunes gens, munis de connaissances scientifiques, que l'enseignement supérieur verse annuellement dans la vie pratique en Allemagne et chez nous.

Il existe en Allemagne neuf écoles polytechniques, dont la moins fréquentée, celle de Braunschweig, compte actuellement 363 élèves; la plus fréquentée, celle de Berlin, 2.906. Le nombre total de leurs étudiants se trouve être exactement de 10.000. On doit ajouter l'appoint considérable des chimistes qui sortent des Universités. En supposant une scolarité moyenne de trois ans, le contingent annuel des ingénieurs disponibles est donc de plus de trois mille! Nous n'avons à leur opposer que les 230 à 240 élèves sortant tous les ans de l'Ecole Centrale! (Il serait erroné de faire entrer en ligne de compte nos trois Ecoles des Arts et Métiers et quelques établissements de même niveau, parce qu'alors il faudrait aussi mettre en ligne de compte les élèves des écoles techniques, très nombreuses en Allemagne, où il n'en existe pas moins de six qui préparent spécialement à la carrière d'ingénieur-électricien.)

Le graphique de la figure 2 exprime la marche du nombre des élèves des écoles polytechniques allemandes pendant les quinze dernières années. A partir de 1885 environ, il s'est manifesté un accroissement rapide de leur fréquence parallèlement avec l'essor prodigieux des industries mécaniques et électriques pendant la même période. La moitié du nombre total des élèves appartient aux Sections de Mécanique et d'Electrotechnique.

Il est donc de toute évidence que notre industrie ne lutte pas à armes égales contre la concurrence extérieure et qu'une des conditions essentielles de son relèvement est une plus grande diffusion des connaissances scientifiques.

Ce point dûment constaté, analysons la marche d'une éducation technique. Elle est, en France, essentiellement différente pour la Chimie d'une part, la Mécanique et la Physique de l'autre. Si nous prenons le programme de la Section de Chimie de l'École de Zurich ou d'une école polytechnique allemande, nous y trouvons fort peu de cours ou d'exercices pratiques qui seraient déplacés dans nos Facultés des Sciences. Tout au plus, certains cours, décrivant des industries particulières, auraient-ils un caractère plus spécial que nous ne le voudrions dans des établissements dont la science pure doit rester le premier souci. Ce qui forme partout le fond de l'éducation du chimiste, c'est le laboratoire; et, nous aussi, nous estimons que, quand un étudiant se sera exercé pendant

trois, quatre ou cinq ans dans ceux de nos Facultés, il sera prêt à rendre des services. En d'autres

le jeu de l'imagination, de l'idée à la réalisation concrète. Depuis quelques années seulement on a

termes, nous avons, dès maintenant tous les éléments nécessaires pour préparer à la carrière de chimiste; il suffit de les développer davantage, et les lecteurs de la *Revue* savent ce qui a déjà été fait dans cette voie¹.

Tout autre est chez nous l'éducation de l'ingénieur ou de l'électricien. On commence par compléter son éducation mathématique, à laquelle on consacre généralement presque toute la première année d'études. Puis, l'enseignement technique proprement dit consiste à enrichir sa mémoire d'un grand nombre de formes et d'éléments de construction et à éclairer son jugement sur le parti que l'on peut en tirer, au moyen de cours décrivant en détail des installations mécaniques. Mais le rôle le plus important est dévolu à la salle de dessin. C'est là que se développe son aptitude la plus haute, qui consiste à passer, par

le jeu de l'imagination, de l'idée à la réalisation concrète. Depuis quelques années seulement on a éprouvé le besoin d'ajouter à ces deux premières parties une troisième en développant considérablement les travaux de laboratoire. Elle a sa raison d'être dans les exigences particulières de l'étude de l'Électricité, et, pour la Mécanique, elle a été amenée par les nécessités de la concurrence. Il faut, de nos jours, envisager, dans les cahiers des charges, non seulement la conception rationnelle, mais aussi la bonne exécution d'une installation; et le succès sera pour celui qui présentera les garanties les plus élevées. Il faut donc que l'ingénieur sache mesurer les rendements. L'adjonction de cette troisième partie a été d'autant mieux accueillie qu'elle favorise singulièrement l'éducation de l'imagination visuelle qui est le principal objet de la salle de dessin.

Or, si les cours d'enseignement scientifique général et les exercices de laboratoire de toute espèce sont du domaine de nos Facultés, en fait il leur est impossible actuellement d'en-

Nombre des étudiants



Fig. 2. — Fréquentation des écoles polytechniques allemandes.

¹ Voyez à ce sujet les beaux articles de M. Haller.

seigner la construction, et en principe je crois que ce n'est pas leur rôle. Il en résulte qu'elles peuvent bien préparer à quelques fonctions exceptionnelles, comme celle d'employé d'un bureau de mesures électriques, mais qu'elles sont impuissantes à conduire, à elles seules, un étudiant de Mécanique ou de Physique jusqu'à une carrière pratique déterminée.

Des difficultés de ce genre s'opposent à ce que l'École municipale de Physique et de Chimie de Paris prépare d'une manière complète des électriciens, et par la force des choses elle devient de plus en plus une école de Chimie. L'École supérieure d'Électricité, au contraire, qui répond à un besoin bien déterminé en donnant en un an un complément de science électrique à des ingénieurs sortis la plupart de l'École Centrale ou de l'École Polytechnique, est en pleine voie de développement.

Dans nos Facultés de province le public des cours de Physique industrielle est assez hétérogène. Il se compose de curieux attirés, par les expériences, de candidats au titre de licence que confère l'examen de fin d'année, et de quelques personnes d'âge plus avancé, possédant à des degrés divers les aptitudes de l'ingénieur. C'est pour ces dernières, bon gré mal gré, que l'on fait le cours, parce que l'on sent que ce sont les seules qui peuvent réellement en profiter.

Il faut donc modifier notre organisation, si nous voulons diffuser la Physique et la Mécanique dans l'industrie.

V

La solution la plus complète du problème serait la création, dans quelques centres industriels de province, d'écoles polytechniques largement dotées et possédant une complète liberté d'enseignement. Pour le moment, étant données les difficultés que rencontrerait un projet aussi considérable, nous nous contenterons de rechercher les moyens actuellement à notre portée pour nous en approcher. Ils consistent à rassembler dans un petit nombre d'Universités les élèves possédant déjà une certaine culture d'ingénieur et tous les établissements pouvant contribuer à l'enseignement supérieur technique.

Les meilleurs élèves des Écoles des Arts et Métiers formeraient un noyau d'étudiants excellent, possédant à fond l'éducation manuelle et technique que la Faculté ne peut leur donner, et manquant de culture scientifique générale et de science expérimentale. Si l'on excepte l'école qui va s'ouvrir prochainement à Lille, nos Écoles des Arts et Métiers, à Aix, Angers et Châlons, sont loin des Facultés des Sciences. Il faudrait les transférer dans les villes des Facultés et, à cette occasion, les ouvrir à un plus grand nombre d'élèves, et supprimer ou réduire l'internat. Il faudrait surtout leur donner une

grande latitude dans les programmes pour qu'elles pussent, en s'élevant peu à peu, établir une continuité d'enseignements avec les cours des Facultés. D'autres établissements, tels que l'Institut industriel du Nord, l'École Centrale Lyonnaise, l'École d'Ingénieurs de Marseille, pourraient de même, au contact des Facultés, évoluer vers l'enseignement supérieur technique.

En Allemagne, les choses ne se sont pas passées différemment : les Écoles polytechniques ont leur origine dans des écoles des Arts et Métiers dont le niveau s'est élevé progressivement, et ce n'est que depuis peu d'années qu'elles ont rang d'établissements d'enseignement supérieur au même titre que les Universités. Seulement, elles y sont parvenues malgré les Universités, jalouses de leurs prérogatives. Nous n'avons pas à craindre un semblable antagonisme si les Universités prennent l'initiative du rapprochement.

Mais ce n'est là qu'une des faces de la question. On peut, je crois, attendre de la clairvoyance des Universités placées dans les régions industrielles, de grands efforts pour la création d'enseignements et de laboratoires techniques. On pourra peut-être espérer davantage de l'État, des municipalités et de l'initiative privée une fois qu'il sera bien établi qu'on marche vers une organisation d'ensemble de la plus haute utilité. Il n'en est pas moins indiqué de rechercher par quels moyens indirects on pourrait suppléer à l'insuffisance des ressources actuelles, en combinant les établissements d'enseignement avec certains services d'utilité générale.

Ainsi, on ne devrait créer aucune installation d'éclairage électrique dans une Université sans en faire un objet d'étude. Là où l'on se contente d'un moteur à gaz de quelques chevaux, d'une machine dynamo et d'une batterie d'accumulateurs, on devrait de suite aménager les locaux de manière à pouvoir y faire des mesures et se réserver la place nécessaire pour pouvoir ajouter au premier générateur d'électricité quelques appareils de types différents. Dans les établissements où l'enseignement industriel est appelé à se développer, on devrait, suivant l'exemple de Zurich, fonder des stations centrales d'éclairage pour l'ensemble des bâtiments universitaires, qui formeraient la base de laboratoires d'Électrotechnique et de Mécanique établis à peu de frais.

L'enseignement de l'Électricité pourrait encore trouver des ressources dans les stations d'essai des appareils et de vérification des installations électriques, qui surgissent actuellement de différents côtés. Le matériel de ces stations ressemble beaucoup à celui que les Facultés possèdent, en partie, pour l'enseignement des mesures électriques de précision; et les qualités exigées du personnel de

contrôle se rapprochent beaucoup de celles de nos chefs de travaux.

Il serait naturel que l'État s'intéressât à l'organisation de la vérification des instruments électriques aussi bien qu'à celle des poids et mesures; mais ici l'initiative privée, qui y est directement intéressée, fera peut-être davantage. A Paris, il existe deux établissements de ce genre, dont l'un, le « Laboratoire central d'Électricité », a été fondé par la Société internationale des Électriciens, et l'autre « le Bureau de Contrôle des installations électriques » par le Syndicat professionnel des industries électriques.

A Mulhouse, une station de contrôle a été fondée par la Société Industrielle de cette ville; cet établissement est en pleine prospérité et suffit à peine aux demandes.

Enfin, on pourrait peut-être obtenir des subventions des Compagnies d'assurances, qui seraient les premières à profiter des précautions prises dans le montage et l'entretien d'installations électriques. D'autre part, une station de contrôle gagnerait, par son rattachement à l'Université, un caractère officiel et la garantie de sa parfaite indépendance, essentielle à son bon fonctionnement.

Enfin, pour reprendre une idée pour laquelle la *Revue* a souvent combattu, nous n'avons pas actuellement en France de laboratoire de résistance de matériaux autres que ceux de quelques compagnies privées. Tandis qu'à l'Étranger n'importe qui peut être renseigné avec précision, pour une modique somme, sur la valeur d'un fer, d'une pierre de taille, d'un ciment, nous faisons avec une incerti-

tude intolérable toutes les transactions commerciales dont ces matières sont l'objet et qui se chiffrent par centaines de millions. Pour montrer où nous en sommes, je copie textuellement le paragraphe suivant: « Le laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées fait gratuitement les recherches chimiques ou physiques en vue de fournir aux ingénieurs des renseignements relatifs à leur service, et au public des indications sur des sujets d'intérêt général. Ce laboratoire a analysé jusqu'à ce jour près de 30.000 échantillons; mais, en présence de demandes toujours croissantes, dont plusieurs *n'étaient faites que dans un but purement commercial*, on a dû se montrer un peu moins libéral¹. »

Je me garderai bien d'ajouter un commentaire quelconque à cette citation; je constaterai seulement que la nécessité de stations publiques d'essai des matériaux n'est pas contestable et qu'elles doivent, pour rendre pleinement les services qu'on en attend, être rattachées à l'Enseignement supérieur.

Je crois avoir indiqué, dans la dernière partie de cet article, la raison du malaise qu'ont éprouvé plusieurs d'entre nous qui avons été chargés des cours de Physique industrielle dans les Facultés, en face de l'incertitude du but à atteindre. Je suis convaincu que le remède consiste dans la centralisation de l'enseignement technique en un petit nombre d'Universités avec la collaboration de Services jusqu'à présent étrangers aux Facultés des Sciences.

Pierre Weiss,

Maître de Conférences de Physique
à la Faculté des Sciences de Rennes.

REVUE ANNUELLE D'AGRONOMIE

I. — LES RÉCOLTES EN 1898.

J'ai insisté récemment¹ sur les immenses avantages que procureraient à l'agriculture française des irrigations régulièrement pratiquées. Comme pour justifier cette manière de voir, les pluies opportunes du printemps 1898 ont poussé nos récoltes à un taux très élevé. Non seulement nous avons recueilli beaucoup de foin dans nos prairies naturelles ou artificielles, mais, de plus, notre récolte de blé est montée à 131 millions d'hectolitres, atteignant presque la plus forte du siècle, celle de 1874, qui a fourni 134 millions d'hectolitres.

Le mois de janvier 1898 avait été peu humide, mais assez doux pour que le blé n'eût gelé nulle

part; février a apporté aux environs de Paris (pluviomètre de Grignon) 66 millimètres d'eau: mars, 64. Si avril n'a donné que 22^{mm},8, il est tombé 93^{mm},7 en mai, et 57^{mm},4 en juin. Les terres ont donc été très humides, et, naturellement, la nitrification s'y est établie énergiquement, de telle sorte que des terres médiocres ont porté des récoltes infiniment supérieures à celles qu'elles produisent habituellement. Nous avons constaté, en effet, à Grignon, cette année, que le nitrate de soude n'a exercé qu'une très faible influence. Tandis qu'en moyenne les parcelles qui ont reçu par hectare 200 kilos de nitrate de soude ont donné 31^{qm},6 de grain, celles qui en ont été privées en ont fourni 30^{qm},7. Pendant les années humides, les ferments du sol travaillent avec une énergie suffisante pour

¹ *Revue générale des Sciences*, 28 février 1898, 9^e année, n^o 4, p. 150.

¹ H. VUIBERT: *Annuaire de la Jeunesse*, 1898, p. 764.

enlever presque toute utilité à l'épandage des nitrates, nouvelle preuve que, si l'on irriguait, on pourrait considérablement diminuer la dépense d'engrais azotés.

La pluie a empêché les feuilles des céréales de se dessécher rapidement, ainsi que souvent il arrive; elles ont continué à travailler longtemps, aussi la masse de matière végétale élaborée a-t-elle été considérable.

Au moment de la moisson, les gerbes étaient si nombreuses qu'on a cru, pendant quelque temps, que la récolte de blé allait être la plus abondante que nous ayons jamais obtenue; on l'évaluait à 140 millions d'hectolitres! Il a fallu en rabattre. Ces gerbes n'étaient que médiocrement garnies: quelques journées brûlantes dans le midi de la France, la verse dans le nord, ont contrarié la maturation, et les espérances que l'on avait conçues ne se sont que partiellement réalisées. Pour que les épis soient bien garnis, il ne suffit pas que les feuilles du blé aient élaboré beaucoup de matières végétales; il faut, en outre, que les matières azotées produites émigrent des feuilles et des tiges, où elles sont en dépôt, jusqu'aux ovules fécondés. Le transport des matières azotées se produit le premier; ce n'est que plus tard, tout à fait à l'arrière-saison, que les hydrates de carbone, qui se concrètent à l'état d'amidon dans le grain, se forment à leur tour.

Cette élaboration est lente; une température très élevée, une dessiccation trop rapide la retardent ou l'arrêtent complètement. C'est là ce qui semble s'être produit dans notre région méridionale, où l'on a récolté beaucoup de paille et peu de grain. Dans le nord, une autre cause a réduit les rendements. Sous l'influence de l'humidité du printemps, les tiges de blé sont devenues très hautes et n'ont pu supporter les lourds épis qui les terminent. Dès le commencement de juillet, sur beaucoup de champs, la verse est survenue.

A Grignon, deux parcelles d'un blé qui, habituellement, résiste bien, le *blé à épi carré*, se sont couchées le 25 juin. Sur toutes les autres parcelles, au contraire, le blé se maintenait droit. Très frappé de ces différences, je demandai à deux de mes élèves, MM. Julien, maître de conférences de Pathologie végétale, et Dupont, chimiste de la station agronomique, de rechercher les causes de cette anomalie.

En déterminant la composition des grains de blé recueillis sur les parties droites et sur les parties versées, on les trouva à peu près semblables; mais, en coupant des surfaces égales, d'un mètre carré, de blé droit ou de blé couché, le 12 juillet, on trouva pour le poids des grains secs: blé versé: 172 grammes; blé droit: 186 grammes.

Les différences à cette date sont faibles, mais elles s'accroissent pendant les dernières semaines, et, le 11 août, lors de la moisson, on a recueilli par mètre carré: blé versé: 241 grammes; blé non versé: 381 grammes.

On voit que le blé versé n'a augmenté que d'une très faible quantité pendant le dernier mois, tandis qu'au contraire le blé resté droit s'est accru infiniment plus: 400 de grain sur la partie déjà versée le 12 juillet sont devenus 440 le 11 août, tandis que 100 de grains de blé resté droit depuis juillet, sont devenus 205 le 11 août. Les deux parcelles versées ont donné respectivement par hectare: 18 et 22 quintaux métriques de grain, 64 et 61 quintaux métriques de paille; tandis que du blé de même variété, semé à la même époque, mais n'ayant pas versé, a donné 37^{qm},5 et 41 quintaux métriques de grain, avec 67 et 73 quintaux métriques de paille.

On voit quel énorme déficit entraîne la verse. Les grains qui ont pu mûrir ont conservé, ainsi qu'il a été dit, leur composition normale; leur teneur en gluten et en amidon ne diffère pas de celle qu'on a recueillie sur les parties restées droites. C'est dans le poids des grains, et non dans leur composition, que gisent les différences; elles sont excessives et il est nécessaire de déterminer la cause de cet accident.

L'humidité du printemps a favorisé le développement des champignons parasites qui vivent sur les tiges de blé. On a vu, sur la partie inférieure de ces tiges, de larges taches dues à la présence de l'*Erysiphe Graminis*, champignon qui cause la maladie appelée *oidium*. En outre, en procédant à l'examen de coupes effectuées dans le bas des tiges couchées, on a constaté qu'elles étaient envahies par le mycélium d'un autre champignon parasite qui, pénétrant au travers des cellules, les vidait et en rongeaient les tissus. Ce champignon, que les mycologues désignent sous le nom de *Ophiobolus Graminis*, remplit parfois de son mycélium le canal médullaire, perfore les vaisseaux, retarde ou arrête les communications entre les racines et le haut des tiges. L'*Ophiobolus Graminis*, produisant la maladie dite du *piétin*, s'est établi, dès le mois de juin, sur le blé des parcelles qui devaient verser un peu plus tard, et l'on constatait à cette époque beaucoup de tiges et de jeunes épis blanchis, décolorés, présentant tous les caractères du *blé échaudé*, c'est-à-dire du blé qui, ne recevant plus de la racine une quantité d'eau suffisante pour compenser l'évaporation, s'était desséché. Ces tiges de blé, ainsi attaquées par le champignon, n'ont plus présenté qu'une faible résistance à la verse. Elle est due surtout, d'après les auteurs, à l'influence des champignons parasites.

Parmi les botanistes qui se sont occupés des cau-

ses qui déterminent la verse¹, MM. Prillieux et Delacroix l'attribuent à cet *Ophiobolus Graminis* dont nous venons de parler; d'après M. Louis Mangin, le parasite le plus redoutable serait le *Leptosphaeria herpotrichoides*. En contaminant systématiquement les pieds du blé avec les spores de ce champignon, il les a tous fait périr, tandis qu'une partie seulement de ceux qui furent inoculés avec l'*Ophiobolus* présentèrent des altérations suffisantes pour les faire verser.

Les registres de la station agronomique de Grignon montrent que la verse s'est déjà produite souvent sur les deux parcelles où on l'a observée encore cette année, et il n'est pas impossible que le sol n'y soit chargé des spores du champignon qui détermine le *piétin*. Ces spores ne mûrissent et ne se répandent qu'à l'arrière-saison, et on conçoit, dès lors, que, si l'on déchaume immédiatement après la moisson avec un scarificateur, et qu'à l'aide d'une herse, puis d'un râteau à cheval, on enlève les chaumes déracinés, puis qu'on les brûle, on empêchera la contamination de la terre par les parasites. C'est là une observation qui présente un haut intérêt pratique, car la crainte de la verse, qui sévit surtout sur les blés vigoureux, conduit à restreindre les fumures et, par suite, à abaisser les rendements.

Il ne semble pas, malheureusement, que l'action des parasites soit la seule cause qui détermine la verse; elle a lieu, en quelque sorte, spontanément, par suite du développement exagéré des tiges et du poids trop fort des épis lorsqu'ils sont mouillés par les pluies. C'est ainsi qu'à Grignon on a constaté la verse de l'avoine de *Houdan*, dès la fin du mois de juin. Elle a déterminé une diminution sensible de la récolte. Deux autres variétés à paille forte, « l'avoine *Ligouvo* et celle des *Salines* », ont, au contraire, résisté jusqu'au commencement du mois d'août. La verse n'est survenue que quelques jours avant la moisson et n'a eu d'autre inconvénient que de rendre la coupe un peu plus difficile.

Si la première partie de l'année 1898 a été très humide, pendant l'arrière-saison, au contraire, la pluie a fait défaut et la température s'est beaucoup élevée. La teneur en sucre des betteraves a atteint un chiffre exceptionnel, mais, en revanche, le poids des racines recueillies à l'hectare est resté faible; de telle sorte que, si les cultivateurs ont obtenu pour leurs racines un très haut prix, la médiocrité des rendements a diminué les sommes à recevoir, qui, en général, n'ont pas été plus fortes qu'en 1897.

L'extrême sécheresse de l'automne a exercé sur les raisins une action analogue à celle qu'elle a

eue sur les betteraves; elle a déterminé à la fois une diminution dans la quantité de vin produite et une augmentation de qualité. On évalue à 32.282.000 hectos la quantité récoltée en France, à laquelle il faut ajouter 300.000 pour la Corse et 4.500.000 pour l'Algérie. On arrive ainsi à une production totale de 37.100.000 hectos, dont la valeur dépasserait 961 millions de francs.

II. — FIXATION DE L'AZOTE DANS LE SOL.

Les découvertes successives de M. Berthelot, de MM. Hellriegel et Wilfarth, ayant montré que la fixation de l'azote dans le sol et l'apparition des nodosités à bactéries fixatrices d'azote sur les racines des Légumineuses étaient dues à des microorganismes, on a été naturellement conduit à chercher à cultiver ces ferments. On a espéré que leur propagation dans le sol exercerait une influence décisive sur sa richesse en azote combiné, ou sur son aptitude à porter des cultures de Légumineuses. C'est ainsi qu'en Allemagne on a mis successivement dans le commerce de petits flacons renfermant soit la *nitragine* destinée aux prairies artificielles soit, plus récemment, *l'alimite*, qui devait favoriser le développement des céréales.

Les très nombreux essais qui ont été faits en Allemagne, en Angleterre et en France sur l'épandage de la *nitragine* n'ont pas réussi comme on l'espérait. Ces ferments qui déterminent l'apparition des nodosités sur les racines du trèfle, de la luzerne, de la vesce, etc., paraissent être, en effet, tellement répandus que la distribution de nouvelles quantités n'exerce d'ordinaire aucune action utile. J'ai été très frappé cette année qu'une terre de vigne, où certainement on n'a pas cultivé de Légumineuses depuis plus de vingt ans, portât de la vesce dont les racines présentaient autant de nodosités que les plantes ayant poussé dans d'autres sols où la culture de la vesce avait été récente. On en peut déduire que les germes de ces ferments sont ou doués d'une longévité extraordinaire, ou, entraînés par le vent, ils se répandent uniformément partout.

La découverte d'Hellriegel et Wilfarth sur la présence des nodosités à bactéries déterminant une puissante végétation des Légumineuses en sol privé d'azote, a eu un tel retentissement, elle a été vérifiée si souvent avec succès, qu'on s'est accoutumé à l'idée que le développement de ces nodosités à bactéries était la condition même de la fixation de l'azote par les Légumineuses. Quelques auteurs cependant ont élevé des doutes; parmi eux M. Franck et surtout M. Stoklasa, de Prague. Ce physiologiste a annoncé récemment qu'il avait cultivé les lupins en sol dépourvu d'azote, et qu'il avait obtenu de bonnes récoltes, renfermant beau-

¹ *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXXVII, p. 286.

coup plus d'azote que la graine n'en avait apporté, bien qu'il n'eût pas apparu de nodosités sur les racines¹.

Les expériences de M. Stoklasa ont porté sur le *Lupinus angustifolius*, ou lupin bleu. Je les ai répétées avec plein succès. Le mémoire que je publierai sur ce sujet avec M. Bréal est en voie de préparation. Je rapporterai seulement ici les faits suivants : Un sable siliceux, débarrassé de calcaire par un lavage à l'acide chlorhydrique, a été mélangé à des fragments de briques, également lavés. On y a ensemencé dans différents pots des lupins bleus, jaunes ou blancs, en additionnant seulement ce sol stérile d'engrais minéraux : phosphate de potasse, sulfate de magnésie, chlorure de potassium, carbonate de chaux. A la récolte, on reconnut que les lupins blancs ne s'étaient développés qu'autant qu'il était apparu, sur les racines, des nodosités à bactéries. Il n'en fut pas de même pour les lupins bleus; bien qu'ils eussent crû régulièrement, fleuri et formé des graines, qu'ils continssent beaucoup plus d'azote que la semence n'en avait apporté, il n'existait pas de nodosités sur leurs racines. Cette observation confirme donc absolument celle de M. Stoklasa; et, s'il est vrai qu'habituellement les Légumineuses ne fixent l'azote atmosphérique que par l'intermédiaire des bactéries des nodosités, il faut reconnaître qu'il n'en est pas toujours ainsi et que le lupin bleu, notamment, peut vivre sans que ces nodosités apparaissent. Cette plante est, au reste, d'une culture assez difficile; j'ai échoué, dans les essais que j'ai faits pour l'employer comme engrais vert, aussi bien à Grignon que dans la Limagne d'Auvergne, et cette année même je n'ai obtenu que quelques pieds bien venants soit dans une bonne terre de jardin, soit dans une plate-bande d'une terre sablonneuse. En examinant les pots de sable sur lesquels les lupins bleus, au contraire, avaient pris un développement normal, on a constaté à la surface une couche d'algues, et il semble qu'elles aient été l'intermédiaire nécessaire entre les lupins et l'azote atmosphérique.

M. Bouilhac² a montré récemment que les cultures pures du *Nostoc punctiforme* ne fixent de l'azote qu'autant qu'elles sont mélangées à des bactéries. Il est vraisemblable qu'il en a été de même pour les algues qui ont apparu à la surface du sable. Ces algues fourniraient aux bactéries la matière carbonée qu'elles doivent détruire pour fixer de l'azote et, à leur tour, ces bactéries apporteraient aux algues la matière azotée nécessaire à leur développement. Ce serait là un nouvel exemple de cette solidarité des fixateurs de carbone et

des fixateurs d'azote, sur laquelle M. Berthelot a insisté naguère. Les germes des algues et des bactéries ont été apportés par le vent à la surface du sable, qui, bien pourvu de matières minérales, a pu nourrir ces hôtes inattendus. Comment les lupins ont-ils pu profiter de la matière azotée qui se trouvait à la fin des essais en quantité assez notable à la surface des pots puisqu'on y a dosé 83 milligrammes d'azote pour 100 de sable sec? C'est ce que nous ignorons encore.

L'alinite, dont on a fait grand bruit l'an dernier, paraît renfermer les germes de bacilles capables de fixer l'azote atmosphérique. On a mis en vente des tubes renfermant des spores de ces bacilles qu'on devait employer sur les graines des céréales à semer; de nombreux essais ont été faits.

Les résultats ont été encore très divergents : tandis que M. Caron d'Ellenbach, qui, le premier, a tenté de répandre les cultures de bacilles dans les champs cultivés, assure en avoir tiré des avantages marqués; tandis que M. Stoklasa, de Prague, a obtenu par la distribution du *Bacillus megatherium*, qu'il croit être l'agent efficace de l'alinite, des augmentations de récoltes sensibles; tandis encore que M. Grandeau a pu recueillir d'une récolte d'avoine, dont les graines avaient reçu de l'alinite, des rendements infiniment supérieurs à ceux qu'ont fournis des graines simplement chaulées, d'autres bactériologistes ou agronomes, MM. Franck, Stutzer et Wagner, n'ont reconnu aucune efficacité à ces ferments. Ils ont encore été mis à l'étude récemment par M. Malpeaux, de l'Ecole d'Agriculture de Berthonval, dans le Pas-de-Calais. L'addition d'anilite à des semences de blé, d'avoine ou d'orge n'a exercé aucune influence lorsque les graines ont été semées dans du sable pur ou dans une terre arable ordinaire. On a reconnu, au contraire, une légère augmentation de produits quand on a semé dans un terreau, ou dans une terre de bois, par conséquent riches l'un et l'autre en débris organiques.

Il n'y a pas lieu de s'étonner de ces divergences; si le *Bacillus megatherium* a bien la propriété, qu'on lui prête, d'être un fixateur d'azote, il ne peut exercer ses fonctions qu'autant qu'il rencontre dans le sol une matière organique à détruire. L'hypothèse la plus simple qu'on puisse faire sur cette fixation d'azote est celle qui a été émise par Winoogradski. On suppose que le *Bacillus megatherium*, en décomposant un hydrate de carbone, comme du sucre, par exemple, mettrait en liberté de l'hydrogène, qui s'unirait à l'azote libre pour former de l'ammoniaque. La destruction du sucre dans ces fermentations est toujours accompagnée d'une formation d'acide butyrique, d'acide acétique, d'acide carbonique et d'hydrogène; la chaleur, mise en jeu

¹ *Annales agronomiques*, t. XXII, p. 184.

² *Annales agronomiques*, t. XXIV, p. 562; Bouilhac, thèse de doctorat.

par ces combustions internes, favoriserait l'union de l'azote et de l'hydrogène. Dans les nombreuses expériences que j'ai exécutées sur ce sujet, j'ai trouvé que la destruction de 100 grammes de sucre correspondait à la fixation de moins de 2 grammes d'azote. Il est évident que, si l'on répand l'*alinite* sur un sol stérile, dépourvu de matières organiques, ou encore sur une terre qui ne contienne que des matières incapables de nourrir le bacille, on n'obtiendra aucun résultat; tandis qu'on pourra voir l'azote de l'air se fixer dans une terre renfermant des aliments convenables et maintenue dans des conditions (de température et d'humidité) favorables au développement des bactéries.

En résumé, ce qu'il convient de chercher pour que la culture puisse mettre à profit la découverte de la « fixation de l'azote par action microbienne », ce sont les conditions de milieu, d'alimentation, de ces bactéries fixatrices d'azote. Quelle est la matière organique assez commune, d'un prix assez bas, pour que sa destruction par les bactéries fixatrices d'azote puisse devenir avantageuse ?

Il est clair que les substances complexes qui se forment par l'altération successive de la matière végétale dans le sol et qui constituent l'humus, conviennent à l'alimentation de ces bactéries, puisque nous voyons les sols de prairies s'enrichir lentement et que le sol de vieilles prairies qui n'ont jamais reçu d'engrais azotés contient jusqu'à un centième de son poids d'azote combiné. Cet humus existe dans toutes les terres, et, quand les conditions de température, d'humidité et d'aération sont artificiellement maintenues favorables, j'ai constaté que ces terres doublent, en deux ans, la quantité d'azote combiné qu'elles renfermaient à l'origine. Il me semble donc que c'est en caractérisant ces substances nutritives pour les bactéries, en déterminant rigoureusement les conditions favorables à leur développement, qu'on trouvera le succès, bien plutôt que par l'introduction dans le sol de nouveaux ferments. Lorsque les conditions ont favorisé l'activité de l'*alinite*, elle a fixé de l'azote; quand, au contraire, ces conditions ne se sont pas rencontrées, les effets ont été nuls.

Une autre solution de cet important problème : « engager l'azote atmosphérique en combinaison » a été proposée par M. William Crookes, au dernier congrès de Bristol¹. Quand on porte l'air atmosphérique à une température très élevée, au moyen d'un puissant courant électrique, cet air prend feu et produit, par sa combustion, des acides nitreux et nitriques. M. Crookes pense qu'en empruntant la force nécessaire à la production des courants électriques à des chutes d'eau, on pourrait obtenir du

nitrate de soude à un prix plus bas que celui auquel il est offert actuellement par les gisements du Chili. Au Niagara, où l'on tire parti de la chute d'eau, l'électricité peut être vendue à un prix tel que la tonne de nitrate de soude ne reviendrait qu'à 125 francs, au lieu de 187 francs qu'on la paie présentement. — Le point important est de savoir (M. Crookes nous l'enseigne) qu'avec une force électrique suffisante, la combinaison de l'azote et de l'oxygène devient aussi considérable qu'elle est lente dans nos petits appareils, où nous ne mettons en jeu que de faibles étincelles.

III. — LE TRAVAIL DU SOL.

On travaille la terre depuis les temps les plus reculés, et pourtant nous n'avons pas encore une idée précise de l'influence qu'exerce l'ameublissement. Le déterminisme du phénomène, pour prendre l'expression un peu barbare de Claude Bernard, fait encore défaut, et néanmoins les cultivateurs attachent une telle importance à la préparation du sol, son influence sur l'abondance des récoltes est si manifeste, qu'elle doit favoriser quelques-unes des conditions nécessaires à la vie végétale. Or, les plantes ne prospèrent que si elles peuvent enfoncer leurs racines dans un milieu aéré et humide; et lorsque, il y a quelques années déjà, j'ai commencé à chercher quelles différences de propriétés possédait une terre, suivant qu'elle était tassée par la pluie, ou ameublie par les instruments, je me suis préoccupé d'abord de savoir si l'une était moins aérée que l'autre.

En déterminant la quantité d'air contenu dans un sol en place¹, abandonné à la végétation spontanée, ou au contraire, très ameubli, j'ai trouvé un volume d'air bien plus considérable dans la terre meuble que dans la terre tassée; celle-ci renfermait toutefois, sur 100 volumes de terre, 20 volumes de gaz, présentant à peu près la composition de l'air atmosphérique. Les nombreuses analyses de l'atmosphère du sol exécutées autrefois par Boussingault et Lévy, et, plus récemment, par M. Schloësing fils et par moi-même, ont montré que cette atmosphère est toujours oxygénée, et comme, d'autre part, on ne peut laisser de l'air enfermé dans un flacon avec de la terre humide, sans qu'il perde rapidement tout son oxygène, il faut conclure de l'existence de ce gaz dans l'air du sol, que celui-ci s'y renouvelle constamment. On peut dès lors être persuadé que ce n'est pas pour aérer le sol qu'on le divise par la charrue, qu'on le pulvérise par les herses ou les rouleaux.

J'ai alors cherché quelle influence exerçait le

¹ *Revue scientifique*, 4^e série, t. X, p. 325.

¹ J'ai employé pour cette recherche la méthode des cadres; elle est décrite dans le tome XXII des *Annales Agronomiques*, année 1896, p. 450.

travail du sol sur son approvisionnement d'eau ; tout d'abord, il est d'observation courante que l'eau s'infiltré rapidement dans une terre en poudre, tandis qu'elle glisse, ou séjourne, sur la surface d'une terre tassée. Après un temps prolongé, elle finit cependant par y pénétrer, mais la quantité d'eau qui se loge dans une terre meuble est plus grande que celle que peut retenir une terre tassée. On doit se figurer la terre comme formée d'une multitude de petites particules solides, ne reposant les unes sur les autres que par quelques points et laissant entre elles des espaces vides, dans lesquels se logent l'air et l'eau. On se fait une idée de cette structure, très particulière, de la terre, en comparant son poids spécifique à sa densité. Notre terre de Grignon a une densité de 2,6, tandis qu'un litre ne pèse guère que 1.300 à 1.400 grammes.

Les vides sont beaucoup plus nombreux dans une terre ameublie que dans une terre tassée ; par suite, la première se charge d'une plus grande quantité d'eau que la seconde. Or, l'eau, nous ne saurions trop le répéter, est la condition même de la fertilité. La terre meuble, en outre, est plus filtrante que la terre tassée ; l'eau qui y pénètre et qui n'y est pas retenue, descend peu à peu et gagne le sous-sol, où elle constitue de précieuses réserves. J'ai trouvé, en opérant sur une terre légère, que, sur 100 d'eau apportée par la pluie, 64,4 s'était infiltrée dans le sous-sol de la terre ameublie et seulement 30 dans la terre tassée. La terre ameublie n'a perdu par évaporation que 12,7 pour 100 d'eau, pendant que la terre tassée en perdait 35 pour 100. Les différences furent encore plus marquées quand on opéra sur une terre forte ; bien ameublie, pour 100 d'eau reçue, elle laissa couler au-dessous d'elle 64,4, tassée, 9,6 ; l'eau perdue par évaporation fut, dans le premier cas 13,6, et dans le second 80,1.

On conçoit que l'eau qui a pénétré dans une terre puisse suivre deux chemins différents. Si l'ameublissement est complet, que les espaces vides soient nombreux, l'eau descend, pénètre de plus en plus et s'emmagasine dans les profondeurs. Si, au contraire, la terre est tassée, les vides sont plus rares, les petits canaux par lesquels l'eau descend s'obstruent et l'eau ne peut s'enfoncer qu'avec une extrême lenteur. La capillarité entre facilement en jeu dans ces terres tassées et si le soleil vient frapper leur surface, il l'échauffe, détermine l'évaporation de l'eau qu'elle renferme ; un mouvement ascensionnel se produit et la dessiccation gagne de proche en proche.

La terre mal travaillée n'emmagasine pendant la saison humide qu'une quantité d'eau insuffisante pour que les plantes qu'elle porte puissent traverser les longues périodes de sécheresse, sans en pâtir.

Ameubler une terre par les instruments, c'est donc lui donner la propriété : de se laisser pénétrer par l'eau de la pluie, d'en retenir une importante fraction, et d'enrichir en humidité ses couches profondes.

L'expérience directe montre à quel point ce travail du sol est efficace : il y a dix-huit mois, j'ai fait vider complètement une des cases de végétation de Grignon, puis la terre y fut remise et placée ; on ne donna à la terre d'une des cases voisines qu'un travail ordinaire ; ces terres portèrent toutes deux une culture dérobée de vesces après la moisson. L'arrière-saison fut très sèche, on arrosa et, bien que les quantités d'eau distribuée fussent égales, on récolta 5 kil. 500 de vesces fraîches sur la case qui avait été vidée, puis remplie, 4 kilos sur l'autre. La terre qui avait été remuée d'une façon complète profita donc beaucoup mieux que sa voisine, de l'eau qu'elle avait reçue.

Les récoltes de blé, obtenues des cases, montrent encore avec la dernière évidence l'importance que présentent les réserves d'eau du sous-sol. Les cases de Grignon, dont j'ai déjà parlé souvent ici-même, n'ont qu'un mètre de profondeur. Pour assurer l'écoulement des eaux de drainage, on a garni le fond d'une couche de cailloux de 2 centimètres de hauteur ; au-dessus se trouve la terre enlevée du champ lors de la construction des cases et qui est toute semblable à celle des parcelles voisines.

On a obtenu en moyenne, en calculant pour un hectare, pendant les six dernières années, 20 quintaux métriques de grain des cases, et près de 30 quintaux métriques des parcelles. Pour bien comprendre la cause de cette différence considérable, il faut savoir que les racines du blé ne portent de poils absorbants que sur leurs parties les plus jeunes, et qu'en outre, ces racines, très fines, très déliées, s'enfoncent verticalement dans le sol, le traversent et s'engagent dans les profondeurs. Les récoltes ne sont bonnes qu'autant que le sous-sol est humide. Quand on examine les racines du blé des cases, on remarque qu'elles s'enchevêtrent dans les cailloux qui garnissent le fond et les enlacent de toutes parts. Elles n'y peuvent trouver aucune trace d'humidité, et comme c'est à cette extrémité qu'elles portent les poils absorbants et qu'il n'en existe plus dans la partie supérieure de la racine qui traverse la bonne terre, le blé des cases commence à jaunir dès le mois de juin, et la récolte est bien plus faible que dans les parcelles où le sous-sol renferme des réserves d'humidité.

Je connais dans la Limagne d'Auvergne une pièce qui fournit ordinairement de très belles récoltes de blé ; le sous-sol y est si humide qu'il nourrit des roseaux dont on n'a jamais pu se débarrasser, et au

mois d'août, leurs tiges vertes se mêlent aux épis dorés de la moisson. Je n'ai jamais constaté de rendements plus élevés que ceux d'une terre forte du département du Nord, à Blaringhem, qui reposait sur un lit d'argile imperméable, qu'il avait fallu drainer. On y a obtenu jusqu'à 48 quintaux métriques de grain par hectare. Ces terres fortes, à sous-sol argileux retenant de grandes quantités d'eau, sont essentiellement des terres à blé; mais les récoltes n'y sont bonnes qu'autant que, par un travail très soigné, on a permis à l'eau de s'infiltrer dans les profondeurs.

Ces réserves sont encore utiles aux plantes dont les racines ne s'enfoncent pas profondément, car, remontant par capillarité jusqu'aux couches moyennes, elles y assurent l'alimentation des végétaux qui, sans elles, périraient. Pendant l'automne brûlant de 1895, les betteraves du champ d'expériences de Grignon présentèrent une grande richesse en sucre, mais rien d'anormal cependant. Dans les cases où, ainsi qu'il vient d'être dit, les réserves du sous-sol n'existent pas, on recueille des racines petites, racornies et contenant l'énorme proportion 36,5 % de matière sèche, c'est-à-dire près du double de ce que l'on observe habituellement.

Dans une terre bien ameublie, les particules de terre ne se touchant que par quelques points sont dans un état d'équilibre instable qui se modifie facilement sous l'influence de pluies prolongées. En opérant dans des vases de verre, on voit le volume de la terre soumise à la pluie diminuer peu à peu; les espaces dans lesquels l'eau peut se loger se restreignent, et on observe ce résultat (paradoxal au premier abord), qu'une terre renferme une proportion centésimale d'eau plus faible après avoir été soumise à une averse qu'avant de l'avoir reçue. A plusieurs reprises, j'ai noté que des terres nues avaient laissé couler, entre deux observations espacées d'une quinzaine de jours, plus d'eau qu'elles n'en avaient reçu par la pluie. Cette remarque présente une grande importance: elle nous apprend que la pluie détruit l'ameublissement et que, par suite, le travail du cultivateur doit être incessant. Il faut chaque année ouvrir de nouveau le sol, détruire les mottes et rétablir cette porosité qui disparaît par l'infiltration de l'eau, et que le travail a précisément pour but d'assurer.

L'eau étant la condition même de la vie de la plante, on conçoit déjà que le travail qui a pour but d'assurer l'approvisionnement d'eau ait été de tout temps la grande préoccupation des cultivateurs. Ce travail a-t-il encore une autre utilité? J'ai souvent insisté ici même sur l'énergie que présente la nitrification dans des terres mainte-

nues humides, et je rappellerai une fois de plus que les terres des cases de végétation de Grignon, laissées en jachère, fournissent, dans l'espace d'une année, des eaux de drainage, renfermant 100 à 200 kilos d'azote nitrique, c'est-à-dire infiniment plus qu'on n'en trouve dans les plantes récoltées sur ces mêmes cases et dans les eaux de drainage qui s'écoulent au-dessous de ces cultures.

La végétation dessèche le sol, et quand la saison n'est pas pluvieuse, il ne reste plus assez d'humidité dans la terre pour que le travail des ferments y soit énergique.

En attendant que nous puissions arroser nos terres régulièrement, il faut profiter le plus complètement possible des eaux pluviales, les emmagasiner; c'est pour y réussir qu'on travaille le sol. Ce labour conduit non seulement à fournir aux végétaux l'eau nécessaire à leur développement, mais provoque en outre l'apparition des plus précieux des engrais azotés.

IV. — PERTES D'AZOTE DU FUMIER DE FERME.

Le fumier est de tous les engrais celui dont l'emploi est le plus répandu. C'est la seule matière fertilisante distribuée dans nombre de petites exploitations. Il vaut par son acide phosphorique et sa potasse, par ses matières humiques qui se produisent pendant sa fabrication, et enfin par ses matières azotées. Si sa préparation était absolument régulière, on devrait trouver dans le fumier toutes les matières azotées contenues dans les aliments consommés par le bétail, qu'il n'a pas utilisées, soit pour la formation de ses muscles, soit pour la production de son lait ou de sa laine. Or, les recherches de MM. Müntz et Charles Girard, que nous avons analysées ici même, montrent qu'il est bien loin d'en être ainsi et que souvent le fumier, au moment où il va être conduit aux champs, ne contient guère que les deux tiers, ou même la moitié, de l'azote dosé dans les aliments, bien qu'une très faible fraction ait été utilisée par les animaux.

Tout récemment, MM. Paul Gay et Dupont ont montré par des expériences précises qu'on retrouve presque exactement dans les excréta régulièrement recueillis l'azote des aliments, mais qu'au contraire, lorsque ces excréta tombent sur des litières de paille qu'on maintient sous l'animal pendant une quinzaine de jours, on ne retrouve plus que le quart environ de l'azote contenu dans les aliments et les litières¹.

¹ *Annales agronomiques*, t. XXIV, p. 123. M. Paul Gay, répétiteur de Zootechnie à l'École nationale d'Agriculture de Grignon, avait déjà publié plusieurs mémoires du plus haut intérêt et promettait à la science un chercheur aussi habile que consciencieux, quand il nous a été enlevé par la phthisie pulmonaire, à l'âge de vingt-neuf ans, le 13 juillet dernier.

Sous quelle forme se fait cette déperdition ? C'est ce qu'il était intéressant de rechercher.

Les animaux rejettent par leurs urines de l'azote, surtout sous forme d'urée. Sous l'influence de ferments partout répandus, celle-ci se métamorphose en carbonate d'ammoniaque, volatil et dissociable.

MM. Berthelot et André ont étudié, il y a quelque temps déjà, cette dissociation du carbonate d'ammoniaque; ils ont vu qu'exposé à l'air, en dissolution, ce sel abandonne d'abord son acide carbonique, puis, peu à peu, son ammoniaque. J'ai reconnu, en effet, que si on fait tomber de l'urine de vache sur de la paille, simulant ainsi ce qui arrive dans une étable, on constate, par des dosages exécutés régulièrement de deux en deux jours, que le mélange s'appauvrit de plus en plus en azote.

Il est bien connu qu'un sel qui se dissocie en émettant un gaz déterminé, persiste sans décomposition dans une atmosphère de ce même gaz; il devenait donc vraisemblable que le carbonate d'ammoniaque cesserait de perdre son alcali dans une atmosphère d'acide carbonique. C'est ce qu'on démontre très clairement par une expérience, qui me paraît devoir être répétée dans les cours de chimie agricole.

On place dans un flacon bitubulé une dissolution de carbonate d'ammoniaque; un tube abducteur plonge dans le réactif de Nessler qui, comme chacun sait, rougit sous la moindre trace d'ammoniaque. À l'aide d'un tube plongeant dans le carbonate d'ammoniaque, on fait passer un courant d'air; il ne tarde pas à déterminer la dissociation du carbonate d'ammoniaque, l'entraînement de l'ammoniaque qui rougit le réactif. On le remplace par une nouvelle dose non altérée, et on substitue au courant d'air qui traversait le carbonate d'ammoniaque un courant d'acide carbonique. On peut le prolonger autant qu'on voudra, le réactif reste incolore, il ne s'échappe pas la moindre trace d'ammoniaque.

Cette expérience, si facile à répéter, explique le fait suivant, que j'ai observé bien souvent : lorsqu'on appelle par un écoulement d'eau les gaz contenus dans un tas de fumier bien tassé, on ne peut jamais y déceler la moindre trace d'ammoniaque. Les fermentations très actives qui s'y produisent déterminent un dégagement d'acide carbonique assez abondant pour donner au carbonate d'ammoniaque une fixité absolue. Si donc on s'astreint à enlever chaque jour les litières salies par les animaux et à les tasser sur une plate-forme, où des afflux réguliers de purin entretiennent une fermentation active, on évitera absolument toutes pertes d'ammoniaque. Elles sont inévitables, au contraire, si on laisse les litières exposées à l'action de l'air, ou, mal tassées, elles ne subissent

qu'une fermentation incomplète. Le purin lui-même est tellement chargé d'acide carbonique et de matières capables d'en fournir par fermentation, qu'on peut impunément le soumettre à l'action d'un courant d'air sans lui faire perdre l'ammoniaque qu'il renferme. On n'en trouve pas dans l'atmosphère de la fosse où s'accumule le purin, et on ne perd rien quand on l'élève, à l'aide d'une pompe, pour le déverser sur le tas de fumier. Il n'est donc nullement nécessaire, ainsi qu'on l'avait très légèrement proposé, d'ajouter au fumier des superphosphates acides, ou même de l'acide sulfurique, pour éviter les déperditions d'ammoniaque; la fermentation, productrice d'acide carbonique, suffit absolument à empêcher ces pertes¹. Elles peuvent encore avoir lieu cependant dans les champs mêmes où le fumier est conduit.

On profite à l'automne des jours où les attelages sont disponibles, où la terre durcie par la gelée est capable de supporter le poids des lourds chariots, pour conduire le fumier sur les pièces qu'il doit fertiliser. Très souvent on l'y dispose en *fumerons*. Un homme, armé d'une fourche à dents courbes, tire de la voiture à fumier de quoi former un petit tas; l'attelage se remet en marche, on l'arrête quelques mètres plus loin pour renouveler l'opération. On procède ainsi jusqu'à ce que la voiture soit vidée. Il n'est pas rare de voir au mois d'octobre les champs tout hérissés de ces petits monticules de fumier qui, avant d'être enfouis, séjournent sur la terre pendant une semaine et parfois plus. Cette manière d'opérer présente de gros inconvénients. Les places des *fumerons* sont bien reconnaissables au printemps suivant; les pluies, traversant les tas de fumier, ont apporté à la terre sous-jacente une fumure exagérée. Le blé y devient d'un vert foncé, qui contraste avec la couleur jaune des tiges voisines qui n'ont pas reçu une fumure aussi copieuse. Ce blé, trop fort, trop vigoureux, verse souvent. Sur les places à *fumerons*, les betteraves acquièrent d'énormes dimensions; très aqueuses, très chargées de salpêtre, elles sont en revanche très pauvres en sucre. Ce n'est pas tout. Le fumier exposé à l'action de l'air perd rapidement une partie de l'azote qu'il renferme; l'ammoniaque se dégage en telle quantité, qu'il suffit de passer sous le vent d'une rangée de *fumerons* pour percevoir l'odeur caractéristique de l'alcali.

Afin d'apprécier l'importance de ces pertes, j'ai soumis à l'action d'un courant d'air prolongé un lot de fumier préalablement analysé. Après vingt jours, toute l'ammoniaque contenue dans ce fumier avait été entraînée; elle se retrouvait intégralement dans les réactifs que traversait le courant d'air à sa

¹ *Annales agronomiques*, t. XXIV, p. 257.

sortie du tube à fumier. Cette aération très complète n'avait pas déterminé, au reste, la formation d'ammoniaque nouvelle; on a retrouvé ce qui existait à l'origine et rien de plus. Si on forçait les gaz qui avaient passé sur le fumier à traverser, avant d'atteindre les réactifs absorbants, une couche de terre de quelques centimètres d'épaisseur, la déperdition d'ammoniaque était singulièrement réduite; preuve que, lorsqu'il est enfoui dans le sol, le fumier ne perd plus que des quantités insignifiantes d'ammoniaque.

Quand, à la fin de l'expérience, on détermine la teneur en azote du fumier soumis à un courant d'air normal, surtout à un courant d'air ozoné, pour imiter l'atmosphère de la campagne, on reconnaît que le fumier a perdu non seulement son azote ammoniacal, mais aussi une fraction importante de l'azote qui faisait partie des matières organiques. Leur combustion a été complète: le carbone s'est dégagé à l'état d'acide carbonique, l'hydrogène a formé de l'eau, l'azote s'est échappé à l'état libre. Cette combustion est due à l'activité des microorganismes. Si on porte le fumier à 120° avant de le soumettre au courant d'air, il ne perd plus que son ammoniaque, la matière organique reste intacte.

En résumé, on voit qu'il faut, autant que possible, soustraire le fumier à l'action de l'air, qui peut lui faire perdre, d'une part, toute son ammoniaque; de l'autre, une partie de son azote organique. Il faudra donc incorporer le fumier à la masse en fermentation, aussi rapidement qu'on pourra, et, en outre, quand on le conduira aux champs, l'enfouir immédiatement dans la terre, sans le laisser séjourner en fumiers, comme on a le tort de le faire souvent.

V. — NÉCROLOGIE : AIMÉ GIRARD. DEMONTZEY.

La Section d'Economie rurale de l'Académie des Sciences a fait cette année deux pertes sensibles: un membre titulaire, M. Aimé Girard; un correspondant, M. Demontzey.

Aimé Girard est né à Paris, le 22 décembre 1830. Entraîné par un secret penchant vers les sciences d'observation, il entra en octobre 1850 au laboratoire particulier de Pelouze, qu'il fut appelé à diriger en 1854 et qu'il ne quitta qu'en 1858, pour devenir conservateur des collections à l'École Polytechnique. Pendant les premières années de sa carrière, Aimé Girard s'occupa surtout de Chimie organique, et ses travaux sur les sucres des arbres à caoutchouc lui valurent, en 1874, le prix Jecker. Cependant, peu à peu, il se tourna vers la Chimie industrielle et publia, avec la collaboration de Bareswill, un dictionnaire qui marqua sa nouvelle direction. Très employé dans les jurys des

expositions universelles, il écrivit plusieurs rapports: fabrication du papier (Exposition de Londres), fabrication de la bière (Exposition de Vienne), extraction du sel (Exposition de Porto), qui eurent une influence marquée sur les progrès de ces diverses industries.

Appelé en 1871 à succéder à Payen au Conservatoire des Arts et Métiers, il semblait devoir devenir ce qu'on nommait autrefois un chimiste-manufacturier, quand sa nomination à la chaire de Technologie à l'Institut Agronomique, donna une nouvelle direction à ses études qui, à partir de cette époque, portèrent surtout sur les industries agricoles. Aimé Girard consacra de longues années à suivre, dans tous ses détails, la transformation du grain en farine. Il portait aussi bien son attention sur les questions économiques que sur le perfectionnement des appareils et il rendit ainsi à la meunerie des services signalés.

Il s'occupa également de la fabrication du sucre, de celle de la fécule et de l'alcool. Dans un mémoire justement célèbre, il a suivi le développement de la betterave à sucre: analysant séparément les feuilles et la racine, il a cherché l'origine du sucre qui, à l'arrière-saison, s'accumule dans la racine, en quantité considérable. Que les cellules à chlorophylle des feuilles élaborent l'hydrate de carbone qui apparaît sous forme de saccharose dans la racine, c'est là ce dont personne ne doute; la difficulté était de comprendre le mécanisme de l'accumulation de ce principe soluble dans la racine, et cette partie du problème n'a pas été abordée par Aimé Girard; ce n'est que tout récemment que M. Maquenne, utilisant avec sagacité les connaissances acquises sur l'osmose, a éclairé cette question. La très grande réputation qu'Aimé Girard a acquise comme chimiste-agronome lui est venue surtout de ses recherches sur l'amélioration de la culture de la pomme de terre.

Il a publié sur ce sujet non seulement un très grand nombre de mémoires, qui se trouvent insérés soit dans le *Recueil de la Société d'Agriculture de France*, soit dans les *Annales agronomiques*, mais, en outre, une étude complète, illustrée de nombreuses photographies représentant la pomme de terre aux diverses phases de sa croissance.

Aimé Girard pensa d'abord à utiliser la pomme de terre surtout comme source d'alcool, ainsi qu'on le fait en Allemagne, et il chercha une variété riche en fécule et capable de fournir de forts rendements à l'hectare. Son choix se porta sur la Richter's-Imperator, qui, avec de très grandes qualités, présente cependant, dit-on, l'inconvénient de ne pas bien se conserver durant l'hiver. Pour assurer le succès de la culture, Aimé Girard a repris la question sous toutes ses faces. Il veut qu'on plante

des tubercules entiers, qu'on les espace régulièrement, de façon à rendre faciles les binages à l'aide d'instruments attelés. Il indique la nature et le poids des engrais à distribuer, et, se préoccupant enfin des retours, toujours à craindre, du terrible *Phytophthora infestans*, il préconise, à la suite de M. Prillieux, l'emploi des bouillies cuivrées, déjà en usage contre le mildew de la vigne.

Les sels de cuivre préservateurs sont parfois enlevés des fenilles, qui sont lavées par les pluies prolongées, et de nouveaux traitements deviennent ainsi nécessaires. Aimé Girard cherche encore de tous les mélanges employés celui qui adhère le plus complètement aux organes foliacés, et il montre que la bouillie à la mélasse, préparée par M. Michel Perret, doit être préférée. Plus tard, reconnaissant que le bas prix de l'alcool et l'habitude que l'on a dans plusieurs de nos départements d'utiliser à sa fabrication les betteraves plutôt que les pommes de terre, entravaient sa culture de prédilection, il songea à la faire entrer, plus souvent qu'on ne l'avait fait jusque-là, dans la ration des bêtes à l'engrais; et c'est alors qu'on vit, dans les concours agricoles, des bœufs préparés pour la boucherie, après engraissement à la pomme de terre.

Aimé Girard a dépensé beaucoup de temps, de talent, à modifier dans notre pays la culture de la pomme de terre; et on voit, lentement il est vrai, les rendements s'élever peu à peu.

Pendant ces dernières années, il avait commencé, avec la collaboration de son neveu, M. Lindet, une étude du raisin, et plusieurs mémoires importants avaient été déjà publiés sur ce sujet, lorsque la mort est venue briser cette féconde association.

Aimé Girard est entré tardivement à l'Académie des Sciences, après la mort de Chambrelaud, en 1894; il n'y a donc siégé que peu d'années, car il nous a été enlevé le 12 avril 1898. Écrivain clair, précis, consciencieux, il a rempli, avec autant de zèle que d'habileté, les fonctions de secrétaire perpétuel de la Société d'Encouragement à l'Industrie nationale. Aimé Girard a laissé la réputation d'un brillant professeur; un nombreux public remplissait son amphithéâtre du Conservatoire. Affable, accueillant, il était très aimé de ses élèves, sur lesquels sa sollicitude s'étendait bien après qu'ils avaient quitté son laboratoire. Aimé Girard fut un *bon maître*, et c'est là un trait qu'il faut ajouter pour montrer toutes les qualités de l'homme éminent qui vient de disparaître.

M. Demontzey, administrateur des forêts, correspondant de l'Institut dans la Section d'Économie rurale, que nous avons perdu le 20 février dernier, était né à Saint-Dié le 21 septembre 1831, dans cet âpre département des Vosges qui fournit à la France tant d'hommes laborieux et distingués.

Élevé au milieu des forêts qui couvrent le sol natal, Demontzey voulut passer sa vie à les étudier. Il entra à l'École forestière de Nancy en 1850 et, après un assez long séjour en Algérie, où il montra déjà sa rare puissance de travail, il fut envoyé dans cette région des Alpes où il devait accomplir l'œuvre de reboisement des montagnes à laquelle est attaché son nom. Il passa de longues années à Digne, au centre même de la région qu'il s'efforçait de transformer. Il s'agissait d'arrêter l'action dévastatrice des torrents dans les hautes montagnes. Les travaux entrepris par le corps des forestiers et auxquels Demontzey a pris la part la plus active, sont justement célèbres. Le procédé consiste à créer sur le parcours du torrent une série d'échelons horizontaux qui diminuent la rapidité de son cours et, en outre, à gazonner, à boiser même, les pentes sur lesquelles s'écoulent les eaux qui se réunissent dans le lit du torrent. Tout le monde a pu voir une représentation très exacte de ces travaux au pavillon des Forêts de l'Exposition universelle de 1889.

Demontzey a publié deux ouvrages importants dans lesquels il expose les méthodes employées: l'un porte le titre *Étude sur le reboisement et le gazonnement des montagnes*; l'auteur y montre que la méthode des semis ne donne pas les résultats attendus; qu'il faut créer d'abord des pépinières pour avoir des sujets à planter; l'autre ouvrage, plus récent, comprenant tout un volume de vues photographiques des torrents (avant et après les travaux) est intitulé: *Extinction des torrents en France par le reboisement*.

Il est d'autant plus à désirer que le bon aménagement des eaux qui descendent des montagnes soit continué, que ces eaux sont appelées à rendre à l'Industrie et à l'Agriculture des services dont on ne saurait exagérer l'étendue. Captées dans des tuyaux, elles animent des turbines, puis des machines dynamo-électriques. L'électricité ainsi produite sert déjà à la fabrication de l'aluminium, ou, transformée en chaleur, à celle du carbure de calcium, source de l'acétylène. On verra d'ici à vingt-cinq ans des industries nouvelles se créer dans les régions montagneuses, où l'on utilisera comme force motrice les chutes des eaux qui descendent des montagnes. L'emploi de ces eaux, d'abord par l'Industrie, ensuite par l'Agriculture sur les plaines qu'elles doivent féconder, n'est possible que si les torrents sont domptés et leur cours régularisé. Les nombreux usages auxquels se plie cette puissante source d'énergie entraînent l'obligation de continuer les utiles travaux auxquels Demontzey a consacré sa vie.

P.-P. DehéRAIN.

de l'Académie des Sciences,
Professeur au Muséum
et à l'École Nationale d'Agriculture de Grignon.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Drach (Jules), Ancien élève de l'École Normale Supérieure. — *Essai sur une théorie générale de l'Intégration et sur la classification des transcendentes* (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris). — 1 vol. in-4° de 146 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris, 1898.

Marotte (F.), Agrégé préparateur à l'École Normale Supérieure. — *Les Equations différentielles linéaires et la Théorie des Groupes*. (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris). — 1 vol. in-4° de 92 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris, 1898.

MM. Drach et Marotte se sont attaqués à des problèmes différents, mais par des méthodes dont le principe est le même. Pour éviter des redites, je réunis les deux comptes rendus.

On sait (Galois, M. Jordan.....) qu'à toute équation algébrique correspond un groupe G (groupe de l'équation) de substitutions entre les racines. G a la propriété suivante : toute fonction rationnelle des coefficients et des racines, invariable vis-à-vis de G , est exprimable rationnellement en fonction des coefficients ; réciproquement : toute fonction de la sorte indiquée est un invariant de G . La structure de G donne la clé de la nature intime de l'irrationalité algébrique afférente aux racines. Tout cela est déjà classique.

Plus récemment, avec MM. Klein, Lie, Picard, Vesiot..., l'idée géniale de Galois a largement pénétré dans le calcul intégral.

Nommons *corps* S un système dont les membres seront :

1° n fonctions z de m variables indépendantes x .

2° toutes les fonctions obtenues en opérant sur les z par différentiation et par un procédé A donné à l'avance (A , par exemple, comprend toutes les opérations rationnelles, effectuées aussi sur les x). Soient : G un groupe de transformations opérées sur les membres S , et Ω une expression construite, sur les x et les membres du corps, d'une façon B donnée (par exemple rationnellement). On peut chercher un G , qui possède les propriétés suivantes :

1° Toute expression Ω , invariable vis-à-vis de G , est exprimable avec les x d'une façon C donnée (par exemple Ω est rationnelle, méromorphe, uniforme, etc.).

2° Toute expression Ω exprimable de la façon C est un invariant de G .

G est suivant le cas le groupe de rationalité de méromorphie, de monodromie... La structure de G fournit la nature intime des fonctions z et les éléments pour une classification des transcendentes z , fondée sur les propriétés des groupes.

Les relations (système H) qui lient les membres du corps S soit ensemble soit aux m variables x sont des équations, différentielles pour $m = 1$, ou aux dérivées partielles pour $m > 1$. Les z sont les intégrales du système H et la notion de groupe pénètre profondément dans le problème du calcul intégral.

M. Drach rappelle d'abord les principes d'une façon élégante et originale. Puis il choisit le cas où $m = n + 1$ et où le système H se réduit à une équation h linéaire, homogène, du premier ordre, à coefficients rationnels. Les procédés A et B sont rationnels. Les fonctions z sont n solutions distinctes de h . Si les z sont envisagées comme des coordonnées dans un espace à n dimensions, G est le groupe des transformations ponctuelles dans ledit espace. M. Drach étudie le groupe de rationalité. On suit pas à pas la marche de Galois (formation de la

résolvante, etc.). On est ramené à la recherche directe des intégrales rationnelles, problème fort ardu.

M. Marotte choisit le cas où $m = 1$ et où le système H se réduit à une équation h différentielle, linéaire, homogène d'ordre n , à coefficients rationnels. Les procédés A et B sont rationnels. Les z sont les n fonctions d'un système fondamental d'intégrales de h . Les transformations de G sont les substitutions linéaires, homogènes, à coefficients constants (collinéations de l'espace à n dimensions) que subissent les z quand x voyage dans une région de son plan, par exemple autour d'un point singulier. On cherche les groupes de méromorphie, rationalité, monodromie..., pour $n = 2, 3$ et 4 . Interviennent les intégrales dont la dérivée logarithmique est algébrique et les équations différentielles de M. Painlevé, où l'intégrale générale conlient d'une façon connue les paramètres arbitraires.

On voit que, dans les recherches de MM. Drach et Marotte, le fond des choses consiste à faire profiter le calcul intégral des renseignements passablement complets qu'on possède sur certaines catégories de groupes.

M. Drach aime à remuer les idées générales et le fait avec élégance. Mais il ne peut, bien entendu, pas parcourir tout le vaste domaine où il pénètre. Souvent on ne trouve, sur une question, qu'un simple programme de recherches. L'auteur le reconnaît lui-même.

M. Marotte se cantonne sur un champ plus étroit et élabore des résultats plus complets.

Quoi qu'il en soit, les deux thèses sont, avec des qualités différentes, toutes deux fort intéressantes.

LÉON AUTONNE,
Maître de Conférences de Mathématiques
à l'Université de Lyon.

2° Sciences physiques

Montillot (L.), Inspecteur des Postes et Télégraphes. — *Télégraphie pratique. Traité complet de Télégraphie électrique*. — 1 vol. in-8° de 624 pages avec 356 figures et 6 planches. (Prix relié : 25 fr.) V° Ch. Dunod, éditeur. Paris, 1898.

L'ouvrage que nous avons sous les yeux justifie pleinement le qualificatif de son titre et celui de son sous-titre. On perd peu de temps aux bagatelles de la porte ; l'auteur n'explique point ses intentions dans une préface, et consacre tout juste une page à l'histoire des systèmes de télégraphie non électrique. C'est dire qu'il tient à garder, pour la description minutieuse de ces derniers, tout l'espace dont il dispose.

Laissant de côté les lois du courant électrique et les unités, que l'on commence décidément à connaître et que trop d'auteurs se croient obligés de servir comme hors-d'œuvre nécessaire à tout ouvrage technique sur l'électricité, M. Montillot, fidèle à son programme, décrit d'abord les appareils accessoires : sonneries, serre-fils, relais et piles, communs à un grand nombre de systèmes télégraphiques. Puis, dans des chapitres séparés, sont données, avec les plus minutieux détails, les descriptions des appareils à cadran, du Morse, du Hughes et du Baudot, ainsi que des appareils usités dans la télégraphie sous-marine. Me permettra-t-on, à propos de ces derniers, une remarque en passant ? Le terme de *siphon recorder*, employé par tout le monde, et auquel l'auteur donne l'hospitalité, n'a pas seulement le défaut d'être un affreux barbarisme, il a celui, plus grave, de ne pas porter en lui sa signification précise dans une langue autre que l'anglais. Sa traduction littérale — enregistreur ou inscripteur à siphon — le remplacerait avantageusement à tous égards.

L'installation des postes avec le Morse ou l'appareil à cadran, l'installation des bureaux des gares, des lignes aériennes et souterraines, ainsi que des lignes sous-marines, enfin les essais électriques et la découverte des défauts et leur réparation complètent l'ouvrage. L'analyser dans le détail nous conduirait fort loin, et dire qu'il contient tout ce qui a trait à la télégraphie supposerait de notre part une compétence que nous n'avons pas.

Nous nous bornerons à constater qu'il est fort clair, très abondamment et élégamment illustré, et que les deux ou trois formules qu'il contient ne sortent pas de l'algèbre la plus élémentaire. Peut-être quelques lecteurs de la télégraphie pratique, plus curieux que les autres, après avoir trouvé dans l'ouvrage les réponses claires et détaillées à toutes les questions imaginables qu'ils auront pu se poser concernant les appareils, se demanderont-ils pourquoi les récepteurs des lignes sous-marines diffèrent si complètement de ceux qui sont employés sur terre dans la transmission continentale. L'auteur ne le dit pas, et nous ne lui en faisons pas un reproche. Nous constatons seulement que son ouvrage, si complet, s'adresse tout particulièrement aux praticiens. Pour tous ceux qui s'occupent de près ou de loin de télégraphie, de pose d'appareils ou de construction, ou de l'emploi des lignes ou des câbles, il sera un précieux catéchisme.

CH.-ED. GUILLAUME,

Physicien au Bureau international des Poids et Mesures.

Metzner (René), Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris. — Sur quelques composés du Sélénium et du Tellure. (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.) — 1 brochure in-8° de 90 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris, 1899.

Les recherches de M. Metzner sur le sélénium et sur le tellure ont contribué à établir une conclusion importante. Tandis que le soufre et le sélénium sont des éléments très voisins, faisant partie, sans aucun doute, d'une même famille naturelle, le tellure, plus voisin des métaux, diffère de ces deux corps à bien des égards, et ne doit plus figurer à côté d'eux dans une classification rationnelle.

Le soufre et le sélénium sont certainement des métalloïdes; en effet, ce sont des acides bien caractérisés que donnent, en présence de l'eau, leurs deux degrés d'oxydation. Pour le tellure, au contraire, l'acide tellureux s'unit aux bases avec moins d'énergie, tandis qu'il forme avec l'acide sulfurique une combinaison stable. La comparaison devient particulièrement facile lorsqu'on y fait intervenir, comme l'a fait M. Metzner, les mesures thermo-chimiques. Ce caractère établit des différences bien nettes entre le tellure d'une part, le soufre et le sélénium de l'autre. De plus, les relations d'isomorphisme, admises autrefois, ne se vérifient pas pour les sels.

M. Metzner a repris, à la suite de ses travaux, la détermination du poids atomique du tellure. Le tellure employé par lui avait été sublimé par dissociation de l'hydrogène telluré. Deux méthodes ont été employées : synthèse du sulfate de tellure $SO_3 \cdot 2TeO_2$, et aussi réduction de l'acide tellureux par l'oxyde de carbone en présence d'argent métallique. Ces deux méthodes ont donné des résultats concordants, et fixé le poids atomique du tellure à 127,9. Cette conclusion est fort importante. En effet, l'iode ayant pour poids atomique, établi par les meilleurs travaux, 126,54, le tellure doit suivre l'iode dans la liste des poids atomiques croissants, au lieu de le précéder, comme on l'a admis en ces dernières années. Ce résultat, déjà affirmé antérieurement, est conforme, quant au sens de la différence, aux déterminations de Berzélius, mais il avait été plusieurs fois depuis vingt ans contredit par les chimistes qui ont publié des déterminations du poids atomique. Le tellure n'ayant donc plus, comme on l'admettait en dernier lieu, un poids atomique inférieur à celui de l'iode, ne doit plus figurer avec la famille du soufre

dans la classification périodique de Chancourtois et de Mendéléef, et il faut se résoudre, pour cette nouvelle raison, à ne plus l'insérer à cette place. La place rationnelle où il faut ranger le tellure est encore à déterminer.

L'étude de M. Metzner comprend encore bien des résultats importants, tant pour la description de combinaisons nouvelles que pour les préparations plus simples et plus parfaites de composés déjà connus. Ces recherches spéciales, que voudront lire les chimistes de profession, contribuent au mérite de ce bon travail.

LÉON PIGEON,

Professeur adjoint
à la Faculté des Sciences de Dijon.

3° Sciences naturelles

Smirnov (Jean N.), Professeur à l'Université de Kazan. — Les populations finnoises des bassins de la Volga et de la Kama. (Etudes d'ethnographie historique, traduites du russe et revues par PAUL BOYER, Professeur à l'École des Langues orientales.) — 1 vol. in-8° de 496 pages. E. Leroux, éditeur. Paris, 1899.

Dans une récente étude sur la formation de la nationalité russe, nous avons tenté d'expliquer ici même¹ comment les Slaves du Volkhov, du Haut-Volga et du Dnieper, organisés par des pirates normands, avaient entrepris la conquête ou l'assimilation des peuples finnois auxquels ils confinaient. Cette assimilation n'est pas encore complètement achevée aujourd'hui, et la Russie européenne compte encore sur son territoire plusieurs millions d'allogènes (inocodtsy). Dans quelques siècles, ils auront probablement complètement disparu. En attendant, ils sont fort intéressants à étudier au point de vue de l'ethnographie et du folklore. Au siècle dernier, ils avaient déjà attiré l'attention de voyageurs tels que Pallas, Lepekhine, Georgi². Dans notre siècle, avec le développement des moyens de locomotion d'une part, et les progrès de la science de l'autre, les méthodes d'observation se sont perfectionnées.

Parmi les savants russes qui ont étudié les Finnois de la Russie européenne, il faut citer, en première ligne, M. Smirnov, professeur à l'Université de Kazan. Située au grand coude du Volga, au seuil de l'Asie, Kazan est un merveilleux poste d'observation. Sa bibliothèque renferme un grand nombre de publications provinciales, dont nous ne soupçonnons même pas l'existence.

M. Smirnov ne s'est pas contenté de les dépouiller; il a observé par lui-même, il a groupé, dans une synthèse magistrale, les résultats acquis par lui-même ou par ses prédécesseurs. Dans une série de monographies, il a étudié tour à tour les Tchérémisses, les Mordvines (ou Mordves, comme dit plus scientifiquement M. Boyer), les Votiaks, les Permiens. Ces monographies ont été accueillies avec sympathie : l'Académie impériale de Saint-Petersbourg les a récompensées comme étant « l'œuvre la plus importante qu'ait produite l'ethnographie russe dans ces dernières années ».

Elles méritaient d'être connues du public européen et ne pouvaient trouver un meilleur interprète que M. Boyer. A une connaissance parfaite de la langue russe, M. Boyer joint un esprit scientifique des plus rigoureux. Il ne s'est pas contenté de traduire M. Smirnov, il l'a revu d'accord avec l'auteur. Ce travail de revision s'impose presque toujours, quand on veut mettre à la portée du public français une œuvre russe de longue haleine; nos confrères russes n'ont pas les mêmes habitudes littéraires que nous; ils rédigent d'une façon un peu lâche, un peu flottante, à la diable, pourrait-on dire en style familier. Ils ne s'inquiètent

¹ Voir la *Revue générale des Sciences* du 19 septembre 1898.

² M. Charles Rabot leur a consacré récemment un curieux volume : *A travers la Russie boréale* (Paris, Hachette).

pas d'établir, entre les faits et les idées, cet ordre logique auquel les compatriotes de Descartes et de Voltaire sont depuis longtemps habitués. Ils le reconnaissent de bonne grâce et quand nous leur proposons des modifications ou des transpositions, des suppressions, ils les acceptent volontiers. C'est ce qu'a fait M. Smirnov, et ceux de ses compatriotes qui parcourront ses travaux dans l'édition de M. Boyer seront peut-être tout étonnés de constater qu'ils se lisent plus aisément en français que dans la langue originale. M. Boyer a, d'ailleurs, joint à sa traduction un *index rerum et verborum*, que les lecteurs russes eux-mêmes pourront consulter avec plaisir et profit.

Il a adopté pour la transcription des mots russes ou indigènes une transcription rigoureusement scientifique, parfaitement à sa place dans un volume publié par l'École des Langues orientales, mais qui embarrassera peut-être un peu les géographes et les ethnographes appelés à se servir de ce beau volume. Ils en trouveront la clef à la fin de la préface, mais cette clef n'est intelligible que pour les personnes qui connaissent les lettres de l'alphabet russe. M. Boyer avoue qu'il a dû faire quelques concessions à l'usage; peut-être lui en aurais-je demandé de plus grandes dans l'intérêt des profanes.

Le volume se divise en deux parties à peu près égales consacrées, la première aux Tchérémisses, la seconde aux Mordves, plus connus en France sous le nom de Mordvines. L'auteur expose tour à tour leur histoire, leur manière de vivre, l'organisation de la famille et de la société, l'idée que ces peuples se font de la mort et du culte qu'ils leur rendent, la religion, la littérature populaire. Malheureusement, les ressources limitées de l'éditeur ne lui ont pas permis de joindre à ces chapitres si curieux des cartes, des photographies, qui en seraient le complément indispensable. M. Smirnov paraît s'être interdit, par principe, les rapprochements entre les rites ou les croyances des peuples qu'il étudie et ceux de leurs voisins slaves. Peut-être ne les a-t-il pas connus, peut-être a-t-il pensé que ces rapprochements s'imposeraient d'eux-mêmes aux lecteurs russes.

J'ai eu l'occasion d'étudier récemment les rites de la fête en l'honneur des morts célébrée, dans la Russie blanche, sous le nom de Dziady (les aïeux). Ces rites, que Mickiewicz a mis en beaux vers polonais, je les retrouve presque littéralement chez les Mordves.

« Le samedi saint, raconte un témoin oculaire cité par M. Smirnov, on cuit des beignets dans toutes les maisons; sur le banc d'honneur, on étend une couverture de feutre, sur cette couverture un oreiller et un essuie-main; c'est le lit des morts. La table est mise; sur la table une cruche de bière, un pot de bouillie, une pile de beignets; des cierges brûlent devant les saintes images. Tous les membres de la famille se tenant sur une seule ligne, le maître et la maîtresse de la maison s'avancent d'un pas et prononcent l'invocation aux ancêtres :

« Aïeux et aïeules, entendez notre voix, secouez la poussière de la terre, venez vers nous pour la fête; en votre honneur, nous avons cuit des beignets, brassé de la bière; rassemblez-vous et venez. Peut-être en est-il parmi vous qui n'ont plus de parents, qui n'ont personne qui les invite; amenez-les avec vous, pour qu'eux aussi ils aient une fête; car nous avons de tout en abondance, et tous auront leur part; voici un pot de bouillie et ici un lit, après le dîner vous pourrez dormir. »

Ecoutez maintenant Mickiewicz. Voici comment il traduit, en beaux vers polonais, les superstitions de la Russie blanche, superstitions essentiellement païennes, malgré le vernis chrétien dont le poète les a revêtues :

« Ames du purgatoire, quelque contrée du monde que vous habitiez..., accourez chacune au rendez-vous. Nous célébrons ici la fête des aïeux, descendez dans l'enceinte consacrée; voici des aumônes, des prières, voilà des liqueurs et des mets...

« Que te faut-il, âme d'enfant? Voici des beignets, du lait, des gâteaux; voilà des fleurs et des fraises¹ ».

Dans ces vers, Mickiewicz ne fait que transcrire presque littéralement des formules populaires, dont un ethnographe distingué, M. Schein, a recueilli de nombreux matériaux dans son bel ouvrage : *Matériaux pour l'étude de la vie et du langage des populations russes du Nord-Ouest*. Voici ce que je lis au tome 1^{er}, 2^e partie, p. 596, de cet excellent recueil. Je traduis en abrégé : « Pour la fête des Dziady (ancêtres) d'automne, on nettoie soigneusement la maison. On prépare quantité de mets appétissants. Le soir venu, tout le monde se rassemble... On s'assied autour d'une table chargée de mets et après avoir lu la prière, celui qui l'a dite profère les paroles suivantes :

« Saints aïeux, nous vous appelons. Saints aïeux, venez chez nous. Il y a ici tout ce que Dieu a donné, tout ce que je vous ai offert, tout ce dont notre chaumière est riche. Saints aïeux, nous vous invitons; venez, descendez vers nous. »

Il y a dans ces rites des allogènes, dans ceux de la Russie blanche, que M. Schein a recueillis en prose ou que Mickiewicz a mis en vers, un mélange curieux d'éléments païens et chrétiens (cierges allumés devant les images). Il y a, en outre, entre eux, des analogies frappantes qui demanderaient un long commentaire. Comment faire le départ de l'élément chrétien et de l'élément national, slave ou finnois? Grave question qu'il est plus facile de poser que de résoudre. De même, les légendes mordves sur la création demanderaient à être rapprochées de certaines traditions de la Petite-Russie.

« Un jour que le monde était vide, rapporte M. Smirnov, d'après Melnikov (p. 410), Cim-Paz, assis sur une pierre, flottait sur l'Océan et réfléchissait sur la manière dont il fallait s'y prendre pour créer le monde visible. Tout à coup, il se dit : Je n'ai personne que je puisse consulter avant d'entreprendre une œuvre si grande et, de dépit, il se coucha sur l'onde et poursuivit sa route. Lorsqu'au bout de quelques minutes Cim-Paz se retourna, il ne fut pas peu étonné de voir que sa salive montait et montait toujours, de manière à former une grande colline flottante qui nageait après lui. Cim-Paz se fâcha et frappa la colline de son bâton. Aussitôt, Sajtjan sortit de la colline disant : « Tu es malheureux, ô mon maître, de n'avoir ni frère, ni compagnon qui pourrait t'assister dans ton œuvre gigantesque; veux-tu que je sois ton frère ? » Cim-Paz, tout charmé, lui répondit : « Eh bien ! oui, sois mon camarade, et maintenant crées la terre. »

« Sajtjan — c'est M. Smirnov qui parle — est l'esprit du mal. Il a pris la forme d'un canard... Il plonge, sur l'ordre de Skaj, et du fond de la mer rapporte le sable dont Skaj forme les continents. Mais, jaloux de Skaj, Sajtjan veut, lui aussi, être créateur, et il garde dans son bec une partie du sable qu'il a rapporté : sa tête enlle, devient énorme, il hurle de douleur et crache les grains de sable qu'il a dérobés. Ces grains de sable deviennent les montagnes et les collines dont l'écorce terrestre est hérissée; en certains endroits de sa surface, molle encore, la terre cède sous le poids et se creuse en vallons, en ravins. Skaj maudit Sajtjan, etc... »

Il y a plus de trente ans, un mythographe tchèque des plus distingués, feu Charles Erben, annonçait dans la *Revue du Musée de Prague* (année 1866), qu'il avait découvert dans le folklore des Petits-Russiens d'importantes légendes concernant la création du monde. Il s'efforçait de démontrer que dans toute la Slavie, de l'Oural à la mer Adriatique, règne partout une même opinion sur la création du monde tirée du sable de la mer, à la suite d'un conflit entre Dieu et le démon. Cette tradition se résume ainsi : Dieu, avant la création, navigue sur l'eau et rencontre le démon. Le démon plonge au fond de l'eau, ramène un grain de sable et ce grain devient la terre. Dans les anciens textes slaves russes, on voit le démon Satanael plonger dans la mer

¹ Œuvres poétiques d'Adam Mickiewicz, traduites par Christau Ostrowski (4^e éd., p. 173 et suivantes).

sous la forme d'un oiseau, en ramener du sable et créer le monde de concert avec Dieu. Eh bien ! ces prétendues légendes slaves sont tout simplement un écho des livres apocryphes de l'Ancien Testament. J'ai consulté, il y a bien des années, sur cette question délicate, un de nos plus savants orientalistes, M. Joseph Derenbourg; il m'affirmait que la plupart de ces récits doivent être cherchés dans le *Midrach*, c'est-à-dire dans les commentaires dont les rabbins ont accompagné les textes primitifs de la Bible.

Ainsi qu'on en peut juger par ce simple détail, les faits recueillis par M. Smirnov ont besoin eux-mêmes d'un commentaire bien délicat. Qu'y a-t-il de vraiment indigène dans les mythes ou les rites qu'il relève, qu'y a-t-il d'emprunté? Avis aux folkloristes.

L'ouvrage de M. Smirnov, si bien présenté au public français par M. Boyer, est, comme on le voit, d'un haut intérêt. Ethnographes, folkloristes, mythographes y apprendront beaucoup; les simples curieux y trouveront un plaisir extrême. Malheureusement, il fait partie d'une collection majestueuse assez chère, peu accessible à la masse des lecteurs. Le fondateur de cette collection, mon regretté ami M. Schefer, était avant tout un bibliophile; il aimait non seulement les bons livres, mais les beaux livres. Je m'honore d'avoir collaboré à ces splendides publications de l'École des Langues orientales; mais en me plaçant au point de vue des intérêts du monde savant, je me demande s'il n'y aurait pas lieu de réserver le majestueux in-8° jésus pour les textes qui demandent de l'espace et de la lumière, et si les traductions ne pourraient pas être éditées dans un format plus maniable et moins coûteux. Le bel ouvrage de MM. Smirnov et Boyer aurait certainement plus de lecteurs s'il était d'un prix plus modeste, d'un format plus maniable et plus facile à caser dans les bibliothèques.

LOUIS LEGER,

Professeur au Collège de France.

4° Sciences médicales

Ogier (J.), *Chef du Laboratoire de Toxicologie à la Préfecture de Police. Membre du Comité consultatif d'Hygiène publique. — Traité de Chimie toxicologique. — 1 vol. in-8° de 838 pages avec 90 figures. (Prix : 16 fr.). O. Doyn, éditeur. Paris, 1899.*

Voici un livre qui vient à son heure et qui nous apporte le fruit d'une longue expérience acquise au cours de très nombreuses expertises, dont le directeur du Laboratoire de Toxicologie de la Préfecture de Police a été chargé.

Fidèle au titre et à l'esprit de son ouvrage, M. Ogier ne s'est pas attardé à des discussions sans portée sur la classification des poisons : il va droit au but et nous initie, dès les premières pages, à la recherche chimique des poisons gazeux. C'est là un chapitre que l'auteur a traité avec une véritable prédilection; on y trouvera un grand développement donné à la description d'appareils, de manipulations qu'on chercherait vainement ailleurs et qui, pourtant, rendent les plus grands services au cours de diverses expertises (oxyde de carbone, gaz d'éclairage, hydrogène sulfuré, etc.).

Puis, viennent les poisons volatils et, en première ligne, le phosphore; signalons, en passant, une modification ingénieuse de l'appareil de Mitscherlich, imaginée par M. Ogier; l'acide prussique et ses dérivés, dont les diverses réactions sont étudiées dans les détails les plus minutieux; les phénols, le chloroforme, les alcools ou éthers, etc. Divers chapitres, qui manquent dans la plupart des traités didactiques, sont consacrés ensuite au sulfure de carbone, à la benzine, à l'aniline, aux essences, à des poisons que l'expert doit rechercher

quelquefois et dont la recherche offre d'autant plus de difficultés que les classiques sont, à leur égard, vides de renseignements.

Dans la partie suivante de son ouvrage (IV^e partie), M. Ogier consacre plusieurs chapitres aux poisons métalliques et débute naturellement par la description des méthodes de destruction de la matière organique : il insiste avec raison sur les avantages du procédé de Pouchet, et fait connaître les modifications apportées par le Laboratoire de la Préfecture de Police à la technique de Fresenius et Babo.

L'arsenic est, bien entendu, l'objet d'un long chapitre, auquel succèdent l'antimoine, le plomb, le mercure, le cuivre, etc. Il faut savoir gré à M. Ogier de ne pas s'être borné aux métaux ordinaires, mais d'avoir fait figurer dans la liste des poisons qu'il a étudiés : l'étain, le cadmium, le baryum, et d'autres substances que le toxicologiste n'a que très rarement l'occasion de rencontrer.

L'étude des poisons corrosifs et celle des acides organiques suit immédiatement : plusieurs de ces chapitres portent la trace des travaux personnels de l'auteur et des contributions importantes qu'il a apportées à l'histoire de ces divers corps.

Aux alcaloïdes est réservée la dernière partie de l'ouvrage : l'étude de chacun d'eux est traitée avec le plus grand soin, et les praticiens trouveront avec intérêt à glaner de nombreux détails, de véritables tours de main rendant aisées des réactions qui ne réussissent pas toujours du premier coup. A signaler les améliorations apportées par M. Ogier à l'ancienne et classique méthode de Stas.

L'auteur s'est souvenu qu'un toxicologue n'est complet qu'à la condition d'ajouter aux réactions chimiques des caractères tirés des actions toxiques exercées par les alcaloïdes vénéneux. La technique de l'expérimentation physiologique est traitée beaucoup plus complètement que dans les ouvrages ordinaires de toxicologie.

Une place spéciale a été faite aux travaux de Popoff sur les caractères extérieurs fournis par les cristaux des picroates alcaloïdiques. A relever également, au cours du volume, les résultats d'autres recherches poursuivies au Laboratoire de la Préfecture de Police.

Une bonne étude sur les taches de sang et de nombreux rapports d'expert rédigés par M. Ogier et quelques-uns de ses collaborateurs, à la suite d'expertises particulièrement délicates, terminent l'ouvrage.

En somme, c'est un véritable traité complet de Chimie toxicologique que M. Ogier vient de livrer au public : tous ceux, et ils sont nombreux, qui s'occupent accidentellement ou d'une façon suivie, de la recherche chimique des poisons, viendront puiser dans ce livre des renseignements nombreux et précis, augmentés, sur bien des points, de la riche expérience personnelle de l'auteur.

D^r L. HUGONNENQ,

Professeur de Chimie
à la Faculté de Médecine de Lyon

5° Sciences diverses

La Grande Encyclopédie, Inventaire raisonné des Lettres, des Sciences et des Arts, paraissant par livraisons de 48 pages grand in-8° colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte. 593^e, 594^e, 595^e, 596^e et 597^e livraisons. (Prix de chaque livraison : 1 franc.) Bureau, 61, rue de Rennes, Paris.

Dans les dernières livraisons de la Grande Encyclopédie, nous signalerons particulièrement les articles de M. Léon Sagnat, sur la *Navigation*; de M. Moniez, sur les *Nématodes*; de M. E. Haug, sur le *Néocomen* et le *Néogène*; de MM. Debierre, P. Langlois, Patel et Morer, sur le *nerf* et le *système nerveux*.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 2 Janvier 1899.

M. C. Wolf, président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les membres et correspondants dans le cours de l'année 1898. — M. Ph. van Tieghem prend possession du fauteuil de la présidence.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Jean Mascart a dressé des tableaux des éléments de l'anneau des petites planètes en choisissant comme plan coordonné origine celui de l'orbite de Jupiter, planète dont l'action perturbatrice a joué un rôle prépondérant dans la constitution de l'anneau. Les tableaux ainsi dressés constituent des documents numériques indispensables à l'étude complète de l'anneau. — M. Ch. André communique les observations de l'éclipse totale de lune du 27 décembre 1898, faites à l'Observatoire de Lyon. L'état du ciel a beaucoup gêné les observations. — M. Baillaud présente les observations de la même éclipse faites à l'Observatoire de Toulouse. L'état du ciel a permis de prendre des photographies des différentes phases, mais l'examen des clichés n'a pas révélé de particularités intéressantes. — M. F. Rossard communique l'observation des comètes Brooks (octobre 1898) et Chase, faites à l'Observatoire de Toulouse, à l'équatorial Brunner de 0^m,23. — M. Georges Poisson étudie la propagation d'une onde liquide, de forme et de hauteur quelconques, dans un cours d'eau satisfaisant aux conditions habituellement adoptées. Il donne la formule de la hauteur maximum de l'onde dans chaque section et la vitesse de l'eau correspondante. — M. Considère cherche à expliquer l'influence des armatures métalliques sur les propriétés des mortiers et bétons. Il est probable que l'addition de barres de fer noyées dans les fibres tendues du mortier doit uniformiser l'allongement et, par suite, augmenter sa valeur moyenne. En effet, si une section plus faible cède la première, le fer, dont l'élasticité est très grande, y produit un supplément considérable de résistance, qui retarde sa déformation prématurée.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Aug. Righi a fait de nouvelles expériences sur l'absorption de la lumière par un corps placé dans un champ magnétique. Il s'est servi de vapeur d'hypoazotide, d'iode, de brome, de bromure d'iode, etc.; on n'observe d'effet que sous une très faible épaisseur. — M. A. Guillet décrit un appareil qui permet d'étudier facilement les variations d'aimantation dues à diverses causes. Il se compose d'un équipage mobile, formé d'un cadre plan solidaire d'un cylindre creux, suspendu par un fil métallique très fin à un micromètre de torsion; le système est parcouru par un courant. L'aimant à étudier est introduit avant et après modification dans le cylindre creux et les angles de torsion sont proportionnels aux variations d'aimantation. — M. H. Moissan a obtenu, par l'action de la monométhylamine liquéfiée sur le lithium, un produit liquide, épais, d'un bleu foncé presque noir, correspondant à la composition $(\text{AzH}^2\text{CH}^3)_2\text{Li}$. En laissant ce corps se dissocier dans le vide, ou en le chauffant avec précaution, on arrive à obtenir un corps solide bleu foncé, cristallisé, répondant à la formule $\text{AzH}^2\text{CH}^3\text{Li}$. En élevant la température, il se dissocie en méthylamine et en lithium brillant et cristallisé. — M. M. Berthelot a étudié les méthodes de dosage habituelles du phosphore et du soufre dans les végétaux et dans leurs cendres. Le procédé le plus exact consiste à

brûler la matière par l'oxygène libre en dirigeant les vapeurs sur une longue colonne de carbonate de soude à une température ne dépassant pas le rouge sombre. L'incinération simple ne saurait fournir de dosages exacts; si la température n'est pas assez élevée, le soufre et le phosphore peuvent s'échapper en partie à l'état de composés volatils. A une température plus haute, le défaut d'oxygène et de bases alcalines entraîne également une perte de combinaisons non peroxydées ou d'acides déjà formés. — Le même auteur a étudié également le dosage du chlore dans les végétaux; il a reconnu aussi que l'incinération simple produit une perte de chlore et qu'il faut opérer avec un excès d'oxygène et de carbonate alcalin. Le chlore ne paraît pas avoir pénétré dans la plante à l'état de chlorure de sodium, car il est constamment en proportion plus forte que le sodium. — M. H. Baubigny, après avoir séparé, par l'action de l'acide sulfurique et du bichromate de potasse, l'iode d'un mélange de chlorure, bromure et iodure d'argent, transforme le chlore et le brome en sels alcalins et sépare alors le brome par l'action du sulfate de cuivre et du permanganate de potasse. Par ce procédé, on peut atteindre à une grande précision.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. L.-G. Seurat a étudié la formation de la tête des Hyménoptères, au moment de leur passage à l'état de nymphe. La tête de la nymphe est formée uniquement de la tête de la larve; d'abord invaginée, cette tête, par un mouvement de rotation dans le plan médian, se dévagine et acquiert sa forme définitive. — MM. Kilian et Lugeon ont établi une coupe transversale des Alpes Briançonnaises, de la Gyrone à la frontière italienne. Ils ont reconnu que la zone houillère à structure en éventail, dont M. Marcel Bertrand a défini la signification importante en Savoie, se poursuit tectoniquement au sud de Briançon où le synclinal triasique du col des Ayes, qui en occupe l'axe, joue exactement le même rôle dans la symétrie de cette partie du système alpin.

Séance du 9 Janvier 1899.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Rayet communique les observations de l'éclipse totale de Lune du 27-28 décembre faites à l'Observatoire de Bordeaux. Le ciel, d'abord nuageux, s'est couvert complètement à partir de minuit. Huit photographies ont pu être prises, mais n'ont pas révélé de détails bien intéressants. — M. Eugène Fabry montre que l'on peut, par la seule considération de la continuité, généraliser la définition des fonctions analytiques de façon à pouvoir, dans des cas très généraux, les prolonger au delà des lignes singulières. — M. Servant rappelle la méthode générale pour le calcul des points singuliers d'une fonction définie par une série de Taylor qu'il a précédemment développée, et il en tire quelques conséquences nouvelles. — M. E.-O. Lovett a cherché à trouver des transformations semblables à celle de M. Lie, entre les lignes droites et les sphères, dans les espaces à n dimensions; pour cela, il détermine les formes des fonctions qui définissent la correspondance voulue en exprimant la condition que le déterminant correspondant sera capable de représenter le premier membre de l'équation d'une hypersphère. — M. Ribière a étudié les lois de la flexion des cylindres à base circulaire. La règle dite du trapèze est suffisamment approchée pour les besoins de la pratique tant que le rapport du rayon de la base à la demi-hauteur du cylindre reste faible (un dixième environ). — M. Hatt présente un rapport sur un mémoire de M. Léon Partiot, relatif à la vitesse

de propagation de la marée remontant les cours d'eau. Le but de l'auteur a été d'appliquer les diverses formules proposées pour le calcul de la vitesse de propagation et de comparer le calcul avec le résultat des observations faites à l'embouchure de la Gironde sur une longueur de 165 kilomètres. La formule de M. Boussinesq est celle qui se rapproche le plus de la réalité.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. Marcel Deprez annonce qu'il a imaginé, il y a plus de quinze ans, un hystérésimètre analogue à celui de MM. Blondel et Carpentier. Il y remplaçait toutefois le fil de fer circulaire par un véritable anneau de fer et l'aimant permanent par des électro-aimants très puissants. L'avantage de cette substitution est de pouvoir, en faisant varier l'intensité du courant, étudier l'influence de l'intensité du champ sur la valeur de l'hystérèse. — M. A. Leduc montre qu'un gaz qui obéit à la loi de Joule et ne donne aucun effet thermique dans l'expérience de Lord Kelvin et Joule, suit à la fois les lois de Charles, de Gay-Lussac et de Mariotte. — M. H. Bagard a disposé un conducteur électrolytique sous forme d'anneau engendré par la révolution d'un rectangle autour d'un axe parallèle à l'un de ses côtés; il y a fait passer un courant, puis l'a soumis à l'action du champ d'un électro-aimant. La résistance de l'anneau liquide augmente quand on établit le champ, et cette augmentation est plus grande quand la force électro-magnétique est centrifuge que quand elle est centripète. — M. Th. Moureaux communique la valeur absolue des éléments magnétiques au 1^{er} janvier 1899 au Parc-Saint-Maur, à Perpignan et à Nice. — M. P. Lebeau a obtenu, par l'action du charbon sur l'arséniate de calcium au four électrique, ou encore en chauffant de l'arsenic et du calcium au rouge sombre, un seul et même arsénure de calcium, cristallisé, répondant à la formule As^2Ca^3 . Comme l'azote et le phosphore de calcium, il décompose l'eau à froid en donnant de l'hydrogène gazeux (AsH^3) et l'hydrate de calcium. — M. O. Boudouard a étudié la décomposition de l'oxyde de carbone en charbon et acide carbonique en présence de l'oxyde de fer. Cette réaction est l'onction du temps et aussi de la quantité d'oxyde de fer présent. La quantité d'acide carbonique formé croît régulièrement et la décomposition finit par être totale. — M. André Job a reconnu qu'on peut doser avec précision par l'eau oxygénée tout le cérium cérique contenu dans une solution acide; la transformation en sels cériques est complète si l'on traite à froid les sels de cérium par le bioxyde de plomb et un excès d'acide nitrique concentré. — M. C. Matignon tire de données expérimentales la loi suivante : Pour des systèmes comparables (comme les chlorures ammoniacaux), éprouvant une dissociation hétérogène, les chaleurs de combinaison des composés à partir des produits de leur dissociation sont proportionnelles aux températures absolues correspondant à une même pression de dissociation, la pression atmosphérique, par exemple. Cette loi peut se mettre sous la forme : Quand des systèmes semblables se dissocient avec une même pression de dissociation, la variation d'entropie est la même. — M. Marcel DeLépine montre que l'éthylidèneimine réagit généralement comme si elle possédait une formule trimère $(CH^2-CH=AzH)^3$. Mais la molécule peut se dépolymériser; ces cas se produisent quand on volatilise l'aldéhyde et son anhydride, ou dans certaines réactions chimiques comme la formation de la carbéthaldine $CS^2(CH^2-CH=AzH)^2$. — M. Georges Leser a préparé de nouveaux dérivés de la méthylhepténone synthétique, en particulier le sel d'aniline de l'acide méthylhexénone pyruvique, le méthylhepténone, etc. — M. Ph. Barbier a préparé synthétiquement le diméthylhepténone en faisant réagir l'iode de méthyle sur la méthylhepténone naturelle en présence de tournure de magnésium. C'est un liquide incolore, bouillant entre 79 et 80° sous 10 millimètres. — M. A. Jouve, en chauffant pendant cinq à six heures, à 165°, dans un autoclave, une dissolution d'oxyde de carbone dans le chlo-

ruure cuivreux ammoniacal, a observé la formation d'urée en même temps qu'un dépôt de cuivre; les amines grasses et aromatiques se comportent d'une façon analogue. — MM. Adrian et A. Trillat, en cherchant à retirer, de l'*Artemisia absinthium*, l'absinthe par un nouveau procédé, ont obtenu un produit parfaitement pur, qui s'écarte du précédent par son point de fusion et sa solubilité dans l'éther; les auteurs le nomment *anabsinthine*. Il possède la formule $C^{18}H^{20}O^4$ et fond à 258°-259°. — M. Ferdinand Blumenthal, en soumettant l'albumine du blanc d'œuf à l'action décomposante d'une solution d'hydrate de baryte et ensuite de l'acide chlorhydrique, a obtenu un sucre réduisant la liqueur de Fehling et donnant une osazone. C'est une hexose, probablement du glucose lévogyre. — M. J. Hausser a fait des études sur la filtration, à travers des couches de matières réduites en poudre impalpables, telles que le kaolin, le phosphate de chaux, le noir animal, de liquides comme l'eau, l'alcool, des solutions salines. La résistance à la filtration augmente avec l'épaisseur de la couche. Si l'on augmente la pression, la vitesse d'écoulement augmente peu à peu, mais devient finalement constante et indépendante de la pression.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. L. Ranvier a trouvé qu'il y a sept couches distinctes dans l'épiderme de l'homme et des Mammifères. Ce sont, en suivant la marche de l'évolution épidermique : *Stratum germinativum*, *S. filamentosum*, *S. granulosum*, *S. intermedium*, *S. lucidum*, *S. corneum*, *S. disjunctum*. Chacune de ces couches se présente avec des caractères physiques et des réactions chimiques parfaitement nets. Cependant, elles ne sont pas formées d'éléments spéciaux; une même cellule, née dans le *Stratum germinativum*, atteint le *filamentosum* et devient filamenteuse, puis le *granulosum* et se charge d'éléidine, etc. — M. Ch. Bouchard montre que le poids moléculaire moyen de l'urine est en rapport avec l'activité et la perfection de la nutrition; il est faible si la nutrition est parfaite, les grosses molécules des aliments organiques ayant été presque entièrement décomposées en molécules très petites d'urée; il est plus élevé si la nutrition est languissante, l'oxydation s'étant arrêtée en partie à des produits intermédiaires (créatinine, urobiline, acide urique, etc.). L'auteur a déterminé, par la cryoscopie, le poids moléculaire des urines chez l'homme sain et dans divers états pathologiques, et a vérifié ses considérations. — MM. Charrin et Levaditi ont étudié les modifications que subissent les toxines introduites dans le tube digestif et qui ont généralement pour suite la perte plus ou moins grande de leur action. Ces modifications paraissent dues, en premier lieu, à une décomposition par les bactéries intestinales, ensuite à l'influence des sécrétions digestives. — M. Félix Le Dantec, en étudiant la fécondation, établit une loi dite du plus petit coefficient, qui lui semble expliquer parfaitement tous les phénomènes d'hérédité. — M. Hugo de Vries cultive, depuis une douzaine d'années, des plantes présentant des monstruosités, dans le but de vérifier si celles-ci sont héréditaires. La plupart des races monstrueuses sont variables à un haut degré, oscillant entre 0 et souvent 50 à 80 % d'individus-héritiers. Et en supposant que l'on sème les graines d'une race bien fixée, cette variabilité dépend presque tout à fait des conditions extérieures de la vie, surtout pendant le jeune âge. — M. J. Dybowski a fait, depuis plusieurs années, des déterminations de la quantité d'eau qui reste dans le sol pendant les mois d'été en Tunisie. Lorsque le sol est abandonné à lui-même, il se dessèche tellement pendant l'été qu'aucune végétation herbacée ne peut, à cette saison, se maintenir à sa surface. Mais, si des opérations culturales, ayant pour but d'ameublir le sol, sont régulièrement faites, cette évaporation diminue dans des proportions sensibles, et l'humidité devient suffisante pour le maintien de la vie des plantes. — M. Fréd. Wallerant montre que les macles proprement dites sont régies par les lois des groupements des cris-

taux, généralisées et étendues aux plans de symétrie. Une seule catégorie fait exception; ce sont les macles orientées autour des axes ternaires. — **M. A. Lacroix** a étudié les roches volcaniques à leucite de Trébizonde et de ses environs. On trouve réunis en cet endroit : des leucotéphrites, des leucitites augitiques à hauyne et à pyroxène, des tufs et brèches leucitiques. Ces roches renferment des enclaves de trachytes, andésines, granite et enfin de calcaires,

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 13 Décembre 1898.

Séance publique annuelle. **M. E. Vallin** lit le rapport général sur les prix décernés en 1898. — **M. le Président** proclame le résultat des concours de 1898. — **M. J.-V. Laborde** prononce l'éloge de **MM. P.-A. Bécларd**, et **J. Bécларd**, anciens membres de l'Académie.

Séance du 20 Décembre 1898.

L'Académie procède au renouvellement de son bureau et du Conseil pour l'année 1899. **M. Panas**, vice-président en 1898, devient de droit président pour 1899. **M. Marey** est élu vice-président. **M. Vallin** est maintenu, par acclamation, secrétaire annuel. **MM. Potain** et **Polailon** sont élus membres du Conseil.

M. le Président fait connaître le décès de **M. Laboulbène**, membre de l'Académie. **M. Hallopeau** donne lecture du discours qu'il a prononcé à ses obsèques. La séance est ensuite levée en signe de deuil.

Séance du 27 Décembre 1898.

M. Le Dentu présente un malade opéré de splénectomie par **M. P. Delbet** à la suite de rupture traumatique de la rate. C'est la première guérison obtenue en France dans un cas pareil. — **MM. Kelsch, Boisson** et **Braim** ont injecté à des cobayes des poussières recueillies dans les casernes en vue de rechercher leur teneur en bacilles tuberculeux. Sur 122 sujets traités avec des poussières recueillies à la surface et autour des crachoirs, une partie sont morts de maladies diverses (septicémie, péritonite) et 58 sont encore vivants; aucun d'eux ne présente de lésions tuberculeuses. Sur 91 sujets inoculés avec du mucus nasal, un seul est mort de tuberculose aiguë généralisée. Le résultat général est donc la constance des insuccès dans les tentatives de communiquer la tuberculose expérimentale par l'inoculation de poussières des casernes. — **M. Moncorvo** cite trois cas de bronchopneumonie infantile dans lesquels il a eu recours au sérum antistreptococcique de **Marmorek**, toujours avec avantage et sans avoir jamais provoqué le moindre accident fâcheux tant local que général. — **M. Delbet** lit un mémoire sur un cas d'uretéro-pyélostomie. — **M. Chipault** donne lecture d'une note sur vingt-trois cas de chirurgie du sympathique cervical. — **M. Courtois-Suffit** lit une note sur l'emploi du sesquisulfure de phosphore dans la fabrication des allumettes.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 10 Décembre 1898.

M. Grimbert a étudié l'action du *B. coli* et du bacille d'Eberth sur les nitrates. L'azote dégagé ne provient pas seulement des nitrates, le volume recueilli étant double de celui qui correspond à l'azotate détruit. L'excès provient probablement d'une action secondaire de l'acide nitreux sur les matériaux amidés de la culture. — **MM. Mongour** et **Buard** ont essayé le séro-diagnostic dans la tuberculose. Dans 4 cas de pleurésie tuberculeuse et 9 cas de tuberculose avec bacille de Koch dans les crachats, le résultat a été nettement positif. Dans 20 autres cas d'affections diverses, le séro-diagnostic a révélé l'existence de tuberculoses latentes, non encore

soupeçonnées. — **M. Dejerine** a étudié, dans deux cas de paracéphalie, les connexions de la couche optique avec l'écorce cérébrale.

Séance du 17 Décembre 1898.

MM. Ulry et **Frézals** ont étudié la pénétration dans l'œil de l'iode de potassium, suivant que cette substance est déposée sous forme de collyres aqueux ou ingérée. L'iode de potassium déposé en solution aqueuse sur la conjonctive pénètre dans l'humeur aqueuse; il ne se trouve dans l'humeur vitrée que lorsqu'il a pénétré également dans la circulation générale. Lorsqu'il est ingéré, on n'en trouve pas dans l'humeur aqueuse. — **MM. Achalme** et **Théohari** ont étudié les lésions dégénératives des cordons postérieurs de la moelle dans un cas de myélite transverse. — **M. C. Phisalix** a créé, chez des cobayes, une immunité marquée contre l'inoculation du venin de vipère par l'injection de suc de champignons. — **M. Retterer** expose la suite de ses recherches sur le prépuce du chien. — **MM. Perrier** et **Giard** discutent la valeur des expressions *transformation* et *métamorphose* en entomologie.

M. L. Martin est élu membre de la Société.

Séance du 24 Décembre 1898.

M. Dejerine a étudié dix cas d'hémianesthésie de cause centrale. Il a reconnu, sur des coupes microscopiques, que la lésion siégeait dans la capsule interne; dans ces cas, la couche optique était touchée; dans d'autres cas, c'est la partie externe du thalamus qui est lésée. — **MM. Charrin** et **Levaditi** montrent l'influence du terrain dans la marche de l'infection pyocyanique. Les cobayes ayant reçu des injections de solutions acides succombent assez rapidement avec des lésions profondes de la moelle; il en est de même des témoins, tandis que des cobayes ayant reçu des injections alcalines survivent quelquefois indéfiniment. — **MM. Gilbert** et **Grenet** ont mesuré le volume du foie chez 48 pneumoniques; 8 fois l'hypertrophie fut manifeste; elle ne s'est produite que pendant la période d'état. Quand l'hypertrophie est considérable, elle est due à une lésion infectieuse du parenchyme hépatique. — **MM. Em. Sergent** et **Léon Bernard** rapportent le cas d'un malade qui mourut subitement après avoir présenté, pendant quelques jours, les symptômes d'un empoisonnement aigu. A l'autopsie, on trouva seulement une caséification totale des capsules surrénales. Ce cas se différencie de la maladie d'Addison. — **MM. Gilbert** et **Weil** ont observé trois cas de leucémie aiguë ayant évolué différemment. — **M. Dominici** a examiné, au cours d'une bronchopneumonie tuberculeuse, le sang d'une femme ayant antérieurement subi la splénectomie. Il y a trouvé beaucoup d'hématies nucléées et de cellules basophiles dérivant de la moelle des os. — **M. C. Phisalix** a constaté que le suc de plusieurs Basidiomycètes et Ascomycètes confère, comme celui des Agaricinées, l'immunité au cobaye contre les injections de venins. — **M. Lépine** a constaté qu'il n'y a pas de véritables ferments oxydants dans la glande thyroïde.

Séance du 31 Décembre 1898.

M. Hayem signale un cas nouveau de leucémie chez une femme de trente ans, enceinte, qui succomba à une maladie hémorragique. A propos de la communication antérieure de **M. Dominici**, **M. Hayem** insiste sur le fait que les hémato blasts se transforment directement en hématies. — **M. J.-V. Laborde** a constaté que la suppression totale et radicale du cordon cervical sympathique avec ses trois ganglions, supérieur, moyen et inférieur, n'a aucune action curative sur l'épilepsie expérimentale du cobaye, ni une action préventive. **M. Dejerine** s'élève contre la résection du sympathique chez les épileptiques; dans un cas, il a vu les accès augmenter après la résection. — **M. Weinberg** a réussi à immuniser des lapins contre un streptocoque au moyen

du sérum de Marmorek. — M. Maillard, dans une note sur l'ionisation en physiologie, montre que les sulfates alcalins abaissent la toxicité du sulfate de cuivre.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 25 Novembre 1898.

M. Auger a reconnu que l'on peut très facilement préparer le glyco-colle par l'action de l'acide monochloracétique sur l'hexaméthylène tétramine. C'est une heureuse extension de la réaction observée par M. Delépine. — M. Bourcet, à propos de la communication précédente, donne un procédé de préparation du glyco-colle presque identique. — M. A. Béhal signale et discute un travail de M. Robert Schiff, sur les formes tautomères de l'éther acétylacétique. — M. A. Béhal étudiait la matière grasse de la semoule de blé; il en avait extrait de la lécithine et une substance huileuse siccatrice dont il poursuivait l'étude, lorsqu'il reçut de M. Hopkins un travail sur le même sujet. — M. Hopkins a extrait de la matière grasse du blé de la cholestérine, de la lécithine, de l'oléine, de la linoléine. — M. Flatau a adressé une note sur les essences de lemon-grass et de citronnelle; M. Hallopeau, un travail sur la production électrolytique du tungstène cristallisé; M. Vezès, deux notes sur les sels complexes du platine: oxalates et chlorures, et sur un nouveau mode de préparation du chloroplatinite de potassium. — M. Cavalier décrit les éthers phosphoriques de l'alcool méthylique. — M. Bodroux a reconnu que les hydrocarbures à trois chaînes inégales dérivés des xylènes, traités, en présence du bromure d'aluminium, par le brome en excès, perdent leur chaîne longue. Le résultat de l'opération est un xylène tétrabromé. — M. A. Morel a adressé une note sur quelques éthers carboniques mixtes du gaiacol et des alcools de la série grasse. — M. Tiemann a étudié l'ionone provenant de l'essence de lemon-grass. — M. Léo Vignon a adressé deux notes, une sur le dosage du tannin, et une sur l'absorption des liquides par les textiles. — M. X. Roques a donné un procédé de dosage volumétrique de l'aldéhyde éthylique, et M. A. Hollard une méthode de séparation et de dosage du plomb par voie électrolytique dans ses principaux alliages et dans les métaux industriels.

Séance du 9 Décembre 1898.

M. M. Delépine présente de nouvelles preuves en faveur de la formule cyclique de l'éthylidèneimine. Il a successivement examiné l'action de l'azotate d'argent, du chlorure de benzoïle, de l'acide nitreux, de l'hypochlorite de soude et de l'hydrogène sulfuré. Il a reconnu que, par l'action du sulfure de carbone, la molécule se dépolymérise et passe de la condensation 3 à la condensation 2. — M. A. Béhal décrit un procédé qui permet de régulariser la distillation dans le vide. — M. Labbé a décelé dans une essence de lemon-grass une quantité notable de citronnellal. (7 à 8 %) à côté du citral. — M. L.-A. Hallopeau fait connaître un tungstate tungsto-lithique de formule $\text{Li}_2\text{O}, \text{TuO}_3, 3 \text{TuO}_3$; il a également préparé quelques tungstates doubles par l'action des sulfates métalliques sur le paratungstate de potassium. — M. Cavalier donne ses résultats sur les chaleurs de neutralisation des éthers phosphoriques acides. — M. W. Stiehl communique ses recherches sur la constitution de l'essence de lemon-grass, confirmant les recherches de MM. Barbier et Bouveault; il en a séparé trois aldéhydes dont il donne les constantes. — M. Lépinos a étudié l'action du formol sur le corps thyroïde; il en conclut que l'on peut conserver ce produit à l'aide de solution faible de formol (à 1 %). — M. A. Trillat fait connaître un nouveau procédé de recherche et de dosage de l'alcool méthylique dans l'alcool éthylique.

Séance du 23 Décembre 1898.

M. Blaise a préparé les chlorures éthers des acides bibasiques. Il montre que ces chlorures donnent facile-

ment un mélange d'éther neutre et de dichlorure. Par le zinc méthyle on obtient des éthers d'acides cétoniques. A l'aide des dérivés succiniques, diméthylsuccinique-dissymétrique et α -diméthylglutarique, il a obtenu les acides lévulique, diméthyllevulique et diméthylhexanonique. Ces derniers sont identiques à ceux qu'on obtient en oxydant le campholène et l'acide β -campholénique. — M. Auger a généralisé une réaction remarquable signalée par Kolbe en 1872. Ce dernier avait obtenu du nitrométhane par l'action du nitrite de sodium sur un monochloracétate. Avec les acides α -bromés homologues, la même réaction permet de préparer avec des rendements de 40 % les nitroéthane, nitropropane et nitrohexane. — M. Guerbet a reconnu que l'alcool amylique de fermentation réagit sur son dérivé sodé à la température d'ébullition du mélange. Il a isolé des produits de la réaction une grande quantité d'acide isovalérique, une quantité à peu près égale d'un alcool $\text{C}^6\text{H}^{12}\text{O}$ et un peu d'acide $\text{C}^6\text{H}^{10}\text{O}^2$. L'alcool est un produit incolore, huileux, insoluble dans l'eau, il bout à 210-211°. La potasse ou le mélange chromique le transforme en l'acide signalé plus haut. Ce dernier est un liquide huileux, incolore, bouillant à 164°-165° sous 4^{mm},6 de pression et donnant des sels bien cristallisés. — M. H. Le Chatelier a préparé une nouvelle série de borates métalliques anhydres et cristallisés de formule $4\text{Bo}^2\text{O}^3, \text{MO}$. On les obtient en fondant le carbonate du métal avec un excès d'acide borique et en maintenant pendant une heure entre 500 et 600°. — Dans l'étude de l'essence de lemon-grass, M. Labbé a reconnu qu'une portion (7 à 8 %) bouillant à très haute température était un mélange d'éthers gras d'un alcool terpénique. — M. A. Collet a adressé trois notes: 1° Sur la méthyl *p*-chlorophénylcétone; 2° sur la méthyl *p*-bromo-phénylcétone; 3° sur l'action des dérivés *p*-chloré et *p*-bromé de la bromméthylphénylcétone sur l'aniline. — M. Cahen a étudié l'action du bromure d'isobutyle sur l'éther β -naphthyl-méthylque en présence du chlorure d'aluminium anhydre. — M. Imbert a fait réagir le chloranile sur la pyridine. — MM. Adrian et Trillat ont retiré de la grande absinthine un nouveau produit cristallisé bien différent de l'absinthine et de formule probable $\text{C}^{22}\text{H}^{34}\text{O}^{30}$. — M. Trillat applique la propriété de l'aldéhyde formique de coaguler la gélatine à la recherche et au dosage de ce produit dans les substances alimentaires.

E. CHARON.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 25 Novembre 1898.

M. R.-A. Leffeldt étudie les propriétés des liquides partiellement miscibles. Il prend comme exemple le phénol et l'eau, qui sont complètement miscibles au-dessus de 68° C. et partiellement au-dessous. Il mesure les tensions de vapeur des mélanges et détermine la loi de l'équilibre entre le mélange et la vapeur. Les courbes représentant le cas d'un mélange complet sont comparables à celles obtenues pour un mélange d'alcool et de toluène, mais avec un maximum un peu plus plat, de sorte qu'on peut ajouter 60 à 70 % de phénol à l'eau sans modifier beaucoup la tension de vapeur. M. S. Young a constaté des faits analogues pour les mélanges de benzène et d'hexane normal, bouillant l'un à 80° C., le second à 69° C. La courbe des points de fusion est analogue à celle de M. Leffeldt. 10 % de benzène n'ont pratiquement aucune influence sur le point d'ébullition de la benzine. Aussi dans la distillation fractionnée du pétrole américain, qui contient ces deux substances, le benzène passe déjà à 65°. — M. L.-N.-G. Filon lit un mémoire sur l'application des franges de diffraction aux mesures micrométriques. Michelson a décrit une méthode pour mesurer la distance angulaire entre les composants d'une étoile double, ou les dimensions angulaires de corps célestes très petits, au moyen de franges d'interférences pro-

duites par deux fentes placées devant l'objet d'un télescope. Si l'étoile est double, ou si elle a un disque appréciable, les franges deviennent plus fines et finissent par disparaître en éloignant les fentes l'une de l'autre; en continuant, elles réapparaissent, puis disparaissent, et ainsi de suite. M. Michelson a donné les lois du phénomène en admettant que les fentes sont infiniment longues, infiniment minces. M. Filon considère que cette condition n'est pas toujours remplie et modifie en conséquence la théorie. Les franges sont seulement visibles sur un certain rectangle, appelé « rectangle d'illumination de la source ». Dans le cas d'une source à deux points, si la distance entre les images géométriques des deux points est un multiple entier de la distance entre deux franges, le maxima de l'un des systèmes correspond au maxima de l'autre; les franges se superposent en partie et leur intensité est augmentée. Si cette distance est un multiple impair de la moitié de la distance entre les franges, le maxima d'un système correspond au minima de l'autre, et si les franges qui sont superposées de même intensité, elles s'effacent. Mais, pour que ce phénomène se produise, il faut : 1° que les rectangles d'illumination des deux sources se recouvrent en grande partie; 2° que la distance angulaire entre les deux étoiles soit moindre qu'une quantité définie, dépendant de la longueur d'onde et des dimensions des fentes. Si les rectangles d'illumination ne se rencontrent pas, l'étoile peut être résolue par l'observation directe.

Séance du 9 Décembre 1898.

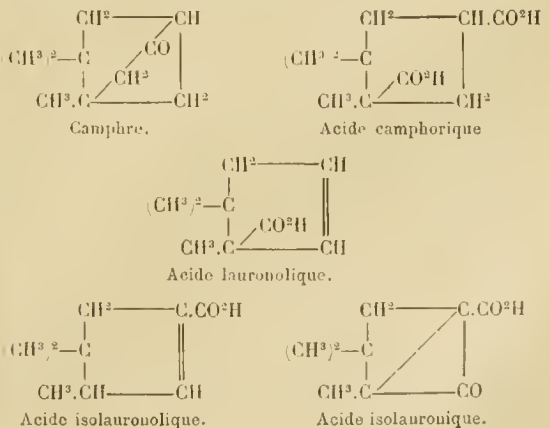
M. C. Chree étudie les vibrations longitudinales dans des cylindres solides ou creux. La formule ordinaire pour la fréquence des vibrations longitudinales a été établie pour une barre idéale de section infiniment petite. Cette formule constitue une première approximation, d'après laquelle les notes élevées sont des harmoniques exactes de la note fondamentale. M. Pochhammer et lord Rayleigh sont arrivés indépendamment à un terme correctif pour des barres solides isotropiques à section circulaire, qui détruit la relation harmonique entre les notes. L'auteur a confirmé par plusieurs méthodes les résultats obtenus par Pochhammer et lord Rayleigh, et il est arrivé à des résultats analogues pour des sections de forme différente et pour des corps symétriques autour d'un axe mais non isotropes. Dans le présent mémoire, l'auteur développe une nouvelle méthode, basée sur les valeurs moyennes des tensions provoquées, dans un corps élastique de forme quelconque, par l'application d'un système de forces. Au lieu d'obtenir une confirmation de ses précédents résultats, l'auteur est arrivé à d'autres solutions applicables à un corps non isotrope et non symétrique autour de l'axe du barreau. L'auteur étudie également le cas d'un barreau cylindrique creux (ou tube) isotrope. Si les parois du tube sont minces, la correction à ajouter à la formule ordinaire est deux fois plus grande que pour un barreau plein de même diamètre. Les différentes méthodes montrent en résumé que la formule ordinaire donne une approximation suffisante tant que le plus grand diamètre de la section transversale reste petit comparativement à la distance nodale dans le barreau. — MM. J. Rose-Innes et Sydney Young étudient les propriétés thermiques du pentane normal. Celui-ci est obtenu par distillation des parties légères du pétrole américain. Les auteurs donnent la pression de vapeur et le volume spécifique du liquide et de la vapeur saturée et les constantes critiques. Dans leurs déductions théoriques, ils font entrer en ligne de compte des expériences analogues faites avec l'isopentane, l'isomère du pentane normal; ils espéraient arriver ainsi à éclaircir la question de l'influence de la structure chimique sur les propriétés thermiques d'une substance. Leur conclusion est que les coefficients de la seconde puissance de la densité dans l'expression de p sont différents pour les deux substances. L'inclinaison de la courbe obtenue en portant $(ar^2)^{-1}$ contre $v^{-\frac{1}{2}}$ montre qu'il y a

discontinuité aux environs du volume 3,4 c. c. par gramme, comme pour l'isopentane.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Communications reçues pendant les vacances.

M. Sydney Young a mesuré les tensions de vapeur, les volumes spécifiques et les constantes critiques de l'heptane normal. Une comparaison entre les rapports des températures absolues et des volumes aux constantes critiques et ceux du pentane et de l'hexane normaux à des pressions correspondantes montre que les rapports de température, et probablement ceux des volumes, sont en relation avec les poids moléculaires des hydrocarbures. — MM. Raphael Meldola et Frederick Henry Streatfeild ont reconnu que l'action du brome sur le phénol en solution acétique donne lieu à la formation d'orthobromo et de parabromophénol. Si l'on procède à une nitration consécutive, le dérivé ortho donne le 2 bromo — 4 nitrophénol, tandis que le dérivé para donne le 2 bromo — 4,6 dinitrophénol par suite d'une transposition isomérique. — M. John Mc Cral a montré que les iodures phénylques (diortho-substitués peuvent donner des dérivés iodoso et dichlorés. — M. Henry-G. Smith a étudié la myricolorine, matière colorante jaune tirée de l'*Eucalyptus macro-ryhucha*; c'est un nouveau glucoside, de formule $C^{27}H^{28}O^{16}$, se rapprochant beaucoup de l'osyririne. Il donne, par décomposition, un sucre se rapprochant de la galactose, dont l'auteur poursuit l'étude. — M. William Colebrook Reynolds a ajouté des sels métalliques à des solutions concentrées de succinate de potassium et a obtenu des succinates doubles cristallisés de nickel, cobalt, zinc, plomb et calcium. — MM. S. Ruhemann et K.-C. Browning ont observé que la pipéridine possède la propriété de former des composés d'addition avec les éthers-sels des acides non saturés (acides succinique, pyrotartrique, tricarballoylique, etc.). Ces corps distillent dans le vide sans décomposition, ont des propriétés basiques et forment des chlorures solubles dans l'eau. — Les mêmes auteurs ont préparé les éthers-sels d'acides β -cétoniques par l'action de l'acétoacétate éthylique sodé sur les sels éthyliques d'acides non-saturés (acide tricarballoylique et dérivés). — MM. William Palmer Wynne et James Bruce ont préparé les acides disulfoniques du toluène, de l'ortho et paratoluène et de l'ortho et parachlorotoluène. — MM. W.-T. Sell et F.-W. Dootson ont obtenu, par l'action de l'ammoniaque sur la pentachloropyridine, la γ -amidotétrachloropyridine. Ce corps est identique au dérivé de la glutazine obtenu par Stokes et Pechmann. — M. M.-O. Forster a étudié les réactions de l'acétamide mercurique avec l'hydroxylamine, l'hydrazine, la phénylhydrazine et leurs sels chlorhydriques. — M. W.-H. Perkin junior déduit, de ses recherches sur l'acide isolauronolique, les formules suivantes pour le camphre et ses composés :

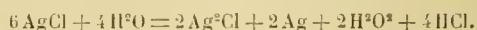


— MM. J.-E. Marsh et A. Hartridge ont étudié le carvénol, corps résultant de l'action de l'acide sulfurique fort sur le chlorocamphène. Traité par le pentachlorure de phosphore, il donne du chlorocymène; par le chlorure de benzène, il donne du paracymène. Réduit par le sodium, il fournit un alcool secondaire, $C^{10}H^{20}O$, le carvanol, qui forme une cétone, $C^{10}H^{18}O$, la carvanone. — MM. Thomas Purdie et G. Druce Lander ont préparé des acides alcoxypropioniques optiquement actifs, en dissolvant ces mêmes acides inactifs avec des alcaloïdes et en séparant les sels formés. Des observations polarimétriques ont été faites sur les acides *l*-méthoxy, *d*-éthoxy et *d*-propoxypropioniques et sur leurs sels de calcium et de sodium. La substitution d'un groupe alcoyl à l'hydrogène alcoolique des lactates augmente de beaucoup l'activité optique. Ainsi la rotation moléculaire d'un lactate alcalin en solution aqueuse diluée est de $14^{\circ}3$, tandis que celle de l'éthoxypropionate de soude est de $68^{\circ}77$. — MM. Otto Rosenheim et Philip Schidrowitz ont déterminé le pouvoir rotatoire des acides gallotanniques purs du commerce et ont trouvé qu'il variait entre $[\alpha]_D + 11^{\circ}$ et $+ 74^{\circ}2$. Cependant tous les échantillons contenaient 50 à 75 % d'un acide gallotannique uniforme, possédant un pouvoir rotatoire de $+ 75^{\circ}$; mais ce dernier est fortement influencé par les impuretés minérales. — Les mêmes auteurs ont étudié l'influence de la concentration, du dissolvant et des corps étrangers inactifs sur le pouvoir rotatoire de l'acide gallotannique. Celui-ci est de $+ 75^{\circ}2$ dans l'eau à 15° et diminue avec la concentration; dans l'alcool, l'acétate d'éthyle, etc., il est beaucoup diminué. Les acides minéraux ne l'influencent pas, mais la plupart des sels métalliques l'abaissent jusqu'à un minimum, après lequel il se relève légèrement. — MM. William Jackson Pope et Stanley John Peachey ont préparé le dextrotartrate de la tétrahydropapavérine racémique; c'est le premier exemple de la combinaison d'une base racémique avec un acide actif.

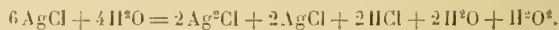
Séance du 3 Novembre 1898.

M. George Dean a déterminé l'équivalent du cyanogène en décomposant du cyanure d'argent pur par l'acide nitrique et en titrant l'argent par le bromure de potassium d'après la méthode de Stas. Le résultat des expériences donne une valeur de 26,065. Si l'on prend comme poids atomique du carbone 12,01, celui de l'azote est 14,055. — M. J. Dewar insiste, à propos de la communication précédente, sur l'importance de la détermination des poids atomiques par des méthodes indirectes. Lui-même a essayé de déduire le poids atomique du carbone de celui du bromure de triéthylamine. Le nombre obtenu par M. Dean pour l'azote est presque identique à celui que Stas a déduit de sa synthèse du nitrate d'argent, et un peu plus élevé que celui de lord Raleigh. Il est à désirer que de pareilles recherches se continuent. — M. Sydney Young a déterminé les hydrocarbures du pétrole américain bouillant entre 25° et 115° ; ce sont : l'isopentane ($27^{\circ}95$), le pentane normal ($36^{\circ}3$), le pentaméthylène (50°), l'isohexane (61°), l'hexane normal ($68^{\circ}95$), le méthylpentaméthylène (72°), le benzène ($80^{\circ}2$), l'hexaméthylène ($80^{\circ}8$), l'isohéptane ($90^{\circ}3$), l'heptane normal ($98^{\circ}4$), le méthylhexaméthylène (102°) et le toluène ($110^{\circ}8$). Une comparaison des pétroles américain, galicien et russe montre qu'ils renferment les mêmes classes d'hydrocarbures; les proportions seules diffèrent. — MM. Francis E. Francis et Sydney Young n'ont pu séparer l'isohéptane et l'heptane normal du pétrole américain par distillation fractionnée, à cause de la présence de naphthènes ayant des points d'ébullition voisins. Aussi, tout le mélange a été traité par le brome, les bromures d'heptyle et d'isohéptyle séparés du reste par distillation sous pression réduite, puis réduits par le zinc; enfin, les deux hydrocarbures ont été séparés par une nouvelle distillation. — MM. D. Hamilton Jackson et Sydney Young ont observé que, dans la distillation du pétrole américain, le benzène passe en grande partie

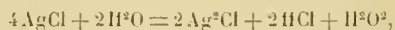
déjà à 63° . Ce fait provient de la présence de l'hexane normal, qui a la propriété d'abaisser le point d'ébullition du benzène, en même temps que le sien est sensiblement élevé. — MM. Francis E. Francis et Sydney Young ont isolé l'hexane normal du pétrole américain, en traitant celui-ci par l'acide nitrique fumant; ce réactif attaque rapidement l'isohexane et, en général, tous les isohydrocarbures en formant des dérivés nitrés, tandis que les hydrocarbures normaux sont peu attaqués ou le sont avec une extrême lenteur. — M. William Jackson Pope a obtenu, dans la cristallisation d'une solution aqueuse de chlorate de soude, une forme composée consistant en un cristal cubique ayant crû sur un cristal tabulaire, de façon que l'axe de symétrie ternaire de l'un est dans la même direction que l'axe quaternaire de l'autre. Ce cristal ne suit donc pas la loi ordinaire des macles. — M. T. Martin Lowry a déterminé les points de fusion et les rotations spécifiques des quatre dérivés stéréoisomères obtenus par l'action du brome et celle du chlore sur les solutions alcalines de nitrocamphre. — Le même auteur a reconnu que le camphonitrophénol, obtenu par l'action de l'acide chlorhydrique sur le nitrocamphre, n'est autre chose qu'une oxime de l'anhydride camphorique. — MM. S. Ruhemann et A.-V. Cunningham ont trouvé que la condensation du malonate d'éthyle et de ses homologues avec les sels éthyliques d'acides non saturés, pour l'obtention d'éthers des acides polycarboxyliques, est facilitée par l'addition d'éthoxyde de sodium. Les auteurs ont préparé un grand nombre de corps par cette méthode. — M. E. Sonstadt a étudié l'action de la lumière sur les sels d'or et d'argent. Une solution aqueuse de chlorure d'or à 0,01 %, placée au soleil, n'est influencée qu'au bout d'une à deux semaines, et la réduction reste toujours incomplète, quelle que soit la durée de l'exposition. Une solution à 0,007 % de chlorure d'or bleuit distinctement au bout de quelques heures d'exposition; la couleur augmente chaque jour d'intensité jusqu'à ce qu'il se précipite un dépôt brun d'or réduit, puis le liquide se décolore complètement. Si l'on prépare du chlorure d'argent à une faible lumière, puis qu'on l'expose au soleil sous l'eau en l'agitant fréquemment, on constate, au bout de quelques jours, que l'eau qui le recouvre contient un peu d'acide chlorhydrique et des traces d'eau oxygénée. La réaction est la suivante :



Mais l'argent formé réagit sur l'acide chlorhydrique en donnant du chlorure d'argent et de l'hydrogène naissant qui se combine à son tour à l'eau oxygénée pour donner de l'eau, de sorte que la réaction complète est la suivante :



Ainsi, à chaque degré de la réaction, il se reforme un tiers de chlorure d'argent et la moitié d'eau, et quand tout le chlorure d'argent est transformé en chlorure argenteux il reste encore de l'eau avec de l'acide chlorhydrique et de l'eau oxygénée. Mais quand l'eau est en quantité inférieure à celle que supposent les formules précédentes, les réactions sont représentées par l'équation très simple :



et il ne reste plus d'eau à la fin. Les expériences suivantes montrent la possibilité des deux sortes de formules : Du chlorure d'argent est desséché pendant plusieurs heures sur un bain de sable et introduit rapidement dans un tube séché et chauffé, lequel est immédiatement scellé. Par le refroidissement, une trace d'humidité se dépose sur les parois du tube, montrant que le chlorure n'est pas parfaitement sec. Si l'on expose le tube au soleil, le chlorure bleuit instantanément puis brunit par places, mais, même après une

longue exposition il reste un grand nombre de points tout à fait blancs ; ce sont les parties réellement sèches qui résistent à l'action de la lumière. Si l'on ramène le tube à l'obscurité, il redevient complètement blanc, par suite de la reformation de chlorure d'argent aux dépens du chlorure argenteux. Mais si l'on fait la même expérience avec un tube contenant, en outre, du chlorure de calcium, qui absorbe une partie de l'eau, le tube transporté à l'obscurité ne redevient pas blanc, conformément aux réactions prévues. — M. Ernest-E. Bagnall, en faisant agir l'acide sulfurique fumant sur la dichlorodiacétylbenzidine, a obtenu de l'acide méthane-trisulfonique. Il donne des sels avec le cuivre, le baryum, le calcium, le potassium, le sodium, l'ammonium et l'argent. — M. Arthur George Perkin a trouvé dans les graines de *Rhus rhodantha*, le cèdre jaune de la Nouvelle-Galle du Sud, de la quercétine et de l'acide gallotannique. Dans les racines, il a trouvé de la fisétine, dont les deux premières substances sont des produits d'oxydation.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 26 Novembre 1898.

SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Rapport de MM. J.-C. Kluyver et D.-J. Korteweg sur le mémoire de M. N. -L.-W.-A. Gravelaar, intitulé : *John Napier's Werken* (les œuvres de J. Neper). Curriculum vitae. La première publication du mathématicien écossais se rapporte à l'apocalypse : *A Plaine Discovery of the whole Revelation of saint John* (1593). Mais son chef-d'œuvre : *Mirifici Logarithmorum Canonis Descriptio* (1614) est de caractère mathématique. Deux années après la mort de Neper, son fils Robert publiait : *Mirifici Logarithmorum Canonis Constructio* (1619), contenant un supplément où il est question de logarithmes à base 40. C'est parce que H. Briggs a annoté cette édition qu'on parle de logarithmes de Briggs quand il s'agit de logarithmes à base 10. Néanmoins, un examen minutieux de toutes les publications sur ce sujet ne permet pas de décider cette question de priorité. D'après Gravelaar, on fait tort à Neper si l'on attribue l'invention des logarithmes à base 40 exclusivement à Briggs. Les analogies et les bâtons de Neper. Dans son *Ars logistica* et son *Algebra* Neper a prouvé de surpasser non seulement ses contemporains, mais aussi plusieurs auteurs modernes. Dans le premier, il parle d'un grand secret algébrique qu'il vient de dévoiler et qui rendra de biens grands services à l'art logique et à toutes les autres parties des mathématiques. Malheureusement, il ne le révèle pas. D'après son descendant, Mark Napier, l'éditeur de l'*Ars logistica* (1839), le secret a trait à l'introduction des imaginaires ; d'après Gravelaar, il est très probable qu'il s'agit simplement de la solution analytique générale de l'équation quadratique, en égard à la bivalence de la racine qui y intervient. D'après cette opinion, cette bivalence forme l'*Arcanum algebrae* de Neper comme les logarithmes forment son *Arcanum arithmeticae*. Commentaire sur les deux livres de l'*Algebra*. — M. H.-G. van de Sande Bakhuizen présente un mémoire de M. A. Pannekoek, intitulé : *Die Lichtcurve Algols nach den Beobachtungen von J. Plasmann* (la courbe de clarté d'Algol d'après les observations de J. Plasmann). Sont nommés rapporteurs MM. J.-A.-C. Oudemans et J. C. Kapteyn.

SCIENCES PHYSIQUES. — M. J.-D. van der Waals : *Contraction de volume et contraction de pression dans les mélanges*. D'après M. Amagat (*Comptes rendus*, 11 juillet 1898), le volume d'un gaz dans un mélange est égal à celui qu'il occupe sous la même pression et à la même température, s'il existait séparément ; cette hypothèse exige que deux gaz, en se mélangeant sous une pression constante, n'éprouvent ni contraction positive, ni contraction négative. Comme cette contraction se présente aussitôt que les densités des gaz sont assez grandes, il va sans dire que l'hypothèse de M. Amagat

n'est qu'une approximation, utile dans le cas de densités modiques ; le degré d'approximation peut être déterminé à l'aide de l'équation de l'état d'un mélange. D'abord, l'auteur démontre la formule

$$\Delta v = x(1-x) \left\{ \frac{a_1 + a_2 - 2a_{12}}{1 + \alpha t} - (b_1 + b_2 - 2b_{12}) \right\},$$

où les variables t , v et x et les constantes α , a , b ont la signification ordinaire. Il en déduit : 1° que la valeur absolue de la variation Δv du volume à une température t donnée est indépendante de la pression, si cette pression reste au-dessous de la limite imposée par les approximations qui ont mené à la formule en question ;

2° que Δv est maximum par rapport à x pour $x = \frac{1}{2}$, c'est-à-dire si les gaz mélangés occupent le même volume (pour l'air Δv n'est que le $\frac{16}{25}$ de cette valeur maximum) ;

3° qu'il dépend du signe de la quantité entre accolades si la contraction est positive ou négative. Malheureusement, les résultats de M. Amagat pour l'air à la température ordinaire (t . c.) commencent par une pression de 100 atmosphères, beaucoup supérieure à la limite mentionnée. Donc, pour contrôler la formule, M. van der Waals a été obligé de se rejeter sur la thèse de M. J.-P. Kuenen (1892), qui s'est occupé de la quantité Δz pour un mélange d'acide carbonique et de chlorure de méthyle. Seulement, comme M. Kuenen, au lieu d'indiquer Δv , donne l'augmentation Δp de la pression nécessaire à comprimer le mélange au volume original, l'auteur, pour éviter des calculs fastidieux se contente d'une approximation ; il trouve pour $x = \frac{3}{4}$ et $t = 130^\circ$ ou 160° .

$b = 10$	$\Delta v = 0,0010$ ou $0,00095$
30	0,0014 0,00118
50	0,0026 0,00125

Ensuite M. van der Waals compare le degré d'approximation de l'hypothèse de Amagat avec celle de la quantité Δp qui représente la déviation de la loi de Dalton. Il trouve

$$\Delta p = 2x(1-x) \frac{(1 + \alpha t) b_{12} - a_{12}}{v^2},$$

et fait voir, en se servant encore de données expérimentales empruntées à Kuenen, que l'hypothèse $\Delta v = 0$ de M. Amagat mérite seulement le nom d'une loi approximative. — Enfin M. van der Waals fait une communication « sur la déduction de la valeur exacte du poids moléculaire de la densité de vapeur ». — M. H.-W. Bakhuys Roozeboom. « Sur les phénomènes de congélation et de fusion des substances tautomères. » M. Bancroft a étudié le cas où les températures de transition se trouvent dans un domaine admettant une position d'équilibre entre les deux substances comme liquides. Dans ce cas, on n'a pas de certitude quant à la proportion dans laquelle les substances se mélangent au moment de fusion et de congélation, de telle façon qu'on ne peut pas acquérir des représentations quantitatives. Donc, il est important d'étudier des substances tautomères dont les températures de congélation se trouvent au-dessous de la limite inférieure de température, admettant une transformation entre les deux substances dans l'état liquide. L'auteur dépose ses idées dans la figure 4 (page 88), où α et β représentent les deux substances,

tandis que des grandeurs $\frac{\alpha m}{m\beta}$ et mM qui déterminent la position d'un point quelconque M, la première est égale au quotient $\frac{v_\beta}{v_\alpha}$ des volumes et la seconde à la température t .

Dans ce diagramme, on reconnaît sans peine les points de fusion A et B des substances α et β , et les droites de fusion AC et BC qui concourent en un point C, au-dessous duquel chaque mélange liquide se congèle

entièrement en une combinaison de cristaux α et de cristaux β . A des températures plus élevées, toutes les proportions de mélange ne sont plus possibles; au contraire, à une quelconque de ces températures t_p correspond une proportion déterminée indiquée par le point P d'une certaine ligne FG.

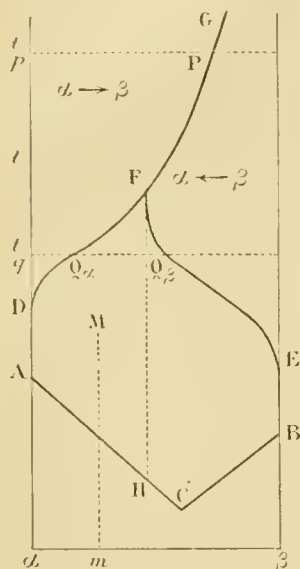


Fig. 1.

une transformation de β en α . L'auteur étudie cinq cas différents. — M. J.-M. van Bemmelen présente, au nom de M. F.-A.-H. Schreinemakers, une communication : « Equilibre de systèmes de trois composantes; changement de la température de mélange de systèmes binaires par l'addition d'une troisième composante. » L'auteur s'occupe de systèmes de trois composantes A, B, C qui ont la propriété que deux des trois couples (B,C), (C,A), (A,B) admettent deux phases liquides. Il expérimente avec deux systèmes: d'abord avec le système eau, alcool, nitrile d'acide succinique; ensuite avec le système eau, phénol, aniline. Seulement les couples eau-alcool et phénol-aniline n'admettent pas deux phases liquides. Quoique ces systèmes possèdent la propriété indiquée, leurs isothermes sont toutes différentes, comme le montrent les diagrammes en forme de triangle (fig. 2 et 3). Le triangle EAN (eau, alcool, nitrile)

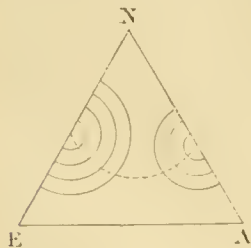


Fig. 2.

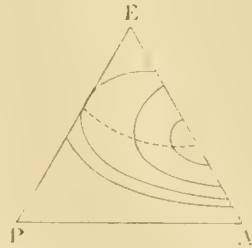


Fig. 3.

correspond au premier système, le triangle EPA (eau, phénol, aniline) au second. Etude de la feuille de la surface ξ de van der Waals au-dessus des deux triangles.

SCIENCES NATURELLES. — M. A.-A.-W. Hubrecht : « Formation du sang dans le placenta de *Tarsius*, et d'autres Mammifères. » Les savants qui se sont occupés dans les derniers trente ans de l'origine des corpuscules rouges du sang des Mammifères ne sont pas d'accord sur ce point. Probablement l'opinion que les corpuscules rouges sans noyau des Mammifères adultes sont des

éléments morphologiquement homologues aux corpuscules rouges à noyau des Vertébrés inférieurs et des embryons des Mammifères, y entre pour quelque chose. Cette opinion est combattue par MM. Schäfer, Sedgwick, Minot et Ranvier. Seulement la démonstration expérimentale du dernier a été réfutée par M. Vosmaer (*Rev. gén. d. Sciences*, t. VIII, p. 1020). Les deux autres considèrent les corpuscules sans noyau des Mammifères comme des plastides qui se forment en des cellules d'une manière analogue celle des grains de chlorophylle dans les cellules des plantes. La pluralité des autres biologistes voient dans ces corpuscules sans noyau des cellules dont le noyau a été expulsé, MM. Rindfleisch, van der Stricht, Bizzozero, Kostanecki, Howell, Mondino) ou résorbé dans la cellule (MM. Kölliker, Neumann, Sanfelice, Spuler, Löwit, Eliasberg, Freiberg, Grünberg, Israel, Pappenheim). De son côté, l'auteur relève deux observations, faites après avoir étudiées placentas d'un grand nombre de Mammifères en des phases différentes de développement. D'abord il remarque que les noyaux des corpuscules du sang embryonnaire diffèrent à plusieurs titres des noyaux des cellules du sang tout anciennes qui naissent dans l'aire vasculaire de la vessie ombilicale. Ensuite il prétend que ces noyaux eux-mêmes, et non pas le corpuscule enveloppant, s'accordent en grandeur et très souvent en faculté d'absorber les couleurs avec les corpuscules sans noyau du sang de l'animal mère. Donc, il s'est posé la question, en supposant que le corpuscule à noyau perd ce noyau par expulsion, si ce n'est plutôt ce noyau expulsé qui correspond au corpuscule définitif sans noyau que l'enveloppe dont il s'est libéré. Des observations d'une toute autre série de phénomènes affirment cette hypothèse. Pendant la formation du placenta chez *Tarsius*, probablement une partie de la substance cellulaire qui y joue un rôle actif procure les corpuscules de sang qui se dégagent dans le sang maternel coulant par le placenta. Ces corpuscules, entièrement conformes à ceux qu'on trouve partout dans les vaisseaux maternels, naissent donc dans le plasma des noyaux et non pas dans le plasma des cellules, etc. — M. M.-W. Beyerinck s'occupe d'un « *Contagium vivum fluidum* » comme cause de la « maladie des taches » des feuilles du tabac. Cette maladie « mosaïque » se caractérise par une décoloration de la chlorophylle, distribuée comme des taches, suivie d'une désorganisation complète du tissu attaqué. En 1885, M. Adolf Mayer montra que cette maladie est contagieuse, le suc des plantes malades possédant la faculté d'infecter des plantes saines. Dès 1887, M. Beyerinck a cherché si cette maladie est de caractère parasitaire. Dans le cas d'une réponse affirmative, on ne pourrait penser qu'à des bacilles, l'examen microscopique ne révélant pas la moindre trace d'un microbe. Les méthodes de culture bactériologique montraient l'impossibilité de l'hypothèse que les bactéries aérobies causent la maladie, ces bactéries ne se présentant ni dans le tissu des plantes saines, ni dans celui des plantes malades. Plus tard, l'auteur a été obligé de tirer la même conclusion quant aux bactéries anaérobies. Donc il croit se trouver vis-à-vis d'une maladie causée par une contagion qui ne s'accorde pas avec la notion du « *contagium fixum* ». Par des expériences d'infection nouvelles faites en 1897 et 1898, il a tâché d'étudier les propriétés de cette contagion. Pour les résultats de ces expériences très intéressantes, nous renvoyons à l'original. — Rapport de MM. G. van Dienen et J.-M. van Bemmelen, sur un mémoire de M. J. Lórié : « Description de quelques nouveaux percements de sol. » Il s'agit de 23 nouveaux percements en des localités différentes des Pays-Bas.

P.-H. SEHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Élection à l'Académie des Sciences. — Le 30 janvier dernier, l'Académie des Sciences a procédé à l'élection d'un membre dans sa Section d'Economie rurale en remplacement du très regretté Aimé Girard.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 58,

M. Roux	a obtenu	41	suffrages.
M. Rister	—	14	—
M. Maquenne	—	2	—

En conséquence, M. Roux a été déclaré élu.

Le D^r Roux, sous-directeur de l'Institut Pasteur, est un des plus jeunes académiciens de l'Institut, et cependant sa carrière de savant est déjà longue. Avant même d'avoir pris grade en médecine, il fut associé, avec M. Chamberland, aux célèbres travaux de Pasteur sur le charbon sang de rate; c'est dans la familiarité de l'illustre Maître qu'il sentit se développer en lui cet ardent amour de la science à laquelle il n'a cessé, depuis, de se consacrer tout entier.

On sait combien cette activité s'est montrée féconde : parmi les découvertes importantes réalisées en bactériologie depuis vingt ans, il n'en est guère auxquelles ses recherches n'aient puissamment contribué. Ses travaux faits soit sans concours, soit en collaboration avec M. Chamberland, M. Nocard, M. Yersin et quelques autres savants, ont successivement éclairé la grosse question du mode d'action des microbes pathogènes par production de toxines, l'étiologie, l'anatomie pathologique de la tuberculose, la culture du bacille de Koch, l'étiologie de la diphtérie, l'action paralysante des toxines diphtériques, la guérison, par sérothérapie, du croup et du tétanos déclarés. Grâce à lui, l'Institut Pasteur, vers lequel se dirigent, depuis quinze ans, les rabiques du monde entier, est devenu aussi, en France, le grand laboratoire où les diphtériques viennent demander et obtiennent la guérison.

C'est surtout cette série ininterrompue de travaux et de succès que l'Académie a voulu récompenser en appelant à elle le D^r Roux. Mais aux découvertes que nous venons de rappeler ne se bornent pas les titres du

nouvel élu. Par son enseignement, si plein de faits, par la façon dont il dirige les jeunes médecins qui viennent apprendre la bactériologie à l'Institut Pasteur, il a rendu à la science un service inappréciable : car à tous ceux qui travaillent sous sa direction il enseigne quelque chose de plus précieux que la science elle-même : la rigueur de la méthode, et cet art supérieur de critiquer les expériences, cette finesse d'analyse, dont ses travaux personnels portent si nettement la marque et fournissent un vivifiant exemple.

§ 2. — Mathématiciens

Le Congrès international des Mathématiciens en 1900. — L'un des événements les plus importants du monde mathématique sera certainement le Congrès international des Mathématiciens qui doit se tenir à Paris du 6 au 12 août 1900, et que la Société Mathématique de France s'occupe activement de préparer.

Une circulaire lancée depuis quelques semaines fait connaître les conditions générales du Congrès, qui sera rattaché à l'Exposition universelle, mais dont la plupart des séances se tiendront au quartier Latin (probablement à la Sorbonne). Il y aura au moins deux séances générales, des séances de sections, des visites scientifiques, des excursions facultatives et un banquet¹.

La circulaire sollicitait des réponses faisant connaître si le correspondant juge probable sa présence au Congrès, sans que d'ailleurs sa déclaration l'engage en rien dans un sens ou dans l'autre. C'est simplement une indication, précieuse à retenir pour les organisateurs. Or, à la date du 1^{er} février, 839 correspondants avaient déjà répondu. Parmi eux, 533 annonçaient leur présence probable, et celle de 377 personnes de leurs familles. On n'est guère qu'au début de l'organisation, et voilà déjà un effectif de 910 membres du Congrès sur lesquels on doit compter. Ils représentent dans leur ensemble,

¹ Le prix de la carte du Congrès sera de 30 francs. Les personnes appartenant aux familles des membres du Congrès pourront recevoir des cartes à un prix réduit, qui sera ultérieurement fixé.

au point de vue des nationalités, la France, l'Allemagne, l'Italie, la Suisse, la Grande-Bretagne, l'Autriche-Hongrie, la Russie, la Belgique, la Hollande, la Suède, le Danemark, l'Espagne, le Portugal, la Grèce et la Serbie.

On se rappelle qu'un Congrès préparatoire avait été tenu à Zurich en 1897, avec un grand succès. Celui de Paris, grâce, il faut bien le dire, à la coïncidence de sa date avec celle de l'Exposition, brillera d'un plus vif éclat encore. Ces grandes Assemblées, qui sont une nouveauté pour les mathématiciens, sont destinées à exercer une puissante action sur les développements futurs de la Science.

D'autre part, on nous annonce que des représentants des Académies de Vienne, de Munich, et des Sociétés de Göttingue et de Leipzig se sont réunis à Göttingue il y a quelques mois, et ont résolu en principe de former une union entre les diverses Académies du monde entier, pour mener à bonne fin les œuvres qui intéressent tous les mathématiciens. C'est là une excellente initiative, qui mérite d'être encouragée et dont on doit désirer le succès. Cette sorte de fédération académique sur le terrain mathématique, si elle parvenait à se fonder, donnerait à l'organisation des Congrès internationaux son complément naturel et un caractère de permanence profondément désirable.

Actualités. — La Société Mathématique de France vient de renouveler récemment son bureau. C'est M. le commandant Guyou, membre de l'Institut, qui a été nommé président pour 1899, en remplacement de M. Lecomte, ingénieur en chef des Mines, président sortant.

Parmi les publications mathématiques récentes, nous signalerons le *Bollettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche*, de M. Gino Loria, édité à Turin (C. Clausen) et qui vient d'achever sa première année. Sous sa forme réduite, ce modeste recueil nous semble pouvoir rendre de très grands services.

§ 3. — Physique

L'Échelle spectrale et la gamme des couleurs : Lettre de M. W. Nicati. — Au sujet du récent article de M. C.-E. Guillaume sur l'Échelle du Spectre¹, M. le Dr Nicati, de Marseille, nous fait l'honneur de nous adresser la lettre suivante :

« Répondant à l'invitation de M. Guillaume, je voudrais préciser les données du problème posé lorsque l'on demande de fixer par tous les moyens possibles les données d'une échelle spectrale. Cette position de principe me paraît d'autant plus indispensable que l'on a coutume de confondre l'échelle spectrale et la gamme des couleurs, deux choses essentiellement distinctes. L'échelle spectrale ou des radiations lumineuses est une gradation des mouvements extérieurs appelés lumière. Elle est le domaine des physiiciens. La gamme des couleurs est l'échelle des mouvements nerveux ou de notre sensation. Elle est le domaine consacré des neuro-physiologistes.

« Cette distinction étant bien établie, qu'il me soit permis de m'élever contre une affirmation trop répandue, basée sans nul doute sur la confusion que je signale.

« On nie tout parallélisme entre la gamme musicale et celle des couleurs. Or, rien n'est plus semblable lorsque, au lieu de considérer l'échelle des radiations lumineuses, on s'arrête à l'échelle des hauteurs de la sensation telles qu'elles ont été fournies par l'analyse de certaines sensations visuelles très déterminées : le phénomène de Purkinje et ses corollaires, les phénomènes de Javal et de Macé de Lépinay. Considérée dans les hauteurs de la sensation, la gamme des couleurs se trouve présenter dans les teintes bleues, jaunes,

rouges, l'équivalent (le synonyme) des termes tierce, quinte, octave de la musique. Bleu, jaune, rouge sont la tierce, la quinte, l'octave d'une tonique, située plus bas, au seuil même de la sensation, et représentant la tension du foyer nerveux au repos, tonique dont l'accord parfait majeur a nom *blanc*.

« La gamme musicale et la gamme des couleurs sont des harmonies absolument parallèles entre courants nerveux dont le siège seul diffère. L'apparente contradiction qui fait l'embarras des physiiciens réside dans la différence des procédés de transformation employés par la Nature pour faire, avec des forces extérieures différentes, du mouvement nerveux. Les ondes sonores utilisent dans la rétine auditive les procédés mécaniques; elles provoquent une échelle des *oueurs* parallèle à celle des hauteurs du son, et cela permet de remplacer les unes par les autres dans tous les calculs de l'harmonie. Les ondes lumineuses emploient la voie chimique, elles provoquent une échelle des couleurs point exactement parallèle à celle des hauteurs spectrales, puisqu'on la trouve être en proportion inverse du pouvoir photochimique; et cela interdit tout emploi de l'échelle spectrale dans les calculs de l'harmonie des couleurs.

« Veut-on un exemple d'erreur provoquée par l'imixtion de l'échelle spectrale dans les calculs de l'harmonie des couleurs, où elle n'a que faire; je n'ai qu'à rappeler la malencontreuse innovation de violet-vert-rouge, soi-disant couleurs fondamentales destinées à remplacer les couleurs simples bleu, jaune, rouge consacrées par l'exercice de la peinture. N'en déplaise à la mémoire de Vung et d'Helmholtz, il est aussi injustifié de déplacer les couleurs fondamentales qu'il pourrait l'être de remplacer par d'autres accords la tierce, la quinte et l'octave dans la composition de l'accord parfait majeur¹. »

D^r W. Nicati.

§ 4. — Métallurgie

Fabrication de nouvelles monnaies à Constantinople. — Nous appelons l'attention des industriels français sur le nouvel essai monétaire du Gouvernement Ottoman.

Le Gouvernement Ottoman a décidé de frapper de la monnaie divisionnaire. Après étude, l'Hôtel des Monnaies a rejeté l'emploi d'un alliage de nickel et a adopté l'alliage suivant : 95 % de cuivre, 4 % d'étain et 1 % de zinc. L'alliage devra être livré sous forme de lames d'une épaisseur de 2 à 3 millimètres.

Il a été décidé de frapper, à titre d'essai, des monnaies pour une somme de 60.000 livres turques, environ 1.365.000 francs. Si le résultat est satisfaisant, une seconde commande suivra, pour la somme de 200.000 livres. D'après nos renseignements, il est même probable que le total de la fourniture atteindra 30.000.000 de francs.

A partir de l'acceptation de l'offre, un délai de cinq mois sera accordé pour la fourniture. L'expédition sera faite en 4 lots : la première livraison deux mois après la conclusion de l'affaire, les autres à un mois d'intervalle.

Dans l'estimation du prix, il y a lieu de tenir compte d'une commission d'environ 5 %. La marchandise sera payée à Constantinople, aussitôt après livraison.

Pour suffire à cette nouvelle frappe, l'Hôtel des Monnaies de Constantinople aura besoin d'un certain nombre de machines. Ce sont : 6 machines à frapper les pièces de monnaie, 2 machines à découper, 3 laminoirs, 2 tours et des courroies en cuir.

Nous espérons que l'industrie française tiendra à se mettre sur les rangs pour l'adjudication de ces importantes commandes.

¹ « Voir pour de plus amples détails le *Traité de Psychologie* que je viens de faire paraître dans la *Bibliothèque des Sciences contemporaines* (Reinwald, éditeur). »

¹ Voyez la *Revue gén. des Sciences* du 15 janvier 1899.

§ 5. — Agronomie

L'industrie de l'huile de maïs. — Nous extrayons d'un Rapport publié récemment par le Gouvernement américain¹, quelques indications intéressantes sur une industrie qui commence à se développer dans le Nouveau-Monde.

Dans la fabrication de l'amidon et du glucose et aussi de certaines farines au moyen des grains de maïs, le germe, qui contient une assez forte proportion d'huile, est enlevé. De ce germe, on peut exprimer une huile présentant certaines qualités, tandis que les résidus constituent une nourriture aussi bonne pour le bétail que la plupart des drèches des graines oléagineuses ordinaires.

L'huile de maïs est aisément purifiable, et elle forme alors un liquide léger, de la couleur de l'ambre et parfaitement transparent. Ce liquide, de prix peu élevé, a été essayé comme huile pour la salade et trouvé très agréable au goût; il n'est pas douteux qu'il ne se répande de plus en plus pour cet usage.

L'huile de maïs peut être également employée pour le graissage des parties délicates des machines; en outre, elle est combustible et fonctionne bien comme huile de lampe. L'huile plus grossière et moins pure fournit un savon estimé.

En somme, l'huile de maïs possède une valeur commerciale à peu près égale à celle de l'huile de coton.

§ 6. — Géographie et Colonisation

Télégraphie sous-marine. — Nous avons décrit, dans notre numéro du 15 septembre 1898, les deux grands câbles sous-marins qu'en 1896 et 1897 avait construits et posés la Société industrielle des Téléphones. Nous sommes heureux d'apprendre que cette Société vient encore d'obtenir de la Compagnie française des Câbles télégraphiques une importante commande de près de 400 kilomètres d'un câble sous-marin destiné à relier La Vela de Coro à Maracaïbo (Vénézuëla).

En voici la spécification: Au centre, une cordelette de 7 fils de cuivre de 0 mm. 6 de diamètre, autour de laquelle sera placée une enveloppe en gutta-percha pesant 18 kilos environ par kilomètre. L'armature sera composée d'une couche de 18 fils d'acier de 1 mm. 8 de diamètre et d'une seconde couche de 13 fils de fer de 4 millimètres de diamètre pour le type d'atterrissage; d'une couche de 10 fils de fer de 4 millimètres de diamètre pour le type de côte.

Souhaitons que cette commande soit bientôt suivie d'autres non moins importantes, les efforts et l'esprit d'initiative de la Société industrielle des Téléphones en Télégraphie sous-marine méritant d'être couronnés de succès.

Ténériffe et le Pic de Teyde. — A l'occasion de la prochaine croisière de la *Revue* aux Canaries², au cours de laquelle nous visiterons Ténériffe et ferons, dans cette île, l'ascension du Teyde, il nous paraît intéressant d'indiquer la façon dont se pratique cette ascension. M. Bouquet de la Grye, de l'Institut, membre du Comité de Patronage de nos voyages, a eu l'amabilité de nous fournir à ce sujet tous les renseignements désirables. L'éminent savant a gravi, il y a quelques années, le Pic de Ténériffe, pour y accomplir des travaux de triangulation³, et il a recueilli, sur la route parcourue et

l'ensemble de la montagne, toute une série d'observations qui rendront service aux touristes⁴.

L'ascension du Pic comporte quatre parties bien distinctes:

- 1° D'Orotava au pied de la montagne, à l'Estancia de los Ingleses;
- 2° De l'Estancia à Alta Vista;
- 3° D'Alta Vista à la Rambleta;
- 4° De la Rambleta au sommet du Pic.

La première section n'offre aucune difficulté. On la parcourt soit à pied, soit à dos de chameau, soit à cheval ou à mulet. Nos touristes n'auront à craindre ni les lenteurs du premier de ces modes de locomotion, ni les fatigues du second. La *Revue* s'est pourvue de chevaux et de mulets en nombre suffisant pour que tous les voyageurs désireux d'effectuer l'ascension puissent l'accomplir dans les meilleures conditions. Chacun trouvera sa monture dès l'arrivée à Orotava, sur le quai même du débarquement.

Après avoir traversé la ville, notre caravane suivra un sentier bordé de jardins « où poussent les fruits des tropiques », longera ensuite des champs d'orge et de blé, puis, un peu plus haut, rencontrera « les arbres fruitiers de nos pays et des carrés de pommes de terre avant d'arriver aux pins, aux broussailles, au *mal país* qui est la lave, et enfin à la neige ».

Dans toute la région cultivée, « il sort du brouillard du matin », nous dit M. Bouquet de la Grye, à qui nous empruntons ces détails, « une odeur de pain grillé qui est la caractéristique de l'île. Dans toutes les chaumières, en effet, on écrase du blé, sous une petite meule, après l'avoir torréfié sur une plaque de tôle; la poudre brune qui en résulte, le goffio, est la base de l'alimentation des Isleños.

« Après avoir dépassé les terrains cultivés, on entre dans les broussailles en prenant en écharpe le revers ouest de l'île, et, après avoir contourné force ravins dénués d'eau, on entre, par une large coupure située à 2.700 mètres d'altitude, dans un des plus grands cratères de notre globe, car il a plus de 20 kilomètres de diamètre. Au nord et à l'est, ce cratère, cette cañada, pour lui donner son nom espagnol, est limité par des escarpements de plus de 300 mètres de hauteur; à l'ouest, cette barrière renversée a laissé s'écouler sur le penchant de la montagne, et jusque dans la mer, des fleuves successifs de lave que leur couleur rend encore distincts. Devant soi et presque au milieu du cirque, se dresse la montagne du Teyde.

« La cañada a encore, à l'heure actuelle, l'apparence d'une fournaise à peine éteinte; elle est parsemée de petits cônes d'éruption qui offrent l'apparence de ces pustules que l'on voit dans les images lunaires; un grand volcan, le Chabora, les dépasse, mais lui-même est effacé par le Teyde, dont la hauteur semble seule en rapport avec la dimension de la cañada.

« Aucune végétation sérieuse, en dehors de quelques Relamas en boule, ne se montre dans toute cette vaste enceinte, et les couleurs noires, rouges, violettes, roses et blanches s'y détachent en tons crus grâce à la transparence de l'air. Il serait intéressant de fixer par des images exactes le relief de cet océan de laves, de pouzolanes et de tufs. Lorsqu'il aura été reboisé, ce qui, évidemment, tardera peu, — on l'a fait bien facilement pour les monts Dômes d'Auvergne, — on ne saura plus ce qu'était ce grand volcan, à moins qu'il ne lui prenne la fantaisie de s'allumer une fois encore.

« Entre la Estancia où nous passâmes la nuit, à 2.960 mètres d'altitude, et Alta Vista, le sentier est encore praticable pour les chevaux, mais on monte en faisant des lacets continuels sur une pente de 30° et il faut deux heures pour arriver à une plate-forme qui a

¹ *Journal of Franklin Institute*, janvier 1899.

² VIII^e CROISIÈRE de la *Revue générale des Sciences*: LES CANARIES, MADÈRE, MAROC, ESPAGNE, PORTUGAL, ALGÈRE, en avril 1899. Départ de Marseille, le 29 mars. Retour à Marseille, le 20 avril.

³ Ces travaux avaient pour objet la géodésie du Sénégal et de Ténériffe, et visaient particulièrement à fixer la position géographique de Saint-Louis, pris comme méridien fondamental pour les bassins du Sénégal et du Haut-Niger.

⁴ L'auteur a rendu compte de son ascension du Pic de Teyde, dans une lecture faite à une réunion des cinq Académies de l'Institut (MDCCCLXXXVIII). C'est à ce document que nous empruntons tous les passages cités dans le présent article.

été aussi un centre d'éruption : pierres ponce, coulées de basalte, rien n'y manque, et devant vous se dresse encore, dans l'angle sud-ouest du plateau, le Teyde, qui ne paraît guère avoir diminué de hauteur. »

C'est à partir de ce point que commence, d'après M. Bouquet de la Grye, « l'ascension sérieuse, au milieu d'un chaos prodigieux de rochers basaltiques et de blocs de scories rejetés par le volcan, chemin en casse-cou, où les indigènes seuls peuvent retrouver la trace de ceux qui ont passé avant eux. »

« Si l'on n'était si fort occupé de savoir où l'on doit poser le pied, on admirerait l'aspect de la cañada vue de cette hauteur; mais deux heures durant, aux difficultés de la route se joignent de vives angoisses : les yeux sont injectés de sang par suite de la dépression

sençe d'un paysage des régions polaires. La température autorise, du reste, cette illusion. La hauteur du baromètre à mercure, comparée à celle de l'enregistreur laissé à Santa-Cruz, accuse, pour le sommet, une hauteur de 3.710 mètres; Piazzi Smith donne 3.712 mètres. »

M. Bouquet de la Grye recommande de jeter, à la descente, un coup d'œil sur « la grotte de glace, phénomène encore inexplicable de ce mystérieux Teyde, où l'on rencontre non loin d'un évent de vapeurs, que l'on nomme « la Narine du Pic », une anfractuosité pleine d'eau et de glace, et cela au milieu de rochers si fendillés, de scories si poreuses, que nulle part ailleurs sur la montagne on ne trouve le moindre suintement d'eau ».



Fig. 1. — Ile de Ténériffe et Pic de Teyde.

de l'air, on a des bourdonnements dans les oreilles, on éprouve une soif ardente, que l'on ne calme pas en mangeant de la neige; les mains sont bleues par le froid, malgré l'ardeur d'un soleil presque vertical.

« On parvient enfin à la Rambleta, et l'on y trouve un troisième centre d'éruption plus petit que le précédent, car il n'a pas plus de 80 mètres de diamètre dans sa plus grande largeur. Cette plate-forme, couverte de pouzzolane, laisse percer par places l'ossature de la montagne et l'on peut s'y reposer en se chauffant les pieds au feu du volcan, car une vapeur brûlante sort de plusieurs fissures. »

« Toujours au sud-ouest se dresse le pic terminal, qui n'a que 160 mètres de hauteur; il faut pourtant une heure pour le gravir, tellement la cendre volcanique est meuble, on y entre par instants jusqu'aux genoux. »

Au sommet, « le spectacle est si beau, les nuages éclairés par le soleil sont d'un blanc tellement éblouissant et paraissent si bien continuer les neiges qui couvrent le flanc de Teyde, » que l'on se croit « en pré-

Cette énorme montagne de Ténériffe, qu'on ne saurait étudier avec trop de soin en raison du grand intérêt géologique et géodésique qu'elle présente, exerce autour d'elle une influence très curieuse. Il importe de la signaler au lecteur, bien que le phénomène auquel elle donne lieu ne soit perceptible qu'aux instruments de mesure. Ce phénomène consiste dans un relèvement très marqué, une sorte de soulèvement du niveau de la mer. C'est un effet très prononcé d'attraction, bien mis en évidence par les savantes recherches de M. Bouquet de la Grye. « La mer qui baigne l'Archipel des Canaries, a, dit-il, une surface étrangement ondulée; son niveau s'élève à une grande hauteur autour de Ténériffe, amplifiant démesurément un effet semblable à celui que produit la capillarité autour d'un tube plongé dans un verre d'eau. » Le baromètre héliostérique compensé, que nous emporterons à bord, permettra aux touristes de se rendre compte de l'amplitude et des variations de ce relèvement.

L. O.

LA CONSTITUTION DES ALBUMINES

ET LES RÉCENTS TRAVAUX DE L'ÉCOLE ALLEMANDE;

LES BASES HEXONIQUES

Depuis les belles recherches de P. Schützenberger, l'étude de la constitution des albumines a été poursuivie de divers côtés, surtout en Allemagne. Les données fondamentales établies par le chimiste français se sont enrichies, dans ces derniers temps, de nouvelles conquêtes d'une haute importance biologique. Il semble utile de résumer brièvement ici les résultats des plus récents travaux.

I

Tandis que P. Schützenberger utilisait, pour décomposer le complexe moléculaire des albumines, l'action hydratante de la baryte, en présence de l'eau, en vase clos, au delà de 200°, la plupart des auteurs allemands se sont adressés à une méthode déjà ancienne, indiquée par Hlasiwetz et Habermann et basée sur l'action, continuée plusieurs jours, de l'acide chlorhydrique bouillant en présence du chlorure stanneux.

Quand la réaction est terminée, on sépare l'étain par l'hydrogène sulfuré, et on filtre. L'addition à la liqueur d'acide phosphotungstique fournit un précipité qu'on recueille et décompose par la baryte : on filtre, on élimine la baryte en excès par l'acide carbonique et on obtient finalement une liqueur qui, évaporée convenablement en présence de l'acide nitrique et du nitrate d'argent, fournit des nitrates doubles où l'acide est combiné à l'argent et à des bases nouvelles, qu'on peut séparer les unes des autres et finalement isoler à l'état de pureté¹.

L'albumine de l'œuf, la fibrine, la caséine, la gélatine, l'élastine, la corne, etc., etc., peuvent ainsi donner naissance à une ou plusieurs des bases qui seront étudiées ci-dessous.

La plus anciennement connue de ces bases est la lysine, $C^6H^{14}Az^2O^2$, découverte en 1891 par Drechsel² dans les produits de dédoublement de la caséine par l'acide chlorhydrique bouillant en présence de l'étain, et retrouvée depuis en soumettant diverses albumines au même traitement³.

La base libre n'est pas bien connue ; les tentatives

faites par Drechsel et Krüger n'ont donné aucun résultat décisif⁴. Mais on a préparé plusieurs de ses sels, un monochlorhydrate $C^6H^{14}Az^2O^2.HCl$ et un dichlorhydrate $C^6H^{14}Az^2O^2.2HCl$, fusible à 217°, un carbonate $2C^6H^{14}Az^2O^2 + CO^2$, un chloroplatinate $C^6H^{14}Az^2O^2.2HCl + PtCl^4$, tous bien cristallisés.

La lysine est dextrogyre ; mais, chauffée à 150° avec de l'eau de baryte, elle peut se transformer en un isomère inactif.

Elle peut fixer, par l'action du chlorure de benzoyle en présence de la soude, deux groupements C^7H^5O , et se transformer en dibenzoyllysine ou acide lysurique $C^6H^{12}Az^2(C^7H^5O)^2O^2$. Ce dernier est un corps bien cristallisé, qui permet d'isoler des traces de lysine ; il donne des sels, et en particulier un sel de baryte soluble dans l'alcool absolu bouillant et précipitable sous forme de bouillie cristalline quand on ajoute son volume d'eau froide à la solution alcoolique⁵.

La dibenzoyllysine peut, du reste, régénérer la lysine, quand on la chauffe vers 140° avec de l'alcool chlorhydrique.

La lysine a la formule d'un acide diamidocaproïque, et les analogies qu'elle présente avec l'acide diamidopropionique de synthèse autorisent à penser qu'elle n'est autre qu'un acide diamidocaproïque.

Il paraît d'ailleurs exister plusieurs lysines isomères. Quant à la lysatinine que Drechsel avait cru isoler en même temps que la lysine, elle ne serait, d'après Hedin, qu'un mélange de lysine et d'arginine³.

II

L'histoire de ce dernier corps est beaucoup plus complète que celle de la lysine ; elle offre aussi beaucoup plus d'intérêt.

L'arginine, $C^6H^{14}Az^4O^2$, a été extraite des produits de la destruction chlorhydrique des matières protéiques par la méthode décrite ci-dessus ; mais c'est dans les cotylédons du lupin qu'elle avait été rencontrée pour la première fois par Schulze et Steiger⁴.

¹ KOSSEL : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XXV, p. 165.

² DRECHSEL : *Dubois-Reymond's Archiv*, 1891, p. 254 ; et *Ber. d. deutsch. chem. Ges.*, t. XXIII, p. 3096.

³ FISCHER et SIEGFRIED : *Ber. d. deutsch. chem. Ges.*, t. XXIV, p. 418 ; SCHWARTZ : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XVIII, p. 487 ; HEDIN : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XXI, p. 297, et t. XXV, p. 344 ; KOSSEL et KUTSCHER : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XXV, p. 351.

⁴ DRECHSEL et KRÜGER : *Ber. d. deutsch. chem. Ges.*, t. XXV, p. 2454.

⁵ DRECHSEL : *Ber. d. deutsch. chem. Ges.*, t. XXVIII, p. 3189 ; CLARA WILDENOW : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XXV, p. 521.

⁶ HEDIN : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XXI, p. 297.

⁷ SCHULZE et STEIGER : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XI, p. 43.

C'est une base mal cristallisée, soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, absorbant énergiquement l'acide carbonique de l'air pour former un carbonate. Ses sels sont dextrogyres.

Le nitrate $C^6H^{14}Az^4O^2.AzO^3H + 1/2H^2O$ est un corps bien cristallisé, soluble dans l'eau, soluble à chaud seulement dans l'alcool. Il dissout en bleu intense l'oxyde de cuivre et laisse alors déposer par refroidissement des cristaux bleus $(C^6H^{14}Az^4O^2)^2Cu(AzO^3)^2 + 3H^2O$.

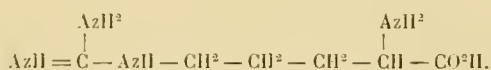
L'arginine donne également un chlorhydrate et un chloroplatinate, un sulfate, un picrate, etc.

Mais ses combinaisons les plus caractéristiques sont les nitrates doubles d'arginine et d'argent, souvent utilisés pour séparer l'arginine : $AgAzO^3 + C^6H^{14}Az^4O^2 + 1/2H^2O$, en cristaux prismatiques peu solubles, et $AgAzO^3 + C^6H^{14}Az^4O^2.AzO^3H$, facilement soluble.

L'arginine précipite, bien entendu, par le chlorure mercurique, l'acide phosphotungstique et plusieurs autres réactifs généraux des alcaloïdes.

Mais la réaction la plus intéressante est celle que fournit à chaud l'hydrate de baryte : on obtient, comme l'ont montré Schulze¹ et ses élèves, de l'urée et de l'acide diamido-valérique. L'acide diamido-valérique (ornithine) $C^5H^{12}Az^2O^2$, avait été extrait par Jaffé², à l'état de combinaison dibenzoylée, de l'urine de poulets dont les aliments avaient été additionnés d'acide benzoïque.

Ce dédoublement a permis de considérer l'arginine comme une guanidine de l'acide diamido-valérique, en d'autres termes, comme une créatine de formule :



Il est à peine besoin de faire observer tout l'intérêt que présentent ces réactions au point de vue de la genèse de l'urée dans l'organisme. On ne croit pas devoir insister, non plus, sur les rapprochements qui s'imposent entre l'arginine et les leucomaïnes du groupe créatinique (amphicréatine, crusoécéatine, etc.), découvertes antérieurement par M. A. Gautier.

III

À côté de l'arginine vient se placer un autre corps, récemment découvert par Kossel³, et dont les liens avec les deux bases précédentes sont manifestes.

L'*histidine*, $C^6H^9Az^3O^2$, se forme quand on décom-

pose par l'acide sulfurique diverses protamines extraites par Kossel du testicule ou du sperme d'esturgeon, de saumon, de hareng, etc. C'est un corps blanc, cristallisé en écailles, soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther, de réaction alcaline. Il donne des sels bien cristallisés. On n'est pas encore fixé sur sa constitution.

Voici donc, en résumé, trois corps :

La lysine	$C^6H^{14}Az^2O^2$
L'histidine	$C^6H^9Az^3O^2$
L'arginine	$C^6H^{14}Az^4O^2$

tous trois en C^6 et que, pour cette raison, Kossel désigne sous le nom d'*hexones*¹, ou *bases hexoniques*².

Pour bien comprendre leur importance et le rôle qu'on leur attribue dans la constitution des albumines, une digression devient nécessaire.

IV

À la suite de Miescher, toute une école de chimistes (Piccard, Schmiedeberg et, en première ligne, Kossel) a repris, dans ces derniers temps, l'étude des protamines extraites du testicule ou du sperme de divers animaux.

Kossel, entre autres, a pu disposer d'une quantité assez considérable de sperme de saumon, de hareng, d'esturgeon. La matière, passée à travers un liège, est acidulée par l'acide acétique et filtrée, épuisée ensuite à l'alcool et à l'éther, finalement desséchée. Si l'on traite la masse ainsi préparée par de l'acide sulfurique à 1/100, de façon à l'épuiser complètement, et qu'on précipite la liqueur acide par l'alcool, on obtient un sulfate de protamine qu'on purifie ensuite par des dissolutions suivies de précipitations successives. Dans certaines circonstances, il est avantageux de transformer la protamine en pierate.

Les sulfates de protamine purs sont des poudres blanches, solubles, se séparant quelquefois de leurs solutions sous la forme d'huiles incolores, réfringentes.

Les protamines libres sont des bases énergiques, donnant la réaction du biuret, précipitant par les réactifs généraux des alcaloïdes, se combinant avec les acides pour fournir des sels généralement solubles.

Du sperme de saumon et du sperme de hareng, Kossel³ a retiré une seule et même protamine, la

¹ KOSSEL : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XXV, p. 175.

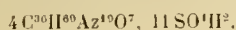
² KOSSEL joint à ces bases la leucine $C^6H^{13}Az^2O^2$, bien qu'elle n'ait pas le caractère d'alcali énergétique que présentent les hexones proprement dites.

³ JAFFÉ : *Ber. d. deutsch. chem. Ges.*, t. X, p. 1925.

⁴ KOSSEL : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XXII, p. 176.

⁵ KOSSEL : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XXII, p. 176, et t. XXV, p. 165.

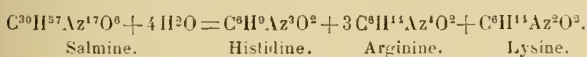
clupéine ou *salmine*, dont le sulfate est de formule $C^{30}H^{57}Az^{17}O^6, 2SO^2H^2$; le sperme de l'esturgeon lui a donné une protamine spéciale, bien que très voisine de la précédente, la *sturine*, dont le sulfate s'écrit :



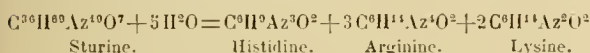
Ces protamines sont décomposées à l'ébullition par l'acide sulfurique dilué, avec formation de substances nouvelles voisines des corps originels et que Kossel désigne sous le nom de *protones*, par analogie avec les peptones.

Une action plus prolongée de l'acide dédouble les protones avec formation d'arginine, d'histidine et de lysine. Nous voilà donc ramenés aux bases hexoniques.

Kossel représente par l'équation suivante la décomposition de la salmine :



Avec la sturine, on aurait :



Or, les protamines ont de nombreux points de contact avec les albumines proprement dites : c'est d'abord la formation des hexones aux dépens des uns et des autres; la réaction du biuret; la digestibilité par le suc pancréatique, etc., etc. Les protamines peuvent donc être considérées comme des matières protéiques très simples; ce sont, pour ainsi dire, les *albumines embryonnaires* du sperme.

A cause de la présence constante des hexones dans les produits de dédoublement, à la fois, des protamines et de toutes les albumines, Kossel considère les protamines comme constituant le noyau des matières protéiques. Ces dernières ne diffèrent des protamines que par la soudure au copule central protaminique des acides amidés complexes (aspartique, glutamique, etc.) qui apparaissent, en même temps que les hexones, quand on dédouble les albumines vraies, alors que les protamines ne fournissent par dédoublement que les trois bases hexoniques : lysine, arginine, histidine.

En d'autres termes, les protamines, dédoublables en trois hexones, seraient le squelette des matières protéiques, celles-ci n'étant que des produits de substitution, très complexes, il est vrai, du groupement protaminique fondamental.

Nous n'avons encore aucune notion sur le mode de liaison des bases hexoniques dans le noyau protéique; mais deux faits ressortent cependant avec évidence de la théorie qui précède : c'est d'abord la présence, dans la molécule des albumines, de corps en C^6 comme les sucres, et il n'est pas besoin de montrer toute l'importance de

ce fait pour expliquer la formation dans l'organisme des hydrocarbonés aux dépens de l'albumine; c'est ensuite (l'arginine étant une guanidine, c'est-à-dire un dérivé de la cyanamide) la présence, dans le complexe moléculaire des albuminoïdes, du groupement CAz, sur l'importance duquel M. A. Gautier avait depuis longtemps appelé l'attention.

V

La théorie de Kossel est, on le voit, très suggestive. Elle nous montre, dans le sperme, des embryons d'albumines aptes à fixer des groupements moléculaires de plus en plus nombreux et à constituer de vraies substances protéiques, et peut-être ce phénomène se produit-il effectivement, pendant ou après la fécondation.

A un autre point de vue, les travaux qui viennent d'être résumés offrent matière à réflexions. Ils nous montrent la Chimie organique orientée de plus en plus vers la Biologie.

Pour tous les esprits réfléchis, il n'est pas douteux que la belle unité qu'offrait autrefois la masse imposante de la Chimie organique n'existera bientôt plus. Cette grande science se scindera forcément; les efforts scientifiques se dirigeront vers deux pôles distincts : d'une part, la Chimie physique et, d'autre part, la Physiologie. Déjà, en Allemagne, où les savants ne répugnent pas aux hypothèses les plus hardies d'une science d'avant-garde, cette tendance se manifeste de plus en plus. Le chef incontesté de la Chimie allemande contemporaine, Emil Fischer, est un des collaborateurs de la *Zeitschrift für physiologische Chemie*, et, dans le dernier numéro de ce recueil, il publie un important mémoire sur le rôle des nouons stéréochimiques en Biologie. Il s'étend avec complaisance sur la partie biologique de son œuvre et il semble qu'il la considère comme plus importante encore que l'ensemble des faits chimiques découverts par lui.

C'est à tort qu'on s'en étonnerait : si conjecturales que soient ses théories touchant la biochimie des fermentations, Emil Fischer a raison de leur faire une place prépondérante; c'est une vue philosophiquement très juste.

Emil Fischer est un des protagonistes de cette évolution qui entraîne la Chimie vers les sciences biologiques. Il pressent que dans un avenir peu éloigné la Chimie va pénétrer au cœur même de la Biologie et l'on ne s'écarte peut-être pas beaucoup de sa manière de voir en affirmant que c'est sur le terrain de la Physiologie et de la Pathologie que la Chimie organique portera bientôt son principal effort.

D^r L. Hugounenq,

Professeur à la Faculté de Médecine de Lyon,
Correspondant de l'Académie de Médecine.

L'ÉTAT ACTUEL ET LES BESOINS DE L'INDUSTRIE DES VINS DE CHAMPAGNE ¹

I. — CULTURE ET FABRICATION

I. — HISTORIQUE.

C'est à sa situation géographique, au Nord du climat séquanien², et au voisinage de la limite extrême de culture de la vigne en plein champ, mais aussi et surtout à son sol à la fois crayeux et sablonneux, pauvre en matières organiques, que la Champagne doit les qualités particulières et très spéciales des vins qu'elle produit. Déjà au siècle dernier on les préférait aux vins des autres provenances; la cour de Louis XV acheva d'établir leur réputation et leur suprématie.

On s'accorde à attribuer à un chartreux champenois du siècle dernier, dom Pérignon, l'invention du « sante bouchon »; mais ce n'est guère qu'à partir de 1860 que l'industrie des vins mousseux a pris progressivement la grande extension qu'elle a fini par acquérir. Les vins de Champagne sont universellement connus et estimés, bien davantage même à l'Étranger qu'en France. De cette époque date l'extension actuelle du vignoble et la création de ces magnifiques caves, le plus souvent taillées à même dans d'épais bancs de craie, que l'on peut admirer un peu partout, mais principalement à la maison Pommery, qui en possède plus de dix kilomètres. La figure 3 (p. 97), qui représente un chantier de travail au milieu d'une cave souterraine, donnera une idée de l'aspect grandiose de ces crayères aujourd'hui célèbres. La température n'y varie guère, et oscille constamment autour de 10°, circonstance très favorable pour la bonne tenue et la conservation des vins.

II. — VIGNOBLES.

Composés à peu près des mêmes cépages qu'en Bourgogne, c'est-à-dire avec dominante de *pinot noir* et de *vert doré*, les vignobles sont en général situés sur les coteaux dérivant au Nord et au Sud de la montagne, couverte de forêts, qui sépare le bas-

sin de la Vesle de celui de la Marne, et aussi au Sud de ce dernier cours d'eau.

Le vignoble se divise ainsi en trois parties distinctes : 1° le versant Nord de la montagne de Reims, avec les crus de Villedomange, Rilly, Mailly, Verzenay-Verzy; 2° le versant Sud avec Cumières, Ay, Bouzy, Ambonnay; 3° la région d'Avize, où dominent les cépages blancs.

Dans tous ces crus fameux, où l'hectare de vigne atteint souvent un prix considérable, la plantation est l'objet des plus grands soins. En Champagne, la propriété est très morcelée; le vigneron, dont le principal revenu est lié à la production de ses vignes, les entoure de toute sa sollicitude, et n'y laisse pas pousser le moindre végétal étranger (en été, le coup d'œil en est véritablement superbe); mais surtout, fidèle aux anciennes traditions, il se montre très réfractaire aux perfectionnements de la viticulture moderne. Il s'est figuré que le phylloxera ne s'accommoderait pas de son sol crayeux, et s'est considérablement effrayé, non sans quelque raison, à l'idée de remplacer ses cépages séculaires, dont il connaît les qualités, par des plants américains greffés.

Il n'existe guère en Champagne que de la vigne *basse*, expression employée, par opposition avec la vigne *haute* ou *permanente* des autres régions, pour désigner les plants réséqués chaque année au niveau du sol, et dont les jeunes pousses, portant seules le fruit, sont supportées par des échelas n'atteignant pas au delà d'un mètre.

Le vigneron champenois, qui recherche la qualité plutôt que la quantité, sait que rien n'est supérieur au produit du « jeune bois » qui a mûri tout près de terre. Dans certaines régions, il existe cependant une tendance à cultiver la vigne en « chaintres » (sortes de palissades), et l'on a même imaginé, au moyen d'un artifice ingénieux, de faire pivoter la vigne tout entière, en pleine végétation, pour la coucher, et amener autant que possible les fruits au voisinage du sol, à l'approche de la maturité.

Bien que pourvue principalement de cépages rouges, la Champagne produit surtout des vins blancs pour le commerce; les raisins rouges donneraient un degré alcoolique plus élevé et plus de bouquet; les raisins blancs, plus de délicatesse, de fraîcheur, de fruité, un bouquet vanillé tout

¹ Cet article ne saurait être une description détaillée et complète de l'histoire du Champagne; il se propose uniquement d'indiquer les particularités les plus intéressantes de l'industrie qui produit ce vin, et spécialement des phénomènes biologiques qui s'y accomplissent.

² Ici, comme pour la culture des plantes odorantes, les produits du Nord sont d'une finesse incomparablement plus grande que ceux du Midi.

spécial¹. Dans certaines années, on fabrique aussi des vins rouges; mais leur production est forcément limitée, subordonnée à celle des vins blancs d'une valeur commerciale bien supérieure. Les crus de Bouzy, de Chamery, de Villedomange, sont très estimés; connus seulement d'un petit nombre d'amateurs, ils sont presque ignorés du commerce, à cause de leur production restreinte et de leur conservation relativement limitée. Ils se rapprochent des meilleurs Bourgogne avec moins de corps, mais beaucoup plus de légèreté et de délicatesse dans le bouquet.

Par suite de la nature du sol, les vignes de Champagne nécessitent une fumure très considérable; mais les avis sont partagés sur l'application de la fumure intensive actuelle. Quelques-uns, avec les anciens vigneron, mettent sur le compte de cette fumure et des apports de cendres pyriteuses que l'on trouve à proximité dans la montagne, par le changement dans la nature du sol et de la composition des moûts qui semble en résulter, les maladies et les difficultés dans le travail des vins, moins accentuées autrefois qu'aujourd'hui. Ils pourraient bien avoir raison dans une certaine mesure, maintenant que nous avons conscience de la part exacte qui revient à la composition chimique des moûts dans la fermentation en général, et en particulier dans la formation du bouquet ainsi que dans la prédisposition à certaines maladies.

Pour des liquides aussi délicats que les vins de choix en Champagne, une pasteurisation, même ménagée, paraît encore trop brutale; les soins méticuleux dont on entoure toutes les opérations, semblent, du reste, la rendre beaucoup moins nécessaire que pour la plupart des autres vins français.

III. — VINIFICATION.

À la vendange, qui a lieu vers le 1^{er} octobre, dans les années moyennement chaudes, les raisins sont soigneusement débarrassés, par un personnel spécial, des grains verts et des moisissures, puis exprimés légèrement au pressoir ordinaire. On obtient ainsi la cuvée, très riche en sucre, et qui, avec les noirs, ne doit présenter qu'une coloration légèrement rosée, la substance chromogène devant rester, autant que possible, intacte dans la pellicule. Il me semble que l'on pourrait remplacer heureusement cette opération, qui demande à être bien conduite, par l'application du principe de l'essoreuse; mais il faudrait une installation nouvelle pourvue de force motrice. Du reste, cette légère coloration disparaît

facilement sous l'influence réductrice des vigoureuses fermentations subséquentes.

On utilise le moût provenant d'une seconde pression, et même d'une troisième, qui se pratique après avoir retourné, au moyen d'une bêche de jardinier, les marcs arrosés d'une solution sucrée; mais ces produits (tailles, rebêches), caractérisés surtout par le principe amer de la grappe et des semences, n'entrent que dans la fabrication des qualités inférieures, où l'amertume est masquée par une addition exagérée de sucre au moment de l'expédition.

La cuvée est immédiatement transportée du vignoble dans des fûts de deux hectolitres, et de préférence la nuit, si la température est élevée, dans les celliers des maisons de Champagne, où la fermentation, qui s'est vite déclarée, se poursuit en général doucement et à basse température pendant plusieurs semaines. On peut donc dire que, de toutes les opérations de la vinification champenoise, c'est la fermentation qui est la moins soignée; il est à penser cependant que ce transport sur des charrettes, et dans des tonneaux incomplètement remplis, réalise d'une manière heureuse l'aération du moût pendant les premières phases de la fermentation.

La nature du cépage et la constitution du sol ont certainement une grande influence sur la composition des moûts de Champagne, que l'on trouve plus riches en substances azotées et phosphorées que ceux des autres provenances françaises: c'est là un fait bien connu des œnologues. Les substances albuminoïdes semblent aussi plus riches en soufre; c'est ainsi que j'ai observé plusieurs fois un dégagement d'hydrogène sulfuré relativement considérable, lorsque certaines levures, et en particulier le vulgaire *Mycoderma Vini*, végètent sur le moût.

Les levures des différents crus de Champagne, dont j'ai entrepris l'étude, sont en général des ferments d'une grande énergie; ils communiquent aux moûts de même origine un bouquet délicieux et des plus caractéristiques. Mes expériences personnelles, jointes aux observations antérieures, montrent qu'il faut faire, dans la production de ce bouquet, la part de la composition du moût, et celle, non moins grande, du ferment. C'est à une ou deux races au plus, bien caractérisées et très voisines, que l'on doit la production du bouquet spécial aux vins de Champagne, et je suis certain que, convenablement sélectionnées et soignées dans la conservation intégrale de leurs propriétés, elles sont de nature à communiquer aux moûts d'origine étrangère, dans lesquels elles seraient ajoutées en majorité au moment de la vendange, des qualités les rapprochant de nos crus champenois. Mises à fermenter dans les liquides sucrés artificiels, elles

¹ La vanilline, si répandue dans le règne végétal, semble être plus spécialement localisée dans les pépins, ainsi que j'ai pu le remarquer en cherchant à en préparer des extraits.

donnent déjà une partie du bouquet, et il suffit d'ajouter du moût de raisin pour compléter la production de l'odeur caractéristique. Il faut donc faire la part du milieu de culture naturel qui est donné aux ferments, milieu que sa teneur exceptionnellement riche en substances azotées ou phosphorées rend éminemment propre à leur développement et à leurs fonctions. Il est certain cependant que, pour la fermentation des moûts de pommes dans la production des cidres, les bonnes levures de Champagne se montrent supérieures et amènent rapidement une clarification toujours difficile à obtenir avec les ferments naturels du fruit. Ces derniers moûts, stérilisés même par la chaleur, renferment sans doute, comme les moûts de raisins, les substances concourant avec le ferment au développement du bouquet des vins : car ils fournissent, après l'action de la race principale des levures de Champagne, le bouquet intense et tout à fait caractéristique de nos crus champenois. Quelles sont ces substances ?

Il s'en faut que toutes les années soient également bonnes, et la situation créée aux vigneron par les dernières récoltes succédant à la grande année de 1893, est digne d'intérêt, la viticulture étant particulièrement onéreuse en Champagne. La vigne s'est parfaitement accommodée de la sécheresse persistante et de la grande chaleur estivale de 1893; la suppression des maladies cryptogamiques qui en a été la conséquence, et une maturité parfaite avec abondance des levures, ont amené une qualité exceptionnelle dont les grandes maisons ont profité pour combler leurs approvisionnements et leurs réserves. Les années 1895 et 1898, favorisées par un temps convenable, ont fourni des vins en quantité, il est vrai, beaucoup moindre, mais d'une finesse remarquable.

La constitution des vins de Champagne les rend particulièrement aptes à prendre la *tourne* et la *graisse*; mais le cadre restreint de cet article ne permet pas d'entrer dans des détails circonstanciés au sujet des accidents causés par ces maladies. Le *Jaune* et le *Bleu*, dont on rapporte actuellement la cause à la présence des diastases provenant de la végétation, ce que semblerait montrer leur apparition à peu près exclusive dans certaines années, sont encore trop fréquents; le bleu, en particulier, donne aux vins en bouteilles une fluorescence désagréable.

IV. — FABRICATION.

§ 1. — La cuvée.

Le premier temps de la fabrication des vins mousseux est la fabrication de la cuvée. Cette opération, la plus importante de la manutention tout

entière, car elle met en œuvre des volumes de plusieurs centaines d'hectolitres, par conséquent d'une valeur considérable, nécessite de la part des chefs de cave une grande habitude due à une longue pratique, et une très grande habileté dans la dégustation; elle a lieu, en général, au printemps. Si, en pénétrant à cette époque dans les celliers des grandes maisons de Champagne, l'odorat cherche à analyser le bouquet intense qui s'exhale de tous ces vins, on croit reconnaître la prédominance des éthers de la série butyrique mariés agréablement à des odeurs de vanille, puis une très légère pointe sulfhydrique, nullement désagréable à cet état de dilution, et dont l'origine a été signalée. Pour éviter la formation d'un excès de ce dernier composé, et pour les raisons habituellement connues, les tonneaux sont tenus aussi pleins que possible. On a aussi cherché, au moyen d'un barboteur bien facile à imaginer, à recueillir et à utiliser toutes ces émanations odorantes de la première fermentation; mais j'ignore les résultats obtenus.

Tous ces vins jeunes, bien qu'ayant subi un premier collage suivi d'une décantation, contiennent encore de grandes quantités de levures bourgeonnantes; ils vont constituer la base de la cuvée; mais, dans le but de compléter le bouquet, de corriger la saveur, l'acidité, et pour constituer de toutes pièces un produit dont le type est adapté au genre de clientèle de la maison, on leur mélange des vins de réserve en diverses proportions. Le personnel dirigeant tout entier apporte ses arguments appuyés sur les résultats des années précédentes, consignés avec le plus grand soin dans les archives de la maison; on manque ou l'on réussit une cuvée, et l'on cite souvent la cuvée exceptionnelle de telle ou telle maison, ce qui fait ressortir toute la délicatesse et les difficultés de l'opération.

La durée du contact du moût avec le pépin et la grappe ayant été réduite à son strict minimum, la cuvée contient très peu de tannin *naturel*. Les inconvénients qui résulteraient de la présence d'un excès de colle de poisson pouvant rester des collages antérieurs nécessitent la précipitation aussi complète que possible de cette substance, en assurant un petit excès de matières tanniques. Par leur pouvoir antiseptique, ces derniers corps exercent également une influence heureuse dans la prévention de certaines maladies, notamment de la *graisse*. On a cherché, sans grand succès jusqu'à présent, un procédé de dosage de faibles quantités de tannin dans les vins de Champagne, et peut-être convient-il de signaler le problème aux savants lecteurs de cette *Revue*; à ce sujet, il importe de savoir que la précipitation de la gélatine par la quantité correspondante de tannin,

n'est nullement théorique, ce qui est dû sans doute à la solubilité ou à la dissociation du précipité. Il reste toujours en solution une fraction variable de chacun des éléments en présence, et l'acidité, le degré alcoolique, la température, semblent être les principaux facteurs de ces variations; venant à changer, même légèrement, ils peuvent être la cause de reprécipitations ultérieures. Il me semble que le chef de caves pourrait s'en tenir, le plus souvent, à une expérience en petit, qui lui démontrerait facilement la précipitation d'une nouvelle quantité d'ichtyocolle par l'excès de tannin qu'il doit laisser libre dans le liquide.

§ 2. — Mise en bouteilles ou tirage.
Seconde fermentation.

Introduite dans de grands foudres, la cuvée est additionnée d'une quantité de sucre de canne *exactement dosée et calculée* en vue de produire, après fermentation alcoolique complète en vase clos, une pression qui ne saurait dépasser 5-6 atmosphères. L'agitation destinée à opérer le mélange a aussi pour effet de produire l'aération du vin, en donnant une nouvelle vigueur aux ferments. Le

saccharose ajouté est dissous, au préalable, dans une certaine quantité de vin: la liqueur qui en résulte, ou liqueur de tirage, présente, — exceptionnellement, il est vrai — un phénomène observé et étudié pour la première fois par M. le Professeur Lajoux: l'inversion totale du sucre. Cette réaction spontanée n'a aucune conséquence fâcheuse, étant donnée l'inversion qui va nécessairement se produire dans la fermentation en bouteilles; elle est simplement curieuse, et il est certain que la cause doit en être rapportée, non pas à l'acidité du vin qui ne possède qu'une influence absolument négligeable, mais aux invertines restant dans le liquide. Il est à penser que l'origine de ces enzymes peut être liée à la sécrétion de

certaines levures anormales ou de moisissures, dont l'action prédominante en certaines années serait à rapprocher de l'apparition de ces sortes d'épidémies, de préférence aux diastases provenant de la végétation elle-même. Les quelques expériences auxquelles nous nous sommes livré pour résoudre cette délicate question ne nous ont pas encore donné de résultats bien probants.

La mise en bouteilles, à laquelle on procède sans retard, s'effectue au moyen d'emplisseurs automatiques; il est nécessaire d'apporter les plus grands soins à cette opération précédée d'un rinçage rigou-

reux et d'une vérification minutieuse (mirage).

On s'assure, en général, par une opération antérieure sur quelques bouteilles, que la fermentation, désignée sous le nom de *prise de mousse*, aura lieu régulièrement; mais, dans le cas contraire, comme, par exemple, s'il entrainait une trop forte proportion de vin vieux dans la cuvée, on pourrait ajouter artificiellement des levures de Champagne sélectionnées, dont on connaîtrait d'avance les qualités au point de vue du travail ultérieur.

Il est de connaissance vulgaire que tout liquide qui entre en fermentation se trouble rapidement: c'est ce qui a lieu pour la cuvée mise en bouteilles. Celles-ci, laissées à la température du cellier, supérieure de quelques degrés à celle des caves, se mettent à fermenter au bout de quelques jours, et, sans plus attendre, sont descendues aussitôt en cave, couchées et mises en tas (fig. 1). Il importe, en effet, que le moussage se fasse lentement (pendant deux mois environ), afin que le gaz carbonique puisse se dissoudre progressivement sans entraîner une pression trop brusque, caractérisée, suivant le terme du métier, par une « mousse folle ».

La fermentation terminée, le liquide s'éclaircit



Fig. 1. — Aspect d'une cave à Champagne. — A droite, mise en chantier et vieillissement des vins; à gauche, pupitres garnis pour la décantation et le dégorgement. (Phot. F. Rothier.)

en abandonnant, sur la paroi longitudinale inférieure de la bouteille, un dépôt plus ou moins volumineux constitué normalement par des levures, des matières principalement mucilagineuses rendues insolubles, de la crème de tartre, etc... On laisse généralement le vin se vieillir quelques années en cet état, où il reste à peu près à l'abri de toute maladie par suite des propriétés antiseptiques de l'acide carbonique sous pression. Ce gaz entre en contact plus intime avec le liquide dans lequel il est en solution parfaite, et même en véritable sur-saturation; de sorte qu'en ouvrant avec précaution la bouteille sans secouer le liquide, il arrive qu'il ne se produit aucun dégagement tumultueux comme celui qui a lieu après la détente due au brusque départ du bouchon sur nos tables.

Un autre effet du gaz carbonique est de développer le bouquet dans de grandes proportions, et il y a lieu de penser qu'il n'agit pas seulement comme simple véhicule ou comme agent disposant agréablement la muqueuse olfactive, mais aussi qu'il fait partie intégrante du bouquet définitif par sa propre fonction éthérifiante.

Les levures de Champagne, dont j'ai déjà signalé l'action fermentative énergique, jouent certainement un rôle important dans la fabrication proprement dite; mais toutes ne se comportent pas de la même manière au point de vue des manipulations ultérieures. Il s'agit, en effet, de se débarrasser du dépôt par une décantation irréprochable, et chacun a pu remarquer que le Champagne est toujours d'une limpidité absolument parfaite; or, on peut, comme je l'ai fait, s'assurer expérimentalement que la race type de levure de Champagne laisse un dépôt pulvérulent et facile à séparer, tandis que le précipité formé par les races accidentelles accompagnant trop souvent la race prin-

cipale, et dont je possède la collection, est gras et adhère plus ou moins énergiquement aux parois. On peut répéter, au sujet de la fermentation en bouteilles, les observations déjà faites au sujet de la part qui revient, dans le résultat de cette fermentation surajoutée, à la levure et à la composition du moût.

L'adhérence de ces dépôts désignés sous le nom de *masque*, de *barre*, est parfois telle que l'on est obligé d'employer des moyens mécaniques, encore trop souvent inefficaces: on frappe violemment les bouteilles sur des claies d'osier après

avoir appliqué, au moyen de machines actionnées à la main ou mues mécaniquement, une série de légers coups de marteau de bois et même de métal. Le phénomène de l'adhérence me paraît complexe; lié à l'insuffisance du tannin, il semble aussi en rapport direct avec la lenteur du dépôt de crème de tartre, l'association plus ou moins zoogléique des levures, l'état physique des matières mucilagineuses que la fermentation a rendues insolubles. C'est pour obvier à ces inconvénients que, pendant les petites gelées de l'hiver qui suit la

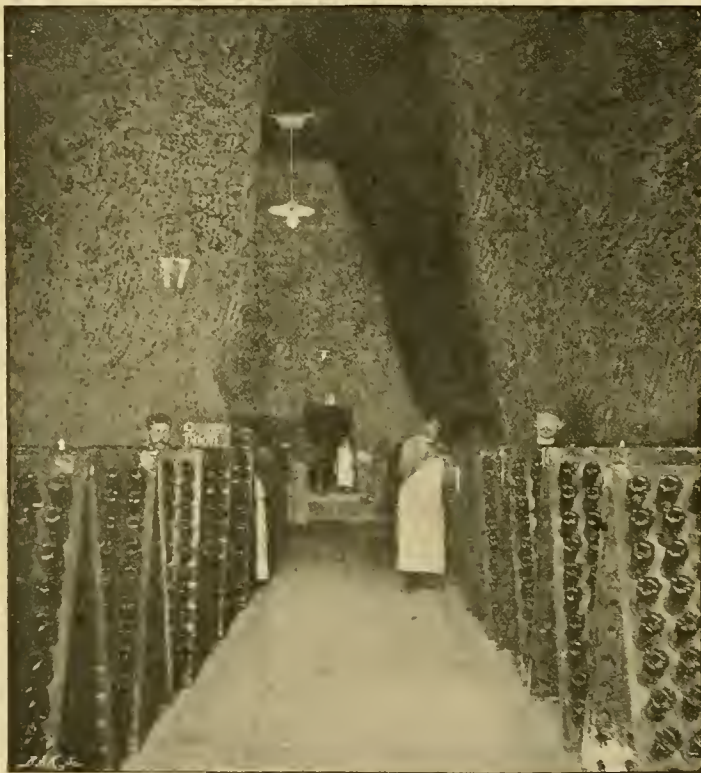


Fig. 2. — Autre partie des caves. — A droite et à gauche, les employés remuent les bouteilles afin de préparer le dégorgement; le chef de chantier examine les progrès de l'opération. (Phot. F. Rothier.)

mise en bouteilles, celles-ci sont remontées dans des hangars; on remarque, en effet, à la suite de ce séjour au froid, un changement dans l'état physique du dépôt, qui devient moins léger et s'agglomère, et une abondante précipitation de crème de tartre. Afin d'apporter, autant que possible, une entrave à l'adhérence du dépôt, j'ai préconisé l'utilisation de l'action purement mécanique d'un corps inerte tel que le sable grossier bien lavé et facile à séparer au dégorgement, en additionnant, au moment du tirage, le contenu de chaque bouteille, d'une petite quantité de ce corps inattaquable.

Il serait utile d'instituer à ce sujet toute une série d'expériences méthodiquement poursuivies.

V. — SPÉCIALITÉ DU CONTENANT.

Les bouteilles et les bouchons qu'utilise la fabrication champenoise méritent une mention spéciale; destinés à la conservation d'une boisson gazeuse sous une pression moyenne de cinq atmosphères, ces matériaux sont choisis en conséquence, et leur prix de revient, qui compte environ pour 0 fr. 70 dans les frais de manutention, est en rapport avec la valeur du contenu. A la suite des accidents

montagne, les sables tertiaires d'une grande pureté qu'elle emploie pour fabriquer ces lourds flacons de 90 centilitres, toujours faciles à reconnaître à ce caractère et à leur forme spéciale, irréprochable. Elle est parvenue à leur donner une résistance bien supérieure à la pression maximum du moussage; de sorte que la casse n'atteint plus que quelques millièmes à la fin de la seconde fermentation. On ne peut utiliser qu'une seule fois ces bouteilles, à cause des modifications opérées,

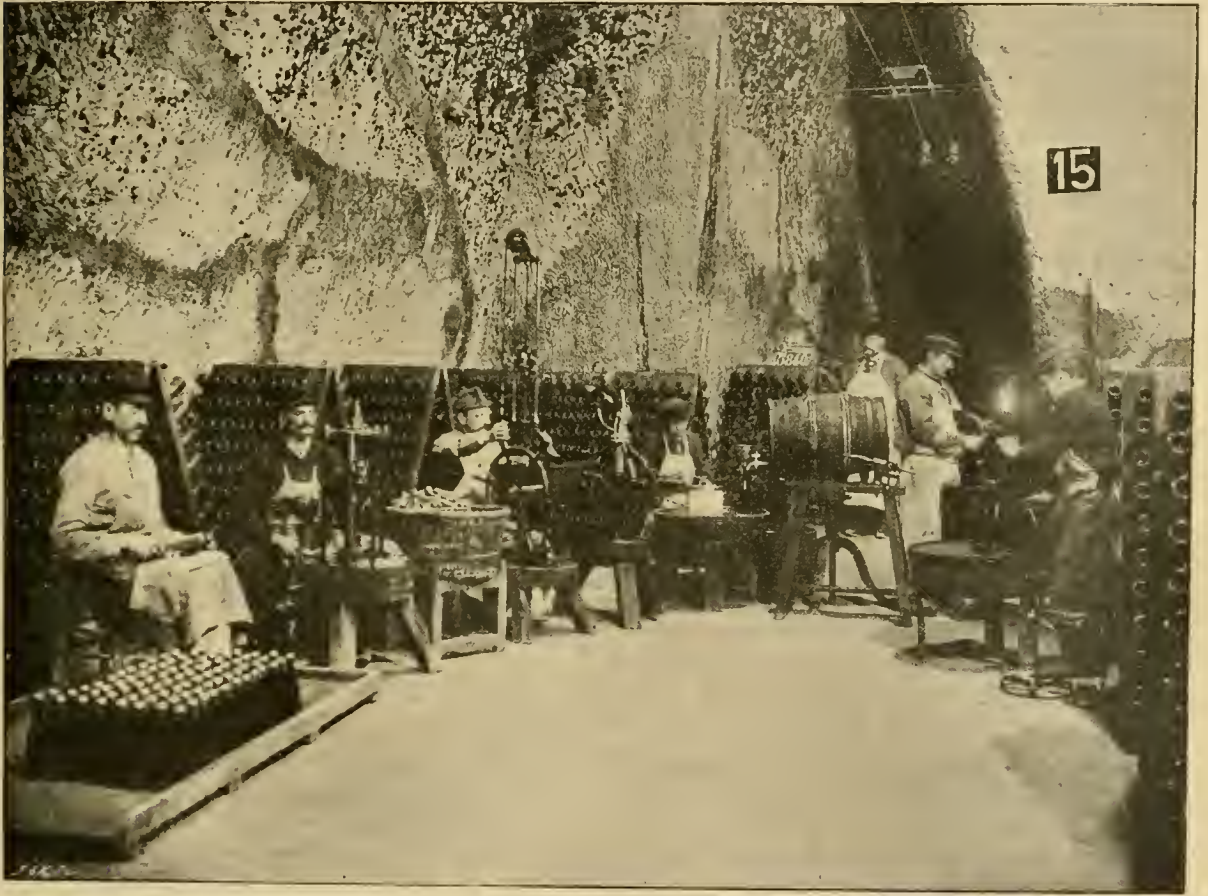


Fig. 3. — Chantier de travail dans une cave. — A droite, un ouvrier muni d'une pince opère le dégorgement; à côté, un autre procède à l'addition de saccharose; à gauche, divers ouvriers s'occupent à la mise des bouchons, au ficelage, à la pose et au rabattement du muselet. (Phot. F. Rothier.)

d'une casse effroyable, — qui a atteint dans certains cas jusqu'à 80 % à la prise de mousse, — accidents dus aussi bien à la présence d'un excès de sucre au tirage, et par conséquent d'un excès de pression intérieure, qu'aux imperfections des verres, la Champagne s'est organisée et produit actuellement, avec quelques fabriques du nord de la France, les trente millions de bouteilles qu'elle utilise annuellement. Cette industrie, aujourd'hui très perfectionnée, trouve à proximité¹, dans la

par une pression longtemps soutenue et de brusques détentés, dans l'état moléculaire du verre, changements qui entraînent une résistance beaucoup moindre.

On conçoit facilement que les lièges doivent être aussi d'une qualité bien supérieure à celle des bouchons couramment employés pour les vins ordinaires; leurs dimensions exceptionnelles, dont on se rend facilement compte lorsqu'ils reprennent une partie de leur volume après le débou-

¹ Les principales verreries faisant la bouteille de Champagne sont situées à Reims, Neuville-les-Reims, Loivre,

Courcy, Anor, Folembray et Vauxrot. — L'arrondissement de Reims compte 4 verreries occupant 600 à 800 ouvriers.

chage, leur souplesse, leur homogénéité en rendent le choix difficile, même parmi les bonnes qualités espagnoles. C'est encore trop souvent que le vin arrive à s'échapper, au moins en partie, auquel cas ce *recoulage* entraîne, s'il est important, la perte de la bouteille tout entière⁴.

VI. — DÉGORGEMENT.

Les opérations connues dans le métier sous le nom de *remuage* et de *dégorgement*, dont il me reste à parler, terminent la manipulation proprement dite des vins mousseux. Elles ont pour objet (fig. 2 et 3), de réunir totalement sur le bouchon, par une décantation irréprochable, le dépôt dont il a été question antérieurement, et de le séparer du vin définitivement limpide. A cet effet, le col des bouteilles est engagé dans les ouvertures régulièrement pratiquées, que portent d'épaisses tables de chêne inclinées et assemblées deux à deux en pupitres. Ces ouvertures, plus larges que le col lui-même du flacon, sont façonnées pour permettre à la bouteille de prendre une inclinaison variable avec le degré d'avancement de la décantation. Chaque jour, un ouvrier spécial très exercé leur communique un léger mouvement combiné de rotation et de trépidation; il arrive en général, au bout de six semaines de ce traitement, à ramasser dans le col la totalité du dépôt. C'est à partir de ce moment que l'opération devient délicate, le *léger* se séparant souvent du *gros*, et formant des queues ou traînées quelquefois très adhérentes, ou encore, suivant les cas, se répandant dans le vin à la moindre agitation.

Le remuage terminé, on peut laisser le tout en cet état jusqu'au moment des commandes, ou procéder au *dégorgement* immédiat; l'ouvrier (fig. 3), armé d'une pince, tient la bouteille fortement

inclivée, et la relève doucement jusqu'à ce que la bulle arrive au voisinage du dépôt, puis, faisant à ce moment précis partir le bouchon, il relève le flacon pour donner issue au gaz et à la mousse, qui balaient ainsi le col et le nettoient complètement. Ce tour de main, un des plus difficiles de la fabrication, nécessite des ouvriers très habiles; aussi, pour plus de facilité, quelques maisons emploient-elles le *dégorgement* à la glace, qui consiste à congeler, au moyen d'appareils frigorifiques appropriés, les quelques centimètres de liquide qui surmontent le bouchon. Le dépôt ainsi emprisonné sort en bloc au moment de l'ouverture. La bouteille, ayant perdu fort peu de sa pression, est placée provisoirement sur un support muni d'un obturateur de caoutchouc qui permet d'attendre quelques instants, et sans trop de perte, le dosage et le bouchage définitifs. A cet effet, le contenu est additionné avec précaution, pour éviter une brusque effervescence, d'une liqueur formée d'une proportion déterminée et précise de saccharose de choix (candi blanc des premières marques), dissous au préalable dans du vin vieux, alcoolisé au moyen des meilleurs cognacs.

La fabrication de cette liqueur de Champagne, dont le prix de revient est très élevé, est entourée de soins spéciaux, et cette nouvelle addition de saccharose est sans danger pour une nouvelle fermentation, non seulement à cause de l'absence à peu près complète des levures et de l'épuisement du milieu en « nourriture du ferment », mais aussi en raison du titre alcoolique élevé du liquide (13 % environ).

Le goût des consommateurs règle seul le sucrage final du vin; tantôt, comme pour les expéditions dans les pays anglais, les vins sont en général dosés à quelques centièmes seulement de saccharose (extra-dry), ou même expédiés à l'état brut; tantôt fortement sucrés (Allemagne, Russie, etc.). Ces divergences organoleptiques sont liées aux coutumes des consommateurs: tandis que les Anglais et les Américains ont pris l'excellente habitude de servir le Champagne sec avec les viandes rôties, qui en font ressortir la finesse et le bouquet, et réservent les vins liquoreux pour accompagner les mets sucrés; au contraire, les Allemands, les Russes, les Français, etc., font essentiellement du Champagne un vin de dessert. Ses qualités organoleptiques, la gaieté qu'il provoque et qu'il accompagne, et jusqu'à son histoire, sont une preuve suffisante des merveilleux effets de cette fameuse « tisane épileptique ».

J.-A. Cordier,

Professeur à l'École de Médecine de Reims,
Directeur du Laboratoire de Microbiologie.

⁴ Au point de vue économique, on ne saurait trop insister sur le concours qu'apporte à l'industrie des vins (de Champagne) l'abaissement de prix des bouteilles, abaissement en quelque sorte graduel, qu'ont permis de réaliser depuis quelques années les progrès constants de la verrerie. Dans un article de la *Revue* qui a eu un grand retentissement (L'état actuel et les besoins de la verrerie et de la cristallerie en France, dans la *Revue générale des Sciences* des 30 janvier et 15 février 1896, t. VII, p. 68 à 96 et 135 à 172, M. E. Damour a insisté avec raison sur l'influence heureuse que ces progrès ont exercée sur deux de nos grandes industries: chaque fois que le prix global de la bouteille de Champagne — contenant et contenu — livrée au consommateur diminue, la consommation augmente, et il en résulte le développement parallèle et de la production de la bouteille et de la production du vin. Nous ne saurions donc trop nous élever, avec M. Damour, contre les tendances d'un certain nombre de verriers qui, non contents d'une protection douanière équivalant à 30 % *ad valorem*, « cherchent à se défendre de la concurrence intérieure en limitant la production par un système d'échelle mobile basé sur la consommation probable en France ».

II. — STATISTIQUE ET CONDITIONS SOCIALES DU TRAVAIL

I. — STATISTIQUE DU VIGNOBLE.

Les vignes qui produisent le véritable vin de Champagne sont situées dans le département de la Marne. Ce vignoble s'étend sur une surface de 16.000 hectares¹, répartis entre plus de 300 communes. L'arrondissement de Reims compte à lui seul près de 7.000 hectares, celui d'Épernay 5.000; ceux de Châlons-sur-Marne, de Vitry-le-François et de Sainte-Menehould se partagent le reste. La valeur des vignes est évaluée à plus de 125 millions de francs.

La population viticole comprend 17.000 vignerons, et ce n'est qu'en tenant compte des treilles et des jardins que l'on arrive au chiffre souvent cité de 25.000 propriétaires de vignes.

Plus d'un quart du vignoble appartient à de grands propriétaires et à de gros négociants en vins. Plusieurs de ces derniers possèdent d'énormes étendues qui varient entre plus de 100 et 500 hectares.

Dans 105 communes du département de la Marne, 9.751 propriétaires-vignerons possèdent 8.632 hectares 63 centiares de vignes :

7.289	possèdent moins de 1 hectare.
2.357	— de 1 à 5 hectares.
84	— de 5 à 20 —
21	— plus de 20 —

La propriété est tout aussi divisée dans le reste du département de la Marne.

Les vignes champenoises ont acquis une valeur considérable. Le prix de l'hectare, qui variait, il y a un demi-siècle, entre 1.200 francs et 6.000 francs, est coté aujourd'hui, suivant la contrée, la nature du sol, l'exposition ou le cépage, depuis 1.800 francs jusqu'à 30.000 et 40.000 francs.

La culture de la vigne, en Champagne, comporte des procédés d'un raffinement extrême, qui compliquent singulièrement la main-d'œuvre et la rendent fort coûteuse. Le coût de cette main-d'œuvre atteint souvent 1.500, 2.000, 2.500 et 3.000 francs par hectare et par an, suivant les crus.

II. — PRODUCTION ET PRIX DE VENTE.

La production du vignoble de la Marne s'élève en moyenne par an à 400.000 hectolitres environ, dont la plus grande partie est utilisée comme vins mousseux. Le surplus fournit du vin rouge, qui est

consommé presque entièrement dans le pays même. Voici quel a été, dans les onze dernières années, le rendement de la récolte :

ANNÉES	HECTOLITRES RÉCOLTÉS
1888	210.459
1889	277.727
1890	253.348
1891	161.286
1892	127.716
1893	740.107
1894	393.888
1895	332.637
1896	720.093
1897	289.334
1898	486.413

Les principaux crus champenois atteignent presque tous des cours très élevés, parfois même fabuleux; c'est ainsi que, dans certaines années exceptionnelles, 1889 par exemple, on a vu la pièce de 200 litres se vendre de 900 à 1.400 et même 1.600 et 1.800 francs. En 1891, les deux hectolitres atteignirent 1.330 francs à Ambonnay, à Bouzy et à Verzenay; 1.200 francs à Ay; 1.000 francs à Rilly, à Cramant, à Avize et à Le Mesnil-Oger.

Ce furent là de belles années pour le petit vigneron champenois! Mais aujourd'hui il n'en est plus de même : à la récolte de l'année dernière, les prix payés par le commerce ont varié entre 350, 400 et 450 francs la pièce.

Avec des prix si peu rémunérateurs, il est impossible aux vignerons de couvrir leurs frais de culture, qui augmentent par suite de la lutte qu'ils ont à soutenir contre les maladies cryptogamiques qui sévissent de toutes parts, et contre le phylloxera, ce terrible fléau, qui se propage de plus en plus d'une façon très inquiétante pour l'avenir du beau vignoble de la Champagne.

Malgré des inégalités de récoltes très grandes, dues à des conditions climatiques particulièrement mauvaises, la production du vignoble champenois a toujours été, jusqu'à présent, supérieure à la consommation.

Mais, ce qui prouve surabondamment l'excédent de la production du vignoble, par rapport aux besoins auxquels il est appelé à pourvoir, c'est le chiffre considérable des stocks dont la Régie constate l'existence dans les caves champenoises, et qui sont toujours trois ou quatre fois supérieurs au débit annuel.

En 1893-94, le stock des vins en bouteilles qui n'était que de 86.774.994, représentant en hectolitres 694.175,95, passait en 1894-95, à 108.531.393, représentant en hectolitres de vin 868.251,12, à 109.320.779 en 1895-96, représentant en hecto-

¹ La Commission chargée, en 1893, par le Ministre de l'Agriculture, d'étudier la situation des vignobles de la Champagne, a adopté le chiffre de 18.000 *hectares*. Je crois ce chiffre un peu trop élevé.

litres 874.563,81, à 111.181.681 en 1896-97, représentant en hectolitres 889.453,44, et tombait à 101.641.636 en 1897-98, représentant en hectolitres 813.133,08. Les stocks des vins en fûts ont suivi une marche opposée, et, alors qu'on atteignait 661.344,70 hectolitres en 1893-94, on n'en comptait plus que 424.789,32 en 1894-95, que 394.455,27 en 1895-96, que 361.282,04 en 1896-97, et 347.874,73 en 1897-98¹. On peut constater avec regret que l'une des causes de cette différence entre les deux stocks de vin en fûts et en bouteilles réside dans ce fait que l'Étranger, notamment nos voisins les Allemands, achète en Champagne des milliers d'hectolitres de vins en cercles, vins qui doivent servir à faire une concurrence dangereuse aux produits champenois, après avoir été mélangés avec des vins récoltés dans les pays étrangers. C'est là une pratique très préjudiciable à l'industrie des vins de Champagne et à la contrée champenoise elle-même.

III. — EXPORTATION.

Malgré les nombreuses et scandaleuses contrefaçons et imitations contre lesquelles le commerce des vins de Champagne a à lutter incessamment, surtout aux Etats-Unis, en Allemagne, en Autriche-Hongrie, en Russie, en Italie, en Suisse, etc., sa supériorité se maintient. On le constate d'après les relevés officiels fournis par la Régie et publiés annuellement, d'avril à avril, par la Chambre de Commerce de Reims.

Voici le mouvement des expéditions de bouteilles de vins mousseux de Champagne pour les dix dernières années :

	BOUTEILLES expédiées en France.	BOUTEILLES expédiées à l'Étranger.	TOTAUX — Bouteilles.
1888-89 . .	3.653.615	18.904.469	22.558.084
1889-90 . .	4.176.189	19.148.382	23.324.571
1890-91 . .	4.077.083	21.699.111	25.776.194
1891-92 . .	4.558.881	19.685.115	24.243.996
1892-93 . .	4.487.335	16.600.678	21.088.213
1893-94 . .	4.876.518	17.359.349	22.235.867
1894-95 . .	4.908.281	16.129.374	21.037.655
1895-96 . .	6.065.845	17.966.840	24.032.685
1896-97 . .	6.204.115	22.155.798	28.359.913
1897-98 . .	5.690.599	21.697.188	27.387.787

En 1844-45, le total des expéditions était de 6.635.652 bouteilles, dont 2.255.438 pour la France et 4.380.214 pour l'étranger. Cinq ans plus tard, en 1850-51, on expédiait 7.989.540 bouteilles, dont 5.866.971 à l'étranger et 2.122.569 en France. En 1865-66, la France consommait 2.782.777 bouteilles et l'Étranger 10.413.455, soit au total 13.196.232 bouteilles, présentant une augmentation de

6.560.480 bouteilles sur celui de l'année 1844-45. Le chiffre des bouteilles expédiées pendant l'année néfaste de 1870-71 était de 7.544.323 à l'étranger et de 1.633.941 en France, soit en tout 9.178.264 bouteilles¹.

Aujourd'hui, le commerce des vins mousseux de Champagne expédie plus de 21 millions de bouteilles à l'Étranger et plus de 5 millions de bouteilles en France.

D'après les statistiques précitées, on voit que c'est surtout l'Étranger qui achète nos vins de Champagne. La France en boit 1/5 environ et, avouons-le, nous ne buvons pas les meilleurs, car les bons, les grands, les vrais, les plus chers aussi, prennent la route de l'Étranger.

Les pays étrangers qui consomment le plus de Champagne et qui se partagent annuellement les expéditions, sont : l'Angleterre avec une moyenne d'environ 12 millions de bouteilles, les Etats-Unis avec 6 millions de bouteilles, l'Allemagne avec 1 million, la Russie avec 500.000 bouteilles, la Belgique avec 500.000 également.

L'exportation annuelle des produits de la Champagne représente une valeur de 100 millions de francs, dont elle rend l'Étranger tributaire de la France, sans que, sur cette somme, elle ait autre chose à lui restituer que le liège, lequel est fourni par l'Espagne. En effet, sauf les bouchons, toutes les matières qui servent à la production et à la manutention des vins mousseux de Champagne, tels que : sucre de canne, alcool, bouteilles, tonneaux, paniers, caisses, ficelles, fils de fer, étain, capsules, étiquettes, etc., sont tirées du sol de la France ou de ses colonies.

On peut évaluer l'achat des bouchons à l'Espagne à 3.500.000 francs. Les cultures du chène-liège que l'on a tentées en Gascogne, en Algérie et en Tunisie ne sont pas encore en état de fournir des bouchons propres au bouchage de nos vins de Champagne.

IV. — DROITS DE DOUANE ET CONTREFAÇONS A L'ÉTRANGER.

Les droits de douane qui frappent les vins de Champagne à leur entrée dans certains pays étrangers sont très élevés, parfois même vraiment prohibitifs. C'est ainsi que chaque bouteille doit payer :

A la République Argentine.	1 à 1,25
En Espagne.	1,30
Au Brésil et en Suède.	1,50
En Allemagne, en Autriche-Hongrie, en Roumanie et au duché de Luxem- bourg.	2 »

¹ Ces statistiques dressées par la Régie partent d'avril à avril de chaque année.

¹ Les chiffres de l'année 1870-71 partent du 1^{er} avril au 1^{er} septembre.

En Portugal.	3 »
Aux Etats-Unis d'Amérique.	3,45
En Russie.	4,76

Et à ces chiffres il faut ajouter encore ceux des droits d'entrée dans les différentes villes.

Comme on le voit, c'est aux Etats-Unis, et particulièrement en Russie, que nos vins de Champagne sont frappés des droits de douane les plus énormes. Américains et Russes prétendent ainsi protéger leur fabrication indigène de vins mousseux.

Dans le commerce de Champagne, on soutient que l'élévation des droits de douane imposés à nos vins à l'Étranger peut, en grande partie, être attribuée à notre nouveau système douanier.

Ce qu'il y a de certain, c'est qu'elle nous cause un grand préjudice, elle nous ferme bien des marchés et favorise le développement incessant de la fabrication de vins mousseux dans les pays étrangers. Les Américains ont des fabriques de « Champagnes » indigènes; ils ont planté des vignes dans la région des lacs de l'État de New-York, et ont tout tranquillement baptisé chacune des nouvelles exploitations viticoles de noms de localités empruntés à la région champenoise : Reims, Epernay, Ay, Bouzy, Sillery, etc. Ils ont constitué une Champagne artificielle, croyant ainsi donner le change aux consommateurs. Aux États-Unis, le nombre de bouteilles de *Grand Impérial* de Saint-Louis qui se consomment au prix de un dollar, est considérable.

En Russie, en Crimée, au Caucase, on fabrique des vins mousseux assez agréables qui reviennent à un rouble la bouteille et se vendent environ 5 francs.

L'Autriche-Hongrie, l'Espagne, l'Italie, la Suisse, ont toutes leur « champagne » local.

L'Allemagne a aussi ses fabriques de vins mousseux; c'est elle qui tient la tête et atteint à la plus parfaite imitation, du moins en ce qui concerne l'extérieur des bouteilles, revêtues audacieusement aux bords du Rhin de brillantes étiquettes où l'on inscrit les noms de localités et d'individualités illustres de la Champagne.

Déjà un certain nombre des pays que nous venons de citer commencent à exporter ces liquides qui viennent sur les marchés étrangers faire une nouvelle concurrence aux produits de la Champagne. C'est ainsi que le tiers des vins mousseux consommés en Russie vient de l'Allemagne. Introduits presque en totalité par les frontières prussienne et polonaise, ces vins mousseux allemands ont remplacé, en grande partie, dans les provinces de Grodno et de Vilna notamment, les vins de Champagne qui arrivaient de France par Riga. Le port de Hambourg en expédie aussi de très grandes quantités.

Les imitations et contrefaçons ne sont cependant

pas, il faut bien le dire, l'apanage exclusif de l'Étranger. Quelques manipulateurs, qui se sont installés dans les centres du commerce champenois, font mousser artificiellement certains petits vins blancs provenant de départements vinicoles étrangers à la Champagne. Il existe même une troisième catégorie, tout à fait inférieure, de vins imités : c'est celle des vins où l'on introduit du gaz acide carbonique à l'aide d'appareils semblables à ceux qui sont employés dans la fabrication des eaux gazeuses artificielles.

En présence de ces derniers faits, les négociants de la Champagne se sont réunis pour organiser la défense de leurs intérêts collectifs et ont constitué un Syndicat, qui a intenté et gagné de nombreux procès en vue de faire réserver la qualification de vins de Champagne aux « vins récoltés et fabriqués dans l'ancienne province de Champagne ».

V. — CONDITIONS SOCIALES DU TRAVAIL.

Pour les arrondissements de Reims et d'Epernay, on peut compter, quoiqu'il n'existe pas ici de statistique positive, 300 maisons de vins de Champagne occupant 10.000 ouvriers des deux sexes environ. Il faut remarquer que, durant les « tirages », le personnel des caves, par suite du travail supplémentaire du rinçage et de la mise en bouteilles, s'augmente considérablement.

Les ouvriers (hommes) occupés à la manutention des vins mousseux de Champagne, touchent des salaires journaliers de 4 fr. 25 en moyenne environ¹. Les chefs de caves touchent des émoluments annuels qui varient entre 4.000, 5.000 et même 10.000 francs, suivant l'importance des maisons. Ces ouvriers, généralement stables, sont très attachés à leurs patrons et ont beaucoup d'amour pour leur métier, qui peut cependant être regardé comme fort monotone. Ils sont presque tous membres de Sociétés de secours mutuels, dont les chefs de maison tiennent à honneur de faire partie et qu'ils alimentent de dons importants. Ces chefs permettent ainsi d'assurer aux ouvriers et à leurs familles les soins médicaux dont ils peuvent avoir besoin, une fraction de leur salaire pendant les incapacités de travail résultant de maladies, des retraites ou pensions viagères aux vieillards et aux infirmes, ces retraites étant proportionnées à leur âge et à leurs années de service dans les établissements².

¹ Pour les femmes, les salaires sont de 2 fr. 25 environ en moyenne.

En 1860, la moyenne des salaires, pour les hommes, était de 2 fr.; pour les femmes, 1 fr. 40.

² Certains chefs de maison ont aussi institué des prix de vertu, variant entre 300, 400 et 500 francs, qui sont décernés

Les caves et celliers de la Champagne sont de véritables monuments. Ces caves sont l'une des curiosités les plus intéressantes qu'on puisse rencontrer. Installées dans d'immenses carrières romaines creusées dans de la craie, quelques-unes ont un développement qui atteint jusqu'à 12 et même 15 kilomètres, et se divisent en une multitude de galeries souterraines reliées entre elles par des artères principales éclairées à la lumière électrique. Plusieurs importantes maisons ont des caves en forme d'arceaux superposés de deux et trois étages. Ces caves donnent au visiteur la sensation de l'importance de la grande industrie dont vit toute la région champenoise. Le vin de Champagne est, en effet, une de nos richesses nationales :

c'est un trésor qu'on peut estimer à un capital de 3 ou 4 milliards, et qu'il faut à tout prix chercher à sauver des atteintes du terrible insecte, le phylloxera, qui a commencé à l'entamer assez fortement. Notre devoir est donc de faire tous nos efforts pour défendre et préserver ce trésor précieux, et pour conserver à la France le privilège de cette brillante industrie, qui distribue chaque année près de 200 millions de francs en salaires ou bénéfices répartis, non seulement entre les grands négociants en vins de Champagne, mais aussi entre les vignerons, les ouvriers et les employés.

Nap.-E. Le Grand,

Ancien secrétaire-archiviste
du Syndicat du commerce des Vins de Champagne.

L'ASPECT ACTUEL

DE LA LOI DE KIRCHHOFF

C'est en 1839 que parut le mémoire de Kirchhoff¹, intitulé : « Sur le rapport entre le pouvoir émissif et le pouvoir absorbant des corps pour la chaleur et pour la lumière. » Kirchhoff venait alors de faire ses expériences sur le renversement des raies, et de s'expliquer l'origine des raies noires du spectre solaire.

Or, dans ce mémoire, ces brillantes découvertes n'occupent que peu de place. Kirchhoff les présente simplement comme une application d'une loi générale établissant une relation entre l'absorption et l'émission d'une radiation déterminée. On connaissait depuis longtemps, et De la Provostaye et Desains avaient vérifié avec grand soin, une relation entre l'absorption et l'émission de ce qu'on appelle encore « la chaleur rayonnante ». Kirchhoff précise cette relation, montre qu'elle doit être vraie pour chaque radiation considérée isolément, et, en ajoutant quelques mots à l'ancien énoncé, formule une loi tout à fait nouvelle² : A une température donnée, le rapport entre le pouvoir émissif et le pouvoir absorbant, définis convenablement, et

relatifs à une radiation déterminée, est le même pour tous les corps.

Depuis cette époque où paraissait le mémoire de Kirchhoff, les travaux sur la chaleur rayonnante et la lumière se sont multipliés. Grâce aux perfectionnements des méthodes expérimentales, nous connaissons mieux aujourd'hui ces radiations calorifiques au milieu desquelles nous vivons sans cesse. Autrefois, on ne pouvait guère étudier la composition des faisceaux calorifiques qu'en étudiant leur absorption par des écrans (le même procédé, dont nous nous servons maintenant, à défaut d'autre, pour les rayons récemment découverts).

Aujourd'hui l'étude directe des spectres infrarouges est devenue bien plus facile. On ne peut donc plus, comme autrefois, donner *sans explications*, comme preuve expérimentale de la loi de Kirchhoff, les résultats des mesures faites sur « la chaleur rayonnante ».

D'autre part, la question de l'origine de la lumière, question importante, même au point de vue pratique, puisqu'elle est liée à la solution du problème de l'éclairage économique, a préoccupé bien des physiciens. Les phénomènes de fluorescence, de phosphorescence, etc., paraissent de jour en jour plus importants : sous le nom de *luminescence* (E. Wiedemann), on embrasse aujourd'hui les cas très nombreux où la nature et l'intensité des radiations émises par un corps ne sont pas déterminées par la température seule. La loi de Kirchhoff est-elle générale et s'applique-t-elle à tous ces cas ? Est-elle au contraire en défaut lors-

annuellement par les soins de l'Administration municipale aux ouvriers des deux sexes qui, en raison de leur âge ou de leurs infirmités, paraissent les plus méritants.

En plus des secours de toutes espèces, certaines maisons partagent entre les ouvriers le montant du produit de la vente des verres cassés, des débris de toutes sortes trouvés dans les caves, etc., ainsi que les pièces données par de généreux visiteurs.

¹ *Annales de Poggendorf* 1839. Traduit dans les *Ann. de Ch. et Ph.*, 62, p. 160 (1861).

² Ici, comme pour ce qui concerne le renversement des raies, Kirchhoff a eu des précurseurs. Mais l'énoncé de la loi n'avait pas encore été formulé avec précision.

qu'il s'agit des phénomènes de luminescence, et peut-on ainsi les distinguer?

Cette question, et bien d'autres se rattachant à ce sujet, ont fait l'objet de recherches en nombre considérable, dont quelques-unes sont récentes. En profitant de ces travaux, je vais examiner d'une façon plus générale ce qu'est devenue aujourd'hui la loi de Kirchhoff.

On confond presque toujours sous ce nom deux relations distinctes. Cette confusion était permise du temps de Kirchhoff, elle ne l'est plus aujourd'hui.

J'étudierai d'abord la règle qualitative reliant, pour un corps donné, l'absorption et l'émission. Je chercherai comment il convient d'énoncer cette règle. Elle permet seulement de conclure de ce qu'un corps émet certaines radiations, qu'il les absorbe lorsqu'elles lui viennent d'ailleurs. A cette règle, très générale, se rattachent, comme cas particuliers, les phénomènes de renversement des raies spectrales.

J'examinerai ensuite la loi de Kirchhoff proprement dite. Cette loi établit une relation entre les différents corps, et définit complètement le rapport $\frac{e}{a}$ du pouvoir émissif et du pouvoir absorbant (convenablement définis) : ce rapport est une fonction connue de la température et de la longueur d'onde, fonction qui est la même pour tous les corps.

Cette loi, nous le verrons, ne s'applique pas aux phénomènes de luminescence, tandis que la règle qualitative embrasse plus de faits. Ainsi, les flammes jaunes colorées par les sels de sodium, avec lesquelles on fait l'expérience classique du renversement de la raie D, obéissent à la règle qualitative, mais non pas à la loi de Kirchhoff proprement dite (Paschen).

I. — RÈGLE QUALITATIVE.

On énonce parfois à tort cette relation en disant : « Un corps absorbe les radiations de même période que celles qu'il émet. »

Cet énoncé peut laisser supposer qu'un corps n'absorbe que les radiations qu'il émet, ce qui est faux. Presque toujours, au contraire, un corps absorbe, en outre, d'autres radiations, qu'il n'émet pas du tout.

Considérons en effet les objets qui nous entourent. Presque tous nous apparaissent colorés, c'est-à-dire qu'ils absorbent certains rayons du spectre visible. En prenant ces corps sous des épaisseurs convenables, on observe pour beaucoup d'entre eux des spectres d'absorption caractéristiques, présentant souvent des bandes étroites ou même des

raies d'absorption. Ces mêmes corps ont, à la température ordinaire, des spectres d'émission différant les uns des autres, sur lesquels on ne sait encore rien du tout dans l'immense majorité des cas, mais qui sont limités à la partie infrarouge. Ces spectres n'ont aucune relation connue avec les spectres d'absorption observés dans la partie visible et l'ultra-violet.

Dans quelques cas, les spectres d'absorption correspondent aux spectres d'émission que l'on observe, par exemple, en élevant la température ; nous en verrons tout à l'heure bien des exemples. Dira-t-on alors : un corps absorbe les radiations qu'il est capable d'émettre, en comprenant dans ces mots les radiations que le corps émettrait s'il était porté à l'incandescence, ou d'une façon générale, s'il devenait lumineux? Cette généralisation impliquerait une hypothèse que les faits actuellement connus ne justifient pas suffisamment.

Dans l'énoncé de la règle, je spécifierai donc qu'elle s'applique seulement aux radiations réellement émises, et je la formulerai (provisoirement) de la façon suivante :

Parmi les radiations qu'un corps absorbe, se trouvent en premier lieu toutes celles qui ont la période des radiations émises par le corps à la température et dans les conditions où il se trouve.

Cherchons si la règle ainsi restreinte est vérifiée par l'expérience ; en d'autres termes, si l'on a toujours constaté une absorption notable pour les radiations comprises dans le spectre d'émission observé dans les mêmes conditions.

II. — VÉRIFICATION DE LA RÈGLE QUALITATIVE.

§ 1. — Spectres de raies. Renversement des raies.

Pour ce qui concerne les spectres formés de raies, des expériences que M. Gouy a faites, au cours de ses recherches sur les flammes colorées¹, répondent directement à la question posée. M. Gouy a cherché en effet si ces flammes sont transparentes pour les rayons qu'elles émettent. Son procédé, très simple, consiste à doubler l'épaisseur de la flamme et à mesurer, à l'aide de son spectrophotomètre, l'éclat de la raie. Si l'éclat ne double pas, c'est que l'émission est accompagnée d'une absorption notable.

C'est ce que M. Gouy a trouvé pour toutes les raies étroites qu'il a étudiées. Dès que la raie a un éclat notable, l'absorption se manifeste ; elle est d'ailleurs limitée aux radiations comprises dans la raie.

Dans ces expériences, M. Gouy a examiné et indiqué le moyen d'éviter une cause d'erreur, dont

¹ Gouy, *Ann. de Ch. et Ph.* (5), t. XVIII, p. 5 (1879).

on verra plus loin la gravité, et qui tient au défaut d'homogénéité des flammes employées. Nous verrons dans un moment que ces flammes sont entourées d'une enveloppe absorbante plus froide, qui peut modifier notablement l'intensité d'un rayon qui la traverse. C'est pourquoi on peut considérer ces expériences, au point de vue de la question qui nous occupe, comme tout à fait démonstratives : ce sont bien les parties de la flamme qui émettent la lumière dont on étudie l'absorption.

En faut-il conclure qu'il y a là une règle générale applicable à toute espèce de raies? Tout l'ensemble des faits se rattachant au renversement des raies se présente alors à l'esprit. Les expériences de Foucault, de Kirchhoff, de Fizeau, de Cornu, etc..., l'observation des raies noires, en nombre en quelque sorte indéfini, du spectre du Soleil et des astres, semblent fournir une réponse à la question posée.

Examinons pourtant les choses de plus près. Il faut, comme on sait, distinguer deux sortes de renversement des raies.

1. Le *renversement proprement dit* s'observe en plaçant une flamme donnant une raie brillante sur le trajet d'un faisceau de lumière blanche donnant un spectre continu. Dans ces conditions, la raie peut apparaître renversée, c'est-à-dire se détacher en sombre sur fond brillant, et même, si l'expérience est bien disposée, apparaître comme une *raie noire*, comme si la lumière était réellement éteinte. Bien entendu, ce n'est là qu'une illusion, tenant à un effet de contraste. La raie est simplement moins brillante que les parties voisines. Elle semble noire, de même que les taches du Soleil, dont l'éclat est pourtant environ un dixième de l'éclat des régions voisines, et des milliers de fois supérieur à celui de la surface de la lune à son plein.

On voit sans peine que, si la règle qualitative énoncée plus haut est exacte, on pourrait, en prenant une flamme suffisamment épaisse, un spectre continu assez intense (et un spectroscopie doué d'un pouvoir séparateur suffisant), renverser ainsi *toutes* les raies : Lorsqu'on augmente l'épaisseur, la flamme affaiblit de plus en plus, suivant la loi exponentielle bien connue, le faisceau qui la traverse. Quant à l'éclat de la raie produite par la flamme elle-même, il *tend vers une limite finie* quand l'épaisseur augmente¹. La raie peut donc toujours être rendue plus sombre que les

parties voisines du spectre continu, et apparaître renversée si l'appareil dispersif est suffisant.

On peut, en effet, comme chacun sait, renverser la raie jaune du sodium : avec quelques précautions¹, le résultat est très net et très frappant. La même expérience a été faite par Kirchhoff lui-même avec certaines raies d'autres métaux alcalins ou alcalino-terreux². On observe très bien, dans tous ces cas, et la raie brillante primitive, et la même raie renversée. Enfin, c'est encore le cas de *certaines* des raies solaires de Fraunhofer : celles qui correspondent aux raies brillantes, que l'atmosphère solaire émet, et qu'Young a aperçu au moment de l'éclipse totale de 1870 : notamment celles qui servent maintenant à l'observation journalière des protubérances.

2. Le *renversement spontané* consiste, comme on sait, dans l'apparition d'une raie noire sur la raie brillante élargie, observée directement. Signalé d'abord par Fizeau dans la flamme du sodium brûlant dans l'air, ce renversement spontané a pris une importance considérable depuis les travaux de M. Cornu³, qui a réussi à le mettre en évidence pour un grand nombre de raies des métaux dans l'étincelle ou dans l'arc.

Ce renversement partiel est certainement, dans le cas du sodium, produit par l'enveloppe extérieure plus froide entourant la flamme. M. Gouy⁴ a montré, en effet, qu'on supprimait ce renversement en supprimant cette couche plus froide. Cette couche plus froide n'émet pas encore, le plus souvent, de lumière sensible ; cependant elle présente déjà des raies d'absorption très nettes. On a tout lieu de croire qu'il en est de même pour toutes les raies spontanément renversables : les vapeurs produisant ces raies sont donc des corps absorbant, à de basses températures, les radiations qu'ils émettent dans des circonstances différentes. Ces raies ont par là un grand intérêt, puisqu'elles mettent en évidence l'existence de *périodes caractéristiques* dont l'importance théorique est considérable, mais elles ne fournissent pas une réponse aussi convaincante à la question, très restreinte, que nous étudions maintenant, et où nous cherchons à comparer l'émission et l'absorption *dans les mêmes conditions*. On ne peut plus ici, comme dans l'expérience du renversement proprement dit, observer successivement une raie brillante et la même raie renversée.

Admettons cependant que les vapeurs produisant

¹ Soient e , a , les pouvoirs émissif et absorbant relatifs à l'unité d'épaisseur et à une des radiations comprises dans la raie. Si l'on calcule le pouvoir émissif total d'une couche d'épaisseur z , on trouve que ce pouvoir émissif tend, lorsque z augmente, vers la limite $\frac{e}{a}$. Or, la règle qualitative revient à ceci : le rapport $\frac{e}{a}$ est fini.

¹ Je renverrai sur ce sujet à un travail publié dans *L'Éclairage Électrique*, t. XIV, p. 405 et 540 (1898).

² KIRCHHOFF : *Ann. de Ch. et Ph.* (3), t. LXVIII, p. 5.

³ CORNU : *C. R.*, t. LXXXIII, p. 332 (1871) et t. C, p. 1181 (1885).

⁴ GOUY : *loc. cit.*, p. 30.

ces renversements spontanés continuent à absorber lorsqu'elles émettent elles-mêmes : nous aurons alors un très grand nombre de raies pour lesquelles la règle se vérifie. Mais, si l'on examine la liste des corps auxquels appartiennent ces raies, on trouve que ces corps sont tous des métaux (ou de l'hydrogène), tandis qu'on n'a pas encore¹, à ma connaissance, observé le renversement d'une seule raie d'un métalloïde. Ce point a de l'importance. Il n'est pas permis actuellement de conclure de l'absence de raies noires dans le spectre du Soleil ou d'un astre, à l'absence de l'élément correspondant². Il faudrait savoir, au préalable, si le renversement de ces raies est possible.

§ 2. — Spectres de bandes.

Un corps émettant un spectre de bandes absorbe-t-il les radiations comprises dans ces bandes?

Lorsque des raies, celles du sodium, par exemple, s'élargissent et deviennent diffuses, de façon à ressembler à des bandes véritables, on voit de même les raies d'absorption s'élargir et devenir diffuses. Peut-on de même renverser les spectres de bandes proprement dits?

Un cas où ce renversement est très net est celui des bandes observées dans l'infrarouge pour la vapeur d'eau et le gaz carbonique. Après plusieurs savants, MM. Paschen, puis Rubens et Aschkinass se sont occupés de l'absorption et de l'émission de ces deux corps, en poursuivant cette étude jusqu'à des radiations de très grandes longueurs d'onde. Ils ont trouvé que les nombreuses bandes d'émission de la vapeur d'eau, les trois bandes du gaz carbonique, observées en chauffant directement les gaz, ou encore en étudiant l'émission de la flamme d'un bec Bunsen, correspondent bien avec des bandes d'absorption très nettes : tellement marquées, dans quelques cas, que les petites quantités de ces gaz, toujours présentes dans l'atmosphère du laboratoire, viennent altérer nettement en quelques points tous les spectres que l'on observe.

On cite généralement dans les cours deux autres cas : celui de l'oxyde d'erbium, et celui de la vapeur d'iode. L'oxyde d'erbium incandescent émet un spectre de bandes (Bahr et Bunsen) ; ces bandes coïncident avec les bandes d'absorption que présentent à la température ordinaire les sels d'erbium

¹ Les raies des métalloïdes s'obtiennent le plus souvent avec l'étincelle : cela rend l'expérience difficile, surtout parce que l'étincelle est discontinue et n'agit que pendant une fraction très faible du temps total. Mais on peut obtenir certaines raies des métalloïdes avec l'arc, et l'expérience serait alors facile. On prendrait comme spectre continu le spectre solaire lui-même.

² On a cherché sans succès, par exemple, des raies noires correspondant à l'oxygène. On en a trouvé quelques-unes dans le rouge : mais elles sont d'origine tellurique (Jewel).

solides et dissous. De même, le spectre d'absorption de l'iode en vapeur est en quelque sorte l'épreuve négative d'un des spectres d'émission de l'iode, un spectre cannelé obtenu avec un tube de Geissler.

Dans les deux cas, l'émission et l'absorption ne sont pas étudiées à la même température, dans des circonstances identiques. Pour la vapeur d'iode, des travaux récents permettent de faire cette comparaison. La vapeur d'iode, chauffée dans un tube au rouge, devient lumineuse : elle émet un spectre qui paraît au premier abord continu (c'est ainsi que l'ont décrit Salet et Evershed), mais qui, étudié de plus près, paraît bien formé de bandes diffuses¹. En employant des vapeurs de faible densité, M. Konen², qui a récemment publié une monographie des spectres de l'iode, a observé, en effet, dans ce spectre, des cannelures complémentaires de celles du spectre d'absorption observé à la même température.

La vapeur d'iode est donc bien encore un exemple de corps pour lesquels la règle paraît se vérifier. Néanmoins il n'est pas permis actuellement d'affirmer sa généralité. Contrairement à tout ce qui précède, certaines flammes colorées donnant des bandes d'émission, paraissent tout à fait transparentes pour les radiations qu'elles émettent. Ce fait a été signalé en effet par M. Gouy, pour plusieurs bandes du calcium, du strontium, du baryum, du cuivre, du carbone. Aux erreurs près de la méthode photométrique, l'éclat de ces bandes double avec l'épaisseur de la flamme.

§ 3. — Cas des corps fluorescents.

En revanche, certains corps fluorescents obéissent à cette règle d'après laquelle un corps absorbe des radiations identiques à celles qu'il émet, dans les circonstances où il se trouve. Les lecteurs de cette Revue n'ont pas oublié le résultat du travail de M. Burke³, que M. Guillaume leur a signalé en insistant sur son intérêt au point de vue de la loi de Kirchhoff. Pour les radiations que le verre d'urane émet par fluorescence, ce corps est bien plus absorbant lorsqu'il est lui-même fluorescent que lorsqu'il ne l'est pas.

La règle qualitative s'applique donc au verre

¹ La règle elle-même reliant l'absorption à l'émission montre que si la quantité de vapeur augmente, les bandes (et les raies) d'émission doivent s'élargir de plus en plus, et que le spectre doit tendre vers l'aspect d'un spectre continu. On s'explique ainsi le résultat de Salet et d'Evershed.

Il ne faut pas oublier d'ailleurs que l'aspect sous lequel apparaissent les spectres d'absorption, dépend de la source produisant le spectre continu servant à les étudier ; et qu'une source très intense rétrécit les bandes et les rend plus nettes.

² KONEK : *Wied. Ann.*, t. LXV, p. 256 (1898).

³ BURKE : *Soc. Roy., Londres*, 17 juin 1897. — *Nature* du 15 juillet 1897. — GUILLAUME : *Revue gén. des Sc.*, 1897, t. VII, p. 932.

d'urane. S'applique-t-elle à tous les corps fluorescents, ou d'une façon générale à tous les corps luminescents? De nouvelles expériences sont nécessaires pour l'affirmer, et, à bien des égards, les recherches très importantes de M. Burke méritent d'être poursuivies et étendues.

Si l'on résume tous les faits qui viennent d'être cités, on voit que la règle reliant l'absorption à l'émission pour un même corps, s'applique à un très grand nombre de cas, en particulier à des corps luminescents, qui échappent, comme on le verra, à la loi de Kirchhoff proprement dite. Mais il n'est pas sûr que cette règle qualitative elle-même soit toujours valable : de nouvelles recherches sont nécessaires.

III. — INTRODUCTION DE L'ÉTAT DE POLARISATION DES VIBRATIONS.

L'énoncé qui a été adopté précédemment pour cette règle n'est pas encore tout à fait correct ; il faut le préciser, comme nous allons le voir, de la façon suivante :

Si un corps émet, dans une direction déterminée, un faisceau propageant certaines vibrations, définies par leur période et leur état de polarisation, il est absorbant pour un faisceau propageant en sens inverse les mêmes vibrations.

L'observation du phénomène de Zeeman, avec les raies renversées⁴, montre avec une grande netteté la nécessité de préciser ainsi l'énoncé.

Supposons, par exemple, que l'on place la flamme d'un brûleur colorée par un sel de sodium dans un champ magnétique ; les raies sont modifiées. Prenons comme exemple la raie D_2 , et supposons qu'on observe dans la direction des lignes de force du champ. Dès que le courant est établi dans l'électro-aimant, la raie primitive disparaît, et deux raies nouvelles A, B, la remplacent, l'une à droite, l'autre à gauche de la raie primitive. Ces raies sont polarisées circulairement, mais en sens contraires : la plus réfrangible A, d'après la règle de MM. Cornu et Kœnig, est formée par des vibrations qui ont le sens du courant magnétisant.

Supposons maintenant qu'on fasse traverser l'électro-aimant et la flamme qu'il contient, par un faisceau donnant un spectre continu très intense. Lorsque le champ est supprimé, la raie D_2 apparaît comme une raie noire très marquée. Lorsqu'on établit le champ, on la voit s'élargir, devenir grise, et paraître s'effacer. Si l'on place alors un polariseur circulaire (avant ou après l'électro-aimant), sur le trajet des rayons, ou bien si l'on observe à travers

un analyseur circulaire, on voit réapparaître très nettement une seule raie noire, qui occupe maintenant la place d'une des raies du doublet observé précédemment. Change-t-on le sens du polariseur circulaire, on voit la raie noire venir prendre la place de l'autre raie brillante. Si le champ d'observation est partagé en deux plages polarisées en sens contraire, on voit, dans chacune des plages, la raie qui correspond à son état de polarisation, mais seulement celle-là.

La flamme placée dans le champ magnétique absorbe donc la lumière des deux raies A, B, mais elle n'absorbe, en A, que les vibrations circulaires ayant le sens du courant ; en B, que les vibrations de sens contraire. On s'explique ainsi que le doublet renversé n'apparaisse pas nettement sans appareils de polarisation, puisque la flamme n'agit alors au passage que sur la moitié de la lumière incidente.

Même remarque pour les observations faites perpendiculairement aux lignes de force. La flamme, dans cette direction, émet trois raies correspondant à D_2 ; elle en absorbe trois ; mais ces raies sont polarisées ; pour chacune d'elles, elle est absorbante seulement pour les vibrations correspondant à l'état de polarisation de la lumière émise : cette polarisation est ici rectiligne et un nicol suffit pour observer nettement les nouvelles raies renversées. On voit donc bien la nécessité d'introduire la correction précédente à l'énoncé de la relation entre l'absorption et l'émission.

M. Kœnig, qui a fait le premier ces observations, en a bien fait remarquer l'intérêt au point de vue de la relation de Kirchhoff : « C'est la première fois, » dit-il, que l'on trouve des corps possédant une « certaine anisotropie, et qui manifestent cette « anisotropie à la fois dans leur émission et leur « absorption, conformément au principe de « Kirchhoff. »

Mais en réalité, Kirchhoff lui-même avait déjà fait, sur ce sujet, une observation très intéressante. Une lame de tourmaline parallèle à l'axe polarise partiellement, comme on sait, un faisceau qui la traverse. Elle conserve cette propriété, quoique à un degré moindre, lorsqu'on la porte au rouge faible dans la flamme d'un bec Bunsen. Or, la lumière qu'elle émet dans ces conditions est aussi partiellement polarisée, les vibrations émises avec le plus d'intensité étant celles qui sont absorbées davantage (Kirchhoff, *loc. cit.*, p. 186).

Nous verrons d'ailleurs, à propos de la loi de Kirchhoff proprement dite, que d'autres expériences viennent encore montrer la nécessité de tenir compte, dans la définition des pouvoir émissifs et absorbants, de la direction ou du sens des vibrations.

⁴ KÖNIG : *Wied. Ann.*, t. LXII, p. 240, 1897. Voir le travail *Radiations dans un champ magnétique. L'Eclairage électrique*, XIV, p. 540, 1898.

IV. — ASSIMILATION AUX PHÉNOMÈNES DE RÉSONANCE.

Je ne puis rechercher ici comment on peut rendre compte, par la théorie, de la règle qualitative reliant l'émission et l'absorption. Une remarque à ce sujet me semble pourtant nécessaire.

Pour expliquer l'existence d'une telle relation (particulièrement dans le cas des spectres de raies), on rappelle habituellement les phénomènes de résonance étudiés en Acoustique. On compare les particules matérielles à des systèmes vibrants ayant une période déterminée, et l'on admet qu'ils sont mis en vibration à la façon d'un résonateur par une onde incidente ayant cette période. On rappelle qu'une corde tendue vibre quand on excite dans le voisinage une corde donnant le même son.

Il y a sans doute dans ce rapprochement une grande part de vérité : on voit sans peine qu'en imaginant soit les molécules entières, soit des parties de ces molécules capables de vibrer avec des périodes caractéristiques, on rend compte de l'émission et des particularités qu'elle présente.

Mais l'absorption est-elle aussi claire ? Un résonateur mis en action par une onde sonore restitue, en général, l'énergie qu'il reçoit sous forme d'énergie vibratoire de même période. Est-il besoin de rappeler que, dans les expériences de Helmholtz sur le timbre, le son propre du résonateur éclate dans l'oreille avec une intensité inaccoutumée ? Au contraire, un rayon de lumière absorbé semble disparaître, et certainement n'est pas diffusé simplement dans tous les sens par le milieu absorbant.

Que devient alors l'énergie apportée par le rayon ? Je ne puis examiner ici les transformations très variées qu'elle peut subir, et que la théorie peut elle-même faire prévoir. Je voulais seulement attirer l'attention — en me plaçant au point de vue de l'enseignement, sur ce fait qu'il ne faut pas dissimuler : le rapprochement qu'on établit ici entre les phénomènes de l'Optique et de l'Acoustique ne suffit pas ; il ne constitue une explication que si on lui ajoute un complément indispensable.

V. — LA LOI DE KIRCHHOFF PROPREMENT DITE.

Nous avons vu que le rapport $\frac{e}{a}$ du pouvoir émissif et du pouvoir absorbant d'un corps pour des vibrations définies par leur période et leur état de polarisation, a toujours une valeur finie (qui peut être nulle).

La loi de Kirchhoff proprement dite nous apprend, de plus, que ce rapport a la même valeur (que je désignerai par e_0) pour tous les corps à la même température. Cette quantité e_0 est donc une fonc-

tion de la température et de la longueur d'onde, fonction la même pour tous les corps. C'est cette loi que nous allons maintenant examiner.

Remarquons, tout d'abord, comme l'a fait M. Guillaume¹, que cette loi ne peut s'appliquer aux phénomènes de fluorescence. Le verre d'urane, par exemple, frappé par des rayons très réfringibles, émet, sans que sa température change sensiblement, des radiations visibles ; considérons une de ces radiations : le rapport $\frac{e}{a}$ n'est pas nul. A la même température, il y a des corps qui absorbent, sans l'émettre, cette même radiation ; pour un de ces corps, le rapport $\frac{e}{a}$ est nul, l'égalité est impossible. La loi de Kirchhoff ne s'applique donc pas aux corps fluorescents comparés aux milieux colorés ordinaires.

On a vu que les corps fluorescents obéissent pourtant à la règle qualitative reliant l'absorption à l'émission (expériences de M. Burke sur le verre d'urane). Le rapport $\frac{e}{a}$ est fini, mais il n'est pas égal à e_0 ; ce rapport ne dépend plus seulement de la température et de la longueur d'onde.

Je dirai, dès à présent, que cette remarque peut être généralisée. La loi de Kirchhoff ne semble pas s'appliquer aux phénomènes de luminescence, c'est-à-dire aux cas où l'émission d'un corps déterminé ne dépend pas seulement de la température. C'est ce qui a lieu, par exemple, pour les flammes colorées, dont l'éclat dépend des réactions chimiques qui s'y effectuent. Pour ces flammes encore, le rapport $\frac{e}{a}$ est fini (renversement des raies), mais il n'est pas égal à e_0 .

Les physiiciens allemands parlent volontiers d'une température fictive, dite température de luminescence (Wiedemann), que l'on attribuerait au corps luminescent. Moyennant cette hypothèse, les corps luminescents obéiraient, eux aussi, à la loi de Kirchhoff, de même aussi à l'axiome de Clausius, etc. Cette température serait celle d'un corps « noir » dont l'émission e_0 serait précisément $\frac{e}{a}$. Mais la température ainsi calculée serait-elle la même pour toutes les radiations émises ? On n'en sait rien : on n'a pas cherché encore à trouver comment varie, avec la longueur d'onde, le rapport $\frac{e}{a}$ relatif à un corps luminescent déterminé. On a des raisons de croire que ce rapport a des valeurs voisines pour deux radiations voisines, que c'est une fonction continue

¹ GUILLAUME : L'absorption de la lumière dans les corps fluorescents, dans la *Rev. gén. des Sc.*, du 15 décembre 1897.

de la longueur d'onde; mais, c'est tout ce qu'on peut dire *quant à présent*.

Je ne parlerai donc pas de température de luminescence, et, comme le fait Kirchhoff lui-même, je restreindrai l'application de la loi aux cas où l'émission (de rayons visibles ou invisibles) est déterminée par la température seule, en un mot aux phénomènes d'*incandescence*. Malgré cette restriction, on va voir que la loi a encore une importance considérable.

Pour éviter des erreurs graves, je rappellerai d'abord, d'après les idées de Kirchhoff, les définitions précises des pouvoirs émissifs et absorbants. Je supposerai d'abord qu'on ne tienne pas compte des phénomènes de polarisation : je reviendrai plus loin sur ce point.

§ 1. — Pouvoir émissif e .

Soit un corps C (fig. 1), isolé dans une vaste enceinte qui ne lui envoie et ne lui renvoie aucune

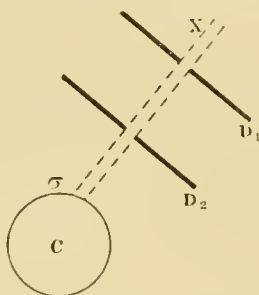


Fig. 1. — Étude du pouvoir émissif et du pouvoir absorbant d'un corps. — C, cylindre; X, faisceau de rayons; D₁, D₂, diaphragmes.

radiation (une enceinte « noire » à une température extrêmement basse). Figurons un cylindre X rencontrant le corps C, découpant sur lui un élément de surface σ . (La section droite du cylindre aura des dimensions déterminées, mais très petites, quoique beaucoup plus grandes que la longueur d'onde.) Le pouvoir émissif du corps C pour la radiation λ , est l'intensité totale des rayons de longueur d'onde λ qui, partant du corps, sont contenus dans le cylindre.

Le nombre mesurant ce pouvoir émissif dépend de l'unité d'intensité adoptée¹, et du choix fait pour l'intervalle étroit de radiations comprenant la radiation λ , employé dans la mesure. Ce pouvoir émissif dépend, en outre, du cylindre X, de la nature et de la forme du corps, de l'état des surfaces, en un mot, du corps C tout entier, et non pas seulement de σ ; il dépend encore du milieu supposé transparent, dans lequel est plongé le cylindre (S. de Smolan).

§ 2. — Pouvoir absorbant a .

Supposons que des rayons *non polarisés*, de même longueur d'onde λ , marchent exactement en sens contraire des rayons précédents et viennent rencontrer le corps C. Mesurons l'intensité des rayons incidents compris dans le cylindre, puis l'intensité de tout ce qui reste de ces rayons après qu'ils ont rencontré le corps, c'est-à-dire l'intensité des rayons transmis, réfléchis, diffusés par le corps¹. La différence représente l'intensité des rayons absorbés : on appelle pouvoir absorbant a , le rapport entre l'intensité des rayons absorbés et celle des rayons incidents.

Le nombre mesurant ce pouvoir absorbant pour la radiation λ ne dépend pas de l'unité d'intensité choisie : il est évidemment au plus égal à l'unité. Il peut être très petit lors même que le corps est tout à fait opaque, puisqu'il dépend du pouvoir réflecteur. Comme le pouvoir émissif, il dépend de X, du corps C tout entier, etc.

Comment mesurer pratiquement les deux quantités précédentes? Pour limiter les faisceaux, on peut supposer deux diaphragmes D, D₂, assez éloignés, qui ne laisseront passer que les rayons *sensiblement* parallèles contenus dans X. Nous négligerons la diffraction sur les bords des ouvertures, et nous supposerons surtout que ces écrans n'envoient et ne renvoient aucune radiation. Nous recevrons le faisceau sur un instrument de mesure qui devra satisfaire aux mêmes conditions, sinon des corrections seront nécessaires.

On voit immédiatement que la mesure du pouvoir absorbant est plus difficile, puisqu'il faut mesurer l'intensité des rayons transmis, réfléchis, diffusés. Pour simplifier, je supposerai que le corps a la forme d'une lame à faces planes et parallèles, et que ces faces sont parfaitement polies et réfléchissantes. Les rayons réfléchis et transmis sont alors compris dans des faisceaux limités; on mesure alors facilement l'intensité du faisceau incident, puis celle de ces deux faisceaux. Si la lame est opaque, mais réfléchissante, le pouvoir absorbant est égal à $1 - r$, r étant le pouvoir réflecteur. Si l'on peut négliger les réflexions sur les faces de la lame, le pouvoir absorbant se déduira immédiatement de la mesure du faisceau transmis.

§ 3. — Corps parfaitement absorbant.

Enfin, si la lame a un pouvoir réflecteur négligeable et est assez épaisse pour ne rien laisser passer, le pouvoir absorbant est égal à l'unité : je dirai que le corps est parfaitement absorbant *pour la radiation considérée*.

¹ Il y a avantage à l'évaluer en unités d'énergie. Voir GUILLAUME : *Rev. gén. des Sc.*, t. III, p. 12 et 93 (1892).

¹ Bien entendu, on ne compte pas parmi ces rayons ceux qu'il émet lui-même.

§ 4. — Corps parfaitement noir.

Un corps « parfaitement noir » serait un corps dont le pouvoir absorbant est égal à l'unité pour toutes les radiations.

Existe-t-il des corps satisfaisant à cette condition? La question a une grande importance à divers points de vue. Elle doit notamment être examinée avec soin à propos de l'étude de la répartition de l'énergie dans les spectres. Je ne puis l'étudier aujourd'hui : je me bornerai à dire qu'on réalise aujourd'hui des dispositifs qui, malgré les propriétés spécifiques des substances employées, se rapprochent autant qu'on veut des corps parfaitement noirs.

Pour l'étude qui nous occupe, il n'est pas nécessaire que l'on possède des corps parfaitement noirs, c'est-à-dire « noirs » pour toute l'étendue du spectre; il suffit qu'ils soient, pour toutes les radiations soumises à l'étude, des corps parfaitement absorbants.

VI. — CONSÉQUENCES DE LA LOI DE KIRCHHOFF.

La loi de Kirchhoff nous apprend que le rapport $\frac{e}{a}$ des deux quantités définies précédemment reste le même quand on remplace le corps C par un autre, quelconque, à la même température. La valeur constante de ce rapport est égale au pouvoir émissif e_0 d'un corps parfaitement absorbant.

On déduit immédiatement de cette loi les conséquences suivantes :

1° Supposons qu'on fasse simplement tourner le corps C, sans le remplacer par un autre; le rapport $\frac{e}{a}$ ne change pas. Eh bien, de là, on déduit immédiatement, dans le cas particulier des corps opaques, des lois relatives à la variation de l'émission avec l'incidence. Supposons que le corps, assez épais pour ne rien laisser passer des radiations considérées, soit terminé par une surface plane, et que, sans toucher aux diaphragmes limitant le faisceau, on incline plus ou moins cette surface (fig. 2) : le rapport $\frac{e}{a}$ doit rester invariable. La surface σ découpée sur la surface par le cylindre X limitant les faisceaux, varie (en raison inverse du cosinus de l'angle d'incidence), de sorte que le pouvoir émissif se rapporte à des surfaces variables.

Si le corps est parfaitement absorbant, $a = 1$, e demeure constant, et le pouvoir émissif par unité de surface varie comme le cosinus de l'angle d'incidence : en d'autres termes, la loi de Lambert est applicable aux corps parfaitement absorbants. (Leslie l'a trouvée vraie pour le noir de fumée.)

Si le corps est opaque, mais s'il diffuse la lumière ou s'il la réfléchit régulièrement, le pouvoir absorbant est $1-r$, r étant le pouvoir réflecteur ou diffusif. Les pouvoirs émissifs relatifs aux deux surfaces $\sigma \sigma'$, seront reliés par la relation :

$$(1) \quad \frac{e}{1-r} = \frac{e'}{1-r'}$$

La loi de Lambert ne sera donc applicable que si $r = r'$, c'est-à-dire si le corps a une surface parfaitement mate, s'il diffuse également, quelle que soit l'incidence. (Les expériences de Möller ont montré qu'il en est bien ainsi.)

Enfin, si le corps est poli et réfléchissant, le pouvoir réflecteur changeant avec l'incidence, la formule (1) indique alors comment varie l'émission avec l'incidence. Uljanin¹, auquel on doit un travail récent sur ce sujet, a montré que cette formule représente bien les résultats expérimentaux, par exemple ceux obtenus avec le platine bien poli².

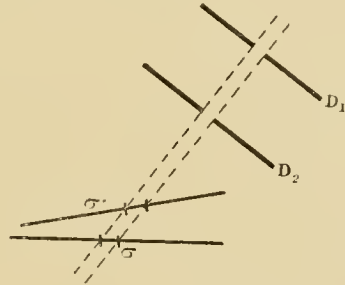


Fig. 2. — Variation du pouvoir émissif avec l'incidence. (Lettres comme dans la figure 1.)

On voit donc que, bornée au cas d'un seul corps, la loi de Kirchhoff permet de prévoir les lois relatives à l'émission oblique. On sait d'avance toutes les particularités de l'émission des corps opaques quand on a étudié la réflexion sur leur surface.

Passons à d'autres conséquences de la loi de Kirchhoff, en comparant cette fois des corps différents.

2° Comparons deux corps parfaitement absorbants pour une même radiation λ , à la même température. Ils ont le même pouvoir émissif e_0 pour cette radiation. Deux corps parfaitement « noirs » ont, à toutes les températures, des spectres d'émission absolument identiques.

On commence à bien connaître le pouvoir émissif e_0 d'un corps noir en fonction de la température et de la longueur d'onde. Les lois auxquelles on est arrivé (Lummer et Pringsheim, Paschen, Wien,

¹ ULJANIN : Wied. Ann. 62, p. 528 (1897).

² Les expériences qui viennent d'être citées n'ont pas été faites avec des radiations monochromatiques, mais on verra plus loin qu'on peut étendre la loi de Kirchhoff au cas des faisceaux complexes. — La formule (1) est, en toute rigueur, valable pour chaque radiation et chaque catégorie de vibration considérée isolément.

etc.), sont simples, comme l'avait pressenti Kirchhoff. Je ne puis m'en occuper ici.

Cette valeur e_0 , qui représente le pouvoir émissif d'un corps parfaitement absorbant pour la radiation λ , est le maximum de la valeur que peut prendre le pouvoir émissif e d'un corps quelconque pris à la même température. On a en effet: $e = ae_0$, et a est plus petit que l'unité si le corps n'est pas parfaitement absorbant.

Cette remarque s'applique évidemment à un ensemble quelconque de radiations: le pouvoir émissif total ne peut pas dépasser le pouvoir émissif correspondant d'un corps parfaitement absorbant pour toutes les radiations.

Nous verrons bientôt une application de cette remarque.

3° Considérons l'ensemble des radiations qui, à une température déterminée, sont émises par un corps « noir ». Un corps quelconque, à la même température, ne peut absorber, sans l'émettre en même temps, une quelconque de ces radiations, et il l'émet avec d'autant plus d'intensité qu'il l'absorbe davantage.

On voit que la loi de Kirchhoff renseigne d'une façon beaucoup plus complète et plus précise sur les relations entre l'absorption et l'émission, que la règle qualitative étudiée précédemment. De cette règle, on ne pouvait pas conclure de l'existence d'une absorption sensible à l'existence d'une émission correspondante.

La loi de Kirchhoff nous autorise à le faire, pourvu que la radiation considérée soit émise par un corps noir à la même température.

De cette remarque on déduit immédiatement que les particularités des spectres d'absorption¹ des corps incandescents doivent se retrouver dans les spectres d'émission correspondants. Un corps coloré qui absorbe certains rayons visibles de préférence à certains autres, et qui conserve cette propriété à de hautes températures, doit émettre lui-même de la lumière colorée. On ne peut guère citer actuellement d'études à ce sujet, à part celles de Nichols et Snow sur certains oxydes qui émettent par incandescence de la lumière colorée. Mais on trouverait très facilement d'autres exemples, je crois, en étudiant la lumière émise par des verres ou des fondants *colorés* portés à l'incandescence; je me suis assuré par quelques essais que ces corps émettent des faisceaux dont l'intensité et la composition changent de l'un à l'autre: la loi de Kirchhoff permet de déduire les propriétés de ces

spectres d'émission, des propriétés des spectres d'absorption.

Ce que je viens de dire de la lumière s'applique évidemment aux radiations infrarouges, et les exemples que l'on peut citer actuellement sont beaucoup plus nombreux. J'en rappellerai quelques-uns à propos des mesures faites sur la chaleur rayonnante, et je me bornerai à faire la remarque suivante: Parmi les radiations émises par un corps « noir » incandescent se trouvent précisément les radiations infrarouges. Un corps incandescent quelconque ne peut absorber ces radiations sans les émettre: par suite, dans la recherche d'un éclairage économique, *si l'on veut obtenir, par incandescence simple, de la lumière sans chaleur, il faut employer des sources absorbant peu l'infrarouge.*

Il est très remarquable précisément que la *magnésie*, que l'on place dans la flamme oxydrique pour obtenir la lumière Drummond, présente, dès la température ordinaire, une transparence très grande pour certains rayons calorifiques (K. Angström). Il doit en être de même du *manchon du bec Auer*, si, comme le croit M. Le Chatelier, la lumière de cette source est due à un phénomène d'incandescence simple. On pourrait rechercher directement si le manchon incandescent absorbe peu l'infrarouge¹, et voir s'il obéit à la loi de Kirchhoff.

VII. — LA LOI DE KIRCHHOFF A-T-ELLE ÉTÉ VÉRIFIÉE EXPÉRIMENTALEMENT ?

Les conséquences que nous venons de déduire de la loi de Kirchhoff semblent bien d'accord avec les faits observés; mais, a-t-on vérifié directement, d'une façon précise, cette loi telle qu'elle a été énoncée, c'est-à-dire pour *une radiation isolée* ?

Examinons d'abord les expériences faites sur les spectres discontinus des gaz. Les gaz, au point de vue de l'étude qui nous occupe, présentent d'abord l'avantage d'avoir un pouvoir réflecteur négligeable. En outre, il semble naturel de les examiner tout d'abord, puisqu'ils donnent ces raies étroites, dont le physicien parle souvent comme si elles étaient formées d'une *seule* radiation.

Mais on sait qu'en réalité ces raies ont une largeur variable et une constitution complexe: c'est un point que les expériences de M. Gouy, celles aussi de M. Michelson, ont mis tout à fait en évidence. Il est impossible de les considérer comme

¹ Par ce mot *spectre d'absorption*, j'entends la courbe représentant les variations du pouvoir absorbant a de Kirchhoff, avec la longueur d'onde. C'est seulement lorsque le pouvoir réflecteur peut être négligé que cette courbe peut se déduire de la seule étude du faisceau transmis.

¹ Plus exactement la partie de l'infrarouge qui est la plus intense dans le spectre d'un corps noir. Le manchon du bec Auer (privé bien entendu de sa cheminée de verre) envoie notablement les radiations calorifiques de 50 — 60 μ étudiées récemment.

formées d'une seule radiation, et on ne peut même pas admettre qu'en laissant passer, à travers une fente remplaçant l'oculaire du spectroscope, une partie de ces raies, l'intensité pourrait être considérée comme uniformément répartie dans cet intervalle très étroit. Nous rencontrons donc immédiatement la question suivante : Peut-on vérifier la loi de Kirchhoff à l'aide d'expériences sur des faisceaux complexes de radiations ?

Cette question sera examinée plus loin. Pour le moment, bornons-nous à indiquer comment M. Paschen¹ a cherché à voir si la loi de Kirchhoff était applicable aux flammes et aux gaz incandescents.

Il a utilisé la remarque rappelée précédemment, d'après laquelle le pouvoir émissif d'un corps obéissant à la loi de Kirchhoff ne peut jamais dépasser le pouvoir émissif correspondant d'un corps parfaitement absorbant pour les radiations considérées, pris à la même température.

§ 1. — Raies de l'arc.

En collaboration avec M. Kayser, M. Paschen a comparé, par la photographie, l'éclat d'une région ultraviolette du spectre continu donné par le cratère positif, avec l'éclat de bandes appartenant au carbone et au magnésium, situées dans la même région et données par l'arc gazeux lui-même. L'éclat de ces bandes est beaucoup plus grand que l'éclat du cratère positif, qui est cependant à une température supérieure, d'après les mesures de M. Violle. Si l'on admet (comme M. Paschen le fait implicitement) que le charbon, à cette température, est absorbant pour ces rayons ultraviolets ($\lambda = 3800$), il en résulte que la loi de Kirchhoff est tout à fait en défaut; aussi, M. Paschen en conclut que ces bandes sont produites par un phénomène de luminescence.

§ 2. — Raies jaunes du sodium.

M. Paschen mesure, avec le spectrobolomètre, l'intensité totale des deux raies D données par la flamme d'un brûleur Bunsen, puis, toutes choses égales d'ailleurs, l'intensité correspondante d'une région prise dans le spectre d'un corps noir, région où les deux raies D se trouvaient comprises tout entières. Admettant pour la largeur des raies du sodium une valeur par excès, M. Paschen calcule alors une valeur par excès de l'intensité de la partie du spectre du corps noir correspondant aux raies. Cette valeur n'est même pas la moitié de la valeur trouvée avec les raies données par le brûleur. La loi de Kirchhoff est encore inapplicable, et M. Paschen conclut que l'éclat de ces raies est

dû, au moins pour une bonne part, à un phénomène de luminescence.

Le corps « noir » employé est simplement une lame de platine chauffée par un courant à la température (1470°) trouvée pour la flamme. On peut se demander si le platine est bien, dans ces conditions, un corps parfaitement absorbant. M. Paschen est autorisé à admettre, d'après d'autres recherches, qu'il émet, dans cette région du spectre, et à cette température, sensiblement autant que le noir de fumée, dont on peut, avec certaines précautions, étudier l'émission à cette température élevée. La question est donc ramenée à la suivante : « Le noir de fumée à cette température est-il un corps « noir », est-ce un corps parfaitement absorbant ? » M. Paschen croit pouvoir affirmer, après tous ses travaux sur l'émission, qu'il ne s'en écarte pas beaucoup. Il ne faut pas oublier, d'ailleurs, que l'on a calculé par excès l'émission du platine, que la flamme a une épaisseur assez faible et que, par conséquent, une mesure plus rigoureuse accentuerait l'écart avec la loi de Kirchhoff.

Wiedemann était arrivé, par une méthode différente, à la même conclusion. En outre, des recherches directes d'Evershed, de Pringsheim, etc., montrent bien que les réactions chimiques sont nécessaires pour produire les raies si brillantes des flammes, et que la raie du sodium n'a pas le même éclat quand on chauffe directement la vapeur du métal en supprimant, autant que possible, toute action chimique.

Ces flammes colorées par le sodium servent précisément, dans les cours, à faire l'expérience du renversement : aucune expérience ne montre mieux la nécessité de distinguer la loi de Kirchhoff de la règle reliant l'absorption et l'émission d'un même corps.

§ 3. — Bande infrarouge du gaz carbonique.

Au contraire, l'émission du gaz carbonique chauffé semble bien due à la température seule. M. Paschen a étudié la bande très nette que donne ce gaz dans l'infrarouge, vers $\lambda = 4,3 \mu$. En chauffant dans un tube une couche de ce gaz épaisse de 7 centimètres, le maximum de la bande observée est un peu au-dessous, mais voisin de la courbe représentant l'émission, dans les mêmes conditions, du noir de fumée. D'autre part, M. Paschen a profité de ce que cette bande est très marquée dans le spectre d'émission de la flamme de Bunsen pour faire la vérification à une température plus élevée, en disposant l'expérience comme dans le cas des raies D. Seulement, il faut tenir compte de ce que le platine, dans cette région, est loin d'être parfaitement absorbant. Cette expérience n'est pas susceptible d'une grande précision, et M. Paschen ne

¹ PASCHEN : *Wied. Ann.*, LI, p. 41 (1894).

la présente pas comme telle, mais la loi parait bien se vérifier dans ce cas où l'émission est déterminée par la température seule.

C'est la seule tentative que l'on ait faite jusqu'ici pour vérifier la loi de Kirchhoff telle qu'elle a été énoncée, c'est-à-dire pour une région très étroite prise dans le spectre. Aucun autre essai n'a encore été tenté avec des radiations lumineuses ou ultraviolettes. L'expérience serait pourtant possible, en utilisant des solides ou des liquides incandescents, et les remarques qui vont suivre la rendraient plus facile à effectuer. Il y a bien des raisons, dès à présent, de croire qu'elle donnerait une réponse affirmative.

VIII. — LA LOI DE KIRCHHOFF ÉTENDUE A UN ENSEMBLE DE RADIATIONS.

On dit souvent que la loi de Kirchhoff a été vérifiée par des expériences sur la chaleur rayonnante. Comment des expériences faites sur les radiations si variées comprises dans les spectres infrarouges, peuvent-elles se relier à cette loi énoncée pour une radiation isolée ?

Cherchons, d'une façon générale, si l'on peut étendre l'énoncé de Kirchhoff à un ensemble de radiations compris entre deux limites déterminées. On pourrait être tenté de supposer *a priori* que ce qui est vrai pour chaque radiation doit être vrai pour l'ensemble. Eh bien, il n'en n'est rien, et je crois nécessaire d'insister sur une condition qui s'impose nécessairement et qu'on a tort de ne pas mettre en évidence.

Le pouvoir émissif total E pour un faisceau complexe se définit immédiatement : c'est l'énergie totale des faisceaux relatifs à chacune des radiations. Comment définir le pouvoir absorbant total A ? C'est encore le rapport entre l'énergie absorbée et l'énergie d'un faisceau incident. Pour une radiation isolée, ce rapport est parfaitement défini et ne dépend pas du tout du faisceau servant à le mesurer, dont l'intensité est arbitraire. Mais si l'on a affaire à un ensemble de radiations, pour lesquelles le pouvoir absorbant du corps à étudier ne reste pas constant, le nombre qu'on obtiendra pour A dépendra de la répartition de l'énergie dans le spectre du faisceau choisi. Il changera avec la source servant à la mesure, puisque les différents spectres d'émission ne sont pas identiques, et le rapport $\frac{E}{A}$ n'aura même pas, pour un corps déterminé, une valeur constante.

Il faut donc évidemment, pour tous les corps, prendre d'abord le même faisceau pour mesurer le pouvoir absorbant. Mais cela ne suffit pas. Si nous avons deux corps C, C' , pour que l'on aie :

$$\frac{E}{A} = \frac{E'}{A'}$$

il ne suffit pas de prendre un même faisceau arbitraire pour mesurer A, A' . Mais on voit facilement que ces deux rapports sont égaux lorsqu'on les mesure en se servant du faisceau provenant d'un corps, à la même température, parfaitement absorbant pour toutes les radiations du faisceau². Si cette condition est remplie, le rapport $\frac{E}{A}$ est le même pour

tous les corps, et égal à E_0 , pouvoir émissif total, dans cette région du spectre, d'un corps « noir ».

Ou bien encore : le pouvoir émissif relatif $\frac{E}{E_0}$, rapporté au corps noir, est égal au pouvoir absorbant ainsi défini.

(J'ai supposé qu'on disposait d'un instrument de mesure donnant des indications représentant exactement, pour toutes les radiations étudiées, l'énergie reçue. On voit immédiatement que, si cette condition n'est pas remplie, les valeurs trouvées satisfont encore à la même relation, pourvu, bien entendu, que l'instrument reste le même dans toutes les mesures.)

Appliquons ce que nous venons de dire à l'ensemble du spectre calorifique : On retrouve ainsi, mais avec un complément indispensable, l'énoncé de la loi connue depuis Leslie. C'est ainsi que peuvent être rattachés à la loi de Kirchhoff les nombreux travaux relatifs à la chaleur rayonnante, concernant l'égalité des pouvoirs émissifs (relatifs) et absorbants.

Si l'on examine ces recherches, on trouve que les conditions indiquées précédemment ne sont pas satisfaites. Le plus souvent la source servant à mesurer le pouvoir absorbant est à une température bien supérieure à celle du corps à étudier ; cette source s'écarte parfois beaucoup d'un corps noir ; enfin, on étudie presque toujours l'absorption à des températures inférieures à celles où l'on étudie l'émission.

Les mesures que de La Provostaye et Desains ont publiées sur ce sujet, dans leur bel ensemble de travaux relatifs à la chaleur rayonnante, sont les

¹ Les deux rapports sont égaux si on prend pour mesurer A le faisceau envoyé par C' , et réciproquement pour mesurer A' le faisceau provenant de C .

² Soit e_0 le pouvoir émissif du corps noir pour la radiation λ , on a, en prenant les intégrales entre les limites choisies :

$$E = \int e d\lambda = \int a e_0 d\lambda.$$

$$A = \frac{\int a e_0 d\lambda}{\int e_0 d\lambda}.$$

$$\text{donc } \frac{E}{A} = \int e_0 d\lambda = E_0.$$

seules précises que l'on puisse citer. Elles se rattachent plus particulièrement à des corps opaques réfléchissants⁴. Les critiques précédentes n'ont pas ici une grande importance : les pouvoirs réflecteurs pour l'infrarouge des corps étudiés (or, platine, verre sous diverses incidences) changeant peu avec la température; il en est de même des pouvoirs absorbants. De plus, les sources servant à mesurer ces pouvoirs réflecteurs sont à des températures dépassant peu celles du miroir, et sont recouvertes de noir de fumée. Aussi la vérification a pu se faire avec un résultat satisfaisant.

On ne peut pas en dire autant de toutes les autres recherches : le plus souvent elles ont fourni une ample moisson de faits intéressants, qui viennent bien à l'appui de la loi de Kirchhoff, mais qui ne peuvent être considérés comme la vérifiant avec rigueur.

C'est dans cette catégorie que je citerai les expériences où l'on dressait des listes de corps par ordre de pouvoirs émissifs (relatifs) croissants, puis par ordre de pouvoirs absorbants croissants, et où on obtenait deux listes à peu près identiques. Sans doute il est intéressant de remarquer que les métaux polis, par exemple, qui réfléchissent beaucoup, qui ont un faible pouvoir absorbant, ont un faible pouvoir émissif; mais il est inutile de citer les listes données à ce sujet : l'ordre des corps classés par pouvoirs absorbants croissants change en effet avec la nature de la source. Je rappellerai cependant les expériences de Tyndall, parce que ses résultats très importants sont moins connus et nous fournissent d'autres renseignements : les gaz ont des pouvoirs émissifs et absorbants dans l'infrarouge qui sont à peu près proportionnels; ces pouvoirs sont extrêmement différents d'un gaz à l'autre : les gaz formés de « grosses » molécules, donnent des nombres incomparablement plus considérables que les gaz simples.

L'éthylène, par exemple, absorbe beaucoup plus que l'air atmosphérique : or, il émet beaucoup plus, et en « vernissant » une lame de métal poli avec une couche de ce gaz, on accroît considérablement l'émission. De même encore, l'azote et l'hydrogène ont une absorption à peine sensible : combinés à l'état de gaz ammoniac, leur absorption ou leur émission devient considérable. Je ne puis que renvoyer à ce sujet aux nombreuses expériences rapportées dans le livre de Tyndall (*La Chaleur*) : on y trouvera bien des faits importants à l'appui de la loi de Kirchhoff, en particulier des expériences montrant que ces gaz, qui émettent des spectres discontinus, présentent des pouvoirs absorbants

considérables lorsque la source fournit précisément les radiations qui leur correspondent.

IX. — LA LOI DE KIRCHHOFF ET LA POLARISATION PAR ÉMISSION.

Jusqu'à présent on n'a tenu aucun compte des phénomènes de polarisation. Si l'on tient compte de ces phénomènes, comme le fait Kirchhoff, on peut préciser encore l'énoncé de la loi, et d'autres faits expérimentaux viennent s'y rattacher.

Supposons que, dans la mesure du pouvoir émissif, on ne considère pas tout le faisceau émis, mais une partie seulement : celle que laisse passer un analyseur déterminé (rectiligne ou circulaire). Le faisceau à la sortie de l'analyseur propage des vibrations bien déterminées : son intensité mesure le pouvoir émissif relatif à la radiation et aux vibrations considérées. Par exemple, avec un polariseur rectiligne, on obtiendra le pouvoir émissif e_p correspondant aux vibrations, dont la direction est p que laisse passer l'analyseur.

De même, le pouvoir absorbant correspondant a_p , s'obtiendra en faisant arriver sur le corps à étudier un faisceau *propageant les mêmes vibrations* (obtenu avec le même appareil qui fonctionne alors comme polariseur).

La loi de Kirchhoff est alors la suivante : Le rapport $\frac{e_p}{a_p}$ entre les pouvoirs émissifs et absorbants relatifs à des radiations de période déterminée, et à des vibrations déterminées, est le même pour tous les corps à la même température. Il ne dépend pas de l'espèce particulière de vibrations choisies, en particulier, si la polarisation est rectiligne, de l'orientation de p .

Lorsqu'un corps émet de la lumière partiellement polarisée, ce qui est le cas général, le pouvoir émissif e_p n'est pas le même pour toutes les vibrations : le pouvoir absorbant dépend, par suite, lui aussi, de la catégorie de vibrations considérée. On voit alors pourquoi, dans la définition des pouvoirs émissifs et absorbants e , a , mesurés sans appareils de polarisation, j'ai supposé que le faisceau servant à la mesure de a , était naturel : la loi, telle qu'elle a été énoncée pour e et a , est exacte *dans tous les cas*⁴, mais à cette condition seulement.

Comme faits expérimentaux se rattachant à la loi ainsi précisée, je rappellerai l'expérience, déjà citée, de Kirchhoff sur la tourmaline, qui, portée au rouge, émet surtout les vibrations qu'elle absorbe le plus énergiquement. Des mesures complé-

⁴ D'autres vérifications, moins directes, ont été faites pour le sel gemme et pour un corps diffusant : le borate de plomb.

⁴ On la déduit immédiatement de la loi qui vient d'être énoncée, en décomposant par exemple un faisceau de lumière naturelle en deux faisceaux polarisés rectilignement à angle droit.

tant cette observation montreraient sans doute que la loi se vérifie. Une expérience analogue réussirait sans doute avec les liquides qui absorbent inégalement deux rayons circulaires inverses : ces liquides chauffés doivent émettre des rayons calorifiques polarisés partiellement circulairement ; ceux qui, dans l'infrarouge, absorbent surtout les rayons droits enverraient surtout des rayons gauches, car ces deux sortes de rayons propagent en sens inverse les mêmes vibrations.

Ce sont surtout les phénomènes de *polarisation par émission* dans le cas des corps doués de pouvoir réflecteur, qui constituent une vérification précise de la loi précédente. De cette loi on déduit immédiatement :

1° qu'un corps « noir » envoie toujours des faisceaux non polarisés ;

2° que, s'il y a polarisation partielle par réflexion, il y a polarisation partielle, dans le plan perpendiculaire, par émission ;

3° que, pour les rayons émis ou réfléchis dans une direction donnée, le rapport $\frac{e}{1-r}$ est le même pour les vibrations parallèles et perpendiculaires au plan d'incidence, si le corps est opaque et parfaitement poli.

Des expériences antérieures au travail de Kirchhoff, mettent ces faits en évidence. C'est en effet à de La Provostaye et Desains¹ que revient le mérite d'avoir étendu à la chaleur rayonnante la découverte de la polarisation par émission faite par Arago, et d'avoir montré la relation étroite reliant ce phénomène à la polarisation par émission. Préoccupés surtout de l'équilibre calorifique dans les enceintes, de La Provostaye et Desains énoncent autrement cette relation² ; mais leurs résultats expérimentaux permettent de vérifier la loi telle qu'on vient de l'énoncer. (Expériences sur le platine poli pour la chaleur et la lumière, sur le verre pour la chaleur obscure.)

Si l'on ajoute que la loi de Kirchhoff permet non seulement de prévoir cette polarisation par émission, mais de prévoir comment elle varie, par exemple, avec l'incidence³, on voit combien elle permet de relier entre eux des phénomènes en apparence très divers, et d'en découvrir les lois. On trouverait facilement d'autres cas où elle rendrait les mêmes services.

¹ Voir, pour leurs travaux sur la chaleur rayonnante, les *Leçons de Physique* de Desains, 1860.

² « Dans une enceinte en équilibre la polarisation partielle par émission compense complètement les effets de la polarisation par réflexion, de sorte qu'il ne circule dans l'enceinte que des faisceaux non polarisés. »

³ Voir ULJANIN (*loc. cit.*) qui retrouve ainsi les résultats des mesures de M. Violle sur l'argent fondu.

X. — LA LOI DE KIRCHHOFF ET L'ÉQUILIBRE DE TEMPÉRATURE.

C'est un point, admis de tous, que, dans une enceinte close, protégée contre tout rayonnement extérieur, l'équilibre de température, une fois atteint, persisterait indéfiniment. Ce maintien de l'équilibre peut être considéré comme un fait expérimental, ou bien être rattaché à l'axiome de Clausius.

Or, on peut en déduire la loi de Kirchhoff, en faisant un certain nombre d'hypothèses, qu'il faut bien mettre en évidence :

1° On admet la théorie des échanges de Prévost, c'est-à-dire on suppose que chaque partie de l'enceinte reçoit et émet des radiations, même quand la température est uniforme. C'est là une hypothèse, car on n'a *actuellement* aucun moyen de constater l'existence de tels faisceaux ; on ne sait étudier une radiation qu'en la faisant disparaître ;

2° On admet que ce rayonnement incessant explique la conservation de l'équilibre, et que les autres modes de propagation de la chaleur (conductibilité et convection) n'ont pas à intervenir. C'est encore une hypothèse : ces modes de propagation jouent un grand rôle dans l'établissement même de l'équilibre ;

3° On admet que l'émission est déterminée, pour un corps donné, par la température seule, c'est-à-dire qu'on laisse de côté les cas où les radiations résultent d'actions chimiques, les cas de fluorescence, etc., en un mot tous les phénomènes de luminescence ;

4° Inversement, on admet qu'une radiation absorbée est tout entière transformée en chaleur, c'est-à-dire, produit uniquement une élévation de température. Elle ne pourra produire ni réactions chimiques, ni phénomènes de fluorescence, etc.

Telles sont les hypothèses qu'ont faites, sans les énoncer toujours explicitement, tous les savants qui ont cherché à relier à l'équilibre de température les relations entre l'absorption et l'émission. Je ne puis m'occuper ici des recherches antérieures à Kirchhoff, où l'on démontrait ainsi l'égalité des pouvoirs émissifs (relatifs) et absorbants pour l'ensemble des radiations calorifiques, ni faire ressortir l'importance des recherches de de La Provostaye et Desains. Cette proposition n'était pas la loi de Kirchhoff, qui s'applique à chaque radiation isolée.

Kirchhoff a précisément cherché lui-même à déduire de l'équilibre des températures et des hypothèses précédentes la loi plus précise qu'il énonçait.

Il a donné successivement deux démonstrations. Dans la première, il imagine deux plans indéfinis, l'un parfaitement noir, l'autre recouvert d'une

substance qui n'émet et n'absorbe qu'une radiation. De ce que la température ne change pas, il conclut que, pour cette radiation, le rapport des pouvoirs émissifs et absorbants de cette substance est égal au pouvoir émissif correspondant du corps noir.

Cette démonstration, trop souvent reproduite encore aujourd'hui dans les ouvrages classiques, n'établit pas la loi avec rigueur, ni dans toute sa généralité. Ce qu'elle a surtout de défectueux, me semble-t-il, c'est qu'on admet *a priori* qu'un corps fictif qui n'émettrait qu'une radiation, l'absorberait, et n'absorberait que celle-là.

L'autre démonstration, que Kirchhoff a donnée peu après¹, est plus rigoureuse et plus complète. Je ne puis la résumer ici : elle est longue et compliquée, surtout, je crois, parce que Kirchhoff tient compte immédiatement des phénomènes de polarisation. On pourrait certainement la simplifier². Je me bornerai à signaler l'artifice ingénieux à l'aide duquel il montre que l'équilibre doit s'établir pour chaque espèce de radiation considérée isolément : il suppose que dans l'enceinte à étudier se trouve, convenablement disposée, une lame mince parfaitement transparente, qui présente les couleurs des lames minces et réfléchit certaines radiations à l'exclusion de certaines autres. L'équilibre devant subsister pour toutes les épaisseurs de la lame, un calcul simple montre qu'il doit exister pour chaque radiation.

Ces démonstrations où l'on admet des corps fictifs (des corps parfaitement absorbants sous une épaisseur négligeable, des corps parfaitement transparents ou réfléchissants qui n'émettent et n'absorbent rien à aucune température), peuvent paraître bien éloignées de l'expérience. Cependant ces corps fictifs peuvent être réalisés d'une façon de plus en plus approchée, et cela légitime leur intervention. On ne saurait d'ailleurs se dissimuler combien de tels raisonnements peuvent être suggestifs ; l'exemple de Desains et de La Provostaye montre qu'ils peuvent faire découvrir des faits nouveaux et les lois qui les régissent.

Mais ils ne constituent pas une « théorie » de la

loi de Kirchhoff, car ils ne rattachent pas cette loi aux théories générales admises pour la lumière. Une semblable « théorie » est-elle possible actuellement ?

Dans tous les faits que l'on vient d'étudier, on a vu l'émission et l'absorption être modifiées à la fois par les propriétés superficielles des corps et par leur structure moléculaire. Si l'on cherche alors à rendre compte des relations trouvées, on est conduit soit à faire la théorie de la réflexion elle-même, soit à étudier les relations de l'Éther et des molécules matérielles.

Pour le montrer, j'examinerai seulement deux cas particuliers :

Considérons les corps *opaques réfléchissants*. La loi de Kirchhoff relie alors, comme on l'a vu, le pouvoir émissif et le pouvoir réflecteur. Or, on peut la rattacher simplement au théorème de Helmholtz relatif à la réflexion, d'après lequel le pouvoir réflecteur est indépendant du sens de propagation d'un rayon passant en se réfractant d'un milieu dans un autre. Il suffit d'admettre, avec Fourier et bien d'autres depuis, que le rayonnement ne provient pas seulement de la surface même, mais d'une couche plus ou moins profonde. Si la surface n'intervenait pas, le rayonnement serait celui d'un corps parfaitement absorbant : mais elle renvoie une partie des rayons vers l'intérieur, et cette réflexion affaiblit le faisceau, le polarise partiellement, lui donne en un mot tous ses caractères.

Considérons maintenant deux corps parfaitement absorbants pour une radiation déterminée. Malgré les différences profondes que peuvent présenter ces deux corps, notamment au point de vue de leur structure chimique, ces deux corps, à la même température, ont le même pouvoir émissif pour la radiation considérée. Au voisinage de leur surface, l'amplitude des vibrations de l'Éther qui ont la période choisie, est parfaitement déterminée et ne dépend plus du tout que de la température et de la période. Telle est la conséquence importante de la loi de Kirchhoff.

On voit par là comment cette loi, qui relie tant de faits expérimentaux, apporte une contribution importante à l'étude théorique de ces relations entre l'Éther et la Matière, encore aujourd'hui si mystérieuses.

A. Cotton,

Maître de Conférences de Physique
à l'Université de Toulouse.

¹ *Ann. de Ch. et de Ph.*, t. LXVII, p. 160 (1861).

² On imaginerait un nicol dans l'enceinte. — Voir dans le mémoire de La Provostaye (*Ann. de Ch. et de Ph.*, t. LXVII, p. 5) la démonstration qu'il donne pour les corps réfléchissant régulièrement.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Massan (J.), *Ingénieur principal des Ponts et Chaussées, Professeur à l'Université de Gand. — Cours de Mécanique. — 2 vol. in-4°, autographiés, de 478 et 320 pages avec figures. (Prix : 19 fr.) Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris.*

M. Massan, ingénieur principal des Ponts et Chaussées belges, professeur ordinaire de l'Université de Gand, a fait autographier son *Cours de Mécanique* dès 1881, et la demande de ses élèves l'a amené à faire tirer à nouveau les divers fascicules de ce travail, dont l'ensemble est ainsi arrivé à constituer une troisième édition complétée et remaniée. Le premier fascicule du premier volume est consacré à la Géométrie symbolique, à la Statique et à la Cinématique; le second fascicule forme un appendice de cinq chapitres, dans lesquels sont développées la Géométrie vectorielle à 3 et à n dimensions, la théorie des quaternions et la méthode de Grassmann. Le deuxième volume renferme la Dynamique, l'Hydrostatique et l'Hydrodynamique.

Le cours de M. Massan est caractérisé par des méthodes particulières et originales, qui le distinguent des traités classiques français. Signalons par exemple l'application de la théorie de la fonction vectorielle linéaire à l'étude des moments d'inertie, de la rotation des solides et des tourbillons. Les mouvements relatifs des projectiles et du pendule à la surface de la Terre sont traités par une méthode dite de l'observatoire auxiliaire. M. Massan donne aussi par ce procédé la théorie du gyroscope, et il est conduit à la solution de Bour.

A. WITZ,

Professeur à la Faculté libre
des Sciences de Lille.

De Mauni (Baron). — *Les Bandages pneumatiques et la Résistance au roulement. — 1 vol. in-16 de 140 pages. (Prix : 2 fr.) V^e Ch. Dunod, éditeur. Paris, 1899.*

La *résistance au roulement*, parfois si improprement nommée *frottement de roulement*, a fait l'objet d'expériences et de formules variées, auxquelles restent attachés les noms de Coulomb, Gerstner, Wood, Schwilgué, Edgeworth, Coriolis, Tretgold, Mac-Adam, Dupuit, Morin, etc. Ces formules sont parfois si contradictoires que Poncelet a renoncé à les concilier, et que Sonnet a déclaré qu'elles conduisaient à des équations impossibles. C'est celle de Morin qui, après la discussion mémorable que ce savant soutint contre Dupuit, et dans laquelle l'Académie lui donna raison, a été à peu près universellement adoptée. Et pourtant elle ne semble pas exempte de justes critiques.

Morin déclare que la résistance au roulement est toujours en raison inverse du rayon des roues. Deux faits semblent suffire pour mettre ce point en suspicion : l'emploi quotidiennement fait par les entrepreneurs de roulage de ces camions à petites roues, sur lesquels un seul cheval traîne des charges considérables, alors que, si la déclaration de Morin était exacte, il ne pourrait transporter plus de 250 à 300 kilogrammes; et la victoire constante de la bicyclette, même médiocrement montée, sur le grand bicycle, genre Surrey, à roue de 1^m35.

M. de Mauni conclut, à notre avis fort justement, que, sur une question fondamentale comme celle de la résistance au roulement, on ne saurait se contenter de formules aussi peu sûres que celles qui ont été jusqu'ici employées, pour un moyen de locomotion appelé à se

répandre autant que l'automobilisme, et qui met en œuvre des forces mécaniques, si parcimonieusement mesurées, au moins pour les voitures légères, par le poids disponible.

Avant de proposer un autre système, M. de Mauni a fait état des travaux et des expériences antérieures : il a répété la plupart de ces dernières, et en a dégagé ce qui lui paraissait concordant et plausible. C'est ainsi qu'il étudie successivement, dans son ouvrage, l'influence sur la résistance au roulement du diamètre des roues, de la pression ou de la charge, de la pente du terrain, de la vitesse, de la largeur des jantes, de la suspension.

Cette analyse, faite avec beaucoup de sagacité, au cours de laquelle sont convaincues de fausseté des assertions préalablement admises trop à la légère, comme aussi sont conciliés des résultats réputés jusqu'ici contradictoires, conduit son auteur à résumer les variations de la résistance au roulement dans quelques propositions, conformes pour la plupart à celles de Dupuit, mais bien plus systématiquement groupées. Il est impossible de ne pas reconnaître en elles un ensemble logique, dans lequel la complexité, plus apparente que réelle de ces manifestations successives de la résistance, se réduit, en somme, à une question de plus ou de moins.

Mais qu'est-elle au fond cette résistance au roulement? Pour Dupuit, pas autre chose que « la composante normale des réactions moléculaires, dont le frottement ordinaire est la composante tangentielle ». Pour Delaunay, « elle provient de la déformation qu'éprouvent le corps roulant et la surface sur laquelle il s'appuie ». Pour M. Bourlet, « elle est occasionnée par la rudesse du chemin ».

Pour M. de Mauni, « il n'existe pas de force passive spécifique, générale, uniforme qu'on puisse appeler résistance au roulement. En l'absence d'une cause externe quelconque, la résistance au roulement n'existe pas... Cette résistance est essentiellement une *manifestation de la pesanteur* ».

Et l'auteur le démontre par des expériences fort ingénieusement conduites (dont il nous donne les résultats synthétiques, sans entrer d'ailleurs dans le détail des chiffres), et pour lesquelles il a fait abstraction de l'écrasement, de la déformation de la voie, de ses états divers, de toutes ces contingences que l'on comprend sous la dénomination générale de *frayé*, et qui, à côté de la résistance type, due uniquement à la pesanteur, donnent lieu à des résistances secondaires, trop variables pour qu'on puisse en fixer l'influence dans une formule. M. de Mauni a eu recours, pour s'en faire une idée approchée, à quelques expériences assez simples, au cours desquelles il a irrécusablement constaté que, pour réduire au minimum la résistance au roulement, il faut donner à la surface de contact de la roue avec le sol une forme allongée et étroite. L'étude raisonnée le conduit ici aux conclusions que la pratique a depuis longtemps consacrées.

Avec l'ancienne roue, à bandages rigides, cet allongement ne pouvait s'obtenir que par une augmentation du diamètre, et le bandage frayait et s'enfonçait, à proportion de la charge du véhicule. Avec le bandage en caoutchouc, au contraire, on demande l'allongement à l'élasticité de la circonférence roulante : au lieu de frayer et de s'enfoncer, d'imprimer sa forme, le bandage cède et s'étale, jusqu'à ce que l'aire de contact soit suffisante pour que la somme des pressions qu'elle rend fasse équilibre au poids de la voiture.

Ainsi se trouve légitimée l'excellence de la roue élas-

tique, que M. de Mauni étudie dans la deuxième partie de son livre, moins développée que la première, organe dont il ne cache d'ailleurs pas la réalisation encore imparfaite, car le bandage élastique, s'il allonge le contact, ne le retrécit pas, comme le voudrait la théorie.

Sans doute, bien des côtés restent encore à élucider dans cette question de la résistance au roulement et des bandages pneumatiques; mais il faut savoir gré à M. de Mauni de la clarté qu'il a projetée sur elle, et souhaiter qu'il ne s'arrête pas en si beau chemin.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Mascart (E.), *Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France, Directeur du Bureau central météorologique.* — *Leçons sur l'Électricité et le Magnétisme* (de E. Mascart et J. Joubert). Tome deuxième: MÉTHODES DE MESURES ET APPLICATIONS. Deuxième édition entièrement refondue. — Un fort volume gr. in-8 de 917 pages avec 160 figures. Gauthier-Villars et fils et G. Masson et C^o, éditeurs. Paris, 1898.

Lorsque parut le premier volume de ce grand ouvrage, on pouvait craindre que les multiples occupations de l'auteur ne l'entraînaient à dépasser les délais promis pour l'achèvement du second volume. Mais M. Mascart a la politesse des présidents. Les étudiants de la science électrique lui en seront reconnaissants et les éditeurs ne s'en plaindront pas. De cette façon, le tout a pu rester homogène, et les quelques mois écoulés entre l'apparition des deux volumes n'ont pas assez modifié la science pour qu'ils soient de deux âges différents; ce sont encore des jumeaux.

Dans cette deuxième partie de l'œuvre amenée une première fois à bien en communauté avec M. Joubert, et que M. Mascart a poursuivie seul, on ne rencontre que peu de théorie proprement dite; la description des phénomènes élémentaires a été donnée dans le tome premier, et les méthodes de mesure, auxquelles est consacrée la majeure partie du volume en sont considérées comme les applications directes, en même temps que comme la vérification métrologique.

Car, ce que l'auteur comprend sous le titre « Méthodes de mesures », ce n'est pas seulement la description technique des appareils servant à effectuer la mesure des quantités dont s'occupe la science électrique, mais encore les développements mathématiques relatifs aux divers éléments des appareils, le calcul exact des actions complexes que l'on y rencontre.

Les mesures électriques se ramenant, en définitive, à l'estimation de longueurs, de masses et d'angles, ces diverses mesures sont d'abord rapidement traitées. Puis un chapitre très complet est consacré aux oscillations, et par conséquent au temps, qui n'en est pas séparé. Les couples viennent ensuite, à titre de corollaire. Dans la suite, les courants circulaires se rencontreront en plus d'un endroit; il convenait donc de les traiter à part et de donner l'expression des forces dans les cas les plus usuels. Il en est de même de l'induction, dont les problèmes importants sont analysés dans un chapitre séparé, le troisième et dernier des préliminaires. Dans la suite, les mesures électriques et les mesures magnétiques constituent la partie descriptive de l'ouvrage. L'électrométrie, terme générique sous lequel l'auteur comprend toutes les mesures faites avec un électromètre, la mesure des courants, des résistances, des forces électromotrices, considérées dans leur source et non plus dans leur résultat comme dans le premier chapitre, enfin la mesure des capacités et des constantes des diélectriques forment autant de monographies très complètes où ces mesures sont minutieusement décrites. Dans le premier volume, une rapide allusion avait été faite au rapport des unités; les méthodes de mesure ayant été décrites, on y peut revenir avec plus de détail, et cataloguer les résultats

déjà obtenus, et dont la convergence ne laisse aucun doute sur l'identité des vitesses de la lumière et des actions électro-magnétiques.

Après l'énoncé de ce résultat, les méthodes de mesures électriques pourraient être considérées comme épuisées; mais les décharges disruptives n'ont pas été reliées aux courants, et il convient d'en faire un chapitre à part, à cause surtout des nombreuses questions connexes qui ont pris, dans ces dernières années, une si grande importance. Bien que la description détaillée des phénomènes qui accompagnent les décharges dans les gaz raréfiés n'ait qu'une lointaine connexité avec les méthodes de mesure, l'auteur ne résiste pas à la tentation bien naturelle d'en dire plus que ne le comporte le titre de l'ouvrage. D'ailleurs, nous en sommes au dernier volume, et l'occasion d'y revenir ne se serait plus présentée.

Cette digression nous vaut l'opinion de l'auteur sur une série de questions en pleine évolution, traitées pour la première fois dans un ouvrage de nature classique. Si nous pouvions exprimer ici un regret, ce serait de voir la question des oscillations électriques passée un peu rapidement en revue. Un coup d'œil d'ensemble sur cette grosse question aurait été le bienvenu, émanant de M. Mascart.

La partie qui a trait au magnétisme est divisée en deux chapitres. Dans le premier, les aimants sont considérés en eux-mêmes, dans leur nature et leur matière. Le second traite de la mesure des champs magnétiques. Ces dernières mesures sont arrivées à un état voisin de la perfection à la suite des travaux de Poisson et de Gauss. Ce qu'on y a ajouté est surtout la création de méthodes rapides, résumées en des instruments portatifs et, comme conséquence, une exploration infiniment plus complète de notre globe au point de vue magnétique. Les méthodes d'étude des aimants sont, au contraire, en majeure partie modernes ou même contemporaines. Les travaux fondamentaux d'Ewing et du regretté Hopkinson, par exemple, ont été publiés presque en entier entre les deux éditions de ce traité, et les paragraphes qui traitent des aimants ont subi, par suite, d'importants remaniements.

Une quatrième partie, comprenant une centaine de pages, forme, sous le titre d'« Électricité industrielle », le complément des trois précédentes.

Le mot « industriel » doit être pris ici, bien entendu, dans un sens mitigé, différent de celui que lui donnent la plupart des praticiens. Ce complément n'en est pas moins fort utile, en ce qu'il fournit l'occasion de transporter, sur des questions immédiatement utilitaires, l'esprit élevé qui a présidé à la discussion des problèmes plus abstraits. Cette forme n'aurait qu'un demi-succès dans un ouvrage consacré uniquement aux questions industrielles, et il était bon de n'y point renoncer dans un ouvrage dans lequel la théorie occupe une place prépondérante.

Les applications industrielles sont divisées en deux classes; les transmissions de signaux et les transports d'énergie, en d'autres termes, la théorie des câbles doués de capacité et d'impédance, et la théorie des dynamos. Dans la première de ces questions, les travaux déjà anciens de lord Kelvin sont encore la source la plus complète à laquelle on ait à puiser, surtout si l'on s'en tient, comme a fait l'auteur, aux traits généraux. Dans la seconde, les machines sont étudiées par la méthode des caractéristiques de M. Marcel Deprez. Puis les courants alternatifs forment un chapitre important et presque entièrement nouveau.

L'ouvrage se termine par de nombreux tableaux numériques expliqués et commentés dans le texte.

Tel est, dans ses traits essentiels, le contenu de ce second et dernier volume d'un ouvrage qui restera longtemps jeune, et fera encore l'éducation d'une nouvelle génération d'électriciens.

CH.-ED. GUILLAUME,
Physicien au Bureau international
des Poids et Mesures.

Giran (H.), Directeur des Travaux pratiques de Chimie à la Faculté des Sciences de Montpellier. — **Traité élémentaire de Travaux pratiques de Chimie.** — 1 vol. in-12 de 192 pages avec figures (Prix : 4 fr.). Société d'Éditions scientifiques. Paris, 1899.

La création, relativement récente, du Certificat P. C. N. et de l'enseignement qui y correspond dans nos Facultés des Sciences, a provoqué déjà la publication d'un assez grand nombre de Traités élémentaires de Chimie destinés à aider nos étudiants à suivre les leçons orales. Cependant on n'avait pas songé jusqu'ici à mettre entre leurs mains un guide sûr et élémentaire pour leur permettre de se préparer aux séances des travaux pratiques de Chimie et de compléter ensuite les notes et les impressions qu'ils en rapportent. Les règlements ministériels ont pourtant fait à cette partie de l'enseignement une part importante, puisque nos étudiants doivent passer chaque semaine au laboratoire trois séances de trois heures au moins chacune, et s'y exercer aux principales préparations chimiques et surtout aux analyses. C'est cette lacune que vient très heureusement de combler M. Giran. Chargé depuis cinq ans de la direction des travaux pratiques de Chimie à la Faculté de Montpellier, M. Giran a pu se convaincre par lui-même que les ouvrages existants ne répondent pas à ce besoin et qu'il lui fallait chaque jour répéter les mêmes recommandations aux élèves débutants et inexpérimentés. Le petit livre qu'il publie aujourd'hui est le résumé de ces leçons pratiques.

Il se divise naturellement en deux parties : Préparations et Analyses.

La première est très courte et beaucoup penseront à première vue qu'elle aurait pu être plus étendue. Elle se réduit en effet à des explications tout à fait pratiques sur la manière de monter les appareils, sur les modes de chauffage et sur les principaux types d'expériences que l'on peut faire avec les gaz. Mais c'est en réalité tout ce qu'on peut dire sans empiéter sur le domaine des véritables traités de Chimie. L'élève est supposé avoir vu au cours la théorie et l'équation de la réaction. Lorsqu'il sait bien monter un appareil, et, s'il y a lieu, le chauffer, il possède tout ce qu'il faut pour mener à bien une préparation simple quelconque.

La seconde partie, Analyses, est beaucoup plus développée. C'est en réalité un petit traité d'analyse qualitative par voie humide, réduite aux cas les plus simples, en une centaine de pages.

En donnant les caractères des bases et des acides, puis les tableaux synoptiques de la marche méthodique à suivre pour leur recherche, M. Giran fournit une foule de détails concernant les précautions à prendre et les difficultés qui arrêtent le plus souvent les débutants.

Ce chapitre est précédé de l'exposé de l'essai préliminaire, sur lequel l'auteur insiste avec raison, car c'est une partie de l'analyse trop souvent négligée ; il est suivi de quelques pages sur l'analyse volumétrique où sont exposées très clairement l'alcalimétrie et l'acidimétrie.

En résumé, ce petit ouvrage est un guide élémentaire et très sûr qui rendra de grands services à nos élèves.

R. DE FORCRAND,
Professeur de Chimie
à la Faculté des Sciences de Montpellier.

3° Sciences naturelles

De Lapparent (A.), Membre de l'Institut. — **Leçons de Géographie physique (2^e Edition).** — 1 vol. in-8° de 718 pages avec 163 figures et 1 planche en couleurs. (Prix : 12 fr.) G. Masson et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1898.

Moins de trois ans se sont écoulés depuis que M. de Lapparent mettait à la portée de ceux qui ne peuvent profiter directement de son enseignement, les leçons de Géographie physique qu'il professe à l'Institut catholique de Paris. Le succès de cet ouvrage a été tel qu'on devait l'attendre et la première édition fait déjà place

à une nouvelle, considérablement augmentée (718 pages au lieu de 590). L'analyse qu'a donnée notre collègue Kilian, lors de la première édition, nous dispense de revenir sur ce que celle-ci présente de commun, et nous permet de n'appeler l'attention que sur les perfectionnements introduits par l'auteur. Ils ont surtout porté sur les descriptions régionales, dont trois leçons ont été dédoublées ; en outre, deux chapitres nouveaux ont été ajoutés, l'un sur les océans, l'autre sur un essai de classification des chaînes de montagnes.

Dans le chapitre sur les océans, M. de Lapparent étudie sommairement les courants océaniques, la distribution des profondeurs des divers océans, celle des différents sédiments marins. — Dans le second chapitre, tout en faisant des réserves sur les tentatives de classification, d'une précision plus apparente que réelle, et sur l'abus des noms nouveaux, et après avoir fait remarquer l'impossibilité d'appliquer un nom à chaque cas particulier de montagnes qui résulte de l'action de circonstances diverses, M. de Lapparent prend pour types, avec leurs noms géographiques, les montagnes les mieux connues en y rattachant celles qui s'en rapprochent le plus. On a ainsi des types jurassien, alpin, pyrénéen, andin, résultant de l'action des forces orogéniques, des montagnes d'accumulation, volcaniques, éoliennes ou glaciaires, des montagnes par simple érosion, avec gauchissement (ex. type appalachien) ou sans gauchissement (ex. type armoricain).

Est-il nécessaire d'ajouter que les chapitres nouveaux sont écrits dans le style clair, facile, élégant, auquel nous a habitués l'auteur ; que par toutes ses qualités la nouvelle édition des *Leçons de Géographie physique* est appelée au même succès que la première, et contribuera dans la plus large mesure à la diffusion des nouvelles doctrines géographiques ? Si l'on constate déjà dans cette voie de sérieux progrès, des ouvrages tels que celui-ci entrent pour une bonne part dans cette amélioration.

A. BIGOT,
Professeur de Géologie
à l'Université de Caen.

Gerber (C.), Professeur suppléant à l'École de Médecine et de Pharmacie de Marseille, Préparateur de Botanique à la Faculté des Sciences. — **Recherches sur la maturation des fruits charnus.** (Thèse pour le doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.) — 1 vol. in-8° de 800 pages avec 2 planches. G. Masson et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1898.

C'est une thèse volumineuse que celle de M. Gerber. Il est vrai que peu de questions de Physiologie végétale ont été l'objet de recherches aussi nombreuses que celle de la maturation des fruits, et donné lieu à plus de contradictions depuis trois quarts de siècle. L'auteur s'est attaché à résoudre avec les ressources de la Chimie et de la Physiologie expérimentale les nombreuses difficultés du sujet ; ce travail paraît devoir faire honneur à son auteur et aux laboratoires de l'Université de Marseille.

Dans presque tous les fruits charnus sucrés, on rencontre mélangés des acides, de l'amidon et du tannin ; mais dans certains d'entre eux il y a prédominance d'un de ces trois principes ; c'est ce qui a déterminé le choix des pommes, raisins, oranges et mandarines comme types de fruits sucrés acides, des kakis comme types de fruits à tannin, et des bananes comme fruits amylicés. Nous ne pouvons guère songer à donner des détails sur les méthodes de recherches appliquées par M. Gerber ; nous ne pouvons qu'en résumer les résultats essentiels.

Contrairement à ce que l'on observe dans la respiration des plantes ordinaires, les fruits charnus sucrés dégagent à certaines phases de leur développement un volume d'acide carbonique supérieur au volume d'oxygène qu'ils absorbent dans le même temps, et présentent, par suite, un quotient respiratoire supérieur à l'unité. Ce quotient respiratoire varie suivant le degré de maturation des fruits et les principes chimiques qu'ils contiennent. Ils peuvent être distribués en deux caté-

gories; ou bien ils sont dus à la présence d'acides, ou bien à l'insuffisance de la quantité d'air qui parvient aux cellules et à la production d'alcool qui en est la conséquence; ce sont des quotients de fermentation. Les uns et les autres présentent des variations que l'auteur précise en les rapportant aux causes qui les produisent et les compare aux phénomènes respiratoires des moisissures et des plantes grasses.

Les modifications chimiques qui se produisent dans les fruits au cours des phénomènes respiratoires affectent les acides, les tannins, l'amidon et les matières sucrées.

Les acides des fruits sont partiellement utilisés à la formation d'hydrates de carbone. Cette réaction se produit chaque fois que l'on observe le quotient d'acides, quelle que soit sa valeur, toujours supérieure à l'unité; elle se produit également lorsqu'on cultive des moisissures dans un milieu nutritif ne contenant que des acides. Le tannin disparaît dans les fruits par oxydation complète, sans former d'hydrates de carbone. L'amidon se transforme en matière sucrée au cours de la maturation. Les matières sucrées, en même temps qu'elles se forment aux dépens de l'amidon et probablement aussi des acides, disparaissent en partie par oxydation; en outre, dans les fruits qui présentent le quotient de fermentation à la fin de la maturation, ces substances sucrées se transforment partiellement en alcools et acides volatils; il en résulte des éthers qui constituent le parfum de ces fruits.

Puisque les acides et le tannin disparaissent rapidement aux températures élevées, on peut hâter la maturation des fruits charnus sucrés contenant soit des acides, soit des tannins, soit un mélange de ces deux sortes de substances, en les exposant aux températures élevées. D'autre part, on peut retarder la maturation des fruits contenant beaucoup d'acides et dont la respiration ne présente pas de période de fermentation en les exposant à des températures voisines de 0°, puisque, aux basses températures, les acides ne sont pas comburés. Par contre, les fruits contenant du tannin et qui présentent à la fin de la maturation un quotient de fermentation, ne peuvent pas être conservés beaucoup plus longtemps aux basses températures qu'aux températures élevées, parce que le tannin est brûlé aux unes comme aux autres; aussitôt après sa disparition se produit la transformation de la pectose en pectine et, par suite, apparaît la période de fermentation et le fruit blettit. Il y a là une série d'applications pratiques qui ne sont pas elles-mêmes sans intérêt. C. F.

4^e Sciences médicales

Ohlmüller (Dr W.), *Professeur d'Hygiène à l'Université de Berlin.* — *Guide pratique pour l'analyse de l'eau.* (Traduction de M. L. GAUTIER). — 4 vol. in-8^o de 290 pages avec 77 figures et une planche. (Prix relié : 10 fr.) Baudry et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1899.

Il existe peu de manuels vraiment pratiques sur l'analyse des eaux, groupant les méthodes usitées dans les laboratoires, extrayant le suc utile des nombreux mémoires publiés chaque jour pour mettre à la portée des analystes les procédés simples, rapides et exacts. L'excellente traduction du livre du Dr Ohlmüller, par M. le Dr Gautier, comble une partie de cette lacune : la valeur de l'ouvrage, qui a eu en Allemagne deux éditions successives, l'autorité du traducteur sont de sûrs garants des services rendus aux chimistes et micrographes.

Le guide, fort bien édité, en caractères très nets, est divisé en trois parties relatives aux analyses : chimiques, micrographiques et bactériologiques, complétées par quelques pages traitant de l'interprétation des résultats.

Après avoir indiqué les conditions les plus favorables au prélèvement des échantillons, l'auteur étudie les matières contenues dans les eaux, acides et bases, au point de vue de la recherche qualitative, puis des dosages, en donnant en général une méthode pondérale

et une méthode volumétrique, le dosage des substances en suspension, la mesure du résidu et de la perte par calcination; le dosage des matières organiques (Méthodes Kubel-Tiemann, Albert-Lévy), du chlore, des sulfates, de l'hydrogène sulfuré, de l'acide carbonique total, libre, combiné (Méthodes de Trillich, de Pettenkofer), de l'acide azotique (Méthode de Ulsch, transformation des nitrates en ammoniacale), (Méthode du Comité d'hygiène, formation d'acide picrique), de l'acide nitreux (Méthode de Trommsdorff), de l'acide phosphorique, de l'oxygène (Méthodes de Muller et Chalamay, de Romija, basées sur l'oxydation par l'eau d'un sel manganéux; méthode d'Albert Lévy, oxydation d'un sel ferreux en liqueur alcaline), dosage des sels alcalins, de la magnésie, de la chaux, de l'ammoniac, etc., détermination hydrotimétrique, alcalimétrique, etc.

La partie consacrée à l'analyse micrographique donne, à l'aide de figures bien dessinées, la forme des dépôts tenus en suspension dans les eaux. Les gravures permettent une identification rapide des éléments animaux, végétaux et minéraux. C'est ainsi que nous voyons successivement les fibres textiles, les grains d'amidon provenant des eaux ménagères, les œufs des parasitoses intestinales d'origine excrémentielle (*Tœnia*, *Ascaris*, *Oxyuris*, etc.), puis divers organismes : Rhizopodes, Infusoires, Rotifères, Vers, Arthropodes pour le règne animal; Algues, Mucédinées, Champignons, Bactéries filamenteuses, et ferments divers, pour les végétaux.

L'analyse bactériologique, plus spécialement consacrée aux formes simples des organismes inférieurs, aux Bactéries, est une partie importante de l'étude des eaux, étant donnée l'influence considérable de ces êtres dans le développement de certaines maladies; ce chapitre décrit très soigneusement les précautions à prendre pour prélever les échantillons sans y introduire d'éléments étrangers, la préparation des milieux nutritifs, gélatine, agar, sérum, etc., puis les diverses pratiques de l'analyse de l'eau; la diagnose et le dosage des bactéries ne pouvant s'effectuer directement au microscope, certaines opérations sont auparavant nécessaires pour provoquer la formation de colonies susceptibles d'être comptées et étudiées en vue de leur spécification, soit par l'aspect, la coloration prise en présence de couleurs organiques, l'essai sur les animaux. La recherche du bacille typhique (bacille d'Eberth) et du Vibron du choléra, sont l'objet de notes spéciales, suffisantes pour permettre de déceler ces microorganismes.

Les résultats rassemblés, le Dr Ohlmüller étudie les moyens d'en tirer le meilleur parti; des faits nombreux ont une action encore inconnue, mais néanmoins des diverses données chimiques et bactériologiques réunies l'hygiéniste peut déduire d'utiles enseignements. L'auteur indique l'influence accordée à telle ou telle substance, la cause probable de sa présence, les déductions que l'on peut en tirer en tenant compte des conditions météorologiques, de la disposition topographique et géologique des terrains, du voisinage des villes, usines, etc.

Ce livre rendra un réel service en vulgarisant près des ingénieurs, des médecins, etc., les méthodes d'appréciation des eaux; nous aurions souhaité cependant que les monographies relatives aux délicats dosages de l'acide carbonique soit libre, soit combiné, de l'azote nitrique, nitreux, ammoniacal, fussent suivies d'une étude critique, avec expériences à l'appui, indiquant le degré d'exactitude des procédés décrits. Ce n'est que sous cette condition qu'un choix judicieux de ces procédés peut être fait. Ces méthodes, surtout pour la détermination de la matière organique, de la mesure de l'azote, des résidus salins, n'ont actuellement qu'une valeur de comparaison, et il faut souhaiter qu'on les unifie dans tous les laboratoires; c'est là un vœu souvent formulé par les hygiénistes, et qu'on ne doit pas se lasser de réitérer.

MARCEL MOLINIÉ.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 16 Janvier 1899.

M. A. d'Arsonval rend compte des fêtes du Centenaire de l'Académie impériale militaire de Médecine de Saint-Petersbourg, auxquelles il représentait l'Académie des Sciences.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. Guillaume communique ses observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le troisième trimestre de 1898. Pour les taches, le nombre des groupes a diminué, mais la surface totale a été plus du double de celle du trimestre précédent. Les facules ont subi une légère diminution. — M. du Ligondès rappelle qu'il y a un certain désaccord entre la formule de M. Roche sur la variation de la densité à l'intérieur de la Terre et la théorie de la précession. Ce désaccord disparaît si l'on modifie la formule en considérant, d'après M. Lowthian Green, que l'écorce terrestre tend à prendre la forme d'un tétraèdre. — M. G. Gallice décrit une nouvelle règle à calcul qui a pour but de permettre l'étude, au point de vue pratique, de la division de la circonférence en 240°, et de donner aux navigateurs un moyen rapide de résoudre tous les problèmes d'Astronomie nautique en employant en même temps la montre décimale système de Sarrauton. — M. N. Saltykow indique une solution du problème de l'intégration complète des équations aux dérivées partielles dans certains cas particuliers.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Alexis de Tillio communique le résultat des observations météorologiques faites dans la dépression au centre du continent asiatique (station de Luktsboum). La température estivale y est sensiblement plus chaude et la température de l'hiver considérablement plus froide que ne l'indiquent les cartes de Buchan. C'est là où l'on a actuellement observé la valeur extrême dans la marche annuelle du baromètre sur la Terre. — M. Vert adresse une note relative à un aérolithe observé à Rio-de-Janeiro, le 21 décembre. — M. Henri Becquerel, en étudiant les courbes de la dispersion anormale de la vapeur de sodium incandescente, a reconnu la superposition de deux dispersions anormales différentes dues à chacune des raies D₁ et D₂. Il a constaté et mesuré des indices de réfraction inférieurs à l'unité. Enfin il a montré que l'expérience de M. Voigt (biréfringence dans la direction perpendiculaire au champ magnétique) est une conséquence de la superposition du phénomène de Zeeman et de la dispersion anormale, comme le phénomène de MM. Macaluso et Corbino est le résultat de la dispersion anormale et de la polarisation rotatoire magnétique. — M. Dussaud a réalisé la transmission des sons, par son procédé connu de la radiophonie, en substituant à la lumière solaire des rayons ultra-violets agissant sur le sélénium avec l'aide de la fluorescence. — M. H. Pellat a constaté expérimentalement, au moyen d'un dispositif très simple, que l'eau électrisée (avec une densité électrique peu supérieure à celle du sol) perd une portion de sa charge par son évaporation à la température ordinaire. Ce phénomène rend bien compte de la variation diurne de l'électricité atmosphérique : augmentation de la charge après le lever du Soleil, par suite de l'évaporation de l'humidité du sol; diminution après le coucher du Soleil, par suite de la condensation d'une partie de l'humidité atmosphérique. — M. L. Décombe étudie la question de la dispersion dans le vide et pense qu'elle pourrait être mise en évidence par une méthode purement physique. Celle-ci

consisterait à produire en une même station un faisceau de radiations lumineuses et un faisceau de radiations électro-magnétiques issues de la même étincelle excitatrice, de les envoyer à une station éloignée et de mesurer le temps qui s'écoulera entre la réception des deux sortes d'ondes. — M. Gustave Le Bon a étudié la luminescence résiduelle invisible qui subsiste dans les corps soumis pendant quelques instants à la lumière solaire. Elle se conserve pendant fort longtemps, mais finit toujours par se dissiper entièrement. Il y a identité complète entre la lumière visible reçue et la lumière invisible émise ensuite par les corps. — M. William Crookes a recherché la source de l'énergie que présentent les corps radio-actifs. Il suppose que ces corps ont la propriété de rejeter les molécules de l'atmosphère qui se meuvent lentement, tandis que les molécules à mouvement rapide se brisent à leur surface en leur communiquant une certaine énergie. Celle-ci peut être employée partiellement pour dissocier quelques molécules du gaz ambiant et le rendre ainsi conducteur, partiellement pour produire une ondulation à travers l'Ether. — M. Roulliès demande l'ouverture d'un pli cacheté relatif à la stéréoscopie des rayons X. — M. de Bourgon adresse des épreuves photographiques montrant que le verre isométrique arrête complètement les rayons Röntgen. — M. André Job a préparé des solutions contenant du cérium à l'état complètement peroxydé; pour cela, il verse, dans du carbonate de potassium, de l'eau oxygénée, puis du nitrate cérique ammoniacal à molécules égales. Un excès d'eau oxygénée précipiterait le peroxyde de cérium Ce²O³ qui se forme. — M. H. Causse est parvenu à préparer un dérivé triacétylé de la morphine, par l'action de l'anhydride acétique, de l'acétate de soude et de la poudre de zinc. Cette réaction montre que le troisième atome d'oxygène de la morphine se trouve sous forme de carboxyle CO, les deux premiers étant, comme on le sait déjà, sous forme d'hydroxyles, l'un alcoolique, l'autre phénolique. — M. E. Blaise a préparé les chlorures-éthers des acides diméthylsuccinique et diméthylglutarique dissymétriques, en vue de faire la synthèse des acides diméthylévlénique et diméthylhexanoïque. On obtient les premiers en faisant agir l'éthylate de sodium sur l'anhydride de l'acide, ce qui donne le sel-éther, puis en traitant ce dernier par le trichlorure de phosphore. — M. M. Berthelot a poursuivi ses recherches sur la marche générale de la végétation en étudiant une même plante ayant poussé au soleil, à l'ombre, et le regain de la plante au soleil. La plante développée à l'ombre contient plus d'eau; il y a peu de différence entre la première récolte de la plante cultivée au soleil et la récolte de regain. La plante semble mieux nourrie à l'ombre, mais cette vigueur apparente tient à un retard dans l'exercice des fonctions de reproduction. La plante développée à l'ombre est plus hydratée; elle contient le maximum de cendres et le regain le minimum. Pour les principes hydrocarbonés, c'est le contraire. — M. Mazé étudie l'élaboration des matières albuminoïdes dans les végétaux. Pour lui, les plantes supérieures, dans les conditions naturelles de leur développement, ne les élaborent pas au moyen des matières organiques toutes faites qu'elles ont à leur disposition. Celles-ci sont d'abord détruites et brûlées par les bactéries avec production d'acide carbonique et d'azote nitrique, matériaux qui servent ensuite à l'édition de toutes les réserves de la plante.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. Lannelongue indique les résultats qu'il a obtenus dans le traitement des tuberculomes symptomatiques ou non d'une altération

des os. Il a employé deux méthodes : celle de l'extirpation, soit sans ouverture, soit avec ouverture et curetage de la cavité, et celle des injections modificatrices, uniques ou multiples et successives. Les résultats montrent la supériorité de la dernière méthode. — M. F. Kerforne a étudié le système ordovicien de la presqu'île de Crozon (Finistère) et y a reconnu les niveaux suivants : 1° grès armoricain; 2° schistes du Courijou (à calymènes); 3° grès de Kérarvail (sans fossiles); 4° schistes de Morgat; 5° schistes de Kéramor; 6° schistes de Raguenez; 7° grès de Camaret; 8° calcaires et tufs de Rosan.

Séance du 23 Janvier 1899.

M. D. Mendéléeff est élu Correspondant pour la Section de Chimie en remplacement de M. Kékulé. — La Section d'Economie rurale présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. Aimé Girard : en première ligne, MM. Risler et Roux; en seconde ligne, MM. L. Maquenne et Schløsing fils.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. L.-J. Gruey adresse ses observations de l'éclipse totale de Lune du 27 décembre 1898, faites à l'Observatoire de Besançon. Le ciel est resté beau pendant toute la durée des observations. — Le même auteur communique ses observations de la planète 1898 ED (Charlois) et de la comète Chase, faites à l'Observatoire de Besançon, à l'équatorial coudé, avec l'aide de M. P. Chofardet. — M. Louis Rabourdin envoie des photographies de nébuleuses et d'amas d'étoiles obtenues avec le grand télescope de l'Observatoire de Meudon. Les photographies d'amas d'étoiles donnent jusqu'à la 20^e grandeur avec une heure de pose. Les photographies des nébuleuses, en particulier celle de la nébuleuse de l'Ecu, donnent de précieux renseignements sur leurs formes. — M. Emile Picard montre que, sous sa forme générale, le problème du prolongement des fonctions présente une très grande indétermination. On pourrait chercher à restreindre cette indétermination par diverses méthodes, lesquelles constitueraient d'intéressants sujets de recherches. — M. N. Saltykow indique de quelle façon on peut généraliser la première méthode de Jacobi sur l'intégration d'une équation aux dérivées partielles. — M. G.-A. Miller donne le tableau de tous les groupes possibles, dont l'ordre est inférieur à 64. La plupart de ces nombres se déduisent aisément des formules de M. Hölder; les autres sont, en partie, le résultat des recherches particulières de l'auteur. — M. Crelier étudie le développement de certaines irrationnelles en fraction continue. Il établit le théorème : Les valeurs

$$\frac{\sqrt{\lambda + \lambda}}{n\beta} = y, \text{ et } \frac{\sqrt{\lambda + \lambda}}{n\alpha} = y',$$

déduites de $A - \lambda^2 = n\alpha \cdot n\beta$ donnent deux fractions continues périodiques simples, dont l'une a pour quotients incomplets ceux de l'autre pris dans l'ordre inverse. — M. C. Guichard met en évidence les relations géométriques qui existent entre les déformées de la sphère et celles des quadriques de révolution. — M. A. Pellet considère l'équation normale des surfaces dans l'espace à n dimensions et en déduit les propriétés de celles-ci dans quelques cas particuliers.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Pérot montre que les formules donnant l'attraction d'un électro-aimant sur son armature et tirées de l'expression ordinaire de l'énergie d'un circuit ne sont exactes que lorsqu'un déplacement infiniment petit de l'armature n'altère pas le tracé des lignes de force. — M. P. Villard a exécuté diverses expériences dans lesquelles l'action de la lumière est exactement inverse de celle des rayons X. Si une plaque au gélatinobromure d'argent a été exposée suffisamment aux rayons X pour devenir complètement noire au développement, mais qu'on en expose auparavant une partie à la lumière du jour, on observe que sous l'action du révélateur la moitié non insolarée

devient seule noire, tandis que la partie insolarée reste blanche. — M. A. Ditte montre que, toutes les fois que l'aluminium se trouvera, en même temps, en contact avec l'atmosphère et de l'eau salée (eau de mer ou eau saumâtre), la présence d'une petite quantité de sel marin suffira pour attaquer une proportion théorique-ment indéfinie d'aluminium, en le transformant par diverses réactions en alumine hydratée cristallisée. L'oxydation, d'abord superficielle, pénétrera donc de proche en proche jusqu'àux profondeurs de la masse métallique. — MM. Ad. Carnot et Goutal ont continué leurs recherches sur l'état chimique des divers éléments contenus dans les produits sidérurgiques. Ils ont démontré l'existence d'un certain nombre de carbures doubles bien définis; ce sont : dans les aciers chromés et dans les ferrocromes, les corps $3\text{Fe}^3\text{C} \cdot \text{Cr}^3\text{C}^2$ et $\text{Fe}^3\text{C} \cdot 3\text{Cr}^3\text{C}^2$; dans les aciers carburés au tungstène et au molybdène, les corps $\text{Fe}^3\text{C} \cdot \text{TuC}$ et $\text{Fe}^3\text{C} \cdot \text{Mo}^3\text{C}$; dans les ferromanganèses plus ou moins riches, les corps $2\text{Fe}^3\text{C} \cdot \text{Mn}^3\text{C}$, $\text{Fe}^3\text{C} \cdot 2\text{Mn}^3\text{C}$ et $\text{Fe}^3\text{C} \cdot 4\text{Mn}^3\text{C}$. — MM. W. Oehsner de Coninck et A. Combe ont continué l'étude de l'action du mélange chromique sur quelques dérivés aromatiques azotés : amido-phénols, nitro-phénols, acide picrique, benzamide, salicylamide. — M. A. Mouneyrat a fait réagir le protochlorure d'iode sur le monochlorobenzène en présence du chlorure d'aluminium anhydre et a obtenu le paraiodochlorobenzène; il se forme en même temps un peu de di- et de trichlorobenzène. — M. J. Hausser a continué ses études sur la filtration en faisant passer des liquides organiques divers à travers des parois constituées par du kaolin, du noir animal et du phosphate de chaux. La couche filtrante n'est pas altérée par le passage successif de liquides différents. Quand on change la paroi filtrante, la vitesse relative de filtration des liquides ne change pas. — M. André Kling a cultivé la bactérie du sorbose dans des bouillons contenant du propylglycol et dans le but de produire l'oxydation de ce dernier. Le corps obtenu donne une osazone, qui est presque identique à celle de l'acétol décrite par Perkin; l'auteur en poursuit l'étude.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. L. Ranvier a découvert une nouvelle réaction histo-chimique de l'éléidine. Si l'on laisse un petit fragment de peau pendant dix heures dans une solution de chlorure de sodium à 10 %, qu'on le durcisse par l'alcool, puis qu'on y pratique des coupes que l'on colore au moyen du picro-carminate, on n'y voit plus de grains d'éléidine, mais à leur place il s'est formé une teinte rouge uniforme. L'éléidine granuleuse est donc devenue de l'éléidine diffuse. — M. P. Stephan a trouvé, dans la pulpe d'un des rayons cornés d'un arc branchial de *Merluccius vulgaris*, un amas de petits corps cellulaires, un peu irréguliers, renfermant un long bâtonnet cylindrique arrondi à ses deux extrémités, droit ou légèrement infléchi. Ces formes semblent présenter quelque analogie avec celles que Kunstler a découvertes dans la cavité générale des Ophélie. — M. L. Bordas a étudié les glandes annales des *Carabidae*. Dans toutes les espèces, ces glandes comprennent : 1° des follicules sécréteurs disposés en grappes; 2° un canal efférent; 3° un réservoir collecteur; 4° un conduit excréteur s'ouvrant, non pas dans l'intestin, mais dans le cloaque, et lançant, au moment de l'attaque, contre l'ennemi, le liquide accumulé dans le réservoir. — M. Charles Janet explique le mécanisme du vol chez les insectes hyménoptères. Ce sont les deux énormes paires de muscles vibrateurs qui sont les muscles essentiels du vol; en outre, le mésotonum contient une série de petits muscles qui servent à donner aux ailes et aux parties mobiles du mésotonum les positions qu'elles doivent occuper pendant la vibration. — Le prince Albert de Monaco rend compte de la première campagne de la *Princesse Alice II^e*. Elle a eu lieu du 23 juin au 20 septembre 1898 sur les côtes de Norvège et au Spitzberg. D'intéressantes observations, concernant la physique du globe, la géologie, la distribution géogra-

phique et bathymétrique de certains animaux, l'océanographie, ont été faites. — M. L. Guignard a étudié la formation du pollen et la réduction chromatique dans le *Najas major*. La réduction numérique n'apparaît qu'au moment où la cellule mère pollinique commence à entrer en division pour donner les quatre grains de pollen. Pendant la première division de la cellule-mère, chaque chromosome subit deux scissions longitudinales et devient quadruple; pendant la seconde division, il y a simplement distribution à part égale entre les quatre noyaux polliniques des chromosomes déjà formés antérieurement. Mais, par le fait même de la formation de ces chromosomes par scission longitudinale, il n'y a pas de réduction qualitative, et les quatre noyaux peuvent être considérés comme équivalents sous le rapport des propriétés héréditaires. — M. Ed. Griffon a étudié les relations entre l'intensité de la coloration verte des feuilles et l'assimilation chlorophyllienne. La seconde n'est pas toujours proportionnelle à la première. Il y a donc d'autres causes (peut-être l'activité propre des chromocytites ou la nature différente des chlorophylles) qui font varier l'assimilation. — M. Aug. Daguillon a constaté que l'existence des feuilles primordiales n'est pas moins constante chez les Cupressinées que chez les Abiétinées. Le passage de la forme primordiale à la forme définitive est caractérisé parfois par une modification phyllo-taxique et toujours par une différenciation croissante dans la morphologie interne de la feuille. — M. E. Decroock a étudié la structure des faisceaux placentaires dans le genre *Primula*. Dans la grande majorité des espèces, ils sont concentriques, au sens qu'admettait de Bary. Dans le *P. sinensis*, le centre de différenciation ligneuse occupe la région externe du faisceau procambial, ne laissant point de place pour le développement du liber de ce côté. Dans le *P. Scotica*, les vaisseaux du bois se développent surtout dans le sens tangentiel.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 3 Janvier 1899.

M. Jaccoud, en quittant le fauteuil de la présidence, résume les travaux de l'Académie pendant l'année 1898. — M. Panas, président pour l'année courante, lui succède.

M. V. Babes envoie une note sur l'application de l'histologie et de la bactériologie en médecine légale. La difficulté, dans ce genre de recherches, gît dans les invasions microbiennes qui envahissent les corps pendant la putréfaction; on ne saurait conclure de la présence d'un certain bacille à une mort due à l'affection que développe ce bacille. Mais, il est des cas où certaines affections ont déterminé des ecchymoses attribuées à des violences, et l'examen bactériologique a permis de contraindre cette interprétation. Dans d'autres cas, la bactériologie a permis de reconnaître l'existence d'une affection charbonneuse. Il y a donc, de ce côté, de nouvelles recherches à faire. — MM. Lancereaux et Paulesco ont essayé la médication thyroïdienne dans le traitement des affections rhumatismales et, en particulier, de l'artério-sclérose; dans les quatre cas traités, ils ont obtenu des résultats très encourageants.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 7 Janvier 1899.

M. de Bourgon a observé une série de symptômes d'intoxication après l'instillation d'une seule goutte d'une solution de scopolamine dans l'œil d'une jeune femme, pour prévenir une poussée de glaucome; cette substance, qui produit cependant une dilatation plus rapide et plus durable que l'atropine, est donc toxique et doit être employée avec ménagement. — MM. E. Toulouse et Marchand présentent les graphiques d'une épileptique, chez laquelle les accès épileptiques alter-

naient avec des accès délirants. Les premiers précédaient toujours les seconds et semblent en avoir été la cause. — M. Bouchard a déterminé le poids moyen des molécules qu'on trouve dans l'urine de l'homme sain ou malade. Dans plusieurs affections, il est assez élevé, ce qui tient à un ralentissement de la nutrition et à une désassimilation imparfaite; chez l'homme sain, il est le plus faible, l'oxydation des produits rejetés ayant été poussée le plus loin. — M. G. Bonnier a déterminé, chez des plantes ordinaires, l'apparition de caractères appartenant aux plantes alpines, en les maintenant sous vitrine à 0°. — M. Guyon fils est élu membre titulaire de la Société. — MM. Heckel et Ray Lankaster sont élus membres honoraires; M. Kuhne, membre associé; MM. Calmette et de Vries, membres correspondants.

Séance du 14 Janvier 1899.

M. le Président annonce la mort de M. Dumontpallier, Secrétaire général de la Société. La séance est levée en signe de deuil.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 2 Décembre 1898.

M. A. Broca décrit le *trembleur rotatif très rapide* du Dr Guilloz. L'axe d'un moteur qui tourne à 2,000 ou 2,200 tours porte un anneau de cuivre sur lequel frotte un balai et se prolonge par une tige coudée dont la projection, sur un plan normal à cet axe, est un triangle équilatéral. Chacun des coudes sert de tête à une tige de cuivre articulée qui plonge dans le mercure; on obtient cent interruptions à la seconde avec

une durée de contact qui peut être réduite à $\frac{1}{750}$ de

seconde. — M. Foveau de Courmelles parle de l'*endoscopie* et d'un *nouveau mode de fonctionnement des tubes de Crookes* (voir la Revue du 30 novembre, p. 838). — M. Ch.-Ed. Guillaume a étudié les *anomalies des aciers au nickel et les causes des déformations résiduelles*. Les faits ont été exposés dans la Revue du 16 avril 1898, page 282; M. Guillaume les considère comme résultant des modifications chimiques que subissent les aciers au nickel. Ces modifications, qui consistent en des dissociations partielles et graduées, réversibles ou irréversibles, expliquent à la fois des transformations magnétiques, les anomalies de dilatation, l'apparition du magnétisme dû à la dissociation de la combinaison fer-nickel ayant pour effet d'augmenter le volume moléculaire moyen, et surtout les retards des alliages réversibles. Ces derniers tendent, à chaque température, vers un équilibre chimique bien déterminé, qui s'établit à 1 ou 2 % près, en même temps que la température varie et dont un dernier reste ne se produit que lentement. La même théorie permet d'expliquer, par les changements des affinités sous l'influence de la température et de la pression, les déformations résiduelles des verres qui sont un mélange de corps combinés et de corps dissous; les verres qui contiennent deux alcalis présentent des résidus beaucoup plus notables que les verres à un seul alcali; les corps de constitution simple comme le quartz n'en présentent pas. M. H. Le Châtelier ne pense pas qu'on puisse prendre, dans la théorie de M. Guillaume, les mots décomposition et dissociation dans leur sens strict, puisque le fer ou le nickel purs présentent les mêmes anomalies que leurs alliages et qu'on a vainement cherché à mettre en évidence l'existence des métaux séparés dans ces alliages. Il semble qu'il s'agisse plutôt de phénomènes de dépolymérisation qui se produiraient tant dans les métaux purs que dans les molécules mixtes de leurs composés. M. Guillaume ne pense pas que les insuccès éprouvés jusqu'ici enlèvent toute probabilité à l'hypothèse du mélange simple du fer et du nickel, dans les alliages qui sont magnétiques et dont la dilatabilité obéit à la loi des moyennes. Il pense qu'il doit y avoir polymérisation

sation en ce qui concerne chacun des deux corps pris isolément et combinaison ou groupement des deux corps entre eux. M. L. Poincaré signale les travaux théoriques de M. Duhem sur les déformations permanentes et l'hystérésis. M. Duhem a été amené à introduire une variable chimique et il a retrouvé les résultats des observations de M. Guillaume sur les aciers irréversibles. M. Marchis a développé une idée semblable dans un travail sur les déformations permanentes du verre et il en a fait l'application aux aciers réversibles.

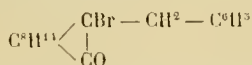
C. RAYEAU.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

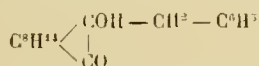
SECTION DE NANCY

Séance du 25 Janvier 1899.

MM. Haller et Minguin, après avoir rappelé ce qu'ils ont communiqué à la Société chimique¹ à propos de l'action du brome sur le benzalcampbre, indiquent le mode de préparation très rapide auquel ils s'arrêtent actuellement : action directe de Br sur le benzalcampbre en poudre, traitement du produit visqueux obtenu par une solution alcoolique de potasse au bain-marie. Il se dépose, après quelques heures, un produit cristallisé C¹⁰H¹²BrO. Ce traitement peut très bien avoir produit un changement stéréoisomérique transformant le produit visqueux en produit cristallisé. Fond à 82°. Pouvait rotatoire α_D = 32°, 7'. Prismes orthorhombiques de 118°, 30' dans lesquels pour b = 1000; h = 686,6. Les faces observées sont b₁, c₂, mg₁, g₃. Les auteurs indiquent les raisons qui leur font croire que c'est un dérivé bromé du benzylecampbre :



obtenu par fixation sur le benzylidène campbre de KH résultant d'actions secondaires. Traité par la potasse alcoolique, ce corps donne naissance à un acide qu'ils formulent provisoirement :



fondant à 223°, α_D = 14°, 2'. En traitant les produits visqueux qui fournissent le dérivé bromé par de la potasse alcoolique, ce premier acide est accompagné de deux autres répondant à la même composition.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 24 Décembre 1898.

SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Rapport de MM. W. Kapteyn et J. Cardinaal, sur un mémoire de M. K. Bes, intitulé : « Théorie générale de l'élimination d'après la méthode Bezout, suivant un nouveau procédé. » En général, la théorie de l'élimination de n variables de n équations, homogènes en ces variables, est développée à l'aide des déterminants. Au contraire, l'auteur se sert de matrices : 1° Partie théorique; 2° application de la méthode à un système de trois équations homogènes; 3° cas général de n équations homogènes. Démonstration de quelques identités.

SCIENCES PHYSIQUES. — M. J.-D. van der Waals : « Contraction de volume et contraction de pression » (Seconde communication, voir *Revue générale des Sciences*, t. X, p. 83). L'auteur s'occupe, d'abord, pour une substance existant à elle seule, de la différence v' - v du volume réel v de la substance et du volume idéal v' qu'elle occuperait, si elle avait suivi complètement la loi de Boyle, les deux volumes v et v' se rapportant à une même température et une même pression données. A l'aide des relations connus :

$$p = \frac{1 + \alpha t}{v'} = \frac{1 + \alpha t}{v - b} - \frac{a}{v^2},$$

il trouve, en représentant le quotient de la division de (1 + α) (1 - b) (1 + αt) en a par α' :

$$v' - v = \frac{a' - b - \frac{a'b}{v}}{1 - \frac{a'}{v} + \frac{a'b}{v^2}}$$

On a donc v' - v = a' - b pour v = ∞ et v' - v = 0 pour v = $\frac{a'b}{a' - b}$. En supposant que b ne dépende pas de v, on trouve la valeur maximale $\frac{a'b}{4b - a}$, correspondant à v = $\frac{a'b}{a' - 2b}$; si T et T_c indiquent respectivement la température absolue et la température critique, ce maximum s'écrit dans la forme :

$$\frac{b}{\frac{32 T}{27 T_c} - 1}$$

De plus on a

$$\frac{v' - v_{\max}}{v' - v(v - \infty)} = \frac{1}{\left(\frac{32 T}{27 T_c} - 1\right) \left(\frac{27 T_c}{8 T} - 1\right)},$$

où T est comprise entre T_c et $\frac{27}{16} T_c$. Pour ces deux limites le rapport indiqué prend les valeurs 2,27 et 1. A l'aide de ces remarques très simples l'auteur fait connaître la forme de la courbe v' - v = φ (T) dans les quatre régions

$$T > \frac{27}{8} T_c, \frac{27}{8} T_c > T > \frac{27}{16} T_c, \frac{27}{16} T_c > T > T_c, T_c > T.$$

Dans la dernière région, la quantité v' - v perd en partie sa signification théorique. Ensuite, M. van der Waals applique les résultats que nous venons d'indiquer à l'étude de la contraction de volume Δv qui se présente si l'on mêle deux substances, la pression ne variant pas. Cette application ramène d'abord à la formule

$$\Delta v = x(1 - x) \left\{ \frac{a_1 + a_2 - 2a_{12}}{1 + \alpha t} - (b_1 + b_2 - 2b_{12}) \right\},$$

qui figure déjà dans la communication précédente; mais elle montre en même temps que cette valeur Δv n'est qu'une limite correspondant au cas d'une densité infiniment petite. L'évaluation de la valeur exacte de Δv exigeant des calculs trop compliqués, l'auteur a recours à la représentation graphique. La considération de la forme :

$$\Delta v = (1 - x)(v_1' - v_1 + x v_2' - v_2) - v_1' x - v_2 x'$$

fait voir que Δv est la résultante de trois quantités de la forme v'v. Chacune de ces trois quantités, étudiées d'avance, change de la manière indiquée dans le diagramme de la figure 1, construit sur les axes OV (axe des v) et OW (axe des Δv = v' - v). Pour T = ∞ on trouve Δv = -b pour toutes les valeurs de v; ce résultat, introduit par l'hypothèse que b ne dépend pas de v, n'est que fictif. Si l'on tient compte de la variabilité de b avec v, la droite Δv = -b doit être remplacée par une courbe dont elle est l'asymptote. Pour une pression infinie v' - v est égal à -b pour toutes les températures T; donc toutes les lignes passent par le point v = b, v' - v = -b représenté par A. Les valeurs maximales de v' - v se trouvent sur une hyperbole équilatère aux asymptotes v = 2b, v' - v = b, pointillée dans le diagramme, etc. — M. H. Kamerlingh Onnes pré-

¹ Bull. Soc. Chim., 1896, t. XV, p. 988.

sente, au nom de M. J. Verschaffelt, une communication intitulée : « Mesure de la forme des isothermes à proximité du point de plissement et particulièrement sur la variation de la condensation rétrograde d'un mélange d'acide carbonique et d'hydrogène ». Les premières mesures de la variation de la condensation rétrograde ont été faites par M. Kuenen; elles font connaître la variation du rapport du volume de la phase liquide à celui de la phase gazeuse pour une température déterminée sur tout le domaine de la condensation, le long d'une ligne déterminée de la surface ψ de van der

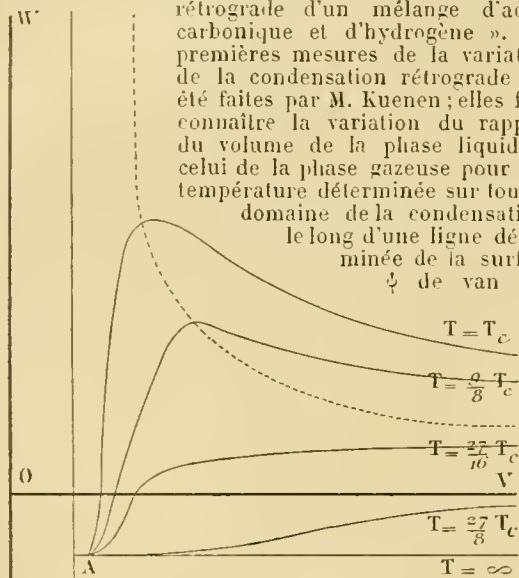


Fig. 1. — Contraction de volume dans le mélange de deux substances.

Waals. L'auteur désire connaître cette variation le long de plusieurs lignes de cette surface, en particulier entre les proportions du point de plissement critique et du point de contact critique. L'occasion s'y présentait dans un examen étendu des isothermes de mélanges d'acide carbonique et d'hydrogène. Après avoir expliqué sa méthode, M. Verschaffelt donne un résumé de ses résultats en des tableaux numériques et des représentations graphiques. — M. H. W. Bakhuis Roozeboom présente la thèse de M. C. van Eyk intitulée : « Sur des cristaux mixtes de nitrate de potassium et de nitrate de thallium. » L'étude de ce système (KAzO₃, TlAzO₃), par M. van Eyk, vérifie les considérations théoriques développées par M. Roozeboom dans la séance de septembre (voir *Revue générale des Sciences*, t. IX, p. 875). Dans le diagramme de la figure 2 qui en contient les résultats, la position d'un point M est déterminée par le quotient $\frac{am}{mb} = \frac{v_k}{v_l}$, où v_k et v_l représentent

les volumes des deux substances, et par la température mM . Considérons d'abord la congélation. Chez les mélanges de 0 à 31,3 % de KAzO₃ la température de congélation s'abaisse de 206° (point de fusion de TlAzO₃) jusqu'à 182° suivant la ligne AC. Dans le fluide, se forment des cristaux mixtes, plus riches en TlAzO₃ que le fluide, correspondant à la ligne AD; leur poids spécifique surpasse celui du fluide. D'un autre côté, chez les mélanges de 100 à 31,3 % de KAzO₃, la température de congélation s'abaisse de 339° (point de fusion de KAzO₃) jusqu'à 182°, suivant la ligne BC. Ici se forment des cristaux mixtes, plus riches en KAzO₃ que le fluide, correspondant à la ligne BE; leur poids spécifique est inférieur à celui du fluide. Par rapport aux points de AC et BC, la congélation se fait dans un intervalle de température compris entre les points de AC et AD et de BC et BD possédant la même concentration. Au point minimum de congélation C, le fluide de 31,3 % KAzO₃ se solidifie comme un conglomerat de deux espèces de cristaux mixtes, dont la concentration correspond aux points D et E, les premiers contenant 20 % de KAzO₃, les derniers 50 %. Au-dessous de 182°, trois cas se réalisent. A gauche de DH on trouve des

points correspondant à des cristaux mixtes homogènes α de 0 à 20 % de KAzO₃; à droite de EH on trouve des points correspondant à des cristaux mixtes homogènes α' de 50 à 100 % de KAzO₃; entre DH et EH on trouve un conglomerat des cristaux mixtes limites de 20 et de 50 %, en des proportions variant avec la composition originale du fluide. En continuant le refroidissement des cristaux mixtes que nous venons de rencontrer, ils subissent une transformation du système rhomboédrique dans le système rhombique. Pour KAzO₃ la température de transition (point G) était connue; d'après M. van Eyk pour TlAzO₃ cette température (point F) est 144°,3. La température de transition des cristaux mixtes homogènes α s'abaisse de 144°,3 jusqu'à 133°, si le pourcentage en KAzO₃ monte de 0 à une certaine limite suivant la ligne FH. A 133° tous les cristaux rhomboédriques α du conglomerat se transforment en des cristaux rhombiques β ; au-dessous de 133° le conglomerat se compose donc de cristaux β et α' . Ce n'est qu'à des températures au-dessous de 129°,5 que les cristaux homogènes rhomboédriques α' commencent à se transformer aussi en des cristaux rhombiques β' . Pour des cristaux de 100 à 84 % de KAzO₃ la température de transition s'abaisse de 129°,5 à 108°,6 suivant la ligne GJ. Ainsi, au-dessous de 108°,6, on a trois cas différents de cristaux rhombiques : à gauche de J₂K des cristaux β , à droite de J₁K₁ des cristaux β' , entre J₂K et J₁K₁ des cristaux β et β' à la fois. A 10°, les points K et K₁ correspondent à 15,5 et 96,5 % de KAzO₃. Les lignes pointillées indiquent des points pas encore complètement déterminés.

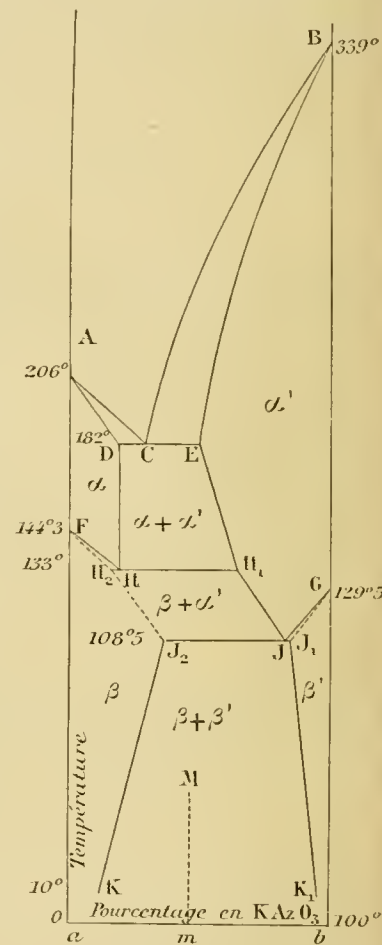


Fig. 2. — Diagramme d'un système mixte de nitrates de potassium et de thallium.

P. H. SCHOOTE.

ERRATUM. — Dans notre numéro du 30 janvier, quelques erreurs se sont glissées dans l'article de M^{me} S. Curie. A la page 45, colonne 2, il faut lire :

6 ^e ligne à partir du bas :	0 ^{mm} ,01	au lieu de	0 ^{mm} ,001 :
2 ^e — — — — —	0 ^{mm} ,5	—	0 ^{mm} ,005 :
1 ^{re} — — — — —	6 ^{mm}	—	0 ^{mm} ,006.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Physique

La réfrigération par l'hydrogène liquide: les propriétés des corps au voisinage du zéro absolu. — La liquéfaction de l'hydrogène, considérée en elle-même, est bien certainement l'un des résultats les plus remarquables qu'ait eus à enregistrer la Physique au cours de l'année qui vient de finir. Mais, ce qui en fait par-dessus tout la valeur, c'est la possibilité qui en résulte de reculer, en pratique, dans une proportion considérable, les limites du froid. Non point que l'on soit descendu, depuis la température d'ébullition de l'air sous faible pression, d'un grand nombre de degrés de l'échelle proportionnelle; mais on a fait un pas gigantesque vers le zéro absolu, ce qui est le vrai criterium de l'espace parcouru.

Dans les applications du nouvel et puissant outil qu'il a su mettre en action pour son usage, le professeur Dewar débute par une expérience bien propre à frapper l'imagination, et faire toucher du doigt la distance à laquelle on se trouve de la liquéfaction de l'air. Disons-le tout de suite, il a fait le vide en gelant l'air, tout comme on le ferait si, après avoir chauffé du mercure au rouge vif dans un tube fermé, on plongeait l'appareil dans la neige carbonique.

« Les températures absolues d'ébullition de l'hydrogène, de l'oxygène et du chlore sous la pression atmosphérique sont respectivement à 35, 90 et 240 degrés absolus; en d'autres termes, l'oxygène bout à une température deux fois et demie plus élevée que l'hydrogène. On en conclut que l'hydrogène liquide constitue, pour l'air, un agent réfrigérant du même ordre que ce dernier pour le chlore. Or, à la température de l'oxygène bouillant, le chlore est un solide dur, à 80 degrés au-dessous de sa température de fusion, et possède une pression de vapeur extrêmement faible. Lorsque l'hydrogène liquide congèle l'air contenu dans un tube scellé, on peut prévoir qu'il ne restera plus, dans le tube, de pression d'air appréciable¹. »

En appliquant les formules de Gibbs au cas présent,

on trouve, par extrapolation, qu'à la température d'ébullition de l'hydrogène, l'azote possède une pression de vapeur d'un millième de millimètre de mercure environ, tandis que celle de l'oxygène est réduite à une valeur vingt fois plus faible. Cette extrapolation, faite en supposant que l'état liquide se conserve, donne une valeur trop forte de la pression de vapeur, de telle sorte qu'on doit s'attacher à trouver, dans le tube refroidi, une pression qui est à la limite d'action des meilleures trompes.

Ces déductions ont été brillamment vérifiées par l'expérience. Un tube (fig. 1), rempli d'air sous la pression atmosphérique et muni d'électrodes A et B, est plongé dans un vase à espace vide d'air, et rempli d'hydrogène liquide. Ce vase est entouré d'un deuxième récipient contenant de l'air liquide. Le tube est préalablement étranglé en D, pour permettre sa séparation en deux à la lampe. Dès que l'hydrogène commence à agir, on voit l'air se rassembler à la partie inférieure en gouttelettes qui ne tardent pas à se congeler. Au bout d'un temps très court, on peut attaquer le point D au chalumeau, et l'on constate que la partie supérieure du tube est arrivée au vide de Crookes.

Si l'on a soin de préparer le tube de manière à enlever les gaz condensés sur les parois, on obtient, après l'avoir rempli d'air sec, un vide si complet que l'étincelle refuse de le traverser.

Ce mouvement vers les basses températures, dont M. Dewar détient depuis quelques années le record, se poursuit un peu partout. Les appareils Linde font partie aujourd'hui de l'outillage de tout laboratoire bien monté, et les publications étran-

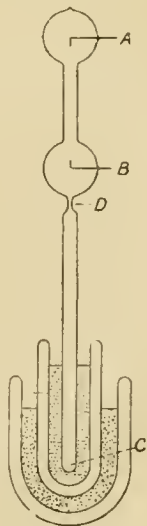


Fig. 1. — Production du vide par la congélation. — A, B, électrodes; C, partie où se congèle l'air; D, partie étranglée.

¹ Communication de M. Dewar à la Société Royale de Londres.

gères surtout contiennent déjà de nombreuses recherches sur les propriétés des corps aux températures que l'on obtient à l'aide de l'air en ébullition. Les résultats auxquels on est conduit ont souvent un caractère de grande nouveauté, et ne constituent pas seulement la continuation d'une courbe que les faits déjà connus eussent permis d'extrapoler.

Par exemple, de nombreuses mesures faites par MM. Dewar et Fleming sur le pouvoir inducteur spécifique de la glace, leur ont montré que la singulière anomalie électrique de l'eau est à la fois une fonction de la température et de la fréquence des oscillations servant à mesurer sa valeur. Aux températures ordinaires, l'anomalie est complète pour les plus courtes oscillations de nature électrique que l'on ait réussi à produire, tandis que, pour les vibrations lumineuses proprement dites, il n'existe plus trace d'anomalie. A mesure que la température s'abaisse, l'anomalie recule vers les grandes longueurs d'onde, le pouvoir inducteur spécifique diminue pour une même fréquence, et atteint finalement une valeur normale, même pour les basses fréquences, à la température d'ébullition de l'air. Ce résultat est le premier de cette nature qui ait été découvert; mais il est fort possible qu'on en trouve l'analogie parfaite dans des diélectriques solides à la température ordinaire, et qui pourront présenter l'anomalie si on élève leur température.

Des recherches de cette nature sont éminemment propres à fixer nos idées sur la cause de l'anomalie électrique et de l'absorption des grandes longueurs d'onde en général.

La remarque de Clausius, relative à la *résistivité* des métaux purs, — l'extrapolation montrant que cette *résistivité* doit s'annuler non loin du zéro absolu, — était restée à peu près seule de son espèce¹. Elle n'a, d'ailleurs, été reliée jusqu'ici à aucune idée théorique sur la constitution de la matière; mais cette propriété des métaux est trop précise et trop générale pour être due au hasard.

Des recherches récentes de M. Trowbridge et des expériences tout à fait indépendantes de M. U. Behn, viennent de montrer que la *résistivité* ne possède probablement pas seule la propriété de disparaître au zéro absolu. Il en est peut-être de même de la chaleur spécifique de certains métaux, si l'on en croit une extrapolation encore un peu douteuse. Les valeurs de la chaleur spécifique d'un certain nombre de métaux, déterminées par M. Behn entre + 100 degrés et — 182 degrés, présentent une diminution accélérée aux basses températures, de telle sorte qu'on peut, sans les forcer aucunement, faire passer certaines courbes par une valeur nulle au zéro absolu. Ce résultat est entièrement nouveau, car les variations de la chaleur spécifique aux températures ordinaires laissaient ignorer complètement la variation rapide aux températures très basses.

Quelles seront les propriétés qui s'évanouiront encore à l'origine des températures? Peut-être la *résistivité* thermique; autrement dit, les métaux seront, au zéro absolu, parfaitement conducteurs de la chaleur et de l'électricité, et une quantité infiniment petite de chaleur devra élever leur température d'une quantité finie.

Essayons de nous représenter un métal possédant ces trois propriétés, et nous regretterons une fois de plus que le zéro absolu soit un point inaccessible.

§ 2. — Biologie

Association des Anatomistes. — Il existe en Angleterre et en Allemagne des Sociétés anatomiques. En France, la Société qui porte ce nom s'occupe plutôt d'Anatomie pathologique; elle est exclusivement parisienne, composée d'internes des hôpitaux. Les Ana-

tomistes français étaient donc isolés, pour leur plus grand dommage à chacun et pour celui de la science nationale. Un groupe de professeurs des Facultés de Médecine de province a pris l'initiative de les réunir et d'en faire le noyau d'une Association plus particulièrement latine, mais ouverte du reste à tous les étrangers. Elle tiendra une seule réunion, un seul congrès annuel, tantôt dans un centre universitaire, tantôt dans un autre.

La première réunion vient d'avoir lieu à Paris les 5 et 6 janvier 1899, au Collège de France et à la Faculté de Médecine, sous la présidence de M. le Professeur Balbiani, assisté de MM. les Professeurs Mathias Duval (Paris), Renaut (Lyon), Romiti (Pise), vice-présidents; Nicolas (Nancy), secrétaire perpétuel; Laguesse (Lille), secrétaire-adjoint; Betterer (Paris), trésorier. Les Professeurs Ranvier de Paris, et Van Bambeke de Gand, ont été acclamés présidents d'honneur. On remarquait la présence d'assez nombreux anatomistes Belges.

Communications présentées :

M. Poirault (Paris). — *Le noyau des Chytridiées.*

M. Poirier (Paris). — *Anatomie de la fosse ptérygomaxillaire; arrière-face; ganglion de Meckel.*

M. Betterer (Paris). — *Sur le derme, sa structure, son évolution.*

M. Bédart (Lille). — *Tubercule scaphoïdien accessoire; ossification des sésamoïdes du gros orteil par deux points.*

M. Devy (Paris). — *Sur le pli fessier.*

M. Toison (Lille). — *Présentation de microphotographies; présentation de parasites des Tritons.*

M. H. Martin (Paris). — *Recherches sur le développement de l'appareil veineux de la Vipera aspis.*

M. Regant (Lyon). — *Sur la morphologie de la cellule de Sertoli, et sur son rôle dans la spermatogénèse des Mammifères.*

M. Barrier (Ecole vétérinaire d'Alfort). — *Présentation de moulages.*

M. Van der Stricht (Gand). — *Sur l'existence d'une sorte de noyau vitellin dans l'ovule ovarique d'Echinus microtuberculatus; démonstrations des ovules ovariques de la femme.*

M. Weber (Nancy). — *Reconstructions concernant le développement de l'hypophyse des Chiroptères.*

M. Mitrophanow (Varsovie). — *Notes embryologiques et tératogéniques.*

M. Trolard (Alger). — *Vœux relatifs aux réformes à apporter à l'enseignement pratique de l'Anatomie.*

M. Lesbre (Ecole vétérinaire de Lyon). — *Unification des nomenclatures anatomiques humaine et vétérinaire.*

M. F. Regnault (Paris). — *Causes de la perforation de l'olécrâne.*

M. Van Gehuchten (Louvain). — *Connexions bulbaires du pneumogastrique; faisceau longitudinal postérieur.*

M. Bellay (Paris). — *L'origine des corps jaunes ovaires chez le rat et le cobaye.*

M. Henneguy (Paris). — *Préparations relatives aux rapports entre les centrosomes et les cils vibratiles.*

MM. Laguesse et d'Hardiviller (Lille). — *Bronchioles respiratoires et canaux alvéolaires.*

M. Laguesse (Lille). — *Les îlots endocrines dans le pancréas de la vipère.*

M. Nicolas (Nancy). — *La gouttière et la crête hypochordale des embryons d'oiseaux.* — *Présentation de reconstructions relatives aux développements de l'arbre trachéo-bronchique du mouton.*

MM. Quénu et Branca (Paris). — *Sur les processus de cicatrisation épithéliale dans les plaies de l'intestin.*

M. De Bruyne (Gand). — *Sur la signification physiologique de l'amitose.*

MM. Swaen et Brachet (Liège). — *Premières phases de la différenciation du mésoblaste chez les Téléostéens.*

Une séance spéciale a été consacrée aux présentations de pièces microscopiques et macroscopiques, dans les salles des travaux pratiques de la Faculté de Médecine.

La prochaine réunion coïncidera avec celle de la Section anatomique du Congrès international de Médecine en 1900.

¹ M. Dewar a reconnu que la *résistivité* du platine pur devrait s'annuler à quelques degrés seulement au-dessous de la température d'ébullition de l'hydrogène, sous la pression atmosphérique.

§ 3. — Agronomie

Conservation de la faculté germinative des graines de Cacaoyer. — Toutes les personnes qui s'occupent de l'introduction des graines exotiques dans nos colonies, savent à quelles difficultés on se heurte, dès que l'on veut transporter d'un pays dans un autre des graines de plantes tropicales. Presque toutes, en effet, surtout celles à albumen huileux, perdent leur faculté germinative pendant le voyage, même lorsque celui-ci est de courte durée.

Jusqu'à ce jour, les semences de cacaoyer ont été de celles que l'on ne pouvait, sans les mettre en germination de suite, garder intactes pendant plus d'une quinzaine de jours; et encore pour certaines variétés seulement, car il en est qui ne pouvaient se conserver en bon état même pendant ce laps de temps.

Cette question de conservation de la vitalité dans les graines de cacaoyer me préoccupait donc depuis plusieurs années déjà, et, malgré tous les moyens que j'avais expérimentés, les résultats étaient toujours restés négatifs. Or, voici comment j'ai été amené à procéder pour un dernier essai, lequel a réussi au delà de toute espérance.

Le 18 du mois d'octobre dernier, — il est nécessaire de préciser en pareille matière, — je récoltai au Jardin d'Essai de Libreville, sur le cacaoyer dit de San-Thomé, trois *cabosses* légèrement jaunes, c'est-à-dire pas encore parvenues à complète maturité (fig. 1). Suivant le conseil de M. J. Dybowski, directeur de l'Agriculture et du Commerce de la Régence de Tunis, que j'avais déjà entretenu de cette question, je plongeai ces fruits dans de la paraffine liquide. Après refroidissement de la substance, je m'assurai que la surface des *cabosses* en était régulièrement couverte, surtout dans les inégalités; puis les fruits furent enveloppés séparément dans du papier ordinaire et mis, avec d'autres graines, dans une caisse, laquelle fut clouée, et, le jour de mon départ, 20 octobre, placée dans la cale du paquebot avec les autres colis.

Le 16 novembre, c'est-à-dire près d'un mois après la cueillette des fruits, je débarquai à Tunis. Le lendemain de mon arrivée, la caisse fut ouverte en présence de M. J. Dybowski et de M. Guillochon, jardinier-chef du Jardin d'Essai.

Nous pûmes alors constater avec une certaine joie que non seulement la couleur jaune des *cabosses* s'était conservée intacte, mais qu'à l'intérieur les graines étaient aussi absolument fraîches et entourées de leur pulpe; de plus, il n'y avait pas encore chez elles le moindre indice de germination.

Le jour même, les graines fournies par deux *cabosses* — 73 exactement — furent semées en pots à raison de une par pot. Le 18, on rentra le tout dans une serre chauffée provisoirement avec un petit poêle à pétrole, car le chauffage habituel au thermo-siphon, qui se trouvait en réparation, ne pouvait être installé que quelque temps après. La température obtenue dans la serre par ce moyen fut de 15° à 20° C.

Le chauffage au thermo-siphon ne put être mis en marche que le 13 décembre; en même temps le semis de cacaoyers fut placé sous châssis dans la serre. Le 21 décembre, huit jours après, la levée commençait.

A la date du 20 janvier 1899, la germination des graines s'était effectuée dans la proportion de 90 %.

La température obtenue dans la serre à l'aide du thermo-siphon était de 22° à 23° C.; sous les châssis, elle était de 28° à 30°.

En résumé, avec le moyen que je viens d'indiquer, et dans des conditions de germination un peu déficientes, des graines de cacaoyer ont été conservées en parfait état pendant plus de deux mois, et ont presque toutes germé.

La conservation, à l'aide de la paraffine, des graines à albumen oléagineux, peut s'expliquer par ce fait que l'oxydation, qui ne manque pas de se produire plus ou moins rapidement à l'état normal, par suite de l'accès de l'air ambiant, ne se produit pas dans les graines ou fruits paraffinés, cette substance protégeant absolument la graine contre l'action de l'oxygène de l'air.

Il est probable cependant que les graines ne pourraient pas être conservées pendant très longtemps de cette façon, leur vitalité finissant toujours par être altérée par les phénomènes chimiques qui ont lieu dans les cellules malgré l'occlusion obtenue par la paraffine.

Quoi qu'il en soit, il m'a paru utile de signaler au plus tôt ce procédé pratique de conservation des semences de cacaoyer, qui permettra maintenant de transporter, des pays où elles existent, les variétés de cacao qu'il y aurait intérêt à introduire dans celles de nos colonies dont le climat et le sol se prêtent à cette culture.

C. Chalot,
Directeur du Jardin d'Essai
de Libreville.



Fig. 1. — Fruits (*cabosses*) du cacaoyer de Libreville.

§ 4. — Hygiène publique

Nouveau traitement des ordures ménagères de Paris. — Ce problème de l'élimination des ordures ménagères est un des plus difficiles qui se posent devant les municipalités soucieuses d'hygiène et d'économie générale. Nous ne parlons pas de l'enlèvement, qui est une question de voirie, mais du traitement, qui les fait disparaître. Scientifiquement, ce problème peut être défini : celui de la terminaison du cycle des réactions chimiques et biologiques, dont l'entretien des hommes est une des phases.

On sait que, pour les matières liquides ou semi-liquides, le problème est complètement résolu. Avant quelques mois, aucune partie des eaux vannes des égouts parisiens n'ira plus en Seine; toutes seront répandues sur les champs d'épandage d'Achières. Ces champs sont suffisants pour épurer toutes ces eaux, et, s'ils sont insuffisants pour utiliser tous les principes fertilisants, il est certain que l'usage de ces arrosages fécondants s'étendra vite aux champs particuliers, assurant ainsi cette utilisation complète.

Pour les débris solides, les ordures ménagères ou, suivant le mot technique, les gadoues, la solution est plus difficile.

On a employé l'utilisation directe, par formation dans les champs de tas plus ou moins considérables où la fermentation s'achève. Mais ce procédé présente de nombreux inconvénients : mauvaises odeurs, pertes de l'azote et d'une partie des sels de potasse, encombrement des champs par les débris de matières inertes.

La combustion, très en faveur en Angleterre, est meilleure au point de vue hygiénique; mais, même favorisée parce que la gadoue est auto-comburante, elle est très coûteuse, elle laisse une masse de cendres à peu près inertes dont on serait fort vite encombré; enfin, chose plus grave, elle détruit tous les éléments organiques qui, sous le nom d'humus, sont indispensables à la végétation, particulièrement dans les sols des environs de Paris qui en sont extrêmement pauvres.

Le traitement par la vapeur sous pression, qui nous vient d'Amérique, présente ce même inconvénient capital de la destruction de l'humus; il semble bien difficile aussi, au point de vue hygiénique, que les manipulations consécutives des produits, en grandes quantités, ne donnent pas lieu à des dégagements d'odeurs, inadmissibles à l'intérieur de la ville.

Le Dr J. Pioger a inventé et, après de longs essais pratiques, a combiné un système qui donne une solution complète et extrêmement simple du problème.

Il fait passer tous les produits du nettoyage des rues dans une broyeuse spéciale formée principalement de deux plateaux armés, sur leur faces voisines, de dents contrariées, et dont l'un est animé d'un mouvement de rotation rapide. La matière y est amenée par une toile sans fin, sur laquelle on fait aisément, à la main, le triage des objets en métal un peu volumineux qu'on trouve assez souvent dans les gadoues, et qui pourraient casser les dents des plateaux broyeurs. Tout le reste sort de la broyeuse sous forme d'une poudre grossière qui n'est autre chose que du terreau. Une nouvelle toile sans fin le reçoit au sortir de la broyeuse, et le verse directement dans le wagon qui va le transporter sur les lieux mêmes de la consommation.

Par ce procédé, rien n'est détruit et, la fermentation des gadoues ne commençant guère qu'après la seconde journée de sa production, elle n'a lieu que dans les champs et à leur profit. L'extrême simplicité du travail, qui ne comporte qu'une machine motrice et une broyeuse, le rend très économique. Le produit est sous la forme la plus commode pour les transports ultérieurs et l'épandage régulier dans les champs.

Pendant l'hiver, le cultivateur pourra sans inconvénient en faire une provision: les tas sont très faciles à faire; dans cette saison, les fermentations sont très ralenties et même suspendues, et une légère couche de plâtre ou de chaux en poudre suffit pour empêcher tout dégagement de gaz.

On voit qu'avec le procédé J. Pioger le cycle théorique des réactions chimiques et biologiques, dont nous parlions en commençant, se trouve réduit à son minimum et complètement fermé. Pratiquement, ce procédé est le moins coûteux de tous.

Ainsi se trouve affirmé, une fois de plus, cet accord de la science et de la pratique qu'il est nécessaire d'obtenir, pour qu'on puisse considérer comme bonne et définitive la solution des problèmes nouveaux que posent chaque jour les nécessités de la vie sociale.

C'est un succès de plus dont nous nous réjouissons pour la Science Française.

J. Périssé,

Lieutenant-Colonel en retraite.

§ 6. — Géographie et Colonisation

Croisière aux Canaries, Madère, Maroc, Espagne et Portugal: livres à lire. — Selon son habitude, la *Revue* croit devoir indiquer à ceux de ses lecteurs qui sont inscrits pour la prochaine croisière de Pâques les principaux ouvrages qu'il peut être utile de consulter pour se préparer au voyage, en vue d'en rapporter un meilleur et plus durable souvenir.

En mentionnant certains ouvrages en langues étrangères, moins aisés à se procurer que les ouvrages français, et parfois assez coûteux, nous avons pensé que ce serait rendre service à nos lecteurs que de leur donner la cote de ces ouvrages à la *Bibliothèque Nationale*. De cette façon, les personnes qui désireraient les

consulter pourraient être assurées de les y trouver; de plus, en inscrivant cette cote sur leur bulletin de demande, elles faciliteraient les recherches et s'épargneraient une attente prolongée.

I. — ESPAGNE ET PORTUGAL.

Géographie. — Voyages. — Guides.

RECLUS : *Géographie Universelle : L'Europe méridionale* (Espagne et Portugal). Paris, Hachette, 1876, in-8°, 30 fr.

TR. GAUTIER : *Voyage en Espagne*. Paris, Charpentier, in-12, 3 fr. 50.

CH. DAVILLIER : *L'Espagne*, illustrations de G. Doré. Paris, Hachette, 1874, gr. in-4°, 50 fr.

R. BAZIN : *Terre d'Espagne*. Paris, C. Lévy, 1895, in-12, 3 fr. 50.

L. ULBACH : *Espagne et Portugal*. Paris, C. Lévy, 1886, in-18, 3 fr. 50.

HUGUES LE BOUX : *En Yacht. Portugal, Espagne, Maroc, Algérie*. Paris, Flammarion, 1892, in-18, 3 fr. 50.

DE AMICIS : *L'Espagne*. Paris, Hachette, 1878, in-12, 3 fr. 50.

FR. WERNIC : *Durch Nord-Afrika und Spanien*, 2^e édit. Leipzig, 1888, in-8°. (Bibl. Nat. 8°. O³, 722.)

G. BARROW : *The Zinaculi. An account of the Gypsies of Spain*. Londres, J. Murray, 1888, in-16. (Bibl. Nat. 8°. Ob. 133.)

GERMOND DE LAVIGNE : *Espagne et Portugal*. Paris, Hachette. (Guides Joanne), 48 fr. Le même abrégé (Guides Diamant), 5 fr.

K. BÆDECKER : *Spanien und Portugal* (avec Tanger). Leipzig, Bædecker, 1897, in-18, 20 fr.

R. FORD : *A Handbook for travellers in Spain*. Londres, Murray, 1892, 2 vol. in-8°. (Bibl. Nat. 8°. O, 157. II.)

O'SHEA : *Guide to Spain and Portugal*. Londres, A. Black, 1892, in-16.

Espagne. — Histoire sommaire.

E. RAYMOND : *L'Espagne et le Portugal, depuis l'invasion des Carthaginois jusqu'à nos jours*. Paris, Germer-Baillière, in-24, 0 fr. 60.

E. WATTS : *Spain, being a summary of spanish History from the moorish conquest to the fall of Granada*. Londres, Unwin, 1893, petit in-8°.

L. GELEY : *L'Espagne des Goths et des Arabes*. Paris, Cerf, 1882, in-16, 1 fr.

MARIÉJOLS : *L'Espagne sous Ferdinand et Isabelle*. Paris, Quantin, 1892, in-8°, 4 fr.

Espagne. — Beaux-Arts.

P. FLAT : *L'Art en Espagne*. Paris, Lemerre, 1891, in-12, 3 fr. 50.

L. SOLVAY : *L'Art espagnol*. Paris, Rouanne, 1887, in-fol., 25 fr.

P. LEFORT : *La Peinture espagnole*. (Bibl. de l'Ens. des Beaux-Arts.) Paris, Quantin, 1893; in-8°, 3 fr. 50.

CH. BLANC : *Histoire des peintres de toutes les Ecoles. Ecole Espagnole*. Paris, Renouard, 1866-75, in-4°, 30 fr.

L. VIARDOT : *Les Musées d'Espagne*, 2^e édit. Paris, Paulin, 1852, in-12, 3 fr. 50.

L. VIARDOT : *Notice sur les principaux peintres d'Espagne*. Paris, Paulin, 1839, in-8°, 7 fr. 50.

P. LEFORT : *Murillo et ses élèves*, Paris, Rouanne, 1892, gr. in-8°, 6 fr.

BARON CH. DAVILLIER : *Les Arts décoratifs en Espagne au Moyen âge et à la Renaissance*. Paris, Quantin, 1879, gr. in-8°, 10 fr.

- FR. PI MARGALL : *Granada, Jaén, Málaga y Almería*. (Collection : *España, sus monumentos y artes, su naturaleza é historia*.) Barcelone, 1885; in-8°, avec photograph. (Bibl. Nat. 8. O. 338.)
- P. DE MADRAZO : *Sevilla y Cádiz*. (Collect on : *España, sus monumentos y artes, su naturaleza é historia*.) Barcelone, 1884, in-8° avec photogr. (Bibl. Nat. in-8°. O. 338.)
- W. IRVING : *L'Alhambra de Grenade, souvenirs et légendes*, trad. R. Viol. Tours, Mame, 1886, in-8°, 2 fr.
- CONSTANTIN URDE : *Baudenkmäner in Spanien und Portugal*. Berlin, Wasmuth, 1892, gr. in-fol. (Bibl. Nat. in-fol. O. 374.)
- F. M. TURINO : *Estudios sobre el arte en España. — La arquitectura hispano-visigoda y arabe-española. — El Alcazar de Sevilla, etc.* Séville, C. Segovia, 1886, in-8°. (Bibl. Nat. 8°. V. 9531.)

II. — L'ART ARABE.

- D^r E. LEBON : *La Civilisation des Arabes*. Paris, Didot, 1883, in-4°, 30 fr.
- A. GAYET : *L'Art arabe*. (Bibl. de l'enseignement des Beaux-Arts.) Paris, Quantin, in-8°, 3 fr. 50.
- D. RAPHAËL CONTRERAS : *Étude descriptive des monuments arabes de Grenade, Séville, Cordoue*. Trad. franç. par l'auteur. Madrid, R. Fe, 1889, in-8°.

III. — PORTUGAL. — VOYAGES, HISTOIRE SOMMAIRE ET BEAUX-ARTS.

- G. DE SAINT-VICTOR : *Portugal, souvenirs et impressions de voyage*. Paris, Dentu, 1889, in-18, 3 fr. 50.
- STANISLAS DE NOLHAC : *En Portugal*. Paris, Plon, 1891, in-18, 3 fr. 50.
- A. DAYOT : *Lisbonne* (Liv. VII des *Capitales du monde*). Paris, Hachette, 1 fr.
- J. LECLERCQ : *Lisbonne. Tour du monde*, 1881. Paris, Hachette, 1 livr., 0 fr. 50.
- A. BOUCHOT : *Histoire du Portugal et de ses colonies*. Paris, Hachette, 1854, in-12, 4 fr.
- E. SILVERCRUYS : *Le Portugal depuis les Carthaginois, jusqu'au règne de Dom Carlos I^{er}*. Lille, 1892.
- OLIVEIRA MARTINS (J. P. DE) : *Les explorations des Portugais antérieures à la découverte de l'Amérique*, trad. A. Boulroue. Paris, Leroux, 1893, broch. in-8°.
- J. DE VASCONCELLOS : *A Pintura Portuguesa nos seculos XV e XVI*. Porto, 1881, in-8°. (Bibl. Nat. 8°. V. 3983.)
- E. EUDE : *Études d'architecture en Portugal. De l'influence française dans le style manuelin*. Bulletin archéologique du comité des trav. hist., 1896, livr. I-II, in-8°.
- A. HAUPT : *Die Baukunst der Renaissance in Portugal*. Francfort-sur-le-Mein, Keller, 1890, in-4°. (Bibl. Nat. 4°. V. 2957.)

IV. — LES CANARIES ET MADÈRE.

Généralités. — Guides.

- RECLUS : *Géographie universelle. L'Afrique occidentale* (Madère, les Canaries). Paris, Hachette, 1887, in-8°, 25 fr.
- J. H. T. ELLERBECK : *A Guide to the Canary Islands calling at Madeira*. Liverpool, Ellerbeck, 1892, in-12. (Bibl. Nat. 8°. Ol. 1292.)
- BROWN (A. SAMLER) : *Madeira and the Canary islands. A practical and complete Guide*. Londres, S. Low, 1890, in-16. (Bibl. Nat. 8°. Oy. 235.)

Iles Canaries.

- D^r R. VERNEAU : *Cinq années de séjour aux îles Canaries*. Paris, Hennuyer, 1891, in-8°, 12 fr.

- J. LECLERCQ : *Voyage aux îles Fortunées. Le Pic de Téou-riffe et les Canaries*. Paris, Plon, 1880, in-12, 3 fr.
- E. COTTEAU : *Le pic de Ténériffe, Tour du Monde*. Paris, Hachette, 1889, 1 livr., 0 fr. 50.
- A. COQUET : *Une excursion aux îles Canaries*. Paris, Chamerot, 1884, in-8°.
- CH. EDWARDS : *Birds and Studies in the Canary Islands*. Londres, Unwin, 1888, in-8°. (Bibl. Nat. 8°. Ol. 1209.)
- H. CHRIST : *Eine Frühlingsfahrt nach den canarischen Inseln Båle*, Georg, 1886, in-8°. (Bibl. Nat. 8°. Ol. 1165.)
- AG. MILLARES : *Historia general de las Islas Canarias, Las Palmas*, 1881, in-8°. (Bibl. Nat. 8°. Ol. 1113.)
- DE MARTONNE : *Jehan de Béthencourt, roi des îles Canaries*, Ste-Menehould, 1851; br. in-12.
- SABIN BERTHELOT : *Antiquités canariennes*. Paris, Plon, 1879, in-4°, 25 fr. (Bibl. Nat. 4°. Ol. 1003.)
- FR. KEIBEL : *Die Urbewohner der Canarien*. Strasbourg, 1887, in-8°. (Bibl. Nat. 8°. 6. Str. méd. 122.)
- LAJARD : *Le langage sigifié des Canaries*, extrait du *Bulletin de la Société anthropologique*, Paris, 1892.

Madère.

- DEGLI ALBIZZI : *Madère, guide pratique*. Zurich, Orell, 1891, in-16.
- DEGLI ALBIZZI : *Six mois à Madère. Tour du Monde*. Paris, Hachette, 1889, 2 livr., 1 fr.
- MANTEGAZZA : *Une journée à Madère*, trad. par M^{me} Thiry. Paris, Reinwald, 1882, in-16, 2 fr.
- J. Y. YATE : *Madeira, its climate and scenery. A Handbook*, 3^e édit. Londres, Dulau, 1885, in-8°. (Bibl. Nat. 8°. Oy. 213.)
- E. M. TAYLOR : *Madeira, its scenery and how to see it. (Map of the island and plan of Funchal)*. Londres, Stanford, 1882, in-8°. (Bibl. Nat. 8°. Ov. 191.)
- MARSH : *Holiday wanderings in Madeira*. Londres, Low, 1892, in 16. (Bibl. Nat. 8°. Oy. 245.)
- LANGERHANS : *Handbuch für Madeira*. Berlin, Hirschwald, 1885, in-8°. (Bibl. Nat. 8°. Oy. 206.)

V. — MAROC.

- RECLUS : *Géographie universelle. L'Afrique septentrionale* 2^e partie (Maroc). Paris, Hachette, 1886, in-8°, 30 fr.
- FRITSCH : *Le Maroc. Géographie. Organisation politique*. Paris, 1895.
- D^r A. MARCET : *Le Maroc. Voyage d'une mission française à la cour du sultan*. Paris, Plon, 1885, 1 vol. in-8°.
- LUDOVIC DE CAMPOU : *Un empire qui croule. Le Maroc contemporain*. Paris, Plon, 1886, 1 vol. in-8°.
- P. SCHNELL : *L'Atlas marocain* (trad. par A. Bernard). Paris 1898.
- J. DALTON HOOKER et JOH BALL : *Journal of a tour in Morocco and the Great Atlas* (contient un appendice sur la géologie). London, Mac Millan, 1878.
- THOMSON : *Travels in the Atlas and Southern Morocco. A narrative of exploration*. London, 1889.
- ERCKMANN : *Le Maroc moderne*. Paris, 1885.
- AUGUSTE MOULIÉRAS : *Le Maroc inconnu. Vingt-deux ans d'explorations de 1872 à 1892*. Paris, J. André.
- GUSTAVE WOLFROU : *Le Maroc : Etude commerciale et agricole*. Paris, Dupont, 1893; broch. in 8°.
- BALANSA : *Voyage de Mogador à Maroc au point de vue botanique*. Bull. Soc. Géogr. Paris, 1867.
- J. LECLERCQ : *De Mogador à Biskra : Maroc et Algérie*. Paris, Challamel, 1881, in-12, 3 fr. 50.
- PIERRE LOTI : *Au Maroc*. Paris, C. Lévy, 1890, in-12, 3 fr. 50.
- L. HOWARD VYSE : *A Winter in Tangier and home through Spain*. Londres, Hatchards, in-8°. (Bibl. Nat. 8°. Oj. 93.)

L'ÉTAT ACTUEL DE L'AUTOMOBILISME

PREMIÈRE PARTIE : LES MOTEURS

I. — HISTORIQUE.

Si la bicyclette, cette reine de notre fin de siècle, conserve pour ses applications journalières un domaine qui lui semble définitivement acquis, elle est en passe de se laisser détrôner dans la préoccupation publique par cet autre engin de locomotion, autrement puissant, mais auquel elle peut se vanter d'avoir préparé les voies, l'*automobile*. Effectivement, il serait difficile de trouver une invention qui ait excité plus que cette dernière l'intérêt général : hommes du monde, industriels, ingénieurs rivalisent de zèle, ou tout au moins de curiosité, à son endroit.

Une explosion aussi soudaine de sympathies pourrait faire croire que l'automobilisme est une chose toute nouvelle, sans passé d'aucune sorte. Il n'en est rien. Dès 1769, Cugnot avait réalisé son fardier à vapeur, dont l'unique roue d'avant, directrice et motrice à la fois, était actionnée par deux cylindres verticaux à simple effet : ce véhicule transporta, paraît-il, jusqu'à 2,5 tonnes, à la vitesse de 5 kilomètres à l'heure, mais en s'arrêtant chaque quart d'heure pour renouveler sa provision d'eau et de vapeur.

En 1821, Griffith construisit une diligence à vingt places, dont les roues d'arrière étaient mises en mouvement par deux pistons à vapeur : plusieurs harnais d'engrenages permettaient de faire varier sa vitesse. Entre temps, le français Pecqueur inventait le différentiel, et l'anglais Akermann l'essieu brisé, dont nous verrons toute l'importance au point de vue automobile.

Vers 1830, naquirent en Angleterre une véritable pléiade de véhicules à vapeur : parmi eux celui d'Hancock, l'*Autopsic*, doté d'une chaudière à tirage forcé, et dont l'essieu d'arrière était, grâce à une chaîne sans fin, actionné par l'arbre d'un cylindre à vapeur vertical. L'essieu d'avant servait à la direction. Une vingtaine de voitures semblables, et même des trains emportant cinquante voyageurs, firent, pendant quelques années, un service public dans diverses directions autour de Londres, parcourant jusqu'à 24 kilomètres à l'heure.

La nouvelle locomotion semblait avoir acquis droit de cité chez nos voisins, quand des accidents regrettables furent contre elle l'occasion d'une véritable levée de boucliers, qui aboutit, en 1836, au vote par le Parlement du *Locomotive Act*. Des droits énormes étaient établis sur les tarifs des transports

par automobiles : leurs roues, qui, depuis la mise en relief par Stephenson de l'efficacité de l'adhérence, n'étaient plus munies de pointes ni de dentelures, étaient astreintes, sous le fallacieux prétexte d'empêcher la détérioration des routes, à une largeur de jantes démesurée : les voitures devaient être précédées d'un homme marchant au pas et agitant un drapeau rouge. Cela équivalait à la prohibition ; et de fait, jusqu'au 15 août 1896, date toute récente de l'abrogation du *Locomotive Act*, il ne circula plus en Angleterre que quelques locomotives routières.

C'est en France que l'idée automobile devait naître. Déjà, en 1862 Lenoir, en 1870 Ch. Ravel avaient essayé d'appliquer à la propulsion des véhicules le moteur à gaz, quand, en 1873, A. Bollée construisit l'*Obéissante*. Cette voiture, dans laquelle douze voyageurs pouvaient prendre place, était munie d'une chaudière Field et de deux pistons à 45° agissant sur l'essieu d'arrière ; la direction en était facilement assurée par l'avant-train à deux pivots, que M. A. Bollée venait d'imaginer. En 1880, une voiture plus perfectionnée sortait des ateliers du Mans, qui couvrait 1.200 kilomètres en 90 heures ; c'était *La Nouvelle*, celle-là même qui devait faire en 89 heures 50 minutes la course restée célèbre de Paris à Bordeaux et retour, se classant 9^e sur les 33 voitures inscrites, parmi lesquelles ne figurait aucune autre voiture à vapeur.

En 1888, M. Serpollet applique son nouveau générateur à un tricycle, puis à une voiture à quatre places, qu'on a pu voir circuler dans Paris. En 1889, MM. de Dion, Bouton et Trépardoux exposent une voiture à vapeur, et, en 1893, créent leur tracteur, capable de remorquer, à une vitesse pouvant aller jusqu'à 45 kilomètres à l'heure, telle voiture qu'on veut lui atteler.

Peu après, viennent M. Le Blant avec son tracteur, M. Scotte avec son train routier : la vapeur a définitivement conquis sa place dans la traction automobile.

L'essence de pétrole, base du brevet pris le 12 février 1884 par MM. Delamare-Deboutteville et Malandin, n'a été réellement appliquée qu'en 1885 par l'allemand Daimler, et, en 1886, par Benz. L'emploi n'en est devenu courant que grâce aux efforts féconds de MM. Levassor et Panhard, concessionnaires en France des brevets Daimler. L'étude de ses progrès n'est pas encore de l'histoire, mais bien de l'actualité au premier chef, puisque les glorieuses étapes en sont marquées

par le Concours du *Petit Journal* (1894), dû à la féconde initiative de M. Pierre Giffard, les courses de Paris-Bordeaux (1895), Paris-Marseille (1896), Paris-Dieppe (1897), Paris-Amsterdam (1898).

L'électricité était entrée en scène un peu avant le pétrole : en 1881, pendant que M. Raffard procédait aux premières expériences dont aient été l'objet les tramways à accumulateurs, M. G. Trouvé construisait un tricycle, actionné par un de ses petits moteurs, qu'alimentaient six accumulateurs Planté. En 1882, M. Ayrton essaya un tricycle ; en 1887, MM. Wolk une voiture à trois roues et à deux places ; en 1888, M. Immisch un dog-cart à quatre roues. En 1893 apparut le phaéton de M. Pouchain, en 1894 celui de M. Jeantaud. Le Concours de fiacres vient de consacrer la possibilité de la voiture électrique pour les services urbains.

II. — DIVERS MODES D'ÉNERGIE APPLICABLES A LA LOCOMOTION AUTOMOBILE.

Vapeur, pétrole, électricité sont donc jusqu'à aujourd'hui les seuls agents qui aient été appliqués à la propulsion des véhicules sur routes. On peut se demander, en voyant les services que rendent, par exemple, les gaz comprimés et l'eau chaude pour la traction des tramways, si les trois agents ci-dessus ne pourraient pas, dans la locomotion sans rails, être avantageusement supplantés par d'autres. C'est la question que s'est posée M. Marcel Deprez¹, et à laquelle il a fort nettement répondu.

Il est évident qu'il faut, toutes choses égales d'ailleurs, donner la préférence au corps dont la puissance spécifique est maximum, c'est-à-dire à celui qui, sous l'unité de poids, emmagasine le plus de kilogrammètres. Naturellement, il faut, dans ce poids, comprendre celui des accessoires indispensables au fonctionnement de l'élément : tel le poids du réservoir contenant l'air comprimé. Or, l'eau chauffée, comme par M. Francq, à 200° sous 15 atmosphères, ne représente que 1785 kilogrammètres utiles par kilogramme ; l'air comprimé, comme par M. Mekarski, à 45 atmosphères, n'en donne, comme travail indiqué au récepteur, que 1597, alors qu'un kilogramme de pétrole fournit couramment, disponibles à la jante des roues, plus de 200.000 kilogrammètres². Les gaz liquéfiés ont,

comme les gaz comprimés, l'inconvénient de nécessiter des réservoirs très lourds ; en outre, ils ne possèdent pas, à beaucoup près, une chaleur de vaporisation comparable à celle de l'eau, qui, pour cette raison, leur est préférable au point de vue de l'emmagasinement de la chaleur à transformer en travail.

Notons, en passant, la conclusion à laquelle arrive M. Deprez, à savoir que, dans le cas où la nécessité de s'occuper de la conduite du feu n'est pas un obstacle absolu (et nous verrons que la suppression de cette conduite est chose à peu près réalisée par M. Serpollet avec le pétrole lampant), la vapeur doit l'emporter sur l'essence de pétrole, tant au point de vue de l'économie qu'à celui de la puissance spécifique, la gazoline gardant sur la vapeur la supériorité de la longueur des étapes possibles sans ravitaillement.

On s'est demandé aussi si on ne pourrait pas substituer à l'essence de pétrole, l'alcool ; la chose aurait le double avantage de supprimer l'encrassement des cylindres et la mauvaise odeur de la gazoline, et de remplacer un article importé par un produit national, dont la consommation pourrait indemniser l'agriculture des pertes que l'automobilisme pourra lui infliger en diminuant l'élevage du cheval et la culture des grains et des fourrages. Pour élucider la question, la Société d'Agriculture de Meaux a chargé M. Ringelmann de procéder à des expériences³ : elles ont montré que, pour obtenir le même travail industriel, il faut consommer de 1,5 à 2,3 fois plus d'alcool que d'essence, et que, pour lutter économiquement contre cette dernière, l'hectolitre d'alcool dénaturé ne devrait pas dépasser le prix de 31 francs. En outre, la carburation de l'air avec l'alcool présente un danger constant d'incendie.

L'acétylène ne sera pas non plus, jusqu'à nouvel avis, malgré son grand pouvoir calorifique (11.700 calories par kilogramme, au lieu de 10.000 pour le pétrole), le succédané de la gazoline : son coût est, pour le même travail, deux fois plus élevé que celui de l'essence, et son emploi impliquerait soit l'installation sur la voiture d'un gazogène et d'un réservoir, soit le transport de récipients pleins d'acétylène gazeux ou dissous, ou d'acétylène liquide réputé très matfaisant.

Ainsi, nous ne trouvons pas jusqu'ici d'autres agents pratiques que la vapeur, le pétrole et l'électricité. Voyons dans quelles conditions on peut utiliser chacun d'eux.

¹ Conférence à l'Automobile-Club de France. *Génie civil*, 20 février 1897 et n° suivants.

² M. Deprez donne un chiffre beaucoup plus fort, soit 750.000 kilogrammètres, qui correspond à une consommation d'environ 1/2 litre d'essence par cheval-heure. Or, les essais fort méticuleux, auxquels ont été soumises à Chicago les voitures qui ont pris part à la course du *Times Herald*, ont donné une consommation moyenne de 2 litres 5 d'essence par cheval-heure effectif mesuré aux jantes. Bien que, depuis trois ans, cette consommation se soit abaissée, elle

reste encore bien supérieure à celle admise par M. Deprez comme réalisable dans un avenir d'ailleurs plus ou moins lointain.

³ *Académie des Sciences*, 18 octobre 1897.

III. — GÉNÉRATEURS DE VAPEUR.

Les générateurs, pouvant être confiés à des chauffeurs d'occasion, étant toujours transportés par le véhicule automoteur, devant faire face à des besoins éminemment variables avec le profil de la route, ont besoin d'être sûrs, légers et élastiques. On trouve chez ceux qui sont actuellement employés les caractères suivants : 1° pour éviter autant que possible les fumées, ils sont chauffés au coke ou au pétrole lampant; 2° presque tous ont leur tirage activé, comme celui des locomotives, par l'injection dans la cheminée de la vapeur d'échappement; quelques-uns sont même munis d'un souffleur, qu'on met en action s'il y a un coup de collier à donner; 3° ils fournissent une production rapide de vapeur.

§ 1. — Générateur Scotte.

C'est au type Field, déjà employé par A. Bollée, mais perfectionné pour assurer une circulation et une vaporisation plus rapides du liquide, qu'appartient la chaudière Scotte. Avec une surface de grille de 0m²,130, elle pèse 400 kilos à vide; elle contient 50 kilos d'eau, est timbrée à 12 kilos, nécessite 35 minutes pour sa mise en pression et alimente facilement un moteur de 16 chevaux.

§ 2. — Chaudière de Dion-Bouton.

Elle est d'un modèle tout nouveau, puissant et élastique sous un volume et un poids très faibles. La légende qui accompagne la figure 1 en explique l'agecement. Pour la locomotion automobile, on la timbre à 14 kilos et on la fait de 5 à 35 chevaux, sans que sa hauteur dépasse 1 mètre et son diamètre 0m,70. Voici les chiffres qui se rapportent au générateur employé pour l'omnibus à 16 voyageurs (moteur de 25 chevaux) et le tracteur de la *Pauline* à 40 places (moteur de 35 chevaux) engagés par MM. de Dion et Bouton, en 1897, dans le concours des Poids lourds :

Surface de grille	0m ² ,18
Nombre de tubes	500
Surface de chauffe	5m ² ,60
Poids à vide	400 kilos
— de l'eau	60 —
— du coke	20 —
Eau vaporisée à 14 kilos de pression, par kilo de coke	6 —
Eau vaporisée à 14 kilos de pression, en une heure	350 —
Temps nécessaire pour la mise en pression	30 minutes.

§ 3. — Générateur Serpollet.

C'est lui qui est appliqué avec tant de succès, depuis quelques années, à la traction de certains tramways parisiens : effectivement, ses avantages le rendent éminemment propre à la locomotion

automobile¹. Le générateur que M. Serpollet emploie pour ses voitures à 2 places, chauffé au pétrole lampant, est représenté par la figure 2 : il est de forme rectangulaire avec carcasse de tôle à doubles parois, entre lesquelles se trouve un

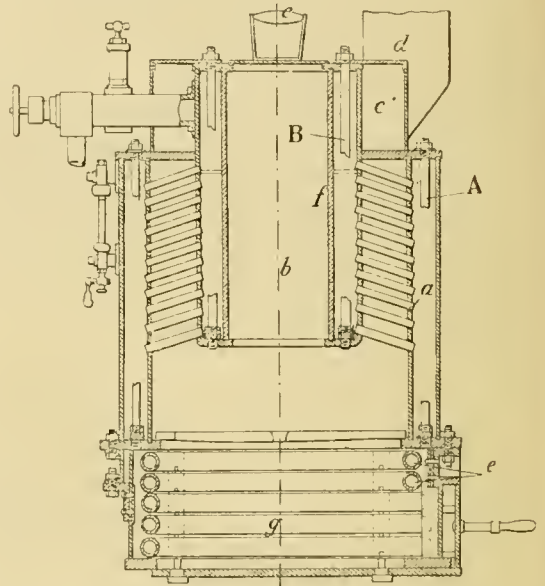


Fig. 1. — Chaudière de Dion et Bouton (coupe verticale). — A, B, corps cylindriques, concentriques, à section annulaire; a, tubes en acier reliant les deux corps cylindriques; leur longueur ne dépasse pas vingt fois leur diamètre, afin d'éviter la formation de poches de vapeur; b, tube central formant réservoir de coke au-dessus du foyer, pour n'avoir à s'occuper qu'à de longs intervalles de l'alimentation de ce dernier; c, porte de chargement; c', boîte à fumée; d, cheminée, recourbée pour déboucher en arrière et en dessous de la voiture, si celle-ci n'a pas de toit; f, diaphragme interrompant toute communication directe entre les parties haute et basse du corps cylindrique intérieur; e, serpentin en acier où la vapeur se dessèche et même se surchauffe avant de se rendre aux cylindres; g, serpentin en acier, où la vapeur d'échappement se surchauffe de manière à sortir presque invisible dans l'atmosphère, après s'être mélangée avec les gaz chauds de la cheminée.

Fonctionnement. — Les gaz de la combustion s'élèvent dans les intervalles laissés par les tubes a, auxquels ils abandonnent le r chaleur, si bien qu'ils n'ont plus, dans la boîte à fumée, qu'une température de 250° à 300°. L'eau, maintenue dans les corps cylindriques au-dessous du diaphragme f, s'échauffe très vite dans les tubes qui sont, dès lors, le siège de courants très rapides empêchant les incrustations. Par suite de la présence du diaphragme, toute la vapeur est forcée de passer dans l'un des tubes des deux rangées supérieures; c'est par erreur que le diaphragme f a été figuré immédiatement au-dessous de la rangée supérieure; elle commence à s'y sécher; elle achève de le faire dans les conduites, noyées dans la boîte à fumée, et dans le serpentin e.

bourrage en déchets d'amiante. Le fond amovible porte les 3 brûleurs (dont un seul est indiqué).

¹ Nous les rappelons brièvement : 1° il supprime tout danger d'explosion, par la petitesse de sa capacité intérieure (1 litre pour 25 chevaux), si bien qu'il est dispensé de tout appareil de sécurité; 2° il offre une grande élasticité de fonctionnement par suite de la proportionnalité qu'il établit de façon presque instantanée entre la force à développer et la quantité d'eau injectée et vaporisée; 3° par la surchauffe qu'il donne à la vapeur, il la rend presque invisible à l'échappement.

L'eau se réchauffe dans le serpentin du bas, en tubes ronds G, qui entoure la chaudière de combustion, se vaporise et se sèche dans les 4 étages de tubes torses, et se surchauffe en redescendant dans les tubes ronds qui sont au-dessus.

Le pointeau, qui, dans les générateurs Serpollet ordinaires, préside à la distribution de l'eau, n'existe pas dans celui-ci : elle est injectée dans la chaudière, de même que le pétrole est envoyé aux brûleurs, par une pompe.

Les deux pompes (fig. 3) ont leurs pistons mus par un même levier, articulé avec un autre dont l'extrémité est constituée par un curseur : ce dernier est mobile dans une coulisse, qui reçoit un mouvement d'oscillation du moteur de la voiture; sa position, que le chauffeur fait varier à sa guise, règle les courses des pistons et proportionne l'alimentation des brûleurs et de la chaudière à la demande du moment.

Quand le curseur est au point mort de la coulisse, le pétrole n'arrive que par suite d'une faible différence de niveaux aux brûleurs, qui se mettent ainsi automatiquement en veilleuse; de la sorte, on n'a plus à craindre les coups de feu que prenaient trop souvent les tubes pendant les arrêts, ou pendant les parcours effectués sans force motrice, quand ils continuaient à être soumis à l'action du foyer sans être refroidis par un courant d'eau.

La chaudière représentée, de 0^m,412 de long,

0^m,279 de large, 0^m,534 de haut, a une surface de chauffe de 0^m2,92, et alimente un moteur de 4 chevaux. Il suffit de 8 à 10 minutes pour l'amener à la pression de 10 kilos, à laquelle elle marche ordinairement; on peut la pousser jusqu'à 16 kilos.

§ 4. — Chaudière Le Blant.

Après avoir employé un générateur Serpollet du

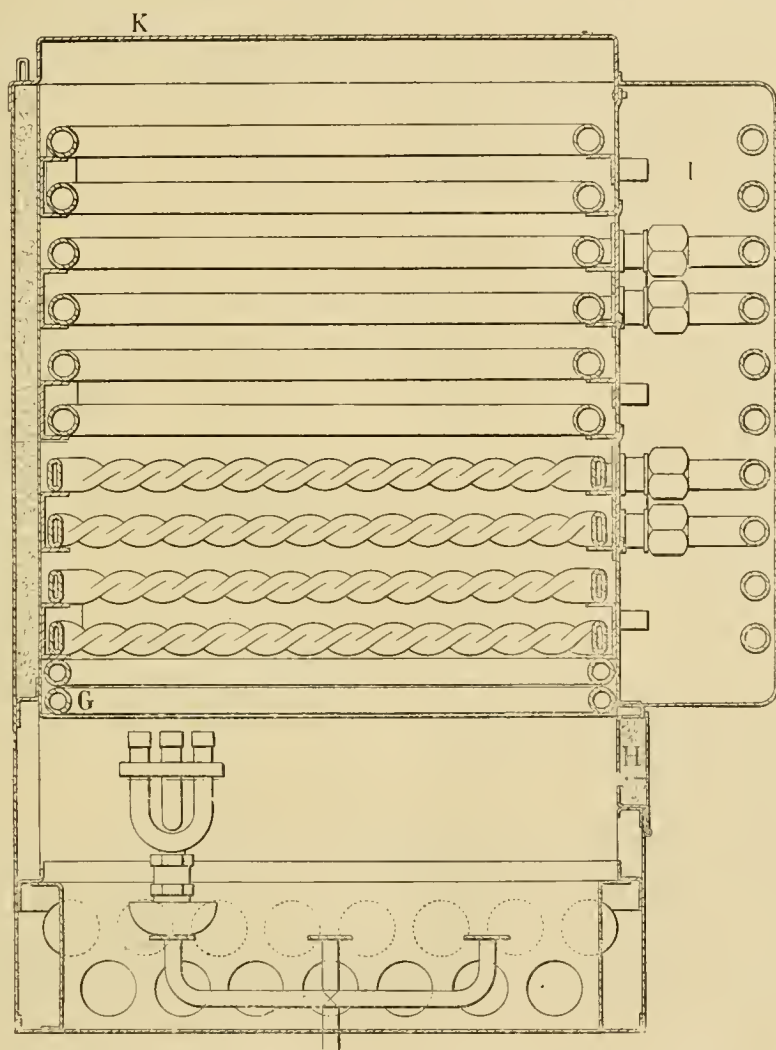


Fig. 2. — Générateur Serpollet chauffé au pétrole lampant (coupe verticale). — H, porte de surveillance des brûleurs; I, masque en tôle doublée d'un carton d'amiante, qui empêche le rayonnement et le refroidissement des raccords; G, tubes du générateur; K, chapeau percé d'une ouverture (invisible ici), par laquelle les gaz de la combustion s'échappent par la cheminée.

premier type légèrement modifié, M. Le Blant a fait breveter, en 1896, une chaudière in-explosible à pression variable, dans laquelle les tubes d'acier, plus longs que ceux de M. Serpollet, ont une section annulaire indéformable, un diamètre constant à l'intérieur, mais d'autant plus grand à l'extérieur que les tubes sont plus rapprochés du foyer. Une chaudière de 15 mètres carrés de surface de chauffe, timbrée à 100 kilos, pèse à vide 2.000 kilos, alimente un moteur de 20 à 30 che-

vaux, et peut, paraît-il, avec un réservoir d'eau chaude qui emmagasine la vapeur en excès lors des descentes et la rend pendant les montées, donner pendant un moment une force de 60 chevaux.

Il n'est exigé, pour cette chaudière, par le contrôle des mines, ni manomètre, ni soupape de sûreté, ni niveau d'eau : la circulation dans Paris lui est permise, comme elle l'est aussi au générateur Serpollet.

§ 5. — Chaudière Weidknecht.

Elle est du type multitubulaire, à foyer intérieur, à chargement automatique, avec surchauffeur. (fig. 4 et 5). Une chaudière de 0^m,27 de surface de grille, de 6 mètres carrés de surface de chauffe, timbrée à 15 kilos, alimente facilement un moteur de 20 chevaux.

§ 6. — Chaudière Valentin.

L'eau circule dans l'espace annulaire très petit que comprennent entre eux deux tubes de fer concentriques. Les flammes passent à l'intérieur du petit comme à l'extérieur du grand. L'eau est injectée par une pompe. Le combustible glisse automa-

ils ont été proposés sous la forme rotative, si tentante pour la propulsion d'une voiture, par Gauthier et Wehrlé, Filtz, Ghersi, P. Arbel et d'autres inventeurs; la Compagnie générale des Automobiles est en train d'appliquer à un omnibus le moteur rotatif Gérard. Mais jusqu'ici ils n'ont été réellement employés que sous la forme alternative, à cylindres fixes, à simple ou double expansion.

Nous allons rapidement passer en revue les principaux types de ces moteurs.

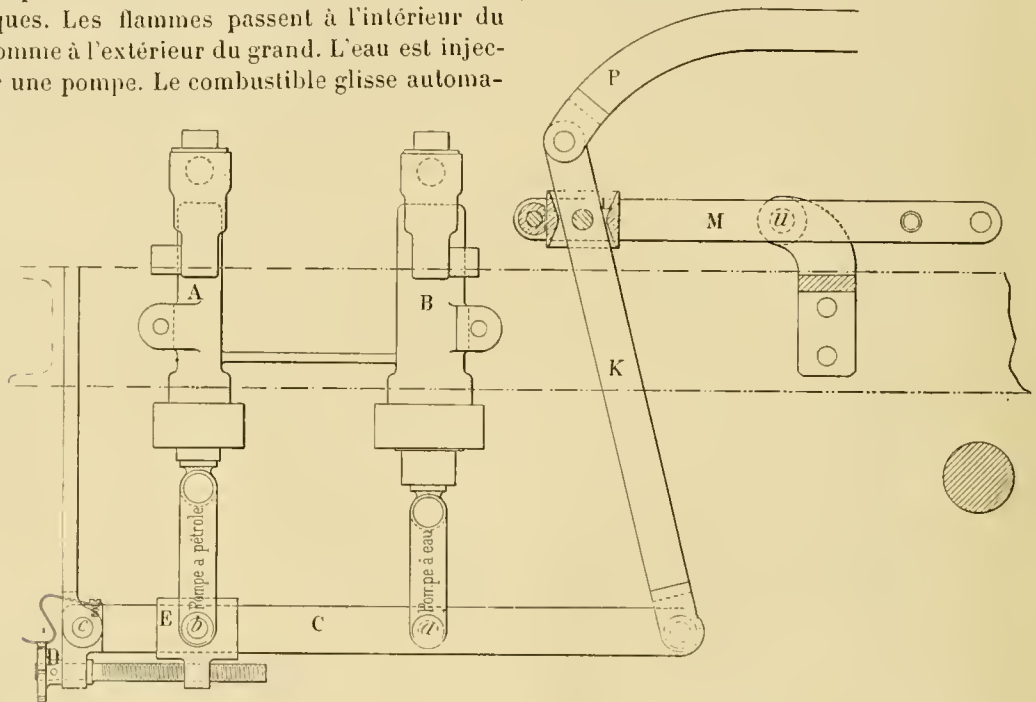


Fig. 3. — Pompes d'alimentation en pétrole et en eau du générateur Serpolet (élévation). — A, B, pompes à plongeur à pétrole et à eau, dont les pistons sont commandés, au moyen de biellettes, par le levier C, articulé en c. Les distances des articulations a, b, c, et les sections des pistons sont calculées de façon que les quantités de pétrole fournies par A soient exactement celles nécessaires pour vaporiser et surchauffer les quantités d'eau fournies par B. Pour assurer ce résultat, la vis moletée D, agissant sur le curseur E, permet de déplacer l'articulation b le long du levier C. Pour proportionner le débit des pompes aux besoins de la voiture, le levier C est articulé avec la bielle K, dont l'autre extrémité porte le curseur L, qui peut coulisser le long des deux flasques du balancier M. Ce balancier, qui oscille sur les tourillons u, reçoit son mouvement d'un excentrique calé sur une pièce tournante de la voiture. L'amplitude des oscillations de ce balancier est constante; mais la bielle P, commandée par le conducteur, permet de faire varier le point d'attaque du curseur L et, par suite, la course des biellets et des pistons des pompes.

tiquement sur une grille inclinée; le tirage s'effectue par une cheminée très courte, sans être aidé par l'injection de la vapeur d'échappement; cette dernière est, en effet, condensée dans un réseau de tubes à ailettes et réemployée dans la chaudière.

IV. — MOTEURS A VAPEUR.

Comme ces moteurs présentaient naturellement les caractères de simplicité, de sûreté, d'élasticité, et, abstraction faite de la chaudière, de légèreté que requérait l'usage automobile, on n'a pas eu à les modifier pour les y appliquer. Ils avaient été essayés, en 1868, par Ravel sous la forme oscillante;

§ 1. — Moteur Scott.

Type pilon, à deux cylindres verticaux, à double effet; la distribution et le changement de marche se font par le jeu ordinaire d'excentriques et de coulisses, permettant l'admission pendant 70 % de la course motrice; le nombre de tours normal est de 400 par minute. Le moteur de l'omnibus, qui a pris part au concours des Poids lourds, de 14 chevaux de force, a des cylindres de 0^m,110 d'alésage et une course de 0^m,115 pour ses pistons, un poids de 270 kilos. Ceux des trains de voyageurs et de marchandises ont chacun une force de 16 chevaux, un diamètre de 0^m,115, une course de 0^m,120, un poids de 300 kilos.

§ 2. — Moteur de Dion-Bouton.

Type Compound, à deux cylindres horizontaux, dont les manivelles sont calées à 90°; une valve spéciale, appelée *dépiqueur*, permet, quand on veut donner un coup de collier, d'admettre directement la vapeur dans le grand cylindre. Distribution par coulisse Walschaërt, permettant de faire varier l'admission, qui est normalement de 75 %. Toutes les pièces en mouvement sont enfermées dans un carter en fonte, qui lui sert de bâti; le graissage se

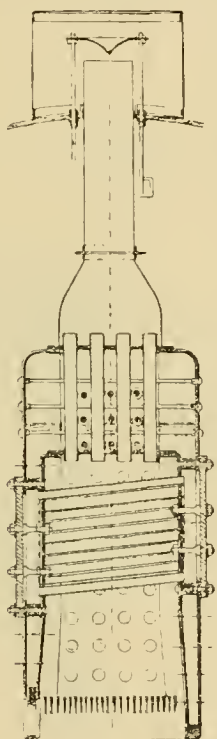
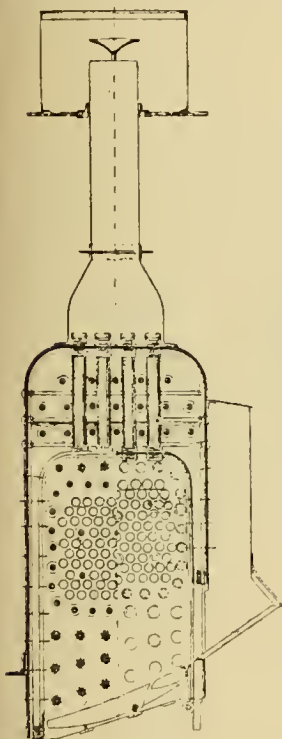


Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 4 et 5. — Chaudière Weidknecht (coupes verticales). — La grille est formée de deux parties, celle d'arrière fixe, celle d'avant mobile, par un jeu de levier à bascule qui permet, par son abaissement, de jeter le feu en partie, pour nettoyer le foyer. L'ensemble est incliné, et le combustible y arrive, graduellement, de la hotte de chargement disposée à l'avant de la chaudière; un regard permet de hâter sa chute.

fait par simple barbotage. Voici quelques chiffres relatifs aux deux moteurs du concours des Poids lourds :

	OMNIBUS	TRACTEUR
Diamètre du petit cylindre . . .	0 ^m ,100	0 ^m ,115
— du grand cylindre . . .	0 ^m ,150	0 ^m ,195
Course du piston	0 ^m ,170	0 ^m ,170
Consommation par che- val-heure à la vitesse de 48 kilom. à l'heure } en coke .	1.500 kilos	1.500 kilos
} en eau .	9 litres	7 litres
Puissance à 680 tours par minute.	25 chevaux	35 chevaux
Taux de détente dans le grand cy- lindre	75	75
Poids du moteur et des transmis- sions (carter compris)	800 kilos	950 kilos

§ 3. — Moteur Serpollet.

Il se compose de quatre cylindres, ordinairement horizontaux, à simple effet, venus de fonte deux à deux et disposés de chaque côté d'un carter en aluminium, qui porte la boîte à cames. Les quatre bielles attaquent l'arbre moteur par deux manivelles à 90°, de telle façon que cet arbre se comporte comme s'il était commandé par une paire de pistons à double effet. L'admission se fait par des soupapes qu'une combinaison des cames, portées par un arbre qui reçoit son mouvement de l'arbre moteur, par l'intermédiaire d'une paire de roues dentées égales, ouvre en temps utile. Le mouvement longitudinal des cames suffit à faire varier l'admission de 0 à 80 %. L'échappement a lieu par des lumières qui découvrent les pistons quand ils arrivent à 90 % environ de leur course utile.

Il n'y a ni presse-étoupes, ni tiroir glissant difficiles à conserver étanches, à graisser et à préserver du grippage. Tous les organes en mouvement sont enfermés dans des boîtes, à l'abri de l'air et de la poussière. Ce moteur, qui peut tourner très vite, a une consommation très réduite : deux cylindres de 80 millimètres de course et autant d'alésage, développant environ 4 chevaux à 510 tours, ne dépensent pas 10 kilos de vapeur surchauffée par cheval-heure. M. Serpollet a fait jusqu'à des moteurs de 15 chevaux, comme celui qui actionne son nouvel omnibus à 16 voyageurs avec bagages.

§ 4. — Moteur Le Blant.

Deux cylindres horizontaux de 170 millimètres d'alésage, de 180 millimètres de course; admission, par tiroirs cylindriques équilibrés, variable, grâce à une coulisse Walschaërt, de 10 à 80 %. Vitesse normale, de 180 à 200 tours par minute. Il pèse 450 kilos et donne 15 à 20 chevaux, exceptionnellement 30. Le moteur de 20 à 30 chevaux, pouvant en fournir jusqu'à 60, a des cylindres de 200 millimètres d'alésage et 220 millimètres de course.

§ 5. — Moteur Bourdon et Weidknecht.

Après avoir appliqué le système compound, avec un moteur à trois cylindres, ces constructeurs sont revenus à la simple expansion : deux pistons de 125 millimètres de diamètre et 125 millimètres de course, à 350 tours par minute, donnent une force de 20 chevaux.

V. — MOTEURS A ESSENCE DE PÉTROLE.

L'essence en question est la gasoline, ce produit de la distillation du pétrole brut, qu'on recueille entre 70 et 120°, dont la densité varie de 0,690 à 0,740. La meilleure est celle dont le poids spé-

cifique est 0,700 à 15°, qui bout à 90°. L'essence a le double inconvénient de coûter un peu plus cher que le pétrole lampant et de présenter une volatilité qui, dans les manipulations, constitue une menace réelle de dangers. Elle lui est préférée pour trois raisons : elle n'encrasse que fort peu les cylindres ; elle ne donne guère de ratés dans l'inflammation du mélange carburé ; la préparation de celui-ci est, avec elle, fort simplifiée.

§ 1. — Carburateurs.

Le mélange se fait dans des appareils appelés *carburateurs*. Si à 1 volume de vapeur on ajoute 8 à 10 vol. d'air, on obtient un gaz riche, qui brûlerait sans exploser. Il faut, pour avoir un mélange tonnant, ajouter à ce gaz riche encore 9 à 10 volumes d'air. Dans la plupart des carburateurs, on retrouve ces deux échelons pour la dilution de la

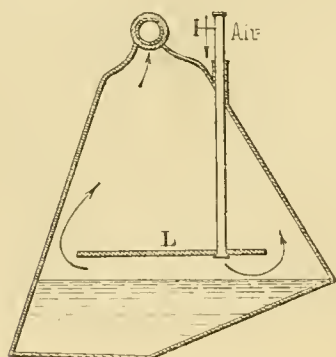


Fig. 6.

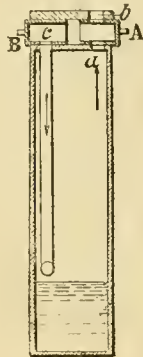


Fig. 7.

Fig. 6 et 7. — *Carburateur de Dion-Bouton (coupes verticales)* — I, cheminée d'entrée d'air ; L, plaque de laiton obligeant l'air à lécher la surface de l'essence. L'ensemble de ces deux pièces se déplace verticalement pour suivre le niveau variable de l'essence. A, robinet permettant de régler les proportions d'air carburé, arrivant par a, et d'air pur entrant par b. Le mélange pénètre par le fond dans le robinet B, qui l'envoie, par l'ouverture c et le tube qui lui fait suite, en quantité convenable au cylindre. Les robinets A et B sont manœuvrés, à l'aide de leviers, par de petites manettes placées sur le tube supérieur du cadre.

vapeur d'essence, partant deux entrées pour l'air.

La préparation du gaz riche se fait par l'évaporation de l'essence au contact de l'air, évaporation parfois aidée, surtout en hiver, par la circulation autour du liquide d'une partie des gaz de l'échappement ou de l'eau qui a refroidi le cylindre. Le contact des deux fluides est obtenu, soit en faisant barboter l'air dans le liquide, soit en l'amenant simplement à lécher l'essence, soit en soumettant cette dernière à une division préalable.

1. *Carburateurs à barbotage*. — Ils ne sont plus très employés : ils demandent beaucoup de place, et ne donnent un enrichissement uniforme qu'à la condition d'avoir un niveau constant et d'être vidés aussitôt que le liquide en est sérieusement appau-

vi. Cependant leur extrême simplicité les a encore fait conserver par de très bons constructeurs, comme M. Delahaye.

2. *Carburateurs à simple léchage*. — Plus nombreux que les précédents, dont ils partagent les qualités et les défauts, à cela près qu'ils peuvent plus facilement se passer de la constance du niveau et qu'ils sont peut-être plus encombrants. Ce dernier défaut n'existe pas dans le carburateur de MM. de Dion et Bouton (fig. 6 et 7), parce que, dans leur trieycle, il sert de réservoir d'essence. A la

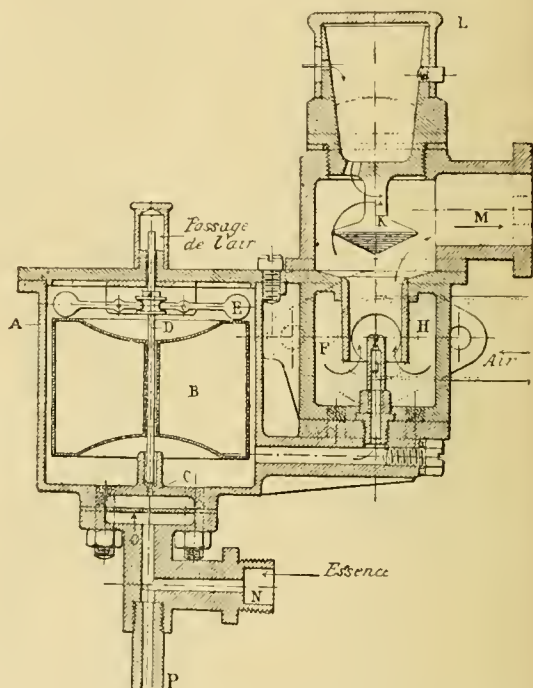


Fig. 8. — *Carburateur Daimler-Phénix (coupe verticale)*. — L'essence arrive du réservoir principal par N, traverse la toile métallique O, sur laquelle restent les particules solides qu'elle peut contenir, et, par C, pénètre dans le récipient A. Dès qu'elle y a atteint le niveau de la partie supérieure de l'ajutage J, par lequel elle arrive dans la chambre H, le flotteur B soulève les contrepois E, et la tige D, n'étant plus soutenue, colle sur son siège la soupape C : l'arrivée de l'essence est interrompue. Le liquide affleure donc constamment le niveau supérieur de l'ajutage J. Lorsque l'aspiration du cylindre se fait sentir en M, un courant d'air arrive par F et l'essence jaillit en J. Les deux jets se brisent contre le champignon K et se mélangent intimement. La lanterne L permet d'admettre une proportion variable d'air pur, destinée à amener exactement le mélange au dosage voulu.

même classe appartiennent les carburateurs Tenting et Benz.

3. *Carburateurs à pulvérisation*. — Ce sont, et fort justement, les plus employés à l'heure actuelle. Ils ont l'avantage d'être moins volumineux que les autres, de produire une carburation plus uniforme, et de ne pas laisser de résidus inutilisables, car l'essence est vaporisée intégralement, à mesure

qu'elle est amenée au contact de l'air. Ils ont l'inconvénient d'être plus délicats, et souvent de nécessiter : au départ, de l'air chaud, que, sur les voitures à allumage électrique, il n'est pas commode de se procurer; en route, après un arrêt un peu long, la purge des tuyaux pour les débarrasser de l'essence froide; mais les pertes de liquide qui en résultent ne sont pas à comparer avec celles qu'occasionne la vidange fréquente des carburateurs des deux premières classes.

La figure 8 représente le carburateur Daimler-Phénix, qui fonctionne très bien et dont une lè-

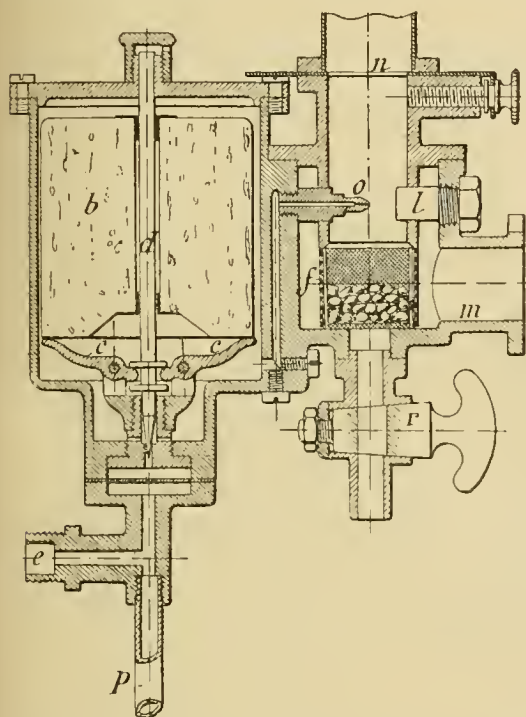


Fig. 9. — Carburateur Peugeot (coupe verticale). — *c*, arrivée de l'essence; *b*, flotteur; *d*, aiguille pouvant obturer le canal d'arrivée de l'essence; *e*, leviers à contrepois; *o*, autage de raillement de l'essence; *l*, bouchon de pulvérisation. L'air arrive, chauffé par les brûleurs, suivant une direction perpendiculaire à celle du jet d'essence. *f*, toile métallique qui retient les parties d'huile non vaporisées et aide au brassage du mélange; *n*, robinet d'air froid; *m*, tubulure conduisant le mélange aux cylindres; *n*, diaphragme réglant l'arrivée d'air chaud.

gende explique le mécanisme. Le carburateur Bollée, le carburateur Peugeot (fig. 9), le carburateur Longuemare (fig. 10 et 11), et, jusqu'à un certain point, le carburateur Mors, ont un principe analogue.

Viennent ensuite d'autres carburateurs à pulvérisation, mais sans réservoir auxiliaire d'alimentation, tels les carburateurs Lepape (fig. 12 et 13), Chauveau, Gauthier-Wehrlé¹, Bouvier-Dreux, etc.

4. *Carburateurs mixtes.* — Nous n'avons pas besoin de dire que certains types participent des caractères des trois classes. Nous citerons le carburateur P. Gauthier, qui utilise à la fois le léchage, le barbotage et la pulvérisation.

§ 2. — Moteurs sans carburateur.

Dans quelques rares moteurs, la carburation n'est pas confiée à un organe spécial: le moteur Kane Pennington est dans ce cas. Pendant l'aspiration, l'essence tombe sur un fil métallique, en forme de spirale, placé dans la partie supérieure

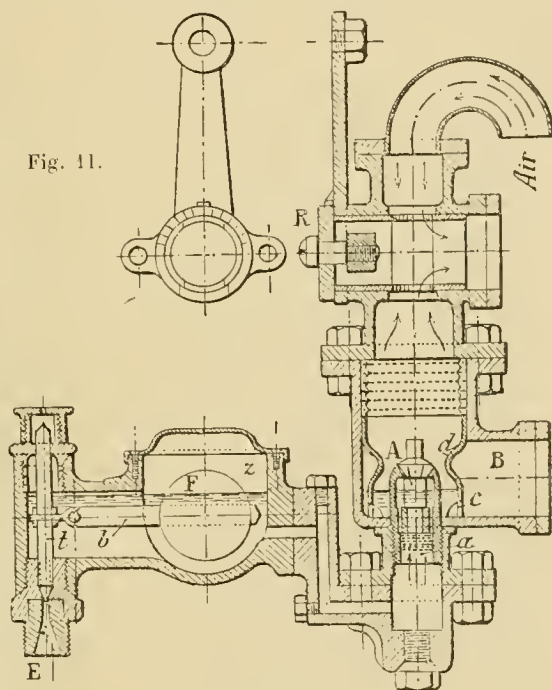


Fig. 10.

Fig 10 et 11. — Carburateur Longuemare (coupe verticale) et robinet doseur. — E, arrivée de l'essence; *t*, tige à pointeau; *b* et F, balancier et flotteur sphérique, destinés à assurer la contenance du niveau dans l'ajustage A, muni de rainures, pour la pulvérisation de l'essence; B, arrivée de l'air chaud; R, robinet doseur réglant la proportion d'air froid introduite dans le mélange.

du cylindre, et mis en dérivation sur le courant électrique chargé de produire l'allumage. Cette légère élévation de température suffit, dit-on, pour assurer la vaporisation complète de l'essence.

§ 3. — Carburateurs pour moteurs à pétrole lampant.

Devant produire la vaporisation d'un liquide moins volatil que l'essence, ils ont ordinairement recours à deux adjuvants : la chaleur fournie par une lampe à pétrole (dont on peut parfois se passer, quand la chaleur donnée par le fonctionnement du moteur devient suffisante), et le jeu d'une pompe qui injecte à chaque instant la quantité de pétrole nécessaire (carburateurs Pygmée, Faure et Gibbon).

¹ *Locomotion automobile*, 20 janvier 1898, p. 37, et 27 mai 1897, p. 242.

§ 4. — Cycle adopté.

C'est le cycle de Beau de Rochas, à quatre temps, qui est presque universellement employé. Il n'y a donc, par cylindre, qu'une course motrice sur quatre, c'est-à-dire pour deux tours de l'arbre à manivelle. Théoriquement, le moteur à deux temps, donnant une course motrice par tour, serait plus rationnel; mais sa réalisation difficile est un puissant obstacle à son emploi. Le type Benz, imaginé sous cette forme, ne se construit plus qu'à quatre temps. Il faut dire aussi que les moteurs employés tournent couramment à 600 ou 700 tours (parfois même à 1.000 et 1.500), donnent par cela seul une très grande régularité: on est loin avec eux des résultats fournis par les 150 ou 200 tours initiaux de Daimler. D'ailleurs, les moteurs à quatre temps consomment moins que les moteurs à deux temps.

§ 5. — Distribution.

L'admission du mélange carburé dans les cylindres se fait le plus souvent par soupapes automatiques, maintenues sur leurs sièges par des ressorts à boudin, et s'ouvrant sous l'action aspirante du piston. L'échappement est assuré par d'autres soupapes, que commandent des leviers et des cames montées sur un arbre, relié à l'axe moteur par un système d'engrenages lui faisant faire un tour pendant que le premier en fait deux.

Ces règles souffrent cependant des exceptions. Ainsi, dans les moteurs P. Gautier, Roser-Mazurier, les soupapes d'admission sont manœuvrées mécaniquement; dans le moteur Tenting, celles d'échappement le sont par un excentrique.

§ 6. — Régulation.

Divers moyens, que nous allons passer en revue, permettent de proportionner le travail du moteur aux besoins du moment.

Quelquefois, comme dans le nouveau moteur Peugeot, un pointeau permet de n'admettre dans le carburateur qu'une quantité d'essence proportionnée à la force motrice qu'on veut développer.

Beaucoup plus souvent, on fait varier le dosage du mélange carburé, soit par la proportion d'air admise dans le carburateur, soit plutôt par celle ultérieurement ajoutée au mélange pour le rendre explosif. On peut aussi faire varier la quantité de ce dernier introduite dans le cylindre.

À côté de ces moyens, qui sont parfois combinés dans un même moteur, on peut avoir recours à un véritable régulateur. Dans ce cas, on emploie presque toujours un appareil à force centrifuge, agissant sur le mécanisme d'échappement, de manière à empêcher l'ouverture de la valve: les gaz provenant de l'explosion précédente restent dans le cylindre, l'aspiration d'un mélange frais ne se fait pas, et la phase motrice du cycle est supprimée; c'est ainsi que les choses se passent dans le Daimler et ses dérivés. Parfois cependant, le régulateur agit directement sur l'admission, de manière à en étrangler, ou même à en empêcher l'ouverture: c'est le cas des moteurs P. Gautier, Daniel Augé, etc.

§ 7. — Allumage du mélange explosif.

Deux moyens se partagent la clientèle des constructeurs: l'étincelle électrique et le tube incandescent.

Le premier offre les avantages suivants: 1° il présente beaucoup moins de chances d'incendie; 2° il ne réchauffe pas la culasse du moteur; 3° il donne une inflammation plus sûre du mélange, quand l'étincelle jaillit bien dans ce dernier; 4° il permet, par une avance à l'allumage, de forcer, à un moment donné, l'allure du moteur¹.

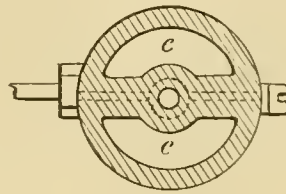


Fig. 12.

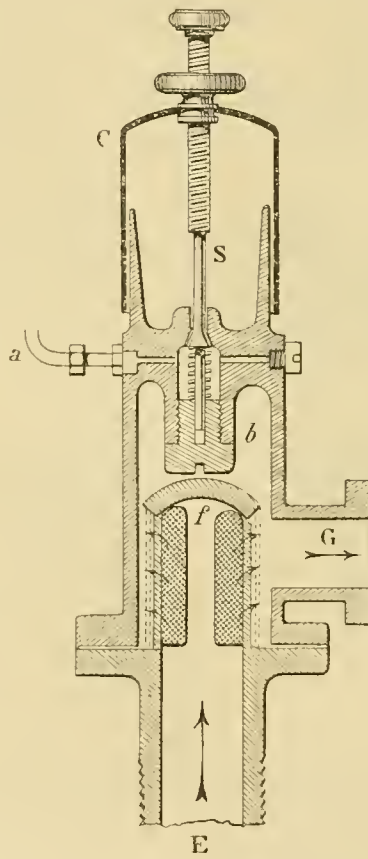


Fig. 13.

Fig. 12 et 13. — Carburateur Lepape (corps horizontal et vertical). — a, arrivée de l'essence; S, soupape à ressort, que force à s'ouvrir le capot C, à frottement très doux, quand il s'abaisse sous l'effet de l'aspiration produite par le piston du moteur; b, bouchon d'arrivée de l'essence; e, e, ouvertures permettant à la dépression de se transmettre au capot, et à l'essence de descendre; f, lanterne entourée d'une toile métallique pour faciliter la pulvérisation de l'essence; E, arrivée d'air chaud; G, sortie de l'air carburé. Un robinet non représenté permet d'ajouter la quantité d'air convenable pour rendre le mélange détonant.

¹ Le nombre d'explosions par minute est ainsi augmenté. En outre, comme la transmission de l'explosion dans le

L'allumage par tube est moins délicat et plus sûr. Comme, en outre, les brûleurs sont alimentés par la même essence que le moteur, on n'a pas avec eux à prévoir un renouvellement souvent peu commode de l'énergie nécessaire.

L'étincelle électrique est toujours produite par une bobine de Ruhmkorff, dans laquelle le courant primaire est le plus ordinairement fourni par un accumulateur, quelquefois par une pile. Dans les voitures Mors, après que la mise en train a été assurée par un accumulateur, une petite dynamo, actionnée par le moteur, donne l'énergie nécessaire pour l'allumage en cours de route et le rechargement des accumulateurs.

Le tube incandescent se fait en nickel, en porcelaine, plus souvent en platine. Il est disposé au fond de la chambre d'explosion. Après l'échappement, il reste dans ce fond, et dans le tube lui-même, une certaine quantité de gaz brûlés. Après l'admission des gaz neufs et pendant la compression, la fusion ne se fait guère entre les deux espèces de gaz et le mélange explosif n'arrive pas au contact du tube : ce n'est qu'à la fin de la compression que l'allumage se produit.

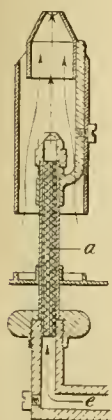


Fig. 14. — Brûleur Bollée (coupe verticale). — Le tube *a*, qui sert de support à l'ensemble, est garni intérieurement d'une mèche en coton, ne montant pas tout à fait jusqu'au haut, qui est formé par un chapeau muni d'un très petit trou et entouré d'un manchon perforé. Pour la mise en marche, on chauffe extérieurement le brûleur. Sur le tube *e* d'arrivée de l'essence se trouve une cloche à air, qui amortit les mouvements de la colonne liquide, pendant la marche de la voiturette.

Les brûleurs chargés de porter les tubes à l'incandescence sont de modèles divers : le brûleur Longuemare, fort connu, est un des plus employés : la figure 14 représente le brûleur Bollée.

§ 8. — Cylindres.

On en emploie le plus ordinairement deux ; cependant, pour les moteurs peu puissants, on peut se contenter d'un seul ; quelquefois aussi on en assemble trois, comme MM. Roser et Mazurier, ou même quatre, comme M. Mors.

Les cylindres sont horizontaux ou verticaux. Dans le Daimler primitif, ils étaient dispo-

de l'autre, pour régulariser l'action du moteur en empêchant les points morts de correspondre aux mêmes positions des deux pistons. Ce dispositif a été abandonné comme compliquant la construction sans profit réel pour la régulation du mouvement, qui est suffisamment assurée par le volant et la grande vitesse du moteur.

Les vibrations des cylindres horizontaux ont, en marche, l'avantage de se composer avec le mouvement de la voiture ; au repos, l'inconvénient de pouvoir, sur une rampe même faible, provoquer intempestivement le démarrage de la voiture. Mais le principal défaut de l'horizontalité est de donner lieu à une ovalisation et de nécessiter, de temps à autre, un alésage.

Les cylindres verticaux sont plus difficiles à loger.

§ 9. — Refroidissement des cylindres.

Avec les vitesses qui sont devenues courantes, le refroidissement des cylindres est une question très importante. C'est le plus souvent au procédé classique du courant d'eau, circulant autour de la chambre d'explosion ou même de tout le cylindre, qu'on a recours. Le mouvement du liquide (parfois assuré simplement par les différences de densités qui se produisent dans le circuit, le cylindre étant disposé à la partie basse de ce dernier) est en général obtenu à l'aide d'une pompe spéciale. Ce procédé a le gros ennui de nécessiter de fréquents ravitaillements, surtout en été : dans beaucoup de voitures, il faut à peu près tous les 20 kilomètres remplacer le liquide évaporé. Pour combattre l'échauffement de l'eau, beaucoup de constructeurs la font très justement circuler dans des tubes ou serpentins : ceux de MM. Grouvelle et Arquembourg, munis de disques pour augmenter leur pouvoir radiant, sont très employés.

Les petits moteurs sont simplement pourvus d'ailettes, le plus souvent en fonte, faisant partie intégrante du cylindre. M. Diligeon active autour d'elles la circulation d'air frais, à l'aide d'un ventilateur ; M. Lepape, grâce à l'aspiration que produisent les gaz de l'échappement. Mais on peut se demander si le refroidissement obtenu sera suffisant pour les moteurs de 5 et 6 chevaux. Il semble à de bons esprits qu'au-dessus de 2 chevaux la circulation d'eau est nécessaire.

§ 10. — Pistons et bielles.

Les pistons, sans tige, sont très longs, de manière à se guider eux-mêmes ; parfois un manchon creux les prolonge. Les bielles, directement fixées aux pistons, attaquent par leurs autres extrémités les vilebrequins de l'arbre moteur. MM. Roser et Mazurier fixent la bielle au piston par un ajustement à rotule.

mélange carburé n'est pas aussi rapide qu'on pourrait le croire, si l'inflammation se produit au moment où le piston est au point extrême de sa course, la combustion n'a pas le temps de se faire complète et la force expansive du mélange n'est pas intégralement utilisée. Elle l'est mieux quand l'allumage est produit un peu avant la fin de la période de compression.

§ 11. — Mise en marche.

La mise en marche du moteur s'obtient à l'aide d'une manivelle, qui permet d'imprimer quelques tours à l'arbre. A cet effet, certaines voitures sont munies d'un dispositif pour ouvrir la soupape d'échappement, afin de supprimer la résistance provenant de la compression du gaz se trouvant dans le moteur au repos. La manivelle est montée, au moment voulu, sur un arbre auxiliaire, disposé à l'arrière de la voiture ; il faut donc, après chaque arrêt du moteur (ne pas confondre avec ceux plus fréquents de la voiture), que le chauffeur descende de son siège pour le remettre en marche.

§ 12. — Bruit et odeur des moteurs à pétrole.

Qui dit bruit et odeur dit vibrations parasites et combustion défectueuse du mélange, par cela même mauvaise utilisation de l'énergie potentielle de l'essence. A ces deux points de vue, les moteurs à pétrole laissent à désirer. Nous reviendrons plus tard, en parlant de la suspension des voitures, sur les moyens d'atténuer l'effet des trépidations sur les voyageurs.

Pour diminuer le bruit et la poussière que les gaz de l'échappement soulèveraient s'ils venaient librement rencontrer le sol, on les envoie, au sortir du cylindre, dans un pot d'échappement ou *silencer*, ordinairement formé par un cylindre horizontal, ne communiquant avec l'air extérieur que par un tube percé de petits trous.

Quant à l'odeur, on ne fait rien pour la supprimer et diminuer la trainée fâcheuse que laisse après elle toute automobile à pétrole ; c'est un tort.

Déjà quelques appareils ont été proposés dans ce but, qui restent inappliqués : tel celui de M. Chevalet, composé de quelques anneaux scrubbers, analogues à ceux des usines à gaz, remplis de frisons de menuisier, arrosés avec de l'eau ou mieux avec de l'huile.

§ 13. — Consommation.

On n'a malheureusement pas fait d'expériences systématiques pour fixer la consommation des divers moteurs. Les chiffres donnés par les constructeurs, sans l'indication précise de la qualité d'essence employée et surtout des conditions dans lesquelles le moteur a travaillé, ne sont pas comparables entre eux. Ceux que nous reproduirons dans la suite ne devront être admis que sous le bénéfice de ces observations. Nous pouvons cependant dire que la consommation par cheval-heure oscille de 0 lit. 450 à 0 lit. 900 d'essence¹.

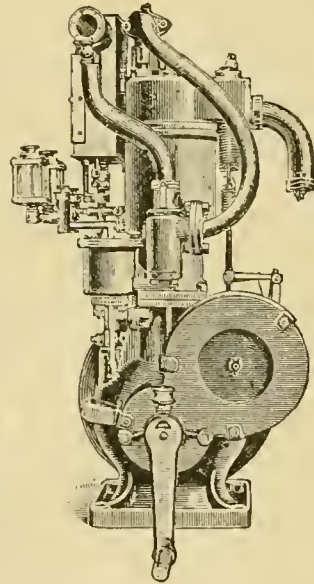
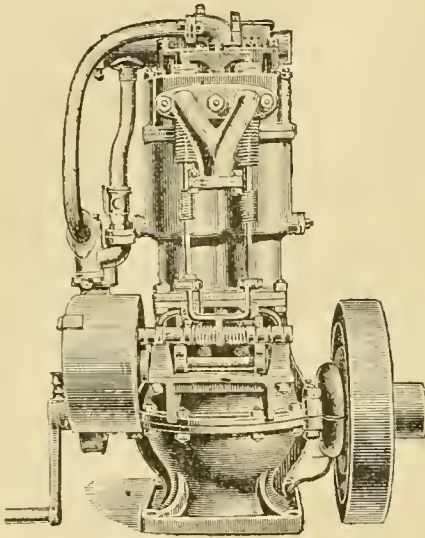


Fig. 15 et 16. — Vues extérieures du moteur Daimler-Phénix. — La figure 17 en donne une coupe schématique.

VI. — DESCRIPTION DES PRINCIPAUX TYPES DE MOTEURS A PÉTROLE.

Maintenant que nous avons analysé les divers organes dont se composent les moteurs à essence, il nous sera facile de faire, en quelques mots, la synthèse de leurs principaux types, en commençant par le moteur Daimler, qui a ouvert la voie à tous les autres

et qui a dernièrement reçu d'importants perfectionnements de MM. Levassor et Panhard².

§ 1. — Moteur Phénix-Daimler.

Dans le Phénix-Daimler actuel, on ne retrouve plus l'inclinaison des deux cylindres par rapport à la verticale, ni les soupapes placées dans les pistons, et qui, soulevées par les fourchettes à la fin de la

¹ Jusqu'ici, on a cherché à réaliser des moteurs simples et d'un fonctionnement sûr, plus qu'on ne s'est préoccupé de la dépense. A mesure que se perfectionnera la construction automobile, on recherchera davantage l'économie du moteur.

² Pour éviter les redites inutiles, il sera entendu qu'à moins de stipulation contraire l'admission se fait par soupapes automatiques, et l'échappement par soupapes que commandent des leviers et des cames, celles-ci montées sur un axe tournant deux fois moins vite que l'axe moteur ; que, s'il y a un régulateur mécanique, c'est un appareil à force centrifuge, agissant et maintenant fermées les soupapes d'échappement ; que les cylindres sont refroidis par un courant d'eau maintenu en circulation par une petite pompe rotative.

course, permettraient d'opérer dans chaque cylindre une chasse d'air pour balayer les produits de la combustion ; à cet effet, la boîte renfermant le mécanisme formait réservoir d'air comprimé ¹.

Le Phénix-Daimler, dont les figures 15 et 16 donnent deux vues extérieures et la figure 17 l'installation sur une automobile, se fait avec 2 ou 4 cylindres verticaux accolés deux à deux ; dans le moteur à 4 cylindres, un seul groupe travaille dans les endroits faciles du parcours ; quand toute la puissance devient utile, un dispositif très ingénieux

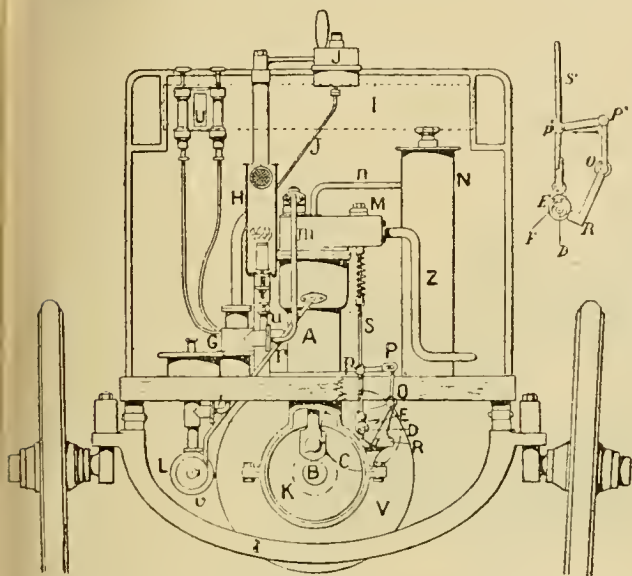


Fig. 17. — Installation du moteur Daimler-Phénix sur une automobile. — A, cylindres ; B, arbre moteur ; C, engrenage de retard ; D, arbre distributeur ; E, E' cames commandant par les tiges S, S' les soupapes d'échappement ; F, virole consistant en une partie cylindrique suivie d'une came ; elle est montée sur l'arbre D et peut glisser le long de cet arbre, sous l'action du régulateur à force centrifuge (également monté sur l'arbre D, mais non représenté dans la figure) ; quand la virole F occupe sa position normale, les tiges S, S' sont actionnées par des talons d'enclenchement à cames et l'échappement se fait par le tuyau Z : quand cette virole est tirée par le régulateur, la came de F se substitue à sa partie cylindrique et fait osciller R O P ; mais la soupape S est encore ouverte, parce que la bielle Pp a en P un jeu considérable ; la soupape S', au contraire, est maintenue fermée parce que sa tige, écartée de sa position habituelle, ne peut plus être enclenchée par son talon ; J, petit réservoir d'essence ; j, tuyau amenant l'essence aux brûleurs ; H, lanterne des brûleurs ; G, carburateur Daimler-Phénix déjà décrit ; m, tuyau amenant le mélange carburé aux cylindres ; L, pompe centrifuge assurant la circulation de l'eau ; n, galet, entraîné par le volant V et actionnant la pompe L ; N, bouteille de condensation de la vapeur après le passage de l'eau autour des cylindres ; U, graisseurs ; o, godets pour admettre quelques centimètres cubes d'essence dans les cylindres à la mise en train.

vient agir sur le régulateur et fait entrer en jeu le second groupe ².

¹ Les chasses d'air constituaient, dans l'esprit de l'inventeur, une des principales causes du succès de son moteur et de sa faible dépense. Or, depuis qu'au profit de la simplicité de l'ensemble on les a supprimées, le moteur n'en marche que mieux et ne semble pas dépenser davantage.

² L'un des gros avantages du Phénix-Daimler sur l'ancien

§ 2. — Moteur Peugeot.

Le nouveau moteur Peugeot se compose de deux cylindres horizontaux, dont les pistons attaquent

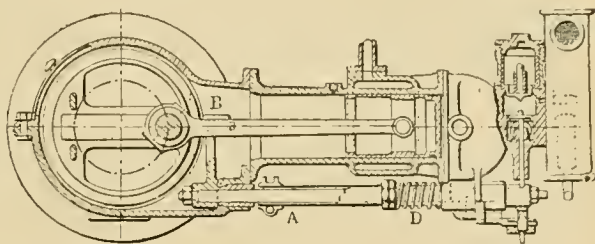


Fig. 18.

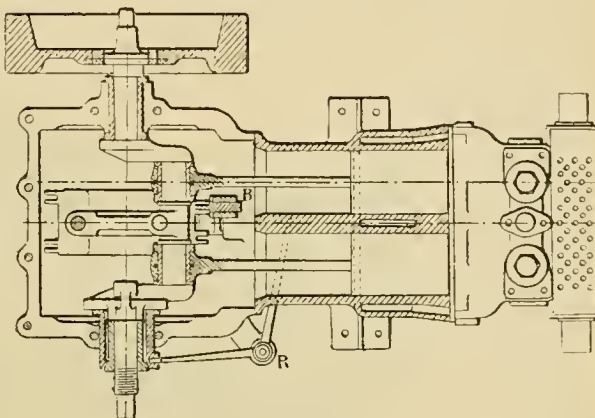


Fig. 19.

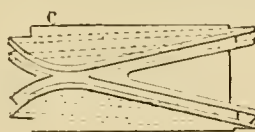


Fig. 20.

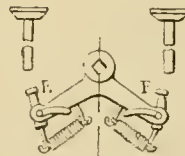


Fig. 21.

Fig. 18 à 21. — Moteur horizontal Peugeot. — Fig. 18. Coupe verticale. Fig. 19. Coupe horizontale. Fig. 20. Came de distribution. Fig. 21. Commande de l'échappement.

A, arbre de distribution auquel le coulisseau B, mobile dans la rainure de la came C, communique des déplacements angulaires, qui sont transmis à la pièce EF, en forme de V renversé ; les petits leviers qui terminent cette pièce viennent alternativement soulever les soupapes d'échappement. Si la vitesse du moteur devient excessive, un régulateur centrifuge, logé dans la chambre à manivelle, surmonte la résistance du ressort D et repousse, par les leviers R, la douille entourant l'arbre A. Ce mouvement fait avancer une pièce spéciale qui, venant agir sur les prolongements des leviers de EF, les fait basculer, en tendant leurs petits ressorts, et les empêche d'ouvrir les soupapes d'échappement. La marche du moteur peut aussi être réglée par la suppression temporaire de l'arrivée de l'essence dans le carburateur : à cet effet, dans l'ajutage o (fig. 9) est établi un robinet transversal qu'un ressort tend continuellement à ouvrir, mais que les leviers R du régulateur ferment lorsque la vitesse augmente : le moteur n'aspire alors que de l'air et l'explosion ne se produit pas.

Daimler est la facile accessibilité de ses organes : dans ce dernier, pour arriver aux soupapes, force était de démonter la lanterne des brûleurs, les brûleurs et diverses pièces de tuyauterie ; il ne fallait pas moins d'une heure. Avec le Phénix, il suffit de dévisser un écrou. Celui-ci est aussi

un même vilebrequin. La carburation se fait par l'appareil à jaillissement de la figure 9, l'allumage par tubes incandescents (fig. 18 à 22). Comme pour le Phénix, les pistons, bielles et vilebrequins sont enfermés dans un carter, au fond duquel se trouve de l'huile, qui, par barbotage ou projection, assure le graissage continu de ces organes.

§ 3. — Moteur Benz.

Le type primitif n'a qu'un seul cylindre horizontal. Pas de régulateur. Carburateur à simple léchage, sans niveau constant. Allumage électrique. 300 tours environ à la minute. En somme, moteur fort simple, mais lourd : le moteur de 4 chevaux pèse 165 kilos, soit 41 kilos par cheval, et la voiture qu'il actionne consomme, paraît-il, 1 litre d'essence par 10 kilo-

mètres ; à raison de 20 kilomètres à l'heure, cela ne ferait que 0 lit. 500 par cheval-heure, si la force développée était bien de 4 chevaux, mais cette consommation doit être augmentée car le moteur ne marche

pas ordinairement à plein travail. Le moteur Benz se fait aussi à deux cylindres jumeaux, parfois à deux cylindres opposés. Beaucoup de constructeurs l'emploient, plus ou moins modifié, principalement dans la forme jumelle.

§ 4. — Moteur Gauthier-Wehrlé.

Deux cylindres horizontaux, opposés pour annuler leurs vibrations ; les deux vilebrequins à 180° tournent dans un carter à huile. Carburateur à pulvérisation, dans lequel on peut admettre une

beaucoup plus léger que l'ancien Daimler (20 kilos par cheval, au lieu de 30 et 35).

Diamètre des cylindres	0 ^m ,080
Course des pistons	0 ^m ,120
Poids. { 2 cylindres, 4 chevaux	85 kilos
{ 4 cylindres, 8 chevaux	155 —
Nombre de tours par minute	850
Compression du mélange au point mort par centimètre carré	2 kil. 8
Pression approximative après l'allumage par centimètre carré	12 kilos
Rendement organique	75 %
Consommation par cheval-heure essence à 0,700	0 lit. 65

quantité d'essence variable, ce qui permet d'obtenir pour la voiture des allures différentes, sans toucher aux organes de changement de vitesse. Allumage par l'électricité, ou plus souvent par tubes. Pour une voiture à 4 places, le moteur a 5 chevaux de force ; la vitesse normale est de 600 tours à la minute.

§ 5. — Moteur Amédée Bollée.

Deux cylindres horizontaux. Les bielles attaquent un même vilebrequin, dans un carter. Régulateur à force centrifuge. Allumage par incandescence. Refroidissement par courant d'eau, à circulation naturelle.

Diamètre des cylindres	0 ^m ,095
Course	0 ^m ,160
Tours par minute	660
Force	6 chev. 5

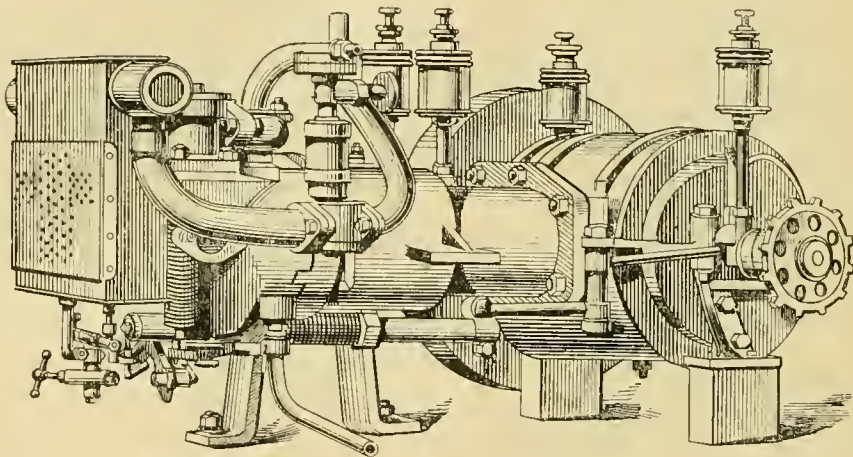


Fig. 22. — Moteur horizontal à essence de pétrole, système Peugeot (vue extérieure).

§ 6. — Moteur Brouhot.

C'est le type fixe de ce constructeur un peu allégé. Deux cylindres horizontaux juxtaposés. Manivelles parallèles. Carter. Allumage électrique. Force de 4 à 12 chevaux.

§ 7. — Moteur Landry-Beyroux.

Moteur de type fixe appliqué, presque sans modifications, à l'usage automobile, robuste, mais un peu lourd. Un seul cylindre vertical. Admission commandée mécaniquement par came et leviers, comme l'échappement. Régulateur centrifuge agissant sur l'ouverture de la soupape d'admission, mais dont l'action est gênée par un ressort pour permettre au moteur d'atteindre 500 tours et plus par minute. Pour faciliter la mise en marche, la compression est réduite, et il y a un dispositif de retard à l'allumage, afin que l'électricité ne jaillisse qu'après franchissement par le piston de son point mort ; on évite de la sorte toute contre-explosion, qui tendrait à renverser la marche du moteur.

§ 8. — Moteur Lepape.

Deux cylindres verticaux. Carburateur Lepape (fig. 12 et 13). Allumage électrique, par piles ou accumulateurs, avec une bobine par cylindre, ce qui permet de marcher sans inconvénient avec un

seul cylindre : cet allumage comporte une avance pouvant faire varier la vitesse de 400 à 1.200 tours par minute. Refroidissement sans eau, par ailettes verticales et radiales, fondues avec la culasse du cylindre, et à travers lesquelles circule un courant d'air très actif; celui-ci est dû à la position du moteur sur la voiture et à l'aspiration produite par l'échappement, dirigé à cet effet dans une tubulure faisant suite à une gaine, qui entoure le bas des cylindres. Un graisseur à départs multiples reçoit son mouvement du moteur et lui assure une lubrification proportionnelle à sa vitesse. La figure 23 est le schéma de l'arbre de distribution de ce moteur.

§ 9. — Moteur Cambier.

Trois cylindres horizontaux juxtaposés. Manivelles calées à 120°. Dans le volant est logé un régulateur à boules, qui limite la vitesse à 450 tours par minute. Ce moteur, destiné à la propulsion d'une diligence, peut développer une puissance de 30 chevaux; pour faciliter sa mise en marche, on a recours aux deux procédés

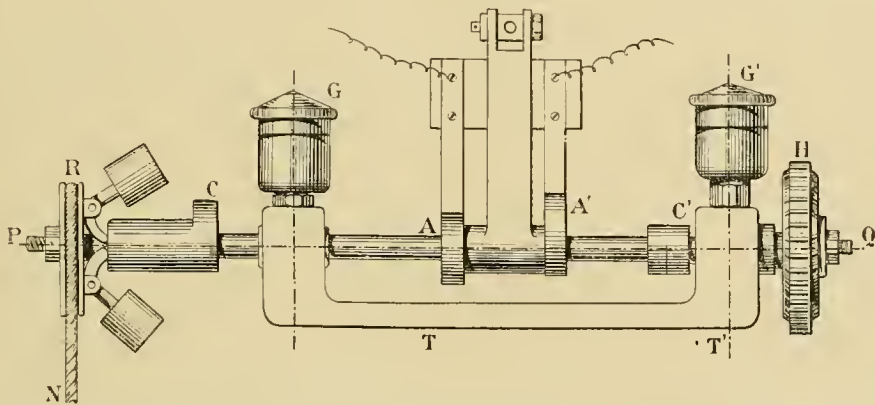


Fig. 23. — Arbre de distribution du moteur Lepape (élévation). — A, A', cames d'allumage; C, C', cames de distribution; R, régulateur à boules. Quand le moteur marche trop vite, le régulateur, en poussant sur la droite la came C, l'empêche de provoquer l'ouverture de la soupape d'échappement correspondante, dont le cylindre cesse alors de fonctionner. G, G', graisseurs des paliers; N, corde allant actionner le graisseur à départs multiples du moteur; H, roue dentée recevant, par une chaîne Galle, le mouvement du moteur.

§ 10. — Moteur Mors.

Quatre cylindres, disposés par paires, à 45° de part et d'autre d'un plan vertical; leurs bielles agissent sur un même arbre par des manivelles calées à 180°, le tout renfermé dans un carter. Régulation par la proportion d'air admise dans le carburateur, qui est à pulvérisation, et celle du mélange carburé introduit dans les cylindres. Allumage électrique par accumulateurs et dynamo. Refroidissement par circulation d'eau autour des chambres d'explosion et par ailettes autour des cylindres. 800 tours.

M. Mors s'est dernièrement mis à construire des moteurs à deux cylindres verticaux, genre

Phénix, en conservant toujours son allumage électrique.

§ 11. — Moteur P. Gautier.

Quatre cylindres verticaux, dont les manivelles sont montées par paires, sur deux arbres, à vilebrequins rectangulaires, et reliés par deux pignons, pour que le mouvement de l'ensemble soit plus régulier. Le tout dans un carter. Admission assurée mécaniquement comme l'échappement. Régulateur à boules empêchant l'ouverture de l'admission. Carburateur mixte. Inflammation par tubes de platine. Consommation annoncée : 0 lit. 500 par cheval-heure.

§ 12. — Moteur Roser-Mazurier.

Remarquable parce qu'il constitue une tentative heureuse pour utiliser la chaleur, ordinairement

perdue, des gaz d'échappement. Deux cylindres à essence de pétrole (ou à pétrole lampant) envoient les résidus de leurs combustions dans un troisième cylindre, du type des moteurs à air chaud, où ils réchauffent

une certaine quantité de gaz, qui y a été préalablement comprimée (pour éviter que les gaz brûlés ne soient l'objet d'une détente brusque et dès lors d'une perte de travail).

Les deux cylindres à pétrole sont verticaux; l'admission et l'échappement sont assurés mécaniquement. L'allumage se fait par tubes incandescents. Le cylindre à air chaud est aussi vertical, logé entre les deux cylindres à pétrole, et entouré d'une gaine d'air chaud pour maintenir sa température élevée. Il travaille à simple effet; mais à chaque tour de l'arbre moteur, il reçoit une charge de gaz brûlés et a dès lors une course motrice. Les manivelles des trois cylindres sont calées à 90° les unes des autres. Le constructeur affirme que l'économie réalisée est de 30 % et que la consommation ne dépasse pas 300 grammes par cheval-heure¹.

¹ *Locomotion automobile*, 10 mars 1898, p. 150.

VII. — GÉNÉRATEURS ET MOTEURS ÉLECTRIQUES.

L'automobile devant, à la différence de certains tramways qu'un fil relie à l'usine, emporter avec elle son générateur d'électricité, ne peut avoir recours qu'à une pile ou à un accumulateur. La pile étant, jusqu'à nouvel ordre, inapplicable¹, il ne lui reste que l'accumulateur. Et le seul jusqu'ici pratique est l'accumulateur plomb-plomb².

On sait les difficultés inhérentes à sa construction : établir entre la matière active et son support une adhérence suffisante pour résister aux variations de volume et de cohésion produites par le jeu des charges et décharges successives : pour les accumulateurs de traction, le résultat est d'autant plus difficile à obtenir que les vibrations de la voiture tendent à altérer cette adhérence. En outre, ces accumulateurs doivent présenter une grande puissance spécifique (puissance par unité de poids total) pour assurer le démarrage de la voiture, une grande énergie spécifique pour lui permettre un parcours suffisant³, une légèreté aussi grande que possible pour diminuer le poids mort transporté. Ces conditions, plus ou moins contradictoires, rendent particulièrement difficile leur fabrication.

Ceux qui ont été employés jusqu'ici sont presque tous à oxydes rapportés, avec supports de négatives en plomb doux ordinaire et supports de positives en plomb antimonié⁴. Les dimensions de

¹ Il est facile de prouver, comme l'a fait M. Hospitalier, que les 5 à 10 kilowatts-heure qu'une voiture doit pouvoir journellement consommer, occasionneraient une dépense de 15 à 30 francs, et, avec la faible énergie spécifique de la pile 14 à 5 watts-heure par kilo de poids total), le transport de 1.000 à 2.000 kilos. (*Locomotion automobile*, numéros du 13 Janvier 1898 et suivants. — *Notes électromobiles*. Nous ne saurions trop recommander la lecture de ces notes aux personnes peu familiarisées avec la science électrique, et désireuses de se mettre au courant de ses applications à l'automobilisme.)

² Un de ses éléments représente une force électro-motrice d'environ 2 volts (qui reste constante pendant la plus grande partie de la décharge, pourvu que celle-ci ne soit pas trop rapide), une résistance de 0,01 ohm, une intensité maximum de courant de 200 ampères, suffisante pour fondre un fil de cuivre de 2 à 3 millimètres de diamètre (d'où la nécessité de prendre des précautions pour éviter les courts circuits).

³ Il ne faut pas confondre, dans un générateur, la *puissance*, qui mesure l'effort auquel il peut, à un moment donné, faire face, et l'*énergie*, qui représente la continuité dont il est capable dans le développement de cet effort. La première, produit de la force électro-motrice par l'intensité du courant, se mesure en watts, la seconde en watts heure.

⁴ La séparation entre les plaques positives et négatives est ordinairement obtenue à l'aide de feuilles d'ébonite ou de celluloid, de quelques dixièmes de millimètre d'épaisseur, percées d'un très grand nombre de petits trous de 1 à 2 millimètres de diamètre. Bien qu'une solution riche en acide soit peu favorable à la conservation des électrodes, M. Hospitalier n'hésite pas à conseiller celle de 35° Baumé, à cause de l'accroissement de force électro-motrice et de débit résultant de son emploi, et de la réduction qu'elle permet dans le poids de

leurs éléments peuvent varier, mais leur nombre reste fixé à 40 ou 44, par la nécessité de les recharger, en les disposant en série sur les distributions d'énergie électrique au potentiel ordinaire de 110 volts, et par la faculté qu'il faut se réserver de les répartir en quatre batteries égales, commodes à grouper diversement.

L'un des plus en faveur est l'accumulateur Fulmen, dont les constantes sont :

Puissance utile spécifique, en watts par kilo. . . . 5,3
Énergie utile spécifique, en watts-heure, par kilo. . . 26¹

Ces deux chiffres permettent de calculer le poids d'accumulateurs nécessaire pour actionner une automobile donnée, dans des conditions de vitesse et de profil déterminées. On trouve que 360 kilos d'accumulateurs peuvent, sans rechargement, faire parcourir à une voiture d'une tonne 90 kilomètres, à la vitesse de 18 kilomètres à l'heure, sur un parcours faiblement accidenté².

L'*accumobile* est donc possible; nous allons voir qu'elle présente des qualités uniques d'élasticité et de maniabilité.

Les accumulateurs envoient leur courant au

l'eau transportée. Les récipients, pour être légers, sont en celluloid ou ébonite; le premier serait préférable à la seconde, s'il n'avait le grand défaut d'être inflammable; il a déjà causé plusieurs incendies d'automobiles. Peut-être pourra-t-on, au jour ou l'autre, employer un tissu péragamoïde, le carton comprimé, laqué ou caoutchouté. Les couvercles doivent être hermétiques, avec un petit trou pour permettre le départ des gaz pendant la charge.

¹ Au régime de 5 watts par kilo, l'accumulateur Fulmen renferme donc plus de 25 watts heure par kilo; si l'on porte le régime de décharge spécifique continue à 10 watts, ou si on l'abaisse à 2,5 watts, l'énergie spécifique devient 20 et 30 watts-heure. Cela prouve que l'on perd en énergie ce que l'on gagne en puissance, et inversement. Il ne faut pas oublier que les accumulateurs se conservent d'autant mieux qu'on les soumet à des régimes de décharge plus modérés.

² Pour assurer la propulsion d'une voiture de 1.000 kilos, à la vitesse de 5 mètres à la seconde, avec un coefficient de traction égal à 2,5 %, il faut fournir à la jante des roues une puissance de $25 \times 5 = 125$ kilogrammètres, soit environ 1.250 watts. Si on admet des rendements de 0,8 pour le moteur électrique et de 0,9 pour la transmission entre son arbre et l'essieu, les accumulateurs devront fournir

$\frac{1.250}{0,9 \times 0,8} = 1.800$ watts. Ils pourront le faire au régime de

5 watts par kilo, s'il ont un poids de $\frac{1.800}{5} = 360$ kilos, soit

36 % de celui de la voiture. Les accumulateurs ayant, à ce régime, une énergie spécifique de 26 watts au kilo, marcheront 5 heures et feront parcourir à la voiture $18 \times 5 = 90$ kilomètres. M. Hospitalier avait cru devoir réduire ce chiffre d'un tiers pour tenir compte des pertes par démarrages, fausses manœuvres, pentes... Celles-ci sont supposées modérées; effectivement, l'élevation d'une tonne à 100 mètres représente 100.000 kilogrammètres, correspondant aux

bornes des accumulateurs à $\frac{100.000}{0,07} = 1.430.000$ kilogrammètres

$= \frac{1.430.000}{3.610}$ watts-heure = 400 watts-heure, ce qui, à raison

de 100 watts-heure par tonne-kilomètre, réduit le parcours de 4 kilomètres. Le Concours de fiacres vient de montrer que le taux de la réduction était exagéré.

moteur électrique chargé d'actionner la voiture ; le couple moteur fourni par celui-ci a pour expression $W = SH$, S étant la surface d'enroulement du moteur, constante avec ce dernier ; H , l'intensité du champ magnétique donnée par les électros ; I , l'intensité du courant. On peut, comme nous l'expliquerons bientôt, faire varier H et I , et dès lors le couple moteur : effectivement, celui-ci peut prendre des valeurs jusqu'à huit fois supérieures à sa normale. De plus, quand la vitesse diminue, la puissance du moteur augmente ; et inversement, lorsque la vitesse augmente, la puissance diminue : même dans certaines conditions, elle peut devenir nulle, puis négative (à ce moment, il y a récupération, le moteur faisant frein et fonctionnant comme dynamo, rechargeant les accumulateurs).

On comprend combien pareille élasticité est précieuse pour la conduite de la voiture. Nous n'avons pas besoin de faire remarquer qu'il n'y a rien d'analogue dans le moteur à pétrole, avec lequel le couple est constant, le seul moyen dont on dispose pour l'augmenter étant de faire varier la vitesse.

C'est à l'aide du *combineur* qu'on fait varier H et I , de manière à obtenir les changements de vitesse et le freinage de la voiture, comme d'ailleurs la mise en marche, la marche arrière et l'arrêt.

L'excitation des moteurs électriques appliqués aux voitures automobiles peut être réalisée de trois manières différentes.

L'excitation *séparée*, obtenue en envoyant dans les inducteurs le courant emprunté à quelques accumulateurs, donne un champ magnétique constant et une vitesse, qui ne dépend guère que de la différence de potentiel aux bornes du moteur. On règle cette vitesse en intercalant des résistances variables dans le circuit de l'induit, ou mieux en couplant diversement les quatre batteries d'accumulateurs¹.

Le champ magnétique étant constant, dès que la voiture dépasse une certaine vitesse, le moteur fonctionne comme dynamo. Malgré ses avantages, l'excitation séparée est peu employée, à cause des complications qu'elle entraîne dans le rechargement des accumulateurs, ceux qui ont servi à l'excitation n'étant pas épuisés comme les autres.

L'excitation *en série*, dans laquelle les inducteurs sont traversés par le même courant que les induits, est la plus simple ; elle est souvent employée et combinée avec le couplage varié des batteries. Mais elle a l'inconvénient de rendre la voiture sen-

sible aux moindres accidents de terrain, et de ne pas permettre la récupération.

L'excitation *shunt*, obtenue en branchant les inducteurs sur les bornes des accumulateurs qui alimentent l'induit, exige au démarrage un dispositif spécial pour éviter la brûlure du moteur et n'admet que le couplage en tension ; le moteur parti, elle offre les avantages de l'excitation séparée.

Parfois, on dispose sur l'induit deux enroulements, se couplant en tension pour le démarrage, en quantité pour la grande vitesse.

On peut aussi monter sur la voiture deux moteurs, actionnant chacun une roue. Les couplages de ces deux moteurs et de leurs excitations en série, en tension ou en quantité, joints aux couplages des batteries, permettent un grand nombre de combinaisons graduant la vitesse, mais compliquant le combineur, en laissant d'ailleurs sa manœuvre toujours aussi simple pour le conducteur.

VIII. — PUISSANCE A DONNER AU MOTEUR.

Quel que soit le moteur employé, à vapeur, à pétrole ou à électricité, si nous appelons P le poids du véhicule, f le coefficient de traction, c'est-à-dire le rapport de l'effort tangentiel au poids remorqué, v la vitesse de la voiture en mètres par seconde, R le rendement organique du moteur et de ses transmissions, le nombre de kilogrammètres qui devra être fourni par le moteur pour remorquer la voiture à la vitesse v sera égal à $\frac{Pfv}{R}$;

sa puissance en chevaux-vapeur devra, par suite, être égale à $\frac{Pfv^3}{75R}$.

Ce nombre est toujours très supérieur à celui des chevaux qu'il faudrait atteler au véhicule pour l'actionner dans les conditions données : il ne faut pas oublier que si le cheval ne peut développer normalement que 50 kilogrammètres par seconde, il peut, dans les coups de collier, en donner 100 et jusqu'à 500. On est donc forcé, pour avoir une marge suffisante, de prendre un moteur d'une force nominale beaucoup plus grande que le nombre de chevaux nécessaires.

Aussi les moteurs de 6 et 8 chevaux sont-ils devenus courants pour de simples voitures de tourisme.

Dans un prochain article, nous étudierons les transmissions.

Gérard Lavergne,

Ingénieur civil des Mines

¹ Le couplage en dérivation donne une force électromotrice de 20 volts, qui correspond à la petite vitesse ; le couplage en quantité de deux groupes de deux batteries préalablement couplés en tension donne 40 volts pour la moyenne vitesse ; le couplage en série des 4 batteries donne 80 volts pour la grande vitesse.

¹ Sur bon macadam et sur pavé assez régulier, f peut être pris égal à 0,025 en moyenne (à 0,020 pour voiture remorquée) sur palier ; sur montée ou sur descente, il faut lui ajouter ou lui retrancher le nombre de millièmes qui mesure la pente. R peut être pris égal à 0,50 pour les moteurs à vapeur ou à pétrole, à 0,65 pour les moteurs électriques.

LE MAROC ET LES CANARIES

Les touristes inscrits à notre prochaine croisière¹ se préparent actuellement au voyage par la lecture. Nous leur signalons, d'autre part², les livres à lire. En ce qui concerne l'Espagne et le Portugal, il y a abondance et grande variété d'ouvrages et de brochures remplis d'intérêt. Beaucoup moins riche étant la littérature relative au Maroc et à l'Archipel Canarien, nous avons pensé rendre service aux voyageurs en demandant à M. Verneau l'article suivant, qui résume, en quelques pages, l'état précis de nos connaissances sur ces régions. Tous les touristes, comme aussi les autres lecteurs, lui seront, avec nous reconnaissants de ce précieux concours.

LA DIRECTION.

I. — LE MAROC.

Le Maroc, ou plutôt *El Magreb* (l'Occident), comme disent les Arabes, est le pays du mystère; c'est à peine si l'on en connaît les limites d'une façon précise, ses frontières méridionales se perdant dans les sables du Sahara. Il s'étend entre 2° et 12° de longitude ouest et, approximativement, entre 27° et 36° de latitude nord. Sa superficie est d'environ 800.000 kilomètres carrés, mais les trois quarts de ce territoire échappent à l'influence du sultan. Les tribus du Sahara marocain, celles du Tidikelt, du Tonat et du Gourara acceptent tout au plus sa suprématie religieuse. Les populations du Rif, c'est-à-dire de presque tout le littoral méditerranéen, celles de la région située entre Fez et Maroc, à l'exception des habitants du littoral atlantique, les tribus du Chott Tigri et de l'Atlas central refusent à la fois l'impôt et le service militaire. En réalité, l'autorité de l'empereur n'est reconnue que dans l'ancien royaume de Fez (avec Tanger et Tétouan), dans le royaume de Maroc, entre l'Atlas et la côte atlantique, dans le Sous, dans les oasis du Tafilet et sur quelques points voisins de la frontière algérienne.

Le pays est parcouru, du nord-est au sud-ouest, par la chaîne du *Grand Atlas* (*Adrar Idraven* des indigènes, c'est-à-dire « la Montagne »), qui atteint sa plus grande hauteur (environ 4.500 mètres) au Djebel Tamjourt, au sud de la ville de Maroc. De nombreux contreforts partent de la chaîne principale et se dirigent vers le nord et le nord-ouest en diminuant graduellement de hauteur. Presque pa-

rallèlement au Grand Atlas court, plus au sud, le *Petit Atlas* ou *Anti-Atlas*, dont les points culminants atteignent 4.500 mètres d'après les uns, 3.000 mètres d'après les autres. Le Petit Atlas n'est séparé de l'*Adrar Idraven* que par la vallée de l'oued (rivière) Drâa et par celle de l'oued Sous. Au sud encore de l'Anti-Atlas s'étend le *Bani*, simple arête de grès dépourvue de végétation, qui ne s'élève guère à plus de 300 mètres au-dessus du sol environnant. En se dirigeant toujours vers le midi, on trouve d'autres faibles saillies rocheuses, qui sont désignées par les Marocains sous le nom de « serpents », parce qu'elles ressemblent de loin à de grands reptiles allongés sur le sol. On arrive enfin aux dunes et aux plaines de sable, qui ne sont que la terminaison du Grand Désert.

Au milieu des plaines situées entre les montagnes, on voit se dresser de nombreux monticules isolés, mesurant une centaine de mètres de hauteur; tels sont les massifs calcaires qu'on rencontre entre Mogador et Maroc et qui atteignent un niveau remarquablement uniforme.

Le Magreb est parcouru par huit grands fleuves, dont l'un, le *Sebou* (l'ancien *Subur* des Romains) est, après le Nil, le plus grand fleuve de l'Afrique du Nord. Il naît dans l'Atlas central, passe à 5 kilomètres de Fez et va se jeter dans l'Océan auprès de Mèhédia; en hiver, il débite 300 mètres cubes d'eau à la seconde; son parcours est d'environ 550 kilomètres. L'oued (fleuve) *Omm-el-Rbiah* naît aussi dans le centre de l'Atlas et, après un parcours de 700 kilomètres environ, va se jeter dans l'Océan, à Azémour; sa barre est, à marée basse, complètement ensablée. En été, on peut le traverser à gué sur certains points, mais en hiver il faut avoir recours à des barques. C'est dans l'Omm-el-Rbiah qu'on pêche les aloses les plus estimées du Maroc. Le *Tensift* prend naissance dans les collines du nord-ouest et se jette dans l'Atlantique entre Safi et Mogador. Sa barre est entièrement ensablée pendant l'été. Un pont permet de le traverser auprès de Maroc. Le *Sous* a son embouchure auprès d'Agadir. En hiver, il peut atteindre 250 mètres de largeur et débiter 800 mètres cubes à la seconde; mais, au mois de juillet, son débit n'est que de 3 mètres. L'oued *Noûn* amène à la mer les eaux du versant méridional du Petit Atlas. L'oued *Drâa*, dont le parcours est d'environ 1.200 kilomètres, arrive jusqu'à l'Océan pendant l'hiver; mais, en été, ses eaux se perdent dans les sables du Sahara. C'est ce qui se produit en toute saison pour l'oued *Ziz* (la rivière du Tafilet) et pour l'oued *Guir*, qui se

¹ VIII^e Croisière de la *Revue générale des sciences*, aux vacances de Pâques 1899 :

Les Canaries, Madère, Maroc, Espagne, Portugal.

² Voyez la présente livraison, pages 128 et 129.

dirigent directement vers le désert. Leurs eaux sont captées pour l'irrigation des dattiers et des cultures d'orge, de luzerne et de henné.

Du massif central s'échappe une autre artère, qui va se jeter dans la Méditerranée, un peu à l'est des îles Chaffarines : c'est la *Moulouia*. Sa pente est très rapide; ses berges, sablonneuses, sont couvertes de tamarins.

Au nord du Sebou, on rencontre encore deux rivières : l'*Oued-el-Khos* et l'*Oued-el-Kharoub*, qui se jettent à Larache et à Tahadert.

Tous ces cours d'eau sont, pendant l'hiver, de véritables torrents qui roulent des eaux rougeâtres. Ceux mêmes qui, en été, conservent des étiages sérieux, ne sont pas navigables à cause de la forte inclinaison de leur lit dans la presque totalité de leur parcours.

La côte méditerranéenne du Maroc est bordée par les montagnes abruptes du Rif et présente à peine quelques lambeaux de plages, quelques mauvais abris pour de petits navires. Tanger offre une rade assez médiocre. Le littoral atlantique est bordé de dunes fixées par des bosquets de lentisques; de distance en distance s'élève une falaise, dont la plus considérable est celle du *cap Cantin*. Au sud de Mogador, toute la côte est basse et sablonneuse. De Tanger jusqu'à l'extrémité méridionale du Maroc, on ne rencontre qu'une plage basse et dangereuse que les navires doivent éviter. Les ports ne sont que des embouchures de rivières ou des mouillages en pleine côte, souvent fort dangereux pour les vaisseaux qui s'y aventurent.

Le Maroc est peu connu au point de vue minéralogique. Les massifs montagneux situés immédiatement au nord-ouest du Grand Atlas paraissent composés, près de la côte atlantique, de couches crétacées disposées en assises stratifiées. L'Atlas lui-même, dans sa portion occidentale, comprend, au nord-ouest, des roches sédimentaires parmi lesquelles les schistes dominent; dans sa partie culminante, on rencontre peu de roches sédimentaires, mais, en revanche, beaucoup de roches cristallines et des masses de porphyre; enfin, le versant sud-est montre de nouveau des schistes en grande abondance. Nous avons déjà signalé les grès qui s'étalent au sud du Petit Atlas.

Tout le sol marocain paraît receler d'immenses richesses minéralogiques. Des gisements de houille ont été signalés près de Tanger; le sel gemme, le soufre abondent dans les montagnes; le fer, le cuivre, l'antimoine pourraient être exploités sur une foule de points. Plusieurs mines d'argent ont été rencontrées, notamment dans la région où l'*Oued Sous* prend naissance. L'une d'elles est exploitée par des Juifs pour le compte d'un cheik indépendant; le minerai en est très riche et à fleur

du sol. Des analyses faites en Angleterre ont montré une richesse comparable pour les minerais de cuivre; certains échantillons recueillis aux environs de Taroudant ont donné jusqu'à 60 % de ce métal. Le plomb, l'étain, le nickel sont loin d'être rares, et l'or a été trouvé sur plusieurs points, disséminé en paillettes ou en grains, associé au quartz ou au spath. Le lit des rivières du Sous en contient des quantités appréciables. On suppose que le Rif, qui renferme beaucoup de cristal de roche et d'améthystes, doit posséder d'autres pierres précieuses.

La flore du Maroc ressemble beaucoup à celle du sud de l'Espagne; cependant un dixième environ des végétaux sont propres au pays. Parmi les plantes qui poussent spontanément, nous citerons l'acajou, l'alpiste, l'arganier, le câprier, le caroubier, le chêne, le chêne-liège, la coloquinte, les euphorbes, le fenouil, le jujubier, le laurier-rose, le lentisque, le pyrèthre, le santal, le tamarin, le tournesol, etc. L'arganier forme encore de vastes forêts, surtout dans le voisinage de Mogador. C'est un arbre de 3 mètres de haut, à bois dur et résistant. Il donne un fruit de la grosseur d'une prune, que mangent les vaches et les chameaux. Le noyau renferme une amande d'où on extrait une huile qui sert à l'alimentation des Arabes. Cette huile pourrait être utilisée pour la fabrication du savon et le graissage des machines et il serait facile d'en tirer un million d'hectolitres par an, si l'exportation n'en était interdite.

Grâce à la fertilité de son sol et à son climat, tempéré dans le nord, chaud dans le sud, le Maroc se prête aux cultures les plus variées. Mais l'indigène ne plante que pour ses besoins et pour payer l'impôt. Toutefois, certains produits végétaux font l'objet d'un commerce d'exportation; ce sont les amandes, l'anis, le blé, le carvi, les citrons, le coriandre, le cumin, les dattes, les feuilles de rose, le fenu grec, les fèves, les gommés, le henné, l'huile d'olives, les lentilles, le maïs, les noix, les oranges, l'orge, les pêches, les pois chiches, les racines d'iris, le sésame, le sorgho et la sparte. Tout cela vient presque sans soins, les procédés de culture étant des plus primitifs. L'empire marocain pourrait aisément produire plus de 100.000.000 d'hectolitres de blé chaque année, et il n'en donne pas même 30.000.000.

Le dattier pousse jusqu'à Tanger, mais il n'y donne pas de fruits. Le henné est un arbuste qu'on cultive dans le Tafilet et aux environs de Mazagan. Avec ses feuilles desséchées, on fait une pâte d'un brun rougeâtre qui sert à teindre les ongles et les mains des musulmans. La vigne et le tabac pourraient être cultivés sur une vaste échelle.

La faune marocaine ressemble à celle de l'Algérie; le lion et la panthère ont complètement dis-

paru du nord. Parmi les animaux sauvages, il convient de citer le chacal, le chat, la hyène, le jaguar, le lynx, le sanglier, le renard, l'antilope, la gazelle, etc. Il existe encore des singes; mais ce qui pullule, ce sont les cigognes, les tortues d'eau et de terre et les serpents.

Les animaux domestiques sont nombreux, notamment les chevaux, les chameaux, parmi lesquels le *méhari* ou chameau coureur, les mules, les ânes, les bœufs, les chèvres et les moutons. La volaille se trouve partout en abondance. L'exportation de tous ces animaux étant interdite, les indigènes n'envoient en Europe que des cornes, des laines, des peaux de chèvres et de vaches, des cuirs et des œufs.

Les pêcheries sont une source de richesse pour le pays. On pêche l'alose, le rouget, l'anchois, le *temnodon saltator*, la sole, le turbot, le maquereau et surtout la sardine. Le thon, les langoustes et les crevettes sont forts abondants sur une partie de la côte atlantique.

En somme, le Maroc est un pays fertile, riche au point de vue de la faune et des productions minérales, et cependant son chiffre d'affaires ne dépasse guère 100 millions par an. C'est que le sultan n'entend pas ouvrir son empire au commerce étranger et qu'il est hostile à tout progrès. Dans le Magreb, malgré l'arrivée des Arabes et l'introduction de l'islamisme, rien n'a changé depuis vingt siècles. De 1468 à 1769, les Portugais ont eu des établissements assez importants sur la côte atlantique; les Espagnols possèdent aujourd'hui leurs *presidios* sur la côte méditerranéenne; ni les uns ni les autres n'ont pu faire pénétrer la civilisation dans ce pays fermé. Non seulement il n'existe pas de voies ferrées, mais les routes font elles-mêmes défaut. De Fez à Tanger, on rencontre des sentiers dont on ferait de bonnes voies carrossables en construisant quelques ponts; on préfère les conserver comme ils sont. Pour se rendre de Fez à Maroc, le souverain suit le chemin des caravanes: il gagne d'abord Rabat, puis longe la côte jusqu'à Mazagan et se dirige ensuite vers l'intérieur. Malgré la nombreuse escorte qui ne le quitte pas, il n'oserait s'aventurer à l'intérieur de son empire.

Le Maroc renferme, en effet, beaucoup de tribus pillardes, qui, nous l'avons dit, ne reconnaissent nullement l'autorité du sultan. La population est des plus mélangées: elle se compose de Berbères, d'Arabes, de Maures, de Juifs et de Nègres. Le chiffre total des Marocains paraît s'élever à environ 8,000,000 d'individus; mais les auteurs sont loin d'être d'accord sur ce point, et les chiffres que nous trouvons dans leurs ouvrages varient entre 2 et 15 millions.

Les Berbères représentent le plus ancien élé-

ment ethnique de la contrée. Grands, robustes, parfois bruns, parfois blonds, ils sont toujours d'un caractère hardi et belliqueux. Ils ont de tout temps opposé une résistance énergique aux envahisseurs, et presque partout ils ont réussi à conserver leur indépendance. Quelques-unes de leurs tribus sont alliées au sultan et il en est même qui ont accepté son autorité; mais elles ne payent l'impôt que lorsqu'elles ne sont pas assez fortes pour le refuser. Tout en ayant embrassé l'islamisme, les Berbères ne sont nullement fanatiques. D'une grande sobriété, ils vivent du produit de leurs troupeaux et de quelques maigres récoltes. A part les nomades du sud et certaines tribus demi-nomades du nord et du sud, ils habitent des maisons en pierre.

Les Arabes, arrivés à la suite des invasions du vi^e et du xi^e siècles, ont fini par s'établir en maîtres. Sauf les peuplades qui vivent au sud de l'Atlas, les autres sont sédentaires; la grande majorité réside dans les villes.

Les Maures sont des métis d'Arabes et de Berbères. Aussi astucieux que les premiers, mais plus instruits et plus industriels, ils se livrent au commerce et occupent les emplois les plus importants.

Les Juifs sont répandus dans tout le Maroc, dans les villes comme dans les campagnes. Traités en parias, ils sont arrivés cependant, grâce à leur intelligence et à leur activité, à accaparer à peu près toute la banque et le commerce. Le soir on les parque dans un quartier à part (mellah), où ils restent enfermés jusqu'au jour. Tanger est la seule ville qui ne possède plus son mellah; les chrétiens l'ayant entièrement souillée, il est devenu inutile d'isoler les Juifs.

Dans l'empire du sultan, les israélites doivent porter un costume de couleur sombre. Jadis, ils devaient marcher pieds nus; aujourd'hui on leur tolère les babouches, mais il leur faut les enlever en passant devant les mosquées. Le cheval est un trop noble animal pour eux et ils sont obligés de se contenter de la mule. Tout musulman peut leur faire subir toute sorte de vexations, sans qu'ils aient le droit de protester. On voit souvent des gamins tirer par la barbe quelque vieillard juif, qui n'a d'autre préoccupation que de ne pas blesser l'assaillant, même involontairement.

Les Nègres sont pour la plupart des esclaves amenés du Soudan. La condition des captifs au Maroc n'est d'ailleurs pas plus dure que dans la plupart des autres contrées africaines. A certaines époques, on voit arriver dans les villes du sud-ouest, notamment à Mogador, de grandes caravanes apportant à la côte les produits de Tombouctou et de la région du Tchad; à ces époques,

on peut observer des représentants de tous les principaux types de l'intérieur.

En dehors des quelques produits végétaux et animaux dont l'exportation est permise et qui font l'objet d'un certain trafic dans les ports, les transactions commerciales portent aussi sur quelques objets manufacturés dont l'énumération suffira pour donner une idée de l'industrie du pays. Ces objets comprennent des *haïques*, grandes pièces de laine, de soie ou de coton que les Maures mettent par-dessus leur costume et qui sont fabriquées à Fez ou à Wassan; des *ceintures* fabriquées à Fez; des *coussins* et des *babouches*, soit en cuir, soit en velours (de Fez); des *portières*, des *tapis* (de Casablanca, d'Azemor ou de Tanger); des *cruches*, des *plats*, des *vases* en terre (de Fez); des *lampes*, des *cassolettes* (de Tétouan); des *bijoux* (bracelets en or ou en argent, agrafes, épingles de cravate, anneaux, bagues, boucles d'oreilles), fabriqués à Tanger. Les *fusils* viennent de Tétouan, les *sabres* et les *poudrières*, de Fez, les *poignards* recourbés, en argent ou en cuivre, les *couteaux*, les *éperons* argentés, de Méquinez. Mogador et Tanger ont le monopole des plateaux en cuivre.

Mais l'industrie est dans le marasme, comme le commerce, comme l'agriculture. Le petit industriel, pas plus que le paysan, n'a intérêt à s'enrichir. Dès qu'il possède quelque chose, il est exposé à se voir dépouiller par le cheïk, qui le sera par le pacha, lequel le sera à son tour par les vizirs auxquels le sultan fera dégorger les richesses qu'ils auront entassées; du haut en bas de la société, les plus gros mangent les plus petits. Dans les régions insoumises, il n'existe aucune sécurité pour l'étranger; le pillage y est pratiqué sur une vaste échelle. Dans les contrées qui payent le tribut, dans les villes, l'indigène lui-même n'est pas assuré du lendemain. S'il n'a pas assez soigneusement caché sa fortune, il sera jeté en prison sous un prétexte quelconque et dépouillé de son avoir.

Le jour où le Maroc ne sera plus soumis au régime de l'arbitraire, lorsqu'il sera ouvert au commerce des nations civilisées, son sol pourra être mis en valeur, ses mines seront exploitées, ses productions de toutes sortes feront pénétrer le bien-être dans des régions où tout le monde paraît aujourd'hui misérable. Mais ce n'est pas par lui-même que le peuple marocain se relèvera de sa déchéance actuelle. Abandonné à ses propres ressources et à son fanatisme, il ne reverra jamais cette ère de prospérité qu'il a connue sous les dynasties des Almoravides et des Almohades, lorsqu'il avait ses historiens, ses astronomes, ses mathématiciens et ses poètes; lorsque son commerce et son agriculture l'avaient rendu assez riche, assez puissant pour soumettre Grenade, Tlemcen et Tom-

bouctou. En s'isolant du reste du monde, en fermant la porte à tout progrès, les chérifs ont amené cette décomposition que l'on constate dans tout leur empire. Les ports ouverts aux Européens (Tétouan, Tanger, Larache, Rabat, Casablanca, Mazagan, Sali et Mogador) se maintiennent à peine, malgré le développement de la marine marchande. Le pays se meurt, et il ne peut être sauvé que par une tutelle intelligente. Il y perdra sans doute en pittoresque, mais on ne verra plus alors inexploitées toutes les richesses agricoles et minières qui foisonnent dans le Maroc.

II. — LES CANARIES.

L'archipel canarien, qui se compose de sept îles habitées et de quelques îlots déserts, est situé entre 27°38 et 29°25 de latitude nord; entre 13°40 et 20°30 de longitude ouest. Il n'est séparé du cap Juby et, par suite, des provinces sahariennes du Maroc, que par un détroit de 101 kilomètres de largeur. Les îles habitées sont, en allant du nord-est au sud-ouest : Lancerotte, Fortaventure, Grande-Canarie, Ténériffe, Gomère, Palme et Fer.

On a voulu voir dans les Canaries les restes de l'Atlantide, ou bien les Gorgades, les Hespérides, les Champs-Élysées des Anciens; mais les récits des auteurs grecs ne peuvent laisser aucune doute sur ces contrées; elles doivent être reléguées dans le domaine de la fable. Il est incontestable, cependant, que les Canaries ont été visitées dès une époque fort reculée : les Phéniciens les fréquentaient peut-être, et il est à peu près démontré que les Carthaginois les ont connues. Les Romains les connurent également, et Juba le Jeune, de Mauritanie, y envoya une expédition. Le souvenir s'en perdit assez rapidement, et si les voyageurs arabes ont abordé dans l'archipel canarien au VIII^e et au X^e siècle, il est certain qu'en Europe on ignorait son existence.

Ce fut à la fin du XIII^e siècle qu'un Génois d'origine française, Lancelot Maloïsel, vint jeter l'ancre en face de Lancerotte. Au XIV^e siècle, on connaissait encore si peu les Canaries que le pape Clément VI les croyait au nombre de onze, dont une aurait été placée dans la Méditerranée. En 1402, un baron normand, Jean de Bethencourt en entreprit la conquête et il en fit hommage à Henri III, roi de Castille. Depuis cette époque, l'archipel canarien appartient à la couronne d'Espagne.

Les sept îles habitées, avec leurs dépendances, occupent une superficie de 7.167 kilomètres carrés. Les côtes en sont fort déchiquetées et généralement bordées par de hautes falaises; de-ci de là s'étendent quelques plages, le plus souvent formées d'un sable volcanique noirâtre. Malgré les sinuosités des rives,

il n'existe que fort peu de baies capables d'abriter des navires. Le port de Sainte-Croix de Ténériffe n'est qu'une mauvaise rade ouverte à tous les vents d'est. Seule, la Grande-Canarie possède un excellent port de refuge situé à 5 kilomètres de la ville de Las Palmas, à laquelle il est relié par une bonne route et par un tramway à vapeur. Aussi tout le mouvement, toute la vie se sont-ils concentrés dans cette île.

L'archipel entier n'est composé que de roches volcaniques : partout s'élèvent des montagnes séparées par de profonds ravins à parois presque verticales. Des volcans dressent leurs cimes à chaque pas, et parmi eux il en est qui sont à peine somnolents. En 1763, la *Montaña del Fuogo* (Lancerotte) ensevelissait plusieurs villages sous la lave. A Ténériffe, une partie de la ville de Garachico était détruite en 1703 par une coulée de lave sortie d'un des nombreux cratères qui entourent le pic de Teyde. Et bien souvent le pic lui-même se couronne de nuages formés par les émanations qui s'échappent du volcan.

C'est peut-être aux Canaries qu'on rencontre les plus beaux cratères de soulèvement du monde entier ; celui de l'île de la Palme mesure 12 kilomètres de circonférence et 5.000 pieds de profondeur ; celui de Tirajana, à la Grande-Canarie, atteint 40 kilomètres de tour, et les Cañadas de Ténériffe dépassent 60 kilomètres.

De tous côtés, d'ailleurs, on observe des signes de soulèvement : à 200 mètres au-dessus de Las Palmas, par exemple, se trouvent des couches fossilifères renfermant de nombreux animaux exclusivement marins. C'est à un soulèvement, ou plutôt à une série de soulèvements que l'archipel doit son origine : ce sont les forces volcaniques qui ont fait surgir à 1.951 mètres le point culminant de la Grande-Canarie, à 2.358 mètres celui de la Palme et à 3.711 mètres le sommet du pic de Ténériffe.

Au milieu des masses de basalte, qui forment parfois des *orgues* splendides (à la Gomère) : au milieu des trachytes, des phonolites, des laves et des innombrables roches éruptives dont se compose l'archipel, on rencontre, au fond des ravins ou sur quelques terrasses, des terres meubles formées de sable, de cendres et de débris provenant de la désagrégation des autres éléments minéralogiques ; elles sont d'une fertilité inouïe. Lorsqu'on peut avoir de l'eau pour irriguer ces terres, on fait trois et quatre récoltes par an. C'est que la température est extrêmement propice à la végétation. En hiver, le thermomètre descend rarement à 12°, voire même à 15° au dessus de zéro, et pendant l'été la température oscille entre 30 et 35° à l'ombre. Toutefois, les diverses zones n'ont pas

un climat uniforme : à de faibles altitudes, la chaleur est extrême, tandis que les hauts sommets se couvrent de neige. Il en résulte qu'on peut passer presque insensiblement d'un climat extrême à un climat tempéré ; il en résulte aussi que, suivant l'altitude, il est possible de se livrer aux cultures les plus variées. Deux obstacles rendent l'agriculture difficile : l'inclinaison du sol et la sécheresse. On lutte contre le premier en maintenant les terres à l'aide de petits murs en pierres sèches et en formant des séries de terrasses superposées. Il n'est pas aussi aisé de remédier au second obstacle. Depuis que le déboisement a été pratiqué sur une vaste échelle, il pleut rarement aux Canaries, et les sources sont très clairsemées. Dans les îles où il en existe, on les capte avec le plus grand soin, on construit des kilomètres d'aqueducs et des réservoirs fort coûteux pour amener l'eau dans sa propriété, car, selon le proverbe du pays, « qui trouve un filet d'eau possède un filon d'argent ».

Il serait fastidieux d'énumérer toutes les plantes qu'on cultive dans l'archipel : les céréales, les légumineuses, poussent à côté des pommes de terres et des patates ; la vigne produit des vins fort estimés ; le figuier de Barbarie donne des fruits qui entrent pour une bonne part dans l'alimentation des insulaires, en même temps qu'il sert à l'élevage de la cochenille ; les palmiers, les bananiers, se dressent à côté des haies d'agave ; les orangers, les citronniers se mêlent aux oliviers, aux mûriers, aux figuiers, aux anones, aux papayérs, etc. Et lorsqu'on atteint les zones moyennes, on voit croître pêle-mêle les poiriers, les pommiers, les pruniers, les pêchers et tous les arbres de nos régions. Plus haut encore, des châtaigniers atteignent des dimensions colossales. La canne à sucre et le tabac sont cultivés sur une vaste échelle. En un mot, les végétaux de toutes les parties du monde ont été acclimatés dans ces îles fortunées.

La végétation sauvage est non moins curieuse. Quelques ravins possèdent encore des lentisques et des dragonniers. Partout croissent de gigantesques euphorbes, d'innombrables sempervivums, des cinéraires, l'alpiste, le carthame, des mousses, parmi lesquelles il convient de citer l'orseille (*Rocella tinctoria*). Sur les montagnes, la *retama blanca* (*Cytisus rubigenus*) étale de toute part ses baïssons couverts de fleurs odorantes. D'autres cytises, des adenocarpus se rencontrent aussi à la limite de la zone de la végétation.

Mais ce qui imprime à cette flore un cachet de grandeur imposant, ce sont les arbres des forêts canariennes, forêts qui se réduisent de plus en plus sous la hache du paysan. On reste stupéfait en présence de lauriers dont le tronc atteint jusqu'à

9 mètres de circonférence, de bruyères de 20 mètres de hauteur, d'ilex aussi grands, de mocans, d'arbousiers, de *vináticos* (*Persea indica*), de hêtres presque aussi gigantesques. Ailleurs ce sont des conifères, des pins, des sabinés qui dressent leurs cimes sur les versants et au sommet des montagnes. Au milieu de tous ces géants, des mousses, des renoncules, des *sempervivums*, des fraisiers, des violettes, des fougères ne laissent pas apercevoir le sol. C'est à regret qu'on quitte ces oasis où un dôme verdoyant vous met à l'abri des chauds rayons du soleil.

La faune ne présente pas autant de variété. Les Mammifères ne sont guère représentés que par nos animaux domestiques et par le dromadaire, sans compter le rat et surtout le lapin qui est devenu un véritable fléau. Des troupeaux de chèvres et de montons broutent sur toutes les montagnes. Les oiseaux n'offrent guère d'espèces spéciales, sauf le serin et quelques fringilles. Dans les îles du Nord, on rencontre l'outarde. Partout se trouvent en grand nombre les corbeaux, les perdrix, les cailles, les merles, les pigeons. Ces derniers sont presque aussi redoutés des cultivateurs que les lapins, car lorsqu'ils s'abattent en rangs serrés sur un champ, il est souvent nécessaire de recommencer les semailles. Les reptiles ne comptent que des sauriens, mais ils pullulent. Les batraciens ne vivent guère que dans les étangs. Quant aux insectes, aux arachnides et aux mollusques, ils foisonnent dans tous les ravins.

La population de l'archipel canarien s'élève à environ 300.000 habitants, la plupart d'origine espagnole. Toutefois, dans les campagnes, l'élément ancien continue à jouer un rôle, quoique tous les insulaires se considèrent comme de purs hidalgos. Tous sont catholiques, tous parlent le castillan, quel que soit le sang qui coule dans leurs veines. Mais quand on étudie leurs caractères physiques, on arrive vite à se convaincre que les Guanches et les autres tribus qui vivaient dans ces îles avant le xv^e siècle n'ont pas entièrement disparu.

Dans les villes, les habitants vivent à l'euro-péenne : leur costume est le nôtre, leurs habitations sont confortables, leurs occupations très variées. Las Palmas, aujourd'hui détrôné Sainte-Croix de Ténériffe, depuis que S. E. Don Fernando de Léon y Castillo, l'ambassadeur actuel d'Espagne à Paris, l'a dotée du beau port dont il a été question. C'est une ville de plus de 30.000 habitants, avec cathédrale, théâtre, musée, casino, hôpital, marché, excellents hôtels, etc. Elle possède, en outre, de véritables palais, de fort belles maisons particulières, une agréable promenade ; elle est le siège de l'évêché et de la Cour d'appel (*audiencia*), et bientôt elle sera éclairée à la lumière électrique. De là partent des routes qui ne sillonnent pas encore toute l'île, mais

qui permettent déjà d'en parcourir une partie en voiture.

Les gens des campagnes ont presque tous renoncé à leur vieux costume, à part les bergers. La plupart se livrent à l'agriculture. D'une sobriété remarquable, ils se nourrissent de laitage, de *goffo* (farine torréfiée), de poisson salé, de figues de Barbarie, de figues ordinaires et des différents fruits qu'ils récoltent. Leur honnêteté est digne des plus grands éloges.

Tous naissent musiciens et quelque peu poètes. Avec une guitare ou une flûte en roseau, ils accompagnent des chants souvent improvisés. La danse et la lutte peuvent compter parmi leurs distractions favorites.

L'industrie est peu avancée chez ces gens. Les poteries, qui se fabriquent dans certaines localités, se font sans le secours du tour. Des corbeilles, des paniers en roseau, des nattes en palmier, des toiles, des couvertures en laine, des chapeaux en feutre, des chaussures dont la semelle est formée d'un morceau de cuir de vache muni de ses poils, des selles et des bâtis sont les objets les plus communs qui sortent des mains des indigènes. Ils fabriquent encore des meules à bras pour le golio et d'excellents filtres qu'ils tirent d'un calcaire sous-marin. Enfin, de curieux couteaux, dont le manche se compose de rondelles serrées par un écrou, sont d'un usage général.

Cependant les Canariens, quoique peu instruits, sont remarquables par leur intelligence. Ils apprennent avec une grande facilité et ils excellent dans les professions manuelles. On rencontre aisément des maçons, des charpentiers, des menuisiers, des serruriers, des peintres, etc., capables d'exécuter les mêmes travaux que les ouvriers de nos villes. Nous avons même vu, dans des localités très retirées, des artificiers qui se tiraient fort bien d'affaire.

Mais ce n'est pas l'industrie qui peut, en réalité, ramener l'aisance dans l'archipel canarien. A l'époque où la cochenille se vendait à un prix élevé, le pays était riche. On commit alors la grande faute de négliger toutes les cultures, à part celle du nopal, et le jour où les couleurs d'aniline ont fait tomber à presque rien la valeur de l'insecte, la gêne s'est partout fait sentir. Ce sont les produits du sol, notamment la canne à sucre, la vigne, le café, le tabac et toutes les plantes qui poussent à merveille, c'est la pêche, c'est également l'élevage qui permettraient aux Canariens de voir renaitre l'âge d'or qu'ils ont connu lorsque la cochenille avait atteint son apogée.

D^r R. Verneau,

Assistant au Muséum.

REVUE ANNUELLE DE PHYSIOLOGIE

Le principal événement de l'année 1898, au point de vue du physiologiste, c'est la réunion du quatrième Congrès international de Physiologie, qui a eu lieu à Cambridge (Angleterre), du 23 au 26 août dernier, en même temps que le quatrième Congrès international de Zoologie.

Les deux réunions ont un caractère un peu différent. Celle des zoologistes est un grand Congrès, à existence officielle, avec séances d'apparat, où les sommités scientifiques se produisent devant un auditoire nombreux et plus ou moins mondain. Les différents Gouvernements s'y font représenter par des délégués. Les zoologistes y coudoient les gens du monde et parfois les grands de la terre. On leur offre des réceptions officielles, des galas, des banquets.

Le Congrès des physiologistes a des allures plus modestes. L'accès en est strictement interdit aux non-physiologistes. Il n'y a pas d'actes imprimés. On n'y lit pas de longs discours, mais on y fait de la besogne pratique : des expériences, des démonstrations. Cette fois, le Congrès des physiologistes, grâce au voisinage de son parent riche, a présenté un cachet un peu moins *monacal* et même légèrement mondain : réception par le *Mayor* de Cambridge à la *Mansion-House* (Hôtel de Ville), fête de nuit chez le Vice-Chancelier, *conversazione* au *Fitzwilliam Museum*, banquet avec musique vocale dans le somptueux *Hall* de *Trinity College*, etc.

Hâtons-nous d'ajouter que la science sérieuse n'y a rien perdu. Malgré les distractions mondaines et les attraites des richesses artistiques des célèbres « colleges » et de leurs admirables jardins, le Congrès de Cambridge a été un grand succès scientifique, tant par le nombre exceptionnellement élevé (232 membres, dont 103 Anglais, 29 Français, 24 Allemands, 14 Américains, 10 Suisses, 10 Belges, etc.) et la valeur de ses participants, que par l'importance et la variété des sujets traités. Tous les grands problèmes actuellement à l'ordre du jour dans le domaine de la Biologie expérimentale y ont été abordés et discutés.

Il me semble que je ne puis mieux faire que de prendre comme canevas, pour cette revue de Physiologie les notes se rapportant aux sujets traités au Congrès de Cambridge, quitte à faire, quand l'occasion s'en présentera, quelques additions ou quelques digressions. J'en avais agi de même il y a trois ans, lors du troisième Congrès de Physiologie réuni à Berne¹.

¹ On sait que le premier Congrès s'est réuni à Bâle en 1889, et le second à Liège en 1892.

I. — DÉCISIONS CONCERNANT DES QUESTIONS D'INTÉRÊT GÉNÉRAL.

Outre les nombreuses expériences et démonstrations annoncées, le Congrès de Cambridge avait à son ordre du jour deux points intéressant la généralité des physiologistes : la question de la *Bibliographie*, mise en avant par M. Charles Richet, et celle de l'*Unification des méthodes*, proposée par M. Marey.

Le troisième Congrès international, réuni à Berne en 1895, s'était déjà occupé des règles de *Bibliographie physiologique* et de la classification des sciences physiologiques. Une Commission composée de MM. Bowditch (Boston, U. S. A.), Foster (Cambridge), Kronecker (Berne), Mosso (Turin) et Ch. Richet (Paris), avait été chargée de s'entendre avec la *Royal Society* de Londres, pour l'élaboration d'un *Classement général et méthodique des sciences physiologiques*, devant servir de base pour la classification bibliographique, et de présenter un Rapport au Congrès de Cambridge.

Dans l'intervalle, deux classifications physiologiques avaient vu le jour.

Celle de M. Charles Richet, d'après le système décimal de Dewey, adoptée par la *Société de Biologie* de Paris, et par la *Bibliotheca physiologica*, de M. Richet, et celle de la *Royal Society* de Londres, qui sans doute servira de canevas pour les travaux de Physiologie dans l'*International catalogue of scientific Literature* qui se publiera à partir de 1900.

La question n'était plus entière. Il a semblé préférable de ne pas l'aborder à la réunion de Cambridge, d'autant plus que l'un des membres les plus compétents en matière bibliographique, M. Richet, n'avait pu se rendre à Cambridge.

Le Congrès s'est borné à adopter la proposition suivante, présentée par M. Kronecker, membre de la Commission :

« Il est désirable que les index bibliographiques contiennent, à côté du titre de chaque publication, une indication sommaire de son contenu (en deux ou trois lignes), indication autant que possible rédigée par l'auteur.

« Il est désirable que les directeurs de périodiques scientifiques suivent sur ce point l'exemple de la *Royal Society* de Londres, et joignent à chaque numéro une feuille volante contenant l'indication des sujets traités dans chaque mémoire ».

Le second point d'intérêt général concerne les moyens d'arriver à uniformiser les méthodes employées en Physiologie, notamment de rendre comparables entre eux les différents *inscripteurs physiologiques*.

C'est une question qui préoccupe depuis longtemps M. Marey.

L'*Intermédiaire des Biologistes* contenait, dans son premier numéro (5 novembre 1897), un appel de l'illustre Maître, dont nous reproduisons ici un passage :

« Les applications de la méthode graphique à la Physiologie expérimentale se sont rapidement étendues et le nombre des phénomènes dont on doit aujourd'hui inscrire le cours est considérable. Mais en même temps, le nombre des appareils inscripteurs s'est accru; or, tous ces instruments ne traduisent pas d'une manière également fidèle les phénomènes qu'ils inscrivent. Il arrive parfois que deux physiologistes, étudiant avec des instruments différents un même phénomène, obtiennent des courbes très dissemblables.

« Il n'y a pas lieu d'accuser de ces désaccords une méthode qui n'en est point responsable, mais il faut rechercher dans les vices de construction des instruments la cause des résultats incohérents qu'ils ont donnés.

« ... La construction des instruments de Physiologie est souvent livrée à des ouvriers sans instruction; pour eux, le meilleur instrument est celui qui donne les tracés les plus amples. Il arrive que des médecins et des physiologistes se laissent séduire par cette apparence de sensibilité des instruments, oubliant que, pour l'inscription des mouvements rapides, l'amplitude des courbes cache la fidélité des indications.

« Cet état ne peut durer; le prolonger serait discréditer la méthode graphique, décourager les travailleurs ou laisser encombrer la science d'une quantité de documents erronés.

« ... Les appareils enregistreurs ne sauraient échapper à cette obligation de donner des indications précises et concordantes entre elles. Pour arriver à ce résultat, il sera nécessaire d'établir une entente entre les physiologistes de tous pays. Le modèle d'une entente de ce genre a été donné par la Commission internationale du mètre.

« Dans une circonstance récente, en ouvrant le congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences dans la ville de Saint-Etienne, je signalais le danger de livrer à l'arbitraire la construction des appareils inscripteurs et je montrais la nécessité de former une Commission internationale de Physiologie chargée de créer des types uniformes d'instruments pour les divers besoins de la Physiologie. L'unification et le contrôle des instruments ne peut être qu'une œuvre internationale; personne en effet ne peut imposer un type d'instrument ni une unité de mesure. »

Le Congrès de Cambridge fut unanime pour s'associer aux considérations développées par M. Marey. Désirant leur donner une consécration pratique, il adopta la résolution suivante :

« Il est créé une Commission internationale pour l'étude des moyens de rendre comparables entre eux les divers inscripteurs physiologiques et d'une façon générale d'uniformiser les méthodes employées en Physiologie. »

Cette Commission est formée de MM. Bowditch (Boston U. S. A.), Foster (Cambridge), von Frey (Zurich), Kronecker (Berne), Marey (Paris), Mislavsky, Mosso (Turin) et Weiss (Paris).

Chacun de ces commissaires, dans le pays qu'il représente, recueillera les avis de ses collègues et ceux des physiciens les plus compétents. Il se tiendra en

relations avec M. Marey. Enfin, tous les commissaires se réuniront en septembre 1900 à la Station physiologique de Paris où seront centralisés et discutés les résultats déjà obtenus.

Sur la proposition de M. von Frey, M. Hürthle (Breslau) fut adjoint à la Commission.

Les membres présents à Cambridge décidèrent de procéder dès à présent à une certaine division du travail.

La besogne fut provisoirement répartie de la façon suivante :

M. Bowditch (Boston U. S. A.), *Méthodes générales*;

M. Foster (Cambridge), *Kymographie*;

M. Kronecker (Berne), *Chronographie*;

M. Mosso (Turin), *Enregistrement de la respiration*;

MM. Marey (Paris), et von Frey (Zurich), *Inertie et comparabilité des instruments*;

M. Weiss (Paris), *Myographie*.

II. — CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. SANG. LYMPHE.

Les communications concernant la Chimie physiologique ont été assez nombreuses à Cambridge pour nécessiter la création d'une Section spéciale, fonctionnant d'une façon indépendante. Nous ne signalons ici que les communications qui présentent un intérêt général.

§ 1. — Albuminoïdes.

M. Kossel¹ (Marburg) a fait sur la structure probable de la molécule d'albumine une communication du plus haut intérêt.

Les têtes des spermatozoïdes du Saumon, de l'Éslurgeon, du Corégon, etc., sont formées d'une combinaison d'acide nucléinique et de protamines. (Miescher, Kossel). Les *protamines* soumises à chaud à l'action de l'acide sulfurique étendu, absorbent de l'eau, et se scindent en fournissant un mélange de trois bases azotées à six atomes de carbone, et à constitution relativement simple; l'*histidine* de Kossel, $C^6H^9Az^3O^2$ (*pro parte lysatinine* de Drechsel), l'*arginine* (partie de la *Lysatinine* de Drechsel), $C^6H^{11}Az^4O^2$, de Schulze et Steiger, et la *Lysine* de Drechsel (acide caproïque diamidé) $C^6A^1Az^2O^2$. Ces trois corps sont également des produits constants de l'hydrolyse de tous les albuminoïdes examinés jusqu'à présent.

M. Kossel admet qu'ils constituent, sous forme de *protamines*, le noyau central de la molécule d'albumine. Sur ce noyau se grefferont des chaînes latérales, plus ou moins nombreuses et variées. Pour la spongine et la gélatine, ce seront le *glycocolle* et

¹ Zeits. f. Physiol. Chemie, t. XXII; Sitzungsber. Marburg, 1897-1898.

d'autres *acides amidés* de la série grasse; pour l'*antipeptone*, ces mêmes acides et la *tyrosine*; pour les albumines ordinaires, les *acides amidés* gras, la *tyrosine* et un ou plusieurs groupes sulfurés, etc.

Nous entrevoyons ainsi, pour la première fois, la possibilité d'une division chimique des albuminoïdes, basée sur l'étude qualitative et quantitative de leurs produits d'hydrolyse, et aussi la possibilité d'ébaucher, dans un avenir plus ou moins éloigné, une formule de structure pour ces corps si longtemps indéchiffrables.

Les combinaisons de *protamines* et d'*acide nucléinique* correspondent, au moins pour les têtes de spermatozoïdes des Salmonides, à la *chromatine* des histologistes, c'est-à-dire à la substance que l'embryologie moderne considère comme le support, la base physique des propriétés héréditaires paternelles. C'est elle, et elle seule, qui transmet à l'embryon les qualités du père et de ses ascendants.

Pendant longtemps les matières albuminoïdes ont été considérées comme des substances *colloïdes* typiques (par opposition aux *crystalloïdes* de Graham), c'est-à-dire des substances ne dialysant pas à travers les membranes organiques et ne cristallisant pas. Cependant Maschke, Schmiedeberg, Drechsel, Grübler, etc., étaient parvenus à retirer de certaines graines végétales des globulines cristallisées. Mais ce n'est qu'en 1890 que Hofmeister, appliquant au blanc d'œuf le procédé de Grübler, réussit à faire cristalliser une albumine d'origine animale. Puis Gürber et Michel obtinrent également des cristaux d'albumine du sérum sanguin.

M. Hopkins¹ (de Londres) a imaginé un perfectionnement de la méthode de Hofmeister pour la préparation de l'albumine cristallisée, qui consiste, après avoir filtré le liquide albumineux (blanc d'œuf, sérum), saturé à moitié par le sulfate d'ammoniaque, à introduire avec précaution du sulfate d'ammoniaque, jusqu'à production d'un trouble léger. On ajoute alors une quantité d'acide acétique (dilué à 10 %) suffisante pour produire un léger précipité permanent, et l'on attend. Au bout d'un petit nombre d'heures, il se forme une abondante cristallisation, sans que l'évaporation du liquide intervienne.

M. Maillard (Nancy) a décrit un procédé analogue pour la cristallisation de l'albumine du sérum.

Il est donc bien établi aujourd'hui que les matières albuminoïdes, tant animales que végétales, peuvent présenter l'état cristallin. Cette constatation a son importance, car, si une solution d'albumine est capable de cristalliser, on est en droit de la considérer comme une solution vraie et non plus comme une pseudo-solution. On pourra donc

légitimement l'utiliser pour la détermination de la grandeur moléculaire de l'albumine par la méthode *cryoscopique*.

La cristallisation permettra aux physiologistes qui étudient les propriétés chimiques de l'albumine, d'opérer dorénavant sur des produits purs. La cristallisation, en effet, offre incomparablement plus de garanties de pureté que les dissolutions et précipitations successives par les sels neutres, auxquels on recourait jusqu'ici.

§ 2. — Coagulation du sang.

J'ai analysé ici, l'an dernier, les travaux de M. Delezenne sur la coagulation du sang, notamment sur l'action de la peptone. L'auteur a apporté à Cambridge les résultats de ses dernières recherches, que l'on peut formuler ainsi¹ :

La substance anticoagulante contenue dans le sang après injection de peptone est un produit dérivé de la destruction des *leucocytes*; elle présente une grande ressemblance chimique avec l'*histone* de Lilienfeld.

L'immunité conférée par une première injection de peptone vis-à-vis d'une seconde injection, est due à la résistance des leucocytes à la destruction. Cette résistance est vraisemblablement liée à la production d'une *antitoxine* qui protège les globules blancs contre l'action destructive de la peptone. En effet, le sérum d'un animal immunisé par la *peptone*, injecté dans le péritoine d'un autre animal, rend celui-ci réfractaire à l'action leucocytaire et à l'action anticoagulante d'une injection intravasculaire de peptone pratiquée consécutivement.

D'autre part, une injection préalable de *peptone* peut immuniser les animaux contre les effets anticoagulants des injections intraveineuses de sérum d'anguille, d'extrait de muscles d'écrevisse, de ferments solubles, de toxines microbiennes, etc. Dans toutes ces conditions, l'immunité est encore la conséquence d'une augmentation de résistance des leucocytes à la destruction.

§ 3. — Lymphé.

Il existe, comme on sait, deux théories sur le mode de formation de la lymphe : la *théorie mécanique* de Ludwig, qui considère la lymphe comme un produit de filtration du plasma sanguin à travers l'*endothélium* vasculaire, et la *théorie de Heidenhain*, qui fait jouer à l'*endothélium* vasculaire un rôle actif et prépondérant dans la sécrétion de la lymphe.

M. Asher² (Berne) a appelé l'attention sur un facteur dont l'importance a été quelque peu

¹ *Arch. de Physiol. norm. et pathol.*, p. 508, 568, 1898.

² *Zeits. f. Biol.*, I. XXXVI, p. 454, 1898, et t. XXXVIII p. 261, 1898.

négligée jusqu'à présent : l'intervention des éléments vivants des tissus dans la formation de la lymphe. Pour lui, la lymphe n'est ni un produit de filtration mécanique du plasma sanguin, ni un produit de sécrétion de l'endothélium vasculaire, mais bien un produit de l'activité des organes, comme l'indiquent un grand nombre de faits, notamment les suivants : Les périodes d'activité des glandes salivaires, du corps thyroïde, des organes digestifs entraînent une augmentation de lymphe formée. L'injection intraveineuse de substances cristalloïdes, qui provoque la pléthore hydrémique et une augmentation de lymphe, exagère également l'activité des organes glandulaires. Les lymphagogues constituent pour les cellules du foie un excitant puissant, d'où augmentation de la sécrétion de bile, comme l'auteur l'a démontré sur un chien porteur d'une fistule biliaire temporaire.

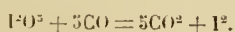
L'auteur considère la lymphe comme le véhicule des produits provenant des échanges organiques. Elle apporte ces produits aux ganglions lymphatiques qui les transforment; elle constitue l'excitant normal des ganglions lymphatiques qui réagissent par la formation de leucocytes.

D'après M. Floresce (Paris), la lymphe incoagulable, empruntée au canal thoracique du chien (après injection de propeptone ou d'extrait de têtes de sangsue) provoque la coagulation de la caséine du lait, d'où l'on doit conclure à la présence du ferment de la présure dans la lymphe. Diminution du ferment sous l'influence de l'abstinence.

III. — GAZ DU SANG. — RESPIRATION, OXYDATIONS, CHALEUR ANIMALE.

§ 1. — Gaz du sang.

M. Nieloux¹ (Paris) a fait la démonstration de la présence normale de petites quantités 1^{cc},4 par litre de sang d'oxyde de carbone dans le sang normal du chien; cette quantité augmente sous l'influence de l'anesthésie chloroformique, comme si le chloroforme se décomposait dans l'organisme au contact de l'alcali du plasma sanguin. L'oxyde de carbone fut recherché et dosé par l'anhydride iodique, I²O² :



Une communication de de Saint-Martin (absent) sur le même sujet a été distribuée aux membres du Congrès sous forme de tirés à part imprimés.

M. Haldane (Oxford) a démontré une méthode nouvelle pour l'extraction de l'oxygène du sang.

M. Barcroft (Cambridge) a présenté un appareil

qui permet l'extraction et l'analyse simultanée des gaz de plusieurs petites portions de sang recueillies à court intervalle.

§ 2. — Respiration.

M. Fletcher¹ (Cambridge) a fait la démonstration d'un appareil fort ingénieux, permettant d'exécuter rapidement et exactement le dosage de CO² dans un échantillon d'air (absorption de CO² par la baryte; titrage de la baryte par HCl). L'appareil a été construit pour étudier la production de CO² dans les tissus excisés, notamment les muscles de grenouille, le cœur de la tortue, la respiration des insectes, etc.

M. Johansson (Stockholm) a étudié la production de CO² sous l'influence du travail musculaire.

M. Laulanié² (Toulouse) a fait des séries parallèles de détermination des échanges respiratoires et de la thermogénèse (mesurée au calorimètre) sur les mêmes animaux. Il constate que la source unique de la chaleur animale réside dans les réactions chimiques de combustion respiratoire. Une vérification analogue avait déjà été faite il y a quelques années par Rubner. C'est une démonstration *a posteriori* que l'organisme animal obéit à la loi de la conservation de l'énergie, et qu'il ne peut pas plus créer l'énergie calorifique que la matière pondérable.

M. Langlois³ (Paris) montre, par une expérience concluante, que la résistance à l'asphyxie que présente le canard, animal plongeur, tient non à une plus grande quantité de sang, comme on l'admet généralement depuis Paul Bert, mais dépend d'un mécanisme nerveux spécial, amenant l'inhibition des échanges.

Un canard saigné d'un tiers de son sang résiste autant qu'un animal normal, c'est-à-dire pendant douze et même dix-sept minutes, alors qu'une poule meurt après une à deux minutes.

C'est le contact de l'eau qui provoque par voie réflexe (par l'intermédiaire du pneumogastrique) le ralentissement du cœur et, comme conséquence, l'inhibition des échanges respiratoires des tissus. L'empoisonnement par l'atropine supprime le réflexe et remplace le canard dans les conditions d'asphyxie rapide, même lorsqu'il est placé dans l'eau. D'autre part, l'asphyxie est également rapide malgré l'intégrité des pneumogastriques, si l'animal n'est pas plongé dans l'eau.

§ 3. — Oxydations.

M. Medwedew (Odessa), en étudiant l'oxydation de l'*aldéhyde salicylique* par les extraits des tissus.

¹ *Journal of Physiol.*, t. XXIII, p. 10, 1898.

² *Arch. Physiol.*, p. 538 et 748, 1898.

³ LANGLOIS et RICQET : *C. R. Soc. Biologie*, 1898.

¹ *Arch. de Physiol. norm. et path.*, p. 377, 434, 1898.

arrive à la conclusion que les ferments oxydants peuvent être considérés comme des corps suroxygénés, capables de céder leur oxygène sous forme active. Il y a lieu de penser que l'économie possède dans ces corps les sources de l'oxygène emmagasiné en vue des besoins ultérieurs.

M. Phisalix¹ (Paris) admet l'existence d'une *oxydase* dans la peau de la Grenouille et du Crapaud, en se fondant sur ce fait que le suc de peaux des *Batraciens* bleuit la teinture de *gaiac* et que l'extrait aqueux de peau noircit au contact de l'oxygène de l'air. Le chauffage préalable empêche ce changement de coloration.

§ 4. — Chaleur.

M. Ito (Berne) considère le duodénum et non le foie comme représentant l'endroit le plus chaud du corps. Il a fait des expériences sur l'élévation de température qui se produit après la piqûre du corps strié.

IV. — CIRCULATION.

§ 1. — Cœur.

Il y a quelques années, les physiologistes étaient, pour ainsi dire, unanimes à considérer l'ordre de succession des différentes phases de chaque révolution cardiaque (*a*, contraction du sinus veineux; *b*, contraction des oreillettes; *c*, contraction du ventricule; *d*, contraction du bulbe de l'aorte, dans le cas du cœur de la grenouille) comme réglée par l'activité des ganglions ou centres nerveux intracardiaques.

MM. Kronecker et Schmey avaient même admis que, chez les Mammifères, les pulsations cardiaques se trouvent sous la dépendance d'un centre unique, d'étendue punctiforme, situé dans le sillon inter-ventriculaire antérieur (union du tiers supérieur avec le tiers inférieur). Une lésion de ce centre, par simple piqûre, suffisait à arrêter irrévocablement les pulsations cardiaques, et à produire les contractions fibrillaires désordonnées, connues sous le nom de *délire du cœur*, délire qui précède immédiatement la mort de l'organe. M. Kronecker a depuis atténué ce que cette conception avait de trop absolu, en admettant que le centre en question ne gouvernait les pulsations cardiaques qu'indirectement, par action vaso-motrice. Ce serait le centre des nerfs des vaisseaux nourriciers du cœur.

Mais, on peut tout aussi bien concevoir la production des pulsations du cœur comme dépendant d'une excitation continue, automatique du *muscle* cardiaque lui-même, sans que les *ganglions nerveux* aient nécessairement à intervenir. Nous savons, en

effet, qu'un fragment de muscle cardiaque isolé, ne contenant pas de ganglions (la pointe du ventricule chez la Grenouille, par exemple), répond à une excitation continue, par des contractions intermittentes, c'est-à-dire séparées par des périodes diastoliques ou pauses. En effet, chaque excitation efficace du muscle cardiaque, c'est-à-dire produisant une pulsation, provoque *ipso facto* une abolition momentanée de l'excitabilité du muscle, qui le rend réfractaire à une excitation trop rapprochée de la première.

Un certain nombre de physiologistes adoptent actuellement cette *théorie myogène* des pulsations cardiaques (Engelmann, Gaskell, etc.). Il suffit d'admettre que chaque partie du cœur tend à exécuter des pulsations *automatiques*, en vertu des propriétés du muscle cardiaque. La contraction, née en un endroit du cœur (le *sinus veineux* chez la grenouille), se propage ensuite à tout l'organe, grâce à la continuité des fibres musculaires. Des ponts musculaires établissent, en effet, la continuité anatomique entre les oreillettes et les ventricules, chez tous les Vertébrés, y compris l'homme (Paladino, 1876; Gaskell, Stanley-Kent, W. His junior). La propagation de la contraction est fortement ralentie au passage du pont musculaire situé entre les oreillettes et les ventricules, ce qui explique l'intervalle de temps qui sépare la contraction des oreillettes et celle des ventricules.

W.-T. Porter² (Boston, U. S. A.) a fait devant le Congrès une série d'expériences du plus haut intérêt, qui ont convaincu tous les assistants de l'impossibilité de localiser dans un centre unique le *primum movens* des pulsations du cœur des Mammifères. Il nous a montré un petit fragment musculaire isolé, découpé dans le ventricule gauche d'un chat, continuant à battre sous l'influence d'une injection de liquide nourricier, poussée par une branche d'une artère coronaire. Ce liquide nourricier, comme l'a montré Porter, peut être du sérum exempt de globules, à condition qu'on opère dans une atmosphère d'oxygène comprimé à deux atmosphères.

Le même expérimentateur a montré un cœur de chat isolé, continuant à battre, quoiqu'il ne fût nourri que par les veines de *Thébésius* et les veines *coronaires*. Ici aussi le sérum exempt de globules peut remplacer le sang défibriné, si l'on opère dans une atmosphère d'oxygène comprimé.

MM. Wertheimer et Lepage (Lille) montrent que les *nerfs accélérateurs* du cœur ne sont pas en toutes circonstances, comme le soutenait Baxt, soumis à l'influence prépondérante de l'action modératrice des pneumogastriques. Si l'on excite chez le chien

¹ C. R. Soc. Biol., 1898.

² Amer. Journ. of Physiol., 1898.

les branches (accélératrices) de l'anneau de Vieussens, on obtient une accélération manifeste du rythme cardiaque. Cette accélération, très marquée à la phase d'inspiration, peut également se manifester à la phase d'expiration, alors que l'action modératrice du pneumogastrique est à son maximum.

M. Wybauw (Bruxelles) montre que l'action modératrice du pneumogastrique cesse de s'exercer sur le cœur, si on soumet l'organe à un lavage à la solution physiologique.

Signalons encore une communication d'O. Frank (Munich) sur la contraction *isotonique* et *isométrique* du muscle cardiaque de la grenouille.

§ 2. — Vaisseaux.

M. F. Laulanié (Toulouse) fait la démonstration d'un sphygmographe donnant le pouls radial et le pouls digital, appareil d'une application facile et expéditive et fournissant des graphiques d'une grande pureté.

M. Léonard Hill¹ (Londres), a fait une série d'expériences, très réussies, sur l'influence que la pesanteur exerce sur la circulation veineuse. Une anguille, dont le cœur a été mis à nu au préalable, est fixée dans l'extension sur une planchette. Si l'on place l'animal verticalement, la tête en haut, le sang veineux ne parvient plus à remonter vers le cœur, contre l'action de la pesanteur. Au bout d'un petit nombre de pulsations, le cœur apparaît vide de sang. Si à ce moment on plonge l'animal dans l'eau, la pression hydrostatique de l'eau extérieure tend à contrebalancer la pression hydrostatique du sang à l'intérieur des vaisseaux, et la circulation se rétablit. Expérience inverse avec l'animal placé la tête en bas.

De même, un lapin domestique chloralisé ne supporte pas la position verticale, la tête en haut, et meurt par syncope au bout de peu de temps. La compression de l'abdomen par massage ou l'immersion dans l'eau rétablit la circulation.

Chez le lapin sauvage, chez le chat, le chien, le singe, le poulet, l'homme, le pouvoir de résister à l'action de la pesanteur, lorsque le corps est placé dans la position verticale, est, au contraire, bien développé. Ce pouvoir dépend en partie du *tonus* vasculaire, en partie de la résistance des parois abdominales.

§ 3. — Vaso-moteurs

On sait que toute dilatation vasculaire locale, résultant soit de l'entrée en fonctions d'un organe, soit des nécessités de la production ou de la distribution de la chaleur animale, soit de toute

autre cause, entraîne dans d'autres départements vasculaires une vaso-constriction dite compensatrice, et *vice versa*. Un exemple classique de ce balancement, de cet *antagonisme*, entre deux départements vasculaires, nous est fourni par les vaisseaux de la peau d'une part, et par ceux des viscères abdominaux de l'autre, comme l'ont montré les recherches de Grützner et Heidenhain et celles de Dastre et Morat. Lorsque les vaisseaux de l'intestin se contractent, comme c'est le cas dans le premier stade de l'*asphyxie*, ou sous l'influence d'une excitation des nerfs sensibles, ceux de la périphérie se relâchent.

On admet généralement, avec les expérimentateurs dont nous venons de citer les noms, que la congestion qui se produit alors du côté des membres n'est pas due au refoulement purement mécanique du sang vers la périphérie, mais qu'il s'agit d'une dilatation active des vaisseaux, provoquée par l'intervention des nerfs vaso-dilatateurs.

M. Delezenne (Montpellier) a fourni une preuve nouvelle de l'exactitude de cette conception. Il sépare complètement la patte postérieure d'un chien ou d'un lapin A, mais en conservant les connexions nerveuses du membre. La patte est d'ailleurs introduite dans un *pléthysmographe*, ce qui permet de juger de l'état des vaisseaux périphériques par les variations de volume du membre. Les vaisseaux fémoraux du membre séparé A sont abouchés aux vaisseaux homologues d'un autre animal B. La patte A est donc innervée par l'animal A, mais est séparée de la masse du sang de l'animal A, puisqu'elle reçoit son sang et est nourrie par B.

Si, dans ces conditions, on provoque l'asphyxie ou l'excitation des nerfs sensibles chez l'animal A, la patte A n'en montre pas moins l'augmentation de volume et l'élévation de la température, qui est de règle dans cette expérience. Le lien nerveux persistant seul entre la patte A et l'organisme A, c'est évidemment lui qui doit être responsable de la vaso-dilatation.

L'expérience très élégante de M. Delezenne n'était pas superflue, car l'explication par voie nerveuse a été combattue par M. Bayliss.

M. Bayliss (Londres) admet, au contraire, l'explication purement mécanique de la dilatation des vaisseaux de la patte qui se montre au début de l'*asphyxie* ou à la suite de l'excitation d'un nerf sensible. Si l'on empêche, dit-il, la hausse de pression centrale qui est de règle dans l'asphyxie ou dans l'excitation d'un nerf sensible (*nerf crural antérieur*), on constate au *pléthysmographe* non plus une dilatation, mais une diminution de volume de la patte, indiquant une vaso-constriction des vaisseaux périphériques.

¹ *Journ. of Physiol.*, t. XXII, 1893 et t. XXIII, 1898.

Voici comment M. Bayliss empêche la pression de monter dans le système artériel. La carotide d'un Lapin curarisé est reliée à un manomètre à mercure ordinaire, et également, au moyen d'un tube latéral, à un tube de verre assez large, ouvert, et plongeant verticalement, à une certaine profondeur, dans un bain de mercure. Le degré d'immersion de l'extrémité ouverte de ce tube est réglé de telle sorte que le sang est juste sur le point de s'échapper. Dès que la pression tend à monter, il se produit une hémorragie par l'orifice de ce tube, hémorragie qui empêche toute hausse de pression.

Or, dans ces conditions, on constate non une dilatation, mais un resserrement des vaisseaux de la patte au début de l'asphyxie ou lors d'une excitation des nerfs sensibles.

M. Bayliss conclut de cette expérience que l'antagonisme entre la circulation cutanée et la circulation profonde n'existe pas et que la tunique des vaisseaux de la peau se relâche et se contracte dans les mêmes conditions que celle des vaisseaux des viscères.

MM. Halliburton et Mott (Londres)¹ montrent que l'injection intraveineuse de *choline* et de *neurine* provoque une chute de la pression sanguine générale, accompagnée d'une dilatation locale des vaisseaux du rein.

M. Livon (Marseille) constate que les extraits de capsule surrénale, de rate, de corps pituitaire, de parotide, déterminent en injection intraveineuse une augmentation de la pression sanguine; que ceux fabriqués avec le pancréas, le thymus, le foie, le testicule, l'ovaire déterminent, au contraire, de l'*hypotension*. Ses expériences le conduisent à admettre que le sang, en traversant un organe glandulaire, se charge de principes spéciaux, dont l'action sur la pression varie avec l'organe.

Cela nous conduit à exposer quelques travaux récents sur la sécrétion interne des glandes vasculaires et de plusieurs autres organes.

§ 4. — Sécrétion interne et pression artérielle.

La notion de la *sécrétion interne*, nettement formulée par Claude Bernard à propos de la *fonction glycogénique* du foie, reprise et généralisée ensuite par Brown-Séquard, a renouvelé, en quelques années, la physiologie des glandes dites *vasculaires*.

On a reconnu que le corps thyroïde, les capsules surrénales, l'hypophyse, etc. avaient pour fonction de fabriquer certains produits qui sont versés dans le sang par *sécrétion interne*, et qui interviennent d'une façon importante dans le fonction-

nement d'autres organes, notamment du système nerveux central. M. E. Gley a exposé ici même¹ les derniers travaux sur la physiologie du corps thyroïde. Je puis donc me borner à mentionner une communication de M. Bédart (Lille) : Action de l'arsenic sur l'intoxication par ingestion de corps thyroïde, et celle de M. Moussu (Alfort), sur les fonctions thyroïdiennes et parathyroïdiennes. On sait que M. Moussu admet que les thyroïdes présentent des fonctions distinctes de celles des parathyroïdes.

Quoi qu'il en soit, on peut admettre que le *corps thyroïde* est donc un véritable régulateur de la circulation. Les extraits de corps thyroïde, et notamment la *thyroïdine*, agissent sur le système nerveux du cœur et sur celui des vaisseaux.

Il en serait d'ailleurs de même des *capsules surrénales*, d'après MM. Olivier et Schäfer, Cybulski et Szymonowicz, Fraenkel et d'autres. Cybulski admet, d'après ses expériences, que les capsules surrénales ont pour fonction de verser dans le sang, par *sécrétion interne*, un produit nécessaire à l'entretien de l'excitabilité normale des centres nerveux vaso-moteur, cardiaque et respiratoire, et de ceux qui président au *tonus* musculaire. Il est certain que le symptôme le plus marqué qui se montre chez les animaux auxquels on a fait une injection intra-veineuse d'extrait de capsule surrénale, c'est une élévation énorme, mais très passagère, de la pression artérielle, coïncidant avec un ralentissement du rythme cardiaque et due à une vaso constriction générale. L'injection intraveineuse d'extrait de corps thyroïde provoque, au contraire, une vaso-dilatation générale.

MM. Tigerstedt et Bergmann² viennent de découvrir que la substance corticale du rein du lapin présente, à côté de la sécrétion *externe* de l'urine, une sécrétion *interne* d'un produit spécial qu'ils appellent *rénine*. La *rénine* serait versée dans le sang et contribuerait à entretenir le *tonus* vasculaire. C'est une substance soluble dans l'eau et les solutions salines, ainsi que dans la glycérine, précipitable, mais non altérée par l'alcool, supportant une température de + 54° à + 56°, mais perdant toute activité par l'ébullition. La *rénine*, injectée dans les veines du lapin, même en quantité fort minime (2 centimètres cubes d'extrait aqueux du rein, contenant à peine 1 centigramme de résidu sec), provoque une hausse considérable de la pression sanguine (après une chute initiale passagère), hausse qui se maintient assez longtemps. La hausse est due à une action vasculaire périphérique (excitation des centres vaso-constricteurs

¹ Journ. of Physiol., t. XXII, 1893.

¹ Revue générale des Sciences du 15 janvier 1893, p. 13.

² Skand. Arch. f. Physiol., t. VIII, p. 223, 1893.

contenus dans la paroi des vaisseaux?) : elle se montre encore après destruction des centres vasomoteurs du bulbe et de la moelle épinière.

V. — DIGESTION. NUTRITION.

M. Arthur Biedl (Vienne) montre qu'on peut rendre le chien diabétique (même à jeun), rien qu'en supprimant l'arrivée de la lymphe du canal thoracique dans le torrent de la circulation (soit en liant le canal, soit en déversant son contenu à l'extérieur). Lorsque le cours de la lymphe se rétablit, ou lorsqu'on injecte de la lymphe dans les veines, le diabète disparaît.

Bayliss et Starling (Londres)¹ introduisent dans l'intestin grêle du chien un ballon explorateur relié extérieurement à un enregistreur et constatent des contractions rythmées, se répétant environ douze fois par minute. Ces contractions cessent si l'on met obstacle au cours du sang des vaisseaux intestinaux, soit par obstruction temporaire de l'aorte, soit par excitation du splanchnique. La prétendue action d'arrêt du splanchnique sur l'intestin pourrait donc bien n'être que secondaire et due par contre-coup à l'anémie de l'intestin.

M. Heymans (Gand) a démontré sur une série de lapins l'action antitoxique de certains composés sulfurés (hyposulfites, sulfocarbonates, sulfures etc.) vis-à-vis des nitriles.

L'injection d'un de ces composés sulfurés peut prévenir ou faire disparaître une intoxication réalisée au moyen d'une dose plusieurs fois mortelle de nitrile.

M. Bornous nous a mentionné une série de communications d'intérêt spécial :

M. O. Hagemann (Bonn-Poppelsdoy) : Sur la valeur nutritive de la ration alimentaire du cheval.

M. Graham Lusk (de Newhaven U. S. A.) : Sur la destruction organique des albuminoïdes et la production d'hydrocarbonés et de graisse sous l'action du phosphore et de la phlorhidzine.

M. Atwater (Middletown, Connecticut) : Sur l'action nutritive de l'alcool.

M. W. H. Thompson (de Belfast) : Sur les effets diurétiques d'une petite quantité de solution saline normale.

MM. Hopkins et W. Beresford Hope (de Londres) : Sur les relations entre l'acide urique et les nucléoprotéides.

M. Lily H. Huie² : Sur les changements présentés par les cellules glandulaires de *Drosera* sous l'influence de différentes substances nutritives.

M. Martin Hahn (Munich) : Sur les propriétés

chimiques et immunisantes des Plasmines du contenu cellulaire.

M. Hamburger¹ (Utrecht) : Sur l'action des solutions salines sur le volume des globules rouges et des spermatozoïdes.

M. J. Denys (Louvain) : Sur la nécessité d'admettre plusieurs espèces de leucocytes. — De la présence constante de microbes dans les follicules clos de la muqueuse intestinale du lapin.

VI. — NERFS ET MUSCLES.

Plusieurs opérations pratiquées sur le système nerveux central ou périphérique par des physiologistes anglais au Congrès de Cambridge nous ont permis d'admirer une fois de plus la virtuosité artistique avec laquelle nos collègues d'outre-Manche exécutent les vivisections les plus délicates.

M. Langley² (Cambridge) a montré un chat sur lequel il avait pratiqué, deux mois auparavant, la réunion du bout central du pneumogastrique avec le bout périphérique (céphalique) du grand sympathique cervical. Le pneumogastrique fut sectionné devant le Congrès à la sortie du crâne et excité en dessous de la surface de section. L'excitation franchit l'endroit de réunion des deux nerfs, remonta vers la tête par le grand sympathique et provoqua les effets habituels de l'excitation du cordon cervical du grand sympathique : rétraction de la membrane nictitante, dilatation de la pupille, contraction des vaisseaux de l'oreille, etc.

Après injection de 20 milligrammes de nicotine, (empoisonnement du ganglion cervical), l'excitation du pneumogastrique ne fut plus suivie d'aucun de ces effets. L'action pupillo-dilatatrice et vaso-constrictrice reparut au contraire par excitation directe du grand sympathique au-dessus du ganglion cervical supérieur.

M. Sherrington (Liverpool) et M. Hering (Prague)³ ont démontré, chez le singe et le chat, le relâchement réflexe des muscles fléchisseurs, consécutif à l'excitation des muscles antagonistes (extenseurs) ou à celle du bout central des nerfs qui innervent ces antagonistes.

M. S. Lee (New-York) attribue la fatigue musculaire uniquement à l'accumulation dans le muscle des déchets organiques provenant des réactions chimiques interstitielles qui accompagnent la contraction.

M. René du Bois-Reymond (Berlin) a démontré un nouveau modèle d'*ergostat*, imaginé par Zuntz, et qui permet, au moyen d'un mécanisme fort simple, de

¹ *Journ. of Physiol.*, t. XXIII, 1898.

² *Journ. of Physiol.*, t. XXIII, 1898.

¹ *Arch. f. Physiol.*, p. 317, 1898.

² *Journ. of Physiol.*, t. XXIII, p. 210, 1898.

³ *Arch. f. d. ges. Physiol.*, t. LXVIII, p. 222, 1897.

mesurer le travail mécanique exécuté par les bras de l'homme. L'appareil de Zuntz remplacera avec avantage l'*ergographe* ordinaire dans les expériences où l'on étudie, chez l'homme, l'influence du travail mécanique sur le chimisme respiratoire.

M. Brunton Blaikie démontre la présence de l'urée dans les muscles du chien (présence contestée il n'y a pas longtemps par Nencki). L'urée existe en très petite quantité (0,0021 % seulement) chez le chien à jeun, en quantité appréciable (0,02 et 0,014 %, c'est-à-dire 10 fois plus) dans les muscles d'un animal bien nourri.

Les phénomènes électriques présentés par les nerfs et les muscles au moment de leur activité, ainsi que la technique électro-physiologique, notamment l'emploi de l'électromètre capillaire et du rhéotome, ont fait l'objet d'une série de communications d'un intérêt un peu trop spécial pour que nous en donnions ici un compte rendu détaillé : M. Boruttan¹ (Göttingue), MM. Golch et Burch² (Oxford), M. Burdon Sanderson³ (Oxford), M. Kroecker (Berne), Macdonald et Waymouth Reed (Dundee).

Disons cependant que M. Macdonald et M. W. Reed⁴ ont réussi à montrer, sur un lapin, le courant d'action (*variation négative*) du nerf phrénique, correspondant au fonctionnement respiratoire normal (inspiration, ou exagéré (dyspnée). Autant il est facile, comme on le sait, de démontrer la variation négative sur un nerf de grenouille (ou même de mammifère) que l'on soumet artificiellement à des excitations électriques tétanisantes, autant il est difficile de la constater lors du fonctionnement physiologique du nerf, surtout lorsqu'il s'agit d'un animal à sang chaud. L'expérience de MM. Macdonald et Reed représente la seconde ou la troisième réussite de ce genre que la physiologie des animaux à sang chaud peut enregistrer.

Enfin signalons les expériences sur l'action de différents agents sur les fibres nerveuses par M. Waller (Londres)⁵, miss Sowton (Londres), et celles de J. Allen (Birmingham)⁶, sur la cause du bruit musculaire et les démonstrations des superbes *chronophotographies* de M. J. Marey (Paris).

VII. — CENTRES NERVEUX.

À différentes reprises, il a été question, dans cette *Revue*, des données nouvelles fournies par l'étude histologique des centres nerveux sur la

constitution des cellules nerveuses et de leurs prolongements, les *neurones* cérébraux.

On admet, depuis les travaux de Ramon y Cajal, que les cellules nerveuses voisines ne communiquent pas directement par leurs prolongements ramifiés, comme on le croyait il y a quelques années. Il y a, non *continuité*, mais simple *contiguïté* entre les arborisations terminales du prolongement *cellulifuge* d'une cellule et les prolongements *cellulipètes* ou *protoplasmiques* de l'autre cellule. On est tenté d'admettre également que la contiguïté peut être plus ou moins intime; les prolongements des cellules nerveuses sont vraisemblablement doués d'un certain degré d'*amiboïsme*, c'est-à-dire qu'ils peuvent, suivant les circonstances, se rétracter ou s'allonger. Dans le premier cas, la continuité est interrompue; dans le second, elle serait renforcée, d'où obstacle ou facilités plus grandes offertes au passage de l'influx nerveux se rendant d'un neurone à l'autre.

L'idée de l'*amiboïsme* des cellules nerveuses a été appliquée par MM. Rabl-Rückhard, E. Tanzi, Lépine, Mathias Duval, etc., à l'explication théorique des phénomènes de sommeil, de mémoire, d'éducation, d'inhibition, d'anesthésie, etc., comme je le rappelais dans ma « revue de Physiologie » parue dans la livraison du 30 janvier 1896, p. 96 et suivantes¹.

On comprend combien la vérification objective expérimentale de ces vues théoriques présente d'intérêt, mais aussi de quelles difficultés pratiques elle doit être entourée.

M. Demoor, professeur à l'Institut Solvay, de Bruxelles, a fait, à ce sujet, deux communications accompagnées de démonstrations de photographies et de préparations, tant en son nom qu'en celui de M. Héger, directeur de l'Institut Solvay.

M. Demoor a montré que l'état moniliforme des prolongements des neurones cérébraux était caractéristique d'une rétraction du protoplasme, qui peut amener la rupture des contacts entre prolongements de neurones voisins. Il a fait l'application de cette notion à l'explication de l'analgésie cocaïnique, dans le cas des neurones olfactifs qui prennent, en effet, l'état moniliforme sous l'influence de la *cocaïne*.

M. Héger a constaté que les neurones corticaux d'animaux décapités en plein fonctionnement cérébral présentent des dendrites nombreux, dont le calibre est uniforme dans toute leur longueur; ces dendrites sont garnis d'appendices abondants (état normal). Si l'animal a été décapité à l'état de sommeil provoqué par les anesthésiques (éther, chlo-

¹ *Centralbl. f. Physiol.*, t. XII, p. 317, 1898.

² *Centralbl. f. Physiol.*, t. XII, p. 396, 1898, et *Journ. of Physiol.*, t. XXII, 1898.

³ *Centralbl. f. Physiol.*, t. XII, p. 177, 1898.

⁴ *Journ. of Physiol.*, t. XXIII, p. 100, 1898.

⁵ *Journ. of Physiol.*, t. XXII, 1898.

⁶ *Journ. of Physiol.*, t. XXII, 1898.

¹ Je puis me dispenser d'insister sur ces recherches, puisque M. Jules Soury leur a consacré un article documenté dans la *Revue* du 15 mai 1898, p. 370 et suivantes.

ral, chloroforme) ou par la morphine, on constate une rétraction du corps cellulaire du neurone, l'état moniliforme de tous les prolongements et la diminution ou la disparition par place des appendices. Les neurones modifiés reprennent leur aspect normal après élimination de l'agent modificateur. De même, les cellules nerveuses des animaux à l'état de sommeil hibernant, de ceux qui ont été soumis à l'action prolongée du froid, aux excitations douloureuses, présentent pour chaque cas des modifications caractéristiques.

M. Wright (Montréal) a signalé pareillement des changements des cellules nerveuses sous l'influence de l'anesthésie.

L'aspect du neurone est donc des plus variables et il y aura lieu de rechercher la signification de chacune des modifications, au point de vue de l'activité normale et pathologique des neurones cérébraux.

Rappelons que la question des changements fonctionnels des cellules nerveuses est, depuis plusieurs années, l'objet d'études poursuivies avec succès à l'Institut Solvay.

MM. Scott et Macallum (Toronto) ont exposé le résultat de leurs recherches sur les substances phosphorées des cellules nerveuses et autres.

M. Macallum (Toronto) a montré que l'emploi successif du *molybdate d'ammoniaque* en solution nitrique et du *pyrogallol*, comme réactif microchimique de la présence du phosphore dans les tissus, peut donner lieu à des erreurs. La coloration foncée, observée dans cette réaction, n'est pas produite par du *phospho-molybdate d'ammoniaque*, comme on l'admet en général, mais est due en partie à des produits d'oxydation du *pyrogallol*, en partie à l'action du *molybdate* sur le *pyrogallol*, et peut, par conséquent, se montrer en l'absence de phosphore. Il propose de remplacer dans cette réaction le traitement par le *pyrogallol*, par l'action d'une solution aqueuse (1 à 4 %) de *chlorhydrate de phénylhydrazine*, qui donne avec les composés *phospho-molybdiques* une coloration vert foncé.

M. Scott admet que les granules de Nissl, qui se voient dans les cellules nerveuses en voie de développement, ont une origine nucléaire et contiennent du phosphore organique.

MM. Moore et Reynolds (Londres) ont constaté que la contraction *réflexe* du gastro-œnème, provoquée par l'excitation des fibres centripètes d'une racine du sciatique de l'autre côté, s'effectue sans qu'il y ait un temps appréciable perdu au niveau des cellules du ganglion spinal. L'excitation était appliquée au nerf sensible, tantôt entre le ganglion et la moelle, c'est-à-dire au niveau d'une racine postérieure, tantôt périphérieurement par rapport au ganglion.

L'interposition de cellules nerveuses sur le trajet d'une excitation nerveuse ne peut donc être responsable du retard que la transmission de cette excitation éprouve lorsqu'elle traverse les centres nerveux. Ce retard, qui est considérable, comme on le sait, dans certaines circonstances, doit donc probablement être attribué au passage de l'influx nerveux, non à travers le corps cellulaire lui-même, mais au passage de fibre à cellule, ou de neurone à neurone.

M. E. A. Schäfer (Londres) a combattu la doctrine d'après laquelle les centres psycho-moteurs de l'écorce cérébrale seraient en même temps des centres psycho-sensibles.

M. Demoor (Bruxelles) a présenté une série de photographies et de préparations se rapportant à des expériences d'extirpation de l'écorce cérébrale pratiquées chez le chien. Il conclut qu'il y a lieu d'admettre l'existence, chez le chien, de deux ordres de centres corticaux : *les centres de projection* et *les centres d'association*.

Dans aucun cas, il n'observa la régénération des cellules nerveuses.

M. Mann (Oxford) a également traité la question de l'existence, dans l'écorce cérébrale des Mammifères, de deux catégories de centres : 1° des centres d'ordre inférieur *sensu-moteurs* (1^{re} circonvolution ou circonvolution marginale du cerveau des Carnivores, pour les mouvements du tronc et des membres), dont l'excitation artificielle provoque une contraction limitée à un muscle ou à un petit nombre de muscles; 2° des centres d'ordre supérieur ou *psycho-moteurs* (2^e circonvolution ou circonvolution latérale, pour les mouvements du tronc et des membres), dont l'excitation provoque des mouvements compliqués et coordonnés de marche, de natation, etc.

M. Vitzon¹ (Bucarest) a signalé la récupération de la vue perdue à la suite d'une première ablation totale des lobes occipitaux chez quatre singes.

MM. Boyce et Warrington (Liverpool)² ont décrit la structure du système nerveux central des Oiseaux, et les résultats des expériences physiologiques d'excitation, de section ou d'ablation des différentes parties de l'encéphale et de la moelle.

MM. Beevor et Horsley (Londres) ont étudié les effets de l'excitation des pédoncules cérébraux.

M. Max Verworn (Iéna) a développé des considérations théoriques intéressantes concernant l'explication des attitudes anormales que l'on peut faire prendre aux poules (*experimentum mirabile* du Père Kircher), aux grenouilles, etc., et dans lesquelles il refuse de voir des phénomènes hypnotiques.

¹ *Arch. Physiol.*, 1897.

² *Journ. of Physiol.*, t. XXIII, p. 112, 1898.

VIII. — ORGANES DES SENS.

Nous avons eu sur la physiologie des organes des sens un petit nombre de communications du plus haut intérêt.

M. Grütznér (Tubingue) a fait la démonstration de plusieurs appareils d'Acoustique (reproduction des figures de Lissajous, timbre des voyelles, etc.)

M. Bowditch (Boston) a montré un modèle du globe oculaire et des muscles qui le meuvent.

M. Burch¹ (Oxford) combat la théorie des couleurs de Hering et adopte celle de Young-Helmholtz, mais en admettant dans la rétine, outre les fibres sensibles au rouge, au vert et au violet, une quatrième catégorie de fibres sensibles au bleu. Il produit une cécité temporaire pour l'une de ces couleurs en faisant agir sur la rétine, soit de la lumière rouge très intense, soit l'une des trois autres lumières colorées prise en quantité éblouissante. Il décrit l'aspect présenté par le spectre solaire dans chacun de ces cas de cécité lumineuse temporaire.

M. Beer (Vienne) montre que beaucoup de Mammifères, d'Oiseaux et de Reptiles (Lézards, Crocodiles, Tortues, très peu d'Ophidiens) présentent le même mode d'accommodation que l'homme : changement de courbure du cristallin.

Chez d'autres animaux, l'accommodation est réalisée par un déplacement du cristallin par rapport à la rétine. Chez les Céphalopodes et les Poissons osseux, dont l'œil est, au repos, adapté à la vision de près, l'accommodation pour la vision au loin est réalisée parce que le cristallin se rapproche de la rétine. Chez les Amphibiens et les Ophidiens doués d'accommodation (qui manque chez certaines espèces), il se produit une accommodation active pour la vision de près, parce que le cristallin se porte en avant, en s'éloignant de la rétine. Le mouvement du cristallin est obtenu chez les Poissons osseux par l'action directe d'un muscle spécial (*Retractor lentis*); chez les Céphalopodes, les Amphibiens et les Ophidiens, il s'agit de changements dans la pression intraoculaire réalisés par la contraction du muscle circulaire. Chez un certain nombre de Mammifères, de Reptiles, d'Amphibiens et de Poissons, il n'y a pas d'accommodation. Il s'agit en général d'animaux à habitudes nocturnes (pupille étroite souvent en forme de fente).

Un certain nombre de tortues menant une vie amphibie ont un pouvoir d'accommodation des plus étendus.

M. Magnus (Heidelberg) étudie sur l'œil d'anguille isolé la réaction pupillaire qui se produit sous l'influence des différents rayons du spectre. Il constate que la courbe de la réaction pupillaire est

la même que la courbe de l'absorption des différentes régions du spectre par le pourpre rétinien. Il est donc peu probable que l'excitation lumineuse soit transmise directement aux fibres musculaires de l'iris par un pigment musculaire jaune brunâtre. Le temps de la réaction diminue lorsqu'on emploie une lumière intense. La réaction se produit sous l'influence d'une excitation de courte durée (éclair au magnésium).

M. Von Frey (Zurich) a exposé le résultat de ses recherches sur les nerfs du tact.

IX. — REPRODUCTION, RÉGÉNÉRATION, GREFFE, AUTOTOMIE.

Le Congrès de Cambridge n'a présenté aucune communication se rapportant aux fonctions de reproduction, ce qui se conçoit sans peine, ces fonctions ne se prêtant guère à des démonstrations publiques. Je tiens cependant à appeler ici l'attention sur quelques travaux récents se rapportant à la reproduction ou à des phénomènes qui s'y rattachent plus ou moins.

§ 1. — Détermination du sexe.

On sait que le problème de la détermination du sexe par influences extérieures peut être considéré comme résolu pour un certain nombre d'animaux invertébrés. Il suffit de modifier les conditions matérielles de la vie des parents, pour obtenir à volonté des descendants mâles ou femelles, chez plusieurs Crustacés (*Daphnides*, *Artemia Salina*) ou Insectes (*Abeilles*, *Papillons*, *Gallinsectes*, *Pucerons*). M. Maupas a montré que chez les *Rotateurs* cette influence de la prédétermination du sexe pouvait faire sentir ses effets sur plusieurs générations successives.

Toutes les expériences tentées jusqu'à présent dans ce sens, chez les animaux supérieurs, ont au contraire donné des résultats fort peu encourageants. (Voir notamment les expériences de Pflüger sur le sexe des Batraciens). Les journaux politiques avaient fait grand bruit, il y a peu de temps, de la découverte du professeur Schenck, de Vienne, permettant, affirmait-on, de procréer à volonté des enfants mâles ou femelles. Mais la publication du travail de Schenck a fait s'évanouir en fumée les espérances qu'avaient fait naître ces réclames pompeuses.

Produire à volonté des mâles ou des femelles, c'est déjà fort beau. Mais changer après coup le sexe d'un être déjà développé, voilà qui est mieux. Ce problème a été résolu par Bordage¹ (Saint-Denis, Réunion). Hâtons-nous d'ajouter qu'il ne s'agit pas de nos enfants, mais d'un arbre des Tropiques, le Papayer commun (*Carica papaya*). Or,

¹ *Journ. of Physiol.*, t. XXII, 1898.

¹ BORDAGE : *C. R. Soc. Biologie*, 2 juillet 1898. p. 708.

M. Bordage est parvenu à transformer le Papayer mâle en Papayer femelle, rien qu'en mutilant l'extrémité de la tige. L'opération doit être pratiquée sur de jeunes Papayers mâles vigoureux, avant l'éclosion des premières fleurs, au début de l'apparition des premiers rudiments d'inflorescence mâle; ces rudiments eux-mêmes doivent être enlevés. Une condition importante de réussite, c'est de ne choisir que des sujets disposés à fleurir dès la première année de leur existence.

L'extrémité du tronc primitif cesse de croître après la cassure et se cicatrise: deux bourgeons, situés à l'aisselle des deux feuilles qui viennent directement au-dessous de la surface de section se développent alors et produisent la dichotomie de la tige d'abord simple. Ensuite, au bout de quelque temps, chaque branche de cette dichotomie fleurit, donnant des fleurs femelles sessiles, le plus souvent solitaires à l'aisselle des feuilles, au lieu des énormes grappes composées pendantes de fleurs mâles (plus d'un demi-mètre de long) auxquelles on aurait dû s'attendre. Les fleurs femelles sont suivies de fruits.

§ 2. — Régénération, Autotomie.

J'ai signalé ici-même, dans ma revue de l'année dernière, les intéressantes recherches de M. Bordage sur l'autotomie des pattes chez les *Phasmides* (Insectes Orthoptères) et la régénération qui s'établit après la mutilation. Le savant directeur du Muséum de Saint-Denis (Réunion) a eu la main heureuse en poursuivant ses études sur ce groupe de Phasmides. Il nous signale aujourd'hui¹ une forme nouvelle d'autotomie, celle qu'il appelle *exuviale* (de *exuvie*, dépouille, mue) et qui se produit au moment de la mue.

On sait que la cuirasse chitineuse qui enveloppe le corps des Arthropodes est inextensible, et qu'elle ne peut s'accroître par additions interstitielles, comme le font, jusqu'à un certain point, les os des Animaux supérieurs. La coque rigide oppose donc, chez les Crustacés et les Insectes, une barrière absolue à l'accroissement de l'animal. Celui-ci, pour pouvoir augmenter de volume, en est réduit à *muer*, c'est-à-dire à se débarrasser périodiquement de la carapace ancienne devenue trop étroite et à en revêtir chaque fois une nouvelle.

L'opération de la *mue*, qui se renouvelle au moins huit fois pour les Phasmides, constitue une redoutable épreuve, dont ils ne triomphent pas toujours. M. Bordage constate que, sur 100 spécimens de *Raphiderus scabrosus* observés, 31 avaient péri ou furent mutilés par les mues. Dans beaucoup de cas, l'animal ne parvient à se dégager de l'ancienne

enveloppe chitineuse qu'en faisant le sacrifice d'un ou de plusieurs membres, en pratiquant l'autotomie à l'endroit ordinaire, au niveau de la soudure fémoro-trochantérienne.

Cette autotomie *exuviale* est réalisée par des efforts violents de l'animal: elle semble se distinguer de l'autotomie habituelle ou évasive, en ce qu'elle est produite volontairement par l'insecte, sans être consécutive à un réflexe.

Nous ne pouvons malheureusement, vu le peu de place dont nous disposons, suivre l'auteur dans les considérations intéressantes qu'il développe, en se plaçant au point de vue de la théorie de l'évolution, sur le mode de développement et de perfectionnement du mécanisme de l'autotomie. Il attache avec raison une grande importance à la soudure des deux articles de la patte (deuxième article ou basipodite soudé au troisième ou ischiopodite chez les Crustacés, soudure fémoro-trochantérienne chez les Phasmides et autres insectes qui pratiquent l'autotomie) au niveau où se fait l'autotomie, tant chez les Crustacés que chez les Insectes. L'autotomie *exuviale*, au moins aussi fréquente que l'autotomie ordinaire ou évasive, a dû jouer un rôle important dans l'établissement de cette soudure et le perfectionnement du mécanisme de l'autotomie.

La régénération des pattes des Phasmides après mutilation ordinaire (sans autotomie), de même que celle du bec des Oiseaux, a été étudiée également par M. Bordage¹.

Il a déterminé par l'observation les circonstances dans lesquelles les animaux vivant à l'état de nature, sont exposés à perdre leurs extrémités, quitte à régénérer les parties perdues.

Il a constaté que tous les faits de régénération obéissent strictement à la loi de Lessona (1868), que l'on peut formuler de la façon suivante: Les parties qui se régénèrent sont toujours celles qui, dans la vie habituelle de l'animal, sont les plus exposées à être mutilées; de plus, la puissance régénératrice augmente en raison de la fréquence avec laquelle elle s'exerce. De même, Darwin (1880) et Weismann (1892) avaient admis que la régénération est une propriété générale des organismes qui a été conservée par *sélection*, là seulement où elle était utile et où elle avait assez fréquemment l'occasion de s'exercer pour rendre de réels services. En résumé, elle repose sur l'*adaptation*.

Terminons cette revue en disant que le prochain Congrès de Physiologie se réunira dans trois ans, (seconde quinzaine de septembre 1901), à Turin, dans l'Institut de Physiologie du professeur Mosso.

Léon Fredericq,

Professeur de Physiologie à l'Université de Liège.

¹ C. R. Soc. Biologie, p. 837 et 839, 30 juillet 1898.

¹ C. R. Soc. Biologie, p. 733 et 735, 9 juillet 1898.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Maupin (Georges), *Surveillant général au Lycée des Nautes. — Opinions et Curiosités touchant la Mathématique.* — 1 vol. in-8° de 200 pages (Prix cartonné : 5 fr.). G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris, 1899.

Je ne saurais parler sans partialité de ce petit volume, qui fait partie de la *Bibliothèque de la Revue générale des sciences*, et cela pour trois raisons : la première est ma sympathie personnelle pour l'auteur; la seconde, c'est que j'ai lu l'ouvrage en manuscrit, et que j'ai fait tous mes efforts pour en assurer la publication; la troisième, enfin, c'est que M. Maupin m'a fait l'honneur, en tête de son livre, de la plus aimable dédicace.

Mais, si je me vois ainsi contraint de m'abstenir de toute appréciation, il m'est du moins facile de dire, très sommairement, ce qu'on trouvera dans les *Opinions et Curiosités*. La quadrature du cercle y joue un rôle important. On ne saurait s'en étonner, quand on songe qu'à l'heure actuelle il existe encore des *quadrateurs*. Oronce Fine (1556), Charles de Bovelles (1566), le P. Leuréchon (1712), Le Tenneur (1640), de Beaulieu (1676), Remy Baudemont (1712), le P. Lamy (1738), de Vausenville (1771) sont les principaux auteurs auxquels M. Maupin a fait des emprunts à ce sujet.

On trouvera aussi des considérations curieuses et souvent bien inattendues, soit sur la Mathématique en elle-même d'une façon générale, soit sur des sujets philosophiques ou religieux qu'on prétend y rattacher. L'enseignement préoccupait aussi nos grands pères, comme il nous préoccupe aujourd'hui; les combinaisons, les probabilités, les jeux de hasard excitaient leur curiosité. A ces divers sujets se rattachent les noms d'auteurs aujourd'hui inconnus généralement et que M. Maupin a tirés de l'oubli où ils sommeillaient, enfouis dans la poussière des bibliothèques. A côté d'eux, figurent des noms célèbres, comme ceux de Montaigne, Fioravanti, Pascal, Antoine Arnauld, Nicole, Barrême, Ozanam, Rivard, Sauveur, d'Alembert, Condorcet. Enfin, j'ai gardé pour le dernier celui de La Chalotais, cet admirable esprit pédagogique, dont les idées, émises en 1763, représenteraient encore à présent un programme de réformes très désirables. L'*Essai d'éducation nationale* mériterait d'être entre les mains de chaque professeur digne de ce nom. Dans le chapitre XXVI de l'ouvrage de M. Maupin, on en trouvera du moins les parties essentielles.

Je ne puis conclure que d'une seule manière. Ayant essayé d'indiquer à peu près ce que contiennent les *Opinions et Curiosités*, j'engage fort ceux que le sujet intéresse à s'en rendre compte complètement par la lecture de l'ouvrage lui-même. C.-A. LAISANT,

Répétiteur à l'École Polytechnique.

Weber (Henri), *Professeur de Mathématiques à l'Université de Strasbourg. — Traité d'Algèbre supérieure, traduit sur la 2^e édition allemande, par J. GRIESS, Professeur de Mathématiques au Lycée Charlemagne. Tome I.* — 1 vol. in-8° de 764 pages. (Prix : 22 fr.) Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1899.

Le grand succès obtenu par la première édition de cet ouvrage (1895) a engagé l'auteur à en publier une seconde (1898), qui ne diffère de la première que par certains détails et des compléments relatifs à des travaux récents. C'est la traduction en français du premier volume que vient de nous donner M. Griess.

Dans ce volume, l'auteur établit d'abord (livre I) les *Principes généraux* de l'Algèbre supérieure, en se pla-

çant immédiatement au point de vue qui dominera l'œuvre tout entière : c'est ainsi qu'il débute par une introduction sur le concept de nombre et les ensembles, d'après Dedekind; puis il aborde la théorie des équations entières : déterminants et équations linéaires, existence et continuité des racines, fonctions symétriques de ces racines et applications, formes homogènes et leurs formations invariantes ou covariantes.

Le second livre : *les Racines*, traite de la détermination du nombre des racines réelles, de leur séparation et de leur calcul. L'exposé, très complet, de toutes ces questions, est en même temps simple et conduit aux aperçus les plus variés : citons, par exemple, le chapitre consacré à l'étude de la transformation de Tschirnhausen, d'après M. Hermite, la comparaison des règles de séparation des racines (Klein) et les propositions de Laguerre sur ce sujet, les méthodes d'approximation des racines dues à Bernoulli et Gräffe, l'application des fractions continues aux irrationnelles du second degré et à l'équation de Pell, etc.

Avec le livre III : *les Grandeurs algébriques*, qui est d'une conception très originale, nous abordons les théories difficiles qui forment la partie la plus belle, peut-être, de l'Algèbre supérieure. Partant de la notion de corps (Dedekind) ou de *domaine de rationalité* (Kronecker), l'auteur expose tout d'abord la théorie de Galois; après avoir établi les propriétés fondamentales des équations irréductibles, il indique la construction de la résolvante de Galois, établit les principes indispensables de la théorie des groupes de substitutions et résout le problème de reconnaître si une équation est ou non réductible; puis il passe aux applications : résolution des équations abéliennes et cycliques, problème de la division du cercle, équations résolubles algébriquement.

La traduction de M. Griess a scrupuleusement respecté les précieuses qualités de cet ouvrage, et ne lui a rien fait perdre de sa clarté simple et élégante; elle fait désirer vivement le second volume, consacré à la théorie des groupes finis et des nombres algébriques.

M. LELIEUVRE,

Professeur au Lycée,

Chargé de Conférences à l'Université de Caen.

2° Sciences physiques

Aldous (J.-C.-P.), *Professeur à l'École Navale « la Britannia »*; **Eggar** (W.-D.), *Assistent au Collège d'Eton* et **Barrell** (F.-R.), *Professeur de Mathématiques à University College (Bristol).* — *An elementary course of Physics.* — 1 vol. in-12° d' 862 pages avec 278 figures. Macmillan et Co, éditeurs. Londres, 1899.

Ce livre est un cours élémentaire rédigé par un groupe de professeurs distingués; il s'adresse à des élèves qui n'ont encore aucune connaissance de la Physique et qui ne possèdent qu'une culture mathématique très peu étendue, mais qui, comme les élèves de la *Britannia*, à qui il est spécialement destiné, ont besoin d'acquiescer des notions précises, ayant un caractère pratique et moderne.

Il est fort intéressant de comparer ce livre à nos traités français; si aujourd'hui, grâce aux périodiques, aux comptes rendus des Académies et des Sociétés, on suit avec la plus vive attention les progrès de la science à l'étranger, on se préoccupe en général beaucoup moins de la façon dont les éléments sont enseignés dans les divers pays. La lecture du Cours de Physique de M. Aldous et de ses collaborateurs suggérerait à un

professeur français d'utiles réflexions; on remarque dans ce livre une tendance plus accentuée que chez nous à moderniser les expériences et les appareils qui sont décrits, à introduire des notions simples sur les parties de la Physique qui, comme la physique moléculaire, la théorie des ondulacions, n'ont pas de place dans notre enseignement élémentaire. Toutefois les auteurs de nos meilleurs livres de classe n'auraient certes pas à rougir de la comparaison et l'on pourrait citer plus d'un traité français où l'électricité et l'optique, par exemple, sont enseignées d'une façon pour le moins aussi satisfaisante. Un point où l'avantage resterait sans doute, au contraire, aux Anglais, c'est le côté matériel; netteté d'impression, abondance de figures nouvelles et claires sont, pour un livre de ce genre, des qualités fort précieuses et qui ne manquent pas à l'ouvrage de M. Aldous.

LUCIEN POINCARÉ,
Chargé de cours à la Sorbonne.

Costet (Ernest). — **Les Compteurs d'Electricité,** — 1 vol. in-16 de 128 pages avec 56 figures (Prix: 2 fr. 50). Bernard Tignol, éditeur. Paris, 1899.

En 128 pages, petites mais bien remplies, l'auteur a réussi à condenser, sous une forme claire et précise, les travaux consacrés dans les dix dernières années à l'important problème de l'évaluation commerciale de l'énergie électrique. Les seuls compteurs connus du public sont ceux, peu nombreux, qui, sortis victorieux de la concurrence, ont enrichi leurs inventeurs, alors que, pour des différences en apparence insignifiantes, les autres sont à peu près tombés dans l'oubli. Quelques années de pratique ont suffi à faire le tri dans une multitude de mécanismes qui semblaient avoir des chances égales de réussite. C'est pourquoi cette question des compteurs, plus qu'aucun autre problème technique, peut devenir à son tour un utile enseignement par la philosophie qui s'en dégage. L'auteur ne va pas jusqu'à cette conclusion, qui n'entraîne pas dans son cadre, mais il en donne tous les éléments: en dehors de l'intérêt descriptif qui s'y rattache, ceux que des vues plus lointaines intéressent trouveront rassemblés, dans l'ouvrage de M. Costet, des documents propres à établir les conditions générales que doit remplir un appareil industriel de mesure.

Les compteurs peuvent être classés, suivant le programme auquel ils répondent, en compteurs de temps, les plus simples de tous, dont le rôle est seulement de totaliser la durée du passage du courant, en compteurs d'intensité ou de quantité, en compteurs d'énergie et en enregistreurs, qui peuvent procéder de l'un ou de l'autre des groupes précédents. Une classe particulière de compteurs, peu employés en Europe, sont construits de manière à totaliser le potentiel au lieu de l'intensité du courant qui les traverse; ils sont destinés aux lignes en série à intensité constante.

Ces diverses classes forment autant de chapitres de l'ouvrage de M. Costet, qui se termine par des instructions générales sur l'emploi des compteurs. Alors que les autres chapitres s'adressent surtout aux techniciens, le dernier intéressera tous ceux qui aspirent à savoir pourquoi ils paient et comment on les taxe.

Ch.-Ed. GUILLAUME.

Dupont (A.), Ancien préparateur au Laboratoire de Chimie organique de la Faculté des Sciences, et **Freundler (P.),** Docteur en sciences, Chef des travaux pratiques de 2^e année au Laboratoire d'enseignement de la Chimie appliquée de la Faculté des Sciences. — **Manuel opératoire de Chimie organique.** Avec préface de M. Ch. Friedel, Membre de l'Institut. — 1 vol. in-8^o de 315 pages. Hachette et C^o, à Paris, 1899.

L'ouvrage de MM. Dupont et Freundler est destiné aux élèves qui travaillent dans les laboratoires de Chimie organique, mais, différant en cela de tous les traités de manipulations qui ont paru jusqu'ici, il ne fait pas seulement connaître la marche à suivre dans la préparation ou l'étude analytique de tel ou tel corps; il

initie l'opérateur aux différentes méthodes qui permettent de l'obtenir, lui signale celle qui présente la plus grande généralité et enfin lui indique les précautions à prendre dans chaque cas, surtout lorsque quelque accident peut résulter de leur négligence.

Tous les détails sont minutieusement raisonnés et on a le sentiment, à la lecture de leur Manuel, que les auteurs ont eu pour principal objectif de former des élèves qui travaillent bien et surtout qui comprennent bien ce qu'ils font. Cette préoccupation incessante les a conduits à donner à leur ouvrage une forme quelque peu singulière et qui frappe dès l'abord: c'est ainsi qu'on y cherchera vainement les préparations de l'aldéhyde ordinaire ou de l'acide acétique; trop simples pour être d'un enseignement utile, elles ne nécessitent aucune connaissance particulière, et quelques indications orales, au laboratoire, suffisent pour les mener à bien.

Les modes généraux d'obtention sont d'ailleurs indiqués en tête de chaque chapitre, avec les indications bibliographiques les plus importantes.

Toute la première partie du volume est consacrée à l'étude des composés organiques, à leur purification, à leur analyse et à la détermination de leur grandeur moléculaire: c'est là une innovation heureuse, dont les commençants ne manqueront pas de tirer le plus grand profit.

Les procédés de l'analyse élémentaire, la mesure des constantes physiques, points de fusion ou d'ébullition, solubilités, densités, pouvoir rotatoire, puissance réfractive, conductibilité électrique, chaleur de combustion ou de neutralisation, etc., les méthodes de Raoult, de Gladstone, Brühl et Lorenz s'y trouvent décrits avec soin et surtout avec une clarté d'exposition qui, dans le cadre naturellement restreint qui les enferme, donne une idée suffisamment exacte de leur importance dans l'étude de la Chimie organique.

En un mot, le livre de MM. Dupont et Freundler nous paraît répondre en tous points au but que les auteurs se sont proposé d'atteindre: fournir aux débutants les connaissances pratiques que leurs anciens, moins favorisés, n'ont pu acquérir qu'après une longue fréquentation des laboratoires et souvent de nombreux insuccès.

L. MAQUENNE,
Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

3^o Sciences naturelles

Dehérain (P.-P.), Membre de l'Institut, Professeur au Muséum et à l'École d'Agriculture de Grignon. — **Les Plantes de grande culture.** — 1 vol. in-8^o de 236 pages (Prix: 6 fr.). G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris, 1898.

Au moment où tout le monde parle de la crise agricole, il est bon de dire ce que la science a fait depuis quelque vingt ans pour en atténuer les effets.

M. Dehérain vient de faire paraître à ce sujet une série d'études magistrales intitulée: *Les plantes de grande culture*. Il s'agit du blé, des pommes de terre, des betteraves fourragères et des betteraves de distillerie et de sucrerie. Malgré la gravité du sujet, la lecture du livre est facile, parce que l'auteur sait parler tout ce qu'il touche et possède l'art charmant de bien exprimer tout ce qu'il veut dire.

Les qualités d'exposition et de style ne sont point, d'ailleurs, inconciliables avec l'érudition du savant, maître de son sujet. L'ouvrage de M. Dehérain n'est pas seulement, en effet, un travail de vulgarisation. Dans bien des cas, l'éminent professeur de Grignon expose les résultats de ses recherches personnelles. Nos lecteurs connaissent notamment celles qui se rapportent au travail du sol et à la nitrification, aux matières azotées de la terre arable, à l'action de l'eau sur la végétation, etc.¹ On trouvera à sa place, dans le

¹ Voyez P.-P. DEHÉRAIN: Revue annuelle d'Agronomie, dans la *Revue gén. des Sciences* du 30 janvier 1899.

volume dont nous parlons, l'exposé de ces beaux travaux, dont la portée économique pourra devenir si grande dans quelques années.

Sans doute, M. Dehérain parle longuement et avec détails de la culture des plantes céréales ou industrielles, mais son mérite consiste à ne pas faire sur chacune d'elles l'article banal de l'encyclopédie. L'auteur ne perd pas son temps à nous donner des détails techniques inutiles. Il apprend aux lecteurs ce que ceux-ci ne savent probablement pas. Loin de blâmer tout ce qui se fait, il tient grand compte des enseignements de la pratique séculaire; mais il cherche et trouve la raison cachée des vieilles méthodes que l'agriculteur applique depuis quelque mille ans. C'est ainsi qu'à propos de la jachère, si longtemps pratiquée, l'auteur montre qu'elle provoque l'aération du sol humide par les labours et la production de nitrates, qui est la conséquence de ce travail. La céréale, que l'on sème à l'automne, trouvera dans la terre des nitrates tout formés, les assimilera et s'en nourrira. Mais qu'arriverait-il si la terre restait nue pendant l'automne et l'hiver? Les nitrates formés seraient entraînés par les pluies; ils passeraient à travers le sol, qui ne peut les retenir, et ils seraient perdus. Il faut donc bien se garder de laisser les terres nues à la fin de l'année, après un labour, lorsque la nitrification est très active. Si l'on ne sème pas du blé, il est nécessaire d'occuper le sol au moyen d'une plante à croissance rapide qui saisira au passage les nitrates déjà formés et que l'on entermera ensuite de façon à éviter une perte d'azote certaine. Cette plante jouera le rôle d'engrais vert.

Or, il arrive fréquemment que le terre reste nue pendant l'automne et l'hiver. Il en est ainsi notamment quand on doit semer au printemps de l'orge, de l'avoine ou des betteraves. M. Dehérain dit à ce propos :

« Quand on prépare une terre pour betteraves, il est avantageux d'y incorporer dès l'automne de quarante à cinquante tonnes de fumier. Il arrive malheureusement qu'on ne dispose pas toujours, avant l'hiver, d'une masse sulfisante pour que chacune des pièces ait la dose utile : on remédie à ce défaut de la fumure d'automne, soit par l'acquisition de tourteaux, soit en pratiquant les cultures dérobées destinées à servir d'engrais.

« L'habitude d'employer les engrais verts est générale dans la Limagne d'Auvergne, où les grandes usines à sucre de Bourdon ont propagé la culture de la betterave. Elle alterne indéfiniment avec celle du blé; cette succession ne s'interrompt que tous les quinze ans, pour introduire une luzerne.

« Aussitôt après la moisson, la terre, débarrassée de sa récolte, reçoit un léger labour de déchaumage; on y emploie des instruments variés; les cultivateurs pauvres font encore usage de leur vieil araire; mais d'autres mettent en travail une *déchaumuse*, encore peu répandue, dont les fers horizontaux coupent le sol à 2 ou 3 centimètres de la surface, renversent et enterrent les chaumes et permettent le semis de la *vesce* qui, de toutes les Légumineuses que j'ai essayées, est celle que j'ai vue réussir le plus habituellement. Le semis est terminé dès la première semaine du mois d'août, et, s'il survient quelques pluies, la terre est rapidement couverte; en septembre, la place des chaumes est occupée par une prairie verdoyante, et, à la fin d'octobre, on obtient 8, 10 et jusqu'à 15 tonnes de fourrage vert à l'hectare, présentant une teneur en azote égale à celle du fumier de ferme.

« Cet azote a une double origine : il provient pour une part des nitrates qui se forment dans les sols fertiles pendant les chaleurs de l'été. Perdus, entraînés par les eaux d'infiltration quand les terres restent nues en automne, ces nitrates sont, au contraire, assimilés par la *vesce* semée après la moisson; à cet azote fourni par le sol vient s'ajouter celui que la plante prélève sur l'atmosphère. On sait, en effet, que les plantes de la famille des Légumineuses, à laquelle appartient la *vesce*, portent sur leurs rameaux des nodosités peuplées de bactéries fixatrices d'azote. »

On voit quelle peut être l'application des intéressantes recherches de M. Dehérain sur la nitrification des matières azotées de la terre arable. Rien de plus utile que de conclure en signalant la portée économique de ces travaux. L'auteur ajoute en effet :

« Il serait bien à désirer que cette pratique des cultures dérobées d'automne se généralisât; elle donnerait à notre pays un remarquable accroissement de fertilité. Nous cultivons le blé sur 7 millions d'hectares : si chacun d'eux recevait après la moisson une culture dérobée de Légumineuses, on aurait une moyenne de 10 tonnes d'engrais vert à enfouir; cette quantité atteindrait même 16 tonnes par hectare pendant les automnes chauds et pluvieux; elle représenterait donc de 70 à 105 millions de tonnes d'engrais valant son poids de fumier de ferme, et, comme nous ne produisons guère chaque année que 100 millions de tonnes de fumier, nous réussirions à doubler la fumure distribuée. »

A propos du blé, M. Dehérain signale une fois de plus l'importance exceptionnelle du choix des semences et de l'emploi des variétés très productives. Dans le Pas-de-Calais, sur les terres de M. Porion, on a pu obtenir 60 hectolitres par hectare en utilisant le blé à *épi carré*. C'était là un résultat merveilleux. Mais il convient de ne pas généraliser et de ne pas admettre, *a priori*, que l'on pourra obtenir de semblables récoltes dans la France entière. Il faut tenir compte de la nature du sol, du climat, du choix et de l'abondance des fumures distribuées. Loin de hasarder des conclusions trop enthousiastes, M. Dehérain met lui-même le public en garde contre une généralisation dangereuse.

Les essais tentés avec le blé Porion n'ont pas donné partout de brillants résultats. Cette variété est à sa place dans le Nord et le Pas-de-Calais; elle réussit moins bien dans les régions plus chaudes. Sa maturation est tardive et coïncide parfois avec les grandes chaleurs, de telle sorte qu'il arrive que le blé soit échaudé, que le grain soit petit et d'une vente difficile. L'auteur conclut avec raison :

« Le choix judicieux de la variété à semer est une des conditions premières de la réussite, et, malheureusement, ce choix ne comporte pas de solutions générales; telle variété qui convient à un certain sol n'est plus celle qu'il faut semer plus loin. C'est au cultivateur qu'il appartient, à force d'observations répétées, de trouver la semence qui offre, dans son domaine, le plus de chances de réussite. »

Ces réserves faites, il n'en reste pas moins prouvé que le choix des variétés exerce une influence certaine sur les rendements. M. Dehérain le montre, d'ailleurs, en parlant des pommes de terre et en rappelant que les belles études de M. Aimé Girard ont permis de doubler, voire même de tripler les récoltes, grâce à l'emploi des variétés prolifiques.

À côté de ces problèmes techniques, il existe des problèmes économiques qu'on ne saurait négliger. L'augmentation de la production et la réduction des prix de revient n'ont-elles pas, en effet, pour conséquence inévitable la baisse des prix? Que faut-il faire pour triompher de cette difficulté nouvelle, si ce n'est profiter de l'abondance même d'une marchandise dépréciée pour transformer cette dernière et obtenir ainsi des produits d'un prix plus élevé? C'est notamment ce que l'on peut faire en France, si l'on utilise la pomme de terre à l'engraisement du bétail.

M. Dehérain n'a pas oublié, dans son excellent ouvrage, d'aborder les questions économiques. Nous lui en savons gré, et le lecteur, qui s'instruira en le lisant, partagera sans nul doute cette opinion.

D. ZOLLA,

Professeur à l'École Nationale d'Agriculture de Grignon.

Cavalié (M.), *Professeur à la Faculté de Médecine de Toulouse. — De l'innervation du diaphragme (Etude anatomique et physiologique).* — 1 vol. in-8° de 154 pages avec 33 figures et 4 planches. Marqués et C^{ie}, imprimeurs, Toulouse.

4° Sciences médicales

Parinaud (H.). — La Vision. Etude physiologique et clinique. — 1 vol. in-8° de 220 pages avec figures (Prix : 6 fr.). O. Doin, éditeur. Paris, 1899.

M. Parinaud a réuni en un beau livre, luxueusement édité, le fruit des réflexions de toute sa vie scientifique, et l'exposé de ses travaux sur son sujet de prédilection, l'étude physiologique de la vision et notamment de la vision associée des deux yeux. Les lecteurs de la *Revue* connaissent ses idées, exposées d'abord par M. Weiss dans un article sur la théorie chimique de la vision¹, puis par l'auteur lui-même². Depuis de longues années, dans ses publications diverses, M. Parinaud a exposé sa théorie de la vision binoculaire, du strabisme, et son opinion, qui en découle, que la déviation strabique ne consiste réellement ni en des lésions musculaires, ni en des troubles de la fonction de la convergence, suivant les idées reçues, mais bien dans le dérangement d'une fonction cérébrale qui tient sous sa dépendance la vision binoculaire.

Le livre actuel reproduit donc, en les réunissant, toutes ces théories, et elle constitue l'étude complète de la vision sous toutes ses formes physiologiques, y compris cette vision binoculaire dont le dérangement cause le strabisme, et cet autre mode de vision associée des deux yeux que l'auteur décrit sous le nom de vision simultanée.

Le traité actuel est un livre de physiologie spéciale, mais avec des aperçus de physiologie pathologique et comparée, et aussi d'embryogénie et de phylogénie, qui donnent à sa lecture un attrait philosophique.

Dans un préambule, M. Parinaud expose les données générales de la physiologie sur la réaction sensorielle, sur la lumière, sur la couleur et donne de ces agents d'excitation des définitions conformes à l'état actuel des connaissances.

Le premier chapitre du livre est consacré à l'étude de la sensibilité visuelle et des fonctions de la rétine. La question de l'adaptation est exposée avec de nombreux détails, ainsi que le rôle respectif des bâtonnets et des cônes. Rappelons que, pour Parinaud, l'adaptation est une fonction de bâtonnets et du pourpre rétinien, car elle manque dans la fovea qui ne contient que des cônes.

Les cônes constituent les éléments fondamentaux de la rétine, et les bâtonnets, par la fonction d'adaptation, mettent les cônes en valeur.

L'étude de la fluorescence de la rétine arrête ensuite M. Parinaud qui expose, dans un chapitre étudié, les modifications diverses subies par le pourpre rétinien dans l'acte visuel. L'action du pourpre s'accompagnerait d'un développement d'énergie électrique. L'Anatomie comparée vient, d'ailleurs, corroborer ces conclusions : car on sait que les bâtonnets, organes d'adaptation, prédominent chez les animaux à vision nocturne. Les animaux dont les rétines sont privées de pourpre sont héméralopes.

Dans le deuxième chapitre, M. Parinaud étudie le rôle comparatif de la rétine et du cerveau dans l'acte de la vision. L'adaptation, l'acuité visuelle sont des fonctions périphériques et rétinienues; au contraire, la sensation de couleur paraît être une fonction centrale, si l'on en juge par certains troubles centraux, irritatifs ou nerveux (hystérie), qui produisent des sensations colorées ou des troubles de la vision des cou-

leurs. M. Parinaud admet donc que la spécialisation de sensation de lumière en sensation de couleur est de siège cérébral. Il pense aussi que le nombre indéfini de nos sensations de couleur est en rapport avec des modalités différentes de l'énergie nerveuse répondant aux modalités différentes de l'énergie physique de l'agent lumineux. L'énoncé de cette doctrine est précédé de la critique des théories de Young-Helmholtz et de Hering.

Enfin, l'auteur rappelle qu'il a été le premier à comparer les phénomènes de contraste des couleurs avec la polarisation électro-magnétique, idée qui reçoit tant d'appui à l'époque actuelle par les découvertes de Ramon y Cajal.

Suivent ensuite les chapitres ayant trait aux phénomènes de persistance de l'impression lumineuse et du contraste des couleurs.

La deuxième partie du livre de M. Parinaud se rattache davantage à la clinique, car il comprend l'étude de la vision associée des deux yeux, et, comme préambule important, l'étude de l'appareil complet de la vision, c'est-à-dire de l'appareil visuel et de la partie motrice intimement reliés l'un à l'autre. Les connexions nerveuses des muscles oculaires destinées à opérer la synergie des muscles, les idées nouvelles sur la structure du système nerveux y sont exposées avec soin. La loi de Listing est aussi discutée, loi dont la portée a été beaucoup exagérée d'après l'auteur.

Pour M. Parinaud, il y a deux modes de vision avec les deux yeux. La vision binoculaire d'abord, qui est la fonction d'un appareil spécial composé d'une partie sensorielle, d'une partie motrice et de connexions unissant l'une à l'autre. L'autre mode de vision est ce qu'il appelle la vision simultanée. Pour faire comprendre la différence de ces deux modes de vision, représentons-nous le strabisme, qui consiste dans l'abolition de la vision binoculaire et dans la conservation de la vision simultanée. En effet, l'œil strabique, qui ne prend pas part à la fixation, reçoit cependant une image et une impression. On peut, dans certaines conditions, voir sans diplopie avec chaque œil un objet différent, les deux mains élevées au-devant des yeux, par exemple. Dans certains cas, ce mode de vision se substitue même à la vision binoculaire; par exemple, quand on tire au pistolet les deux yeux ouverts, en réalité, on se sert d'un seul œil pour mettre en ligne le but, le guidon et le canon de l'arme; l'autre est ouvert et ne sert pas.

Un troisième mode de vision, moins intéressant, parce que d'un service moins courant, est la vision alternante. Parinaud la définit ainsi : chaque rétine, par une voie quelconque, peut se mettre en rapport croisé avec l'hémisphère opposé, même si les deux yeux sont ouverts. Dans la vision simultanée, il y a alternance de la vision centrale. La vision alternante peut être totale ou partielle. La connaissance de ces trois modes de vision binoculaire, simultanée, alternante donne la clef de quelques problèmes encore mal élucidés, entre autre du fait connu sous le nom d'antagonisme des champs visuels; pour l'auteur, ce ne serait autre chose que l'antagonisme des différents modes de vision.

Le livre de M. Parinaud se termine par un énoncé de la doctrine évolutionniste dans ses rapports avec l'organisme de la vision. Il conclut ainsi, dans un esprit philosophique d'une grande élévation : « Au moment de la naissance, le développement anatomique du cerveau de l'homme est inférieur à celui des animaux; c'est à cause du peu de développement anatomique du cerveau au moment de la naissance que l'homme est plus perfectible par l'exercice individuel et qu'il peut développer ses facultés dans des sens différents. »

Dr VALUDE,

Médecin de la Clinique des Quinze-Vingts.

¹ G. WEISS : La théorie chimique de la vision dans la *Revue générale des Sciences* du 30 mars 1896, tome VI, pages 253 à 269.

² H. PARINAUD : Les fonctions de la rétine, dans la *Revue générale des Sciences* du 15 avril 1898, tome IX, pages 267 à 282.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 30 Janvier 1899.

M. Roux est élu membre de l'Académie dans la Section d'Economie rurale.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Faye présente le tome I des *Annales de l'Observatoire de Nice*. Il est consacré presque en entier à la description de cet observatoire. — M. A. de la Baume-Pluvinet a observé le groupe des raies B du spectre solaire depuis le sommet du Mont-Blanc. Ce groupe subsiste à cette altitude, mais avec une intensité bien moindre que dans les couches basses de l'atmosphère. Ce résultat confirme l'origine tellurique de ces raies, qui a été indiquée pour la première fois par M. Janssen. — M. Janssen pense que le résultat serait encore plus net si l'on avait soin d'opérer dans la plaine par des temps aussi secs qu'aux hautes altitudes. En effet, les raies dues à la vapeur d'eau sont assez fortes dans la plaine et viennent troubler la netteté des raies dues à l'oxygène, lesquelles alors diffèrent beaucoup moins en intensité de celles observées sur les hauteurs. — M. M. Saltykow poursuit son étude sur la généralisation de la première méthode de Jacobi pour l'intégration des équations aux différentielles totales. — M. Edmond Maillet communique quelques recherches sur les groupes de classe $N-n$ et de degré N au moins $n-1$ fois transitifs. — M. Lémeray examine quelques cas particuliers du problème de l'itération. — M. W. Stekloff démontre un nouveau théorème relatif au développement d'une fonction donnée suivant les fonctions harmoniques. La fonction f est développable en série procédant suivant les fonctions V_n si elle est finie et continue avec ses dérivées des deux premiers ordres à l'intérieur de D et s'annule à la frontière. — M. Emile Borel cherche à préciser le point de vue auquel on doit se placer pour généraliser la définition du prolongement analytique due à Weierstrass. — M. A. Pellet indique de quelle façon on peut représenter les systèmes orthogonaux d'une surface de l'espace à n dimensions. — M. L. Raffy donne la théorie des surfaces doublement cylindrées suivant leurs lignes de courbure et applique les résultats au cas des surfaces isothermiques. — M. Tzitzéica s'occupe d'une classe particulière de congruences dont les développables découpent sur les surfaces focales des réseaux conjugués que M. Guichard appelle cycliques. — M. Blutel considère toutes les surfaces qui ont même image sphérique qu'une surface à lignes de courbure sphérique, et montre que les sphères de seconde courbure de tous les points d'une ligne de ces surfaces coupent un plan H sous un angle constant. — M. H. Bouasse a étudié les courbes de traction lorsque la charge varie proportionnellement au temps. Les expériences ont porté sur des fils de cuivre raidis par des passages à la filière, puis recuits vers 200°. Les résultats peuvent être représentés par une formule.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. Moreau a constaté que la constante k de torsion permanente de l'acier varie très rapidement au voisinage du point de recalcinescence et du point de trempe maxima et qu'elle fournissait ainsi un nouveau procédé pour fixer exactement ces deux points. Les résultats obtenus s'accordent bien avec ceux fournis par l'étude des résistances. — M. A. Cotton a disposé, entre deux néols croisés à l'extinction, une flamme de sodium traversée par un faisceau de lumière blanche, et a étudié la lumière qui réapparaît, dans ces conditions, sous l'action du champ magnétique, l'observation étant faite dans une direction

perpendiculaire aux lignes de force. Les vibrations sortant de la flamme, dont la période est voisine de celle d'une raie, sont devenues elliptiques, droites d'un côté de la raie, gauches de l'autre côté. Pour des radiations plus réfrangibles que l'une des raies D, la composante perpendiculaire au champ d'une vibration incidente est en avance par rapport à l'autre; l'inverse a lieu pour les radiations moins réfrangibles. — M. Gustave Le Bon a constaté que les corps réputés les plus opaques étaient au contraire très transparents pour des radiations invisibles de grande longueur d'onde et qu'il était possible d'arriver à la photographie par l'intermédiaire d'un écran au sulfure de zinc phosphorescent. Mais il semble que les radiations de la lumière visible ont une action destructrice sur l'effet des radiations invisibles. — M. G. Sagnac a reconnu que le faisceau des rayons secondaires transformés qu'un corps, même simple, émet sous l'influence des rayons X, constitue un mélange de rayons divers dont les pouvoirs de pénétration, inférieurs à ceux des rayons X dont ils proviennent, forment une échelle d'autant plus longue que le corps transforme plus profondément les rayons X; parmi les éléments, les métaux lourds émettent les faisceaux secondaires les plus hétérogènes. — M. Voieillaud signale plusieurs trombes et chutes de grêle qu'il a observées à Bizerte; le poids des grêlons a varié, en moyenne, de 200 à 350 grammes, et a atteint jusqu'à un kilogramme. On a observé une dépression barométrique de 35 millimètres. — M. A. Poincaré poursuit son étude des mouvements barométriques sur l'orthogonal du méridien de la Lune. — M. Georges Claude a reconnu que l'acétone, à la température de -80° , sous la pression atmosphérique, dissout plus de deux mille fois son volume d'acétylène, le volume du liquide après la saturation étant de 4 à 5 fois le volume initial. Un fil de platine porté au rouge peut être maintenu indéfiniment dans cette solution sans en provoquer la décomposition explosive. — M. F. Osmond a déterminé les points de transformation des alliages de fer et de nickel pour ceux de ces alliages qui contiennent 50 à 100% de nickel. En somme, l'addition de fer au nickel relève le point de transformation du nickel, tandis que l'addition de nickel au fer abaisse les points de transformation du fer. — M. O. Boudouard a étudié la décomposition de l'oxyde de carbone en présence des oxydes de nickel et de cobalt à la température de 445° . Comme avec l'oxyde de fer, la quantité décomposée croît avec le temps et dépend aussi de la quantité d'oxyde métallique présent. Il faut cependant un temps beaucoup moins long pour arriver à la décomposition totale. — MM. Schlagdenhauffen et Pagel ont constaté que les oxydes d'argent et de cuivre, chauffés dans un courant d'oxyde de carbone, sont entièrement désoxydés, l'un à 60° , le second à 300° , et peuvent, par conséquent, servir à absorber complètement ce gaz. Comme l'acide carbonique formé correspond théoriquement à l'oxygène perdu, il s'ensuit que cette réaction constitue un nouveau procédé de dosage de l'oxyde de carbone. — M. A. Collet a préparé la méthylphénylcétone- α -iodée et d'autres corps analogues en chauffant la cétone chlorée ou bromée avec de l'iodure de potassium. Les vapeurs des cétones iodées irritent vivement les yeux. Elles sont altérables par la lumière; placées au soleil en solution elles se colorent rapidement par suite de la mise en liberté d'un peu d'iode. — M. F. Chancel indique quelques particularités qu'il a observées dans la préparation des oxyéthylamines à partir de l'ammoniac et des chlorhydrines des glycols. — M. Albert Verley est parvenu à isoler le principe odorant de la

leur de jasmin. C'est une huile bouillant à 100-101°, de formule $C_{11}H_{16}O_2$, que l'auteur nomme jasmal. Ce n'est ni une aldéhyde, ni une acétone; le corps renferme un noyau benzénique avec trois doubles liaisons; il donne comme dérivé de l'acide styrolénique; c'est donc probablement l'acétal-méthylénique du phénylglycol. L'auteur a préparé ce dernier corps par synthèse et a obtenu, en effet, un produit tout à fait semblable au jasmal naturel. — **M. G. Favrel** a fait réagir les chlorures bi-diazoïques de la benzidine, de l'orthotolidine et de l'orthodiansidine sur l'acétylacétone et a obtenu des dihydrazones. Il se produit en même temps un peu d'une matière colorante rouge dont l'auteur poursuit l'étude. — **M. Henri Hélier** a déterminé le pouvoir réducteur de différents organes, c'est-à-dire la quantité d'oxygène qu'un gramme du tissu peut enlever au permanganate de potasse en le réduisant à l'état de sesquioxyde de manganèse. On obtient des nombres généralement différents pour un même organe, qui tiennent au fonctionnement intermittent des organes; il en est ainsi pour le foie et le pancréas, qui sont moins réducteurs au moment où ils sont en activité.

3° SCIENCES NATURELLES. — **M. Ch. Achard** a expérimenté une nouvelle méthode d'exploration clinique des fonctions rénales. Elle consiste dans l'injection d'une certaine dose de phloridzine au sujet en observation. Celle-ci produit, chez les individus sains, une glycosurie caractéristique; mais si le rein fonctionne mal, l'élimination de glycose est minime ou fait défaut. — **M. J. Winter**, à propos d'une note récente de **M. Bouchard** sur la cryoscopie des urines, rappelle qu'il a déjà, en 1895, déterminé le poids moléculaire de l'urine et constaté, dans quelques cas pathologiques, l'élévation de ce poids. — **MM. Bianchi et Félix Regnault** ont, au moyen de la phonendoscopie, étudié les changements de volume et de position des principaux organes dans les bains turcs. Ils en déduisent que les bains turcs sont une pratique très recommandable de gymnastique des organes sains.

Séance du 6 Février 1899.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. Lœwy** présente le tome VIII des *Annales de l'Observatoire de Bordeaux*, renfermant le résumé des observations astronomiques et météorologiques faites dans cet établissement en 1891 et 1892 et un mémoire de **M. A. Féraud** sur le développement de la fonction perturbatrice. — **M. A. Hurwitz** montre comment l'application du théorème de Cauchy généralisé à certaines intégrales doubles l'a conduit à une démonstration facile du théorème de **M. Hadamard** et d'autres théorèmes analogues sur les singularités de certaines fonctions. — **M. Marcel Brillouin** montre que des phénomènes irréversibles peuvent prendre naissance entre deux points matériels dont les actions mutuelles dépendent de leur seule distance. La théorie mécanique des phénomènes de ce genre est excessivement simple et permet d'établir rigoureusement : 1° le caractère irréversible des échanges d'énergie entre un système rigide et un système mobile, lorsqu'une partie des positions du système mobile sont instables; 2° le caractère purement additif des accroissements d'énergie cinétique du système mobile par la répétition infiniment lente du même cycle.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. H. Poincaré** montre la façon dont s'explique le phénomène de Hall dans la théorie de l'électricité de Lorentz. Cette théorie conduit à rechercher si le phénomène de Hall n'existe pas pour tous les métaux quand ils portent une forte charge et s'il ne change pas de signe avec cette charge quand cette charge est très forte; l'expérience serait intéressante à tenter. — **M. A. Broca** a étudié la décharge qui se produit entre deux électrodes pointues, séparées par une fraction de quelques millimètres, et placées dans un vide aussi parfait que possible. On observe une étincelle disruptive; des particules sont arrachées de l'anode et convergent vers la cathode, d'où elles sont repoussées en formant des rayons matériels anodiques

déviées par l'aimant. — **MM. Augste et Louis Lumière** ont étudié aux basses températures un certain nombre d'actions dues aux rayons lumineux et ont constaté qu'elles paraissent supprimées d'une façon générale. Ainsi des préparations photographiques qui, à la température ordinaire, subissent une décomposition chimique visible, sous l'influence de la lumière, restent inaltérées lorsque cette action s'exerce vers — 200°. Les substances phosphorescentes perdent leurs propriétés aux basses températures, mais les reprennent à la suite du réchauffement. — **MM. Desgrez et Balthazard** ont utilisé le bioxyde de sodium dans leurs études sur la respiration dans une enceinte fermée. En effet, si l'on y fait tomber de l'eau goutte à goutte, il se décompose en donnant de l'oxygène, qui sert à alimenter la respiration du sujet en expérience, et de la soude, qui absorbe l'acide carbonique formé pendant la respiration. La composition de l'atmosphère ne varie donc pour ainsi dire pas. — **M. A. Bach** a reconnu que la formaldéhyde, de même que le chlorhydrate de trioximidométhylène, ont la propriété de donner, avec une solution très étendue de sulfate de cuivre et la potasse caustique, une coloration violette intense. Cette réaction, très nette et excessivement sensible, pourrait être employée avec avantage pour détecter de très petites quantités de cuivre; elle présente une certaine analogie avec celle du biuret. — **M. Gœhsner de Coninck** a fait agir sur diverses urées un mélange de chromate neutre de potassium et d'acide sulfurique. Avec l'urée, on obtient un dégagement d'acide carbonique et d'un peu d'azote. Avec la sulfo-urée, on obtient les acides sulfocyanique, disulfocyanique et thio-prussiques. — **M. W. Louguinine** a déterminé les chaleurs latentes de vaporisation de la pipéridine, de la pyridine, de l'acétol et du capronitrile. Les valeurs de $\frac{PS}{T}$ calculées pour ces quatre substances semblent indi-

quer qu'à l'état liquide elles sont composées de molécules simples non polymérisées. — **M. Georges Jacquemin** a introduit, dans un moût en fermentation, des extraits de feuilles de vignes des grands crus. Ces extraits, qui renferment les glucosides des feuilles, sont dédoublés par une diastase sécrétée par la levure et communiquent aux vins un bouquet très marqué. On obtient ainsi des vins supérieurs à ceux qui résultent d'une vinification ordinaire, et cela surtout si l'on fait usage de levures sélectionnées. — **M. G. Leser** étudie les dérivés du méthylcéténal. Avec l'hydroxylamine, il donne un isoxazol, qui s'isomérisent facilement en nitrile sous l'influence de l'éthylate de sodium. Ce nitrile, traité par la potasse alcoolique, donne la méthylhexanamide. Avec l'aniline, le méthylcéténal donne une anilide. — **M. A. Maillard** a constaté que les tubes de sérum antidiphthérique de l'Institut de Nancy, non utilisés et retirés de la circulation au bout de trois mois, se recouvrent d'un dépôt blanc pulvérulent. Ce dépôt n'est pas autre chose que de la fibrine à l'état de cristaux microscopiques. Ce fait semble prouver que les albuminoïdes sont des corps lentement cristallisables. — **MM. G. Patein et E. Dufau** ont constaté que, lors même qu'une urine de diabétique donne des chiffres plus faibles au saccharimètre qu'à la liqueur de Fehling, le sucre qu'elle contient est toujours de la glycose *d*. Lorsqu'il y a une différence entre les chiffres des deux méthodes, elle provient de la présence dans l'urine de matières lévogyres que le sous-acétate de plomb ne précipite pas complètement. Il convient de le remplacer par le nitrate de mercure. — **M. M. Berthelot** a poursuivi ses études relatives à l'action de l'acide sulfurique sur l'acétylène. Les acétylénosulfonates qui se produisent après neutralisation par la potasse répondent à la formule générale $(C_2H_2)_n^{m-1}(SO_3KH)^m$. Lorsque l'acétylène est absorbé par un excès d'acide $SO_3H^2 + H_2O$, on trouve dans les produits de la distillation un corps qui a la propriété de réduire l'azotate d'argent ammoniacal limite; c'est probablement un dihydrate d'acétylène (glycol acétylénique).

$C^2H^2.H^2O.H^2O$) ou un monohydrate (alcool acétylénique ou vinylique : $C^2H^2.H^2O$). Ce corps se transforme facilement en aldéhyde. Sous l'action de l'hydrogène sulfuré, ce corps donne un acide thioglycolique ou thioxyglycolique, dont le sel d'argent est soluble.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. A. d'Arsonval, au sujet de la communication de MM. Desgrez et Balthazard sur le maintien d'une atmosphère de composition constante dans un vase clos, rappelle les tentatives déjà faites dans cette voie. On en a déduit qu'une quantité limitée d'azote pouvait servir indéfiniment à la respiration d'un animal et que ce corps jouait un rôle purement passif. L'auteur pense pouvoir démontrer bientôt que cette opinion est inexacte et que l'azote joue, au contraire, un rôle capital dans les phénomènes respiratoires. — M. Ollier a eu l'occasion de faire l'autopsie d'un homme auquel il avait réséqué le coude, il y a vingt-huit ans, pour une ostéo-arthrite tuberculeuse avec fongosités très abondantes et fistules osseuses multiples. Le coude était reconstitué en un ginglyme parfait; il présentait une solidité latérale absolue et jouissait de mouvements complets et très énergiques de flexion et d'extension; l'opéré avait pu faire les travaux les plus pénibles. — M. W. Palladine a étudié l'influence de la lumière sur la formation des substances azotées vivantes dans les tissus des végétaux. 1^o Les feuilles ont assimilé, à la lumière, trois fois plus de saccharose qu'à l'obscurité. 2^o En présence du saccharose, la synthèse des matières protéiques s'effectue plus énergiquement à la lumière qu'à l'obscurité, et plus énergiquement dans la moitié bleue du spectre que dans la moitié jaune. 3^o La présence d'une réserve abondante d'hydrates de carbone et l'action de la lumière sont indispensables à la formation normale des substances azotées vivantes dans les feuilles.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 10 Janvier 1899.

M. Gariel présente un appareil simple, dû à M. le Dr Renaut, et destiné à permettre l'inhalation de vapeurs médicamenteuses. — M. François-Franck, tout en rendant justice aux résultats merveilleux obtenus grâce à la médication thyroïdienne dans le traitement d'un grand nombre d'affections, montre que ce produit est très dangereux, a de nombreuses contre-indications, et ne doit être employé qu'avec circonspection. Il propose la nomination d'une Commission qui rechercherait s'il n'y a pas lieu de ranger les produits thyroïdiens parmi les remèdes dangereux que seul le médecin peut prescrire. — M. A. Proust appelle l'attention de l'Académie sur la distribution géographique actuelle de la peste en Asie et en Afrique, sur les dangers que l'extension de cette maladie peut faire courir à l'Europe et sur les mesures de protection actuellement en vigueur. La peste sévit toujours dans l'Inde anglaise avec intensité et il est à craindre qu'elle y persiste encore pendant plusieurs années; de nouveaux foyers se sont montrés en Chine; elle a apparu à Madagascar. Il est donc d'un grand intérêt de compléter et de perfectionner les divers moyens déjà conseillés pour prévenir l'importation de la peste en Europe. L'attention doit se porter d'une part sur le Turkestan, d'autre part sur le golfe Persique, où aucune protection n'existe en ce moment, malgré le voisinage des régions contaminées. Enfin, bien que des moyens de défense existent du côté de la mer Rouge, ces moyens doivent être améliorés. — M. le Dr Charrier lit un travail sur la hernie étranglée et sur un procédé de débridement en dehors du sac. — M. le Dr Lejars présente un malade sur lequel il a opéré la gastrotomie pour corps étranger de l'œsophage.

Séance du 17 Janvier 1899.

M. le Président annonce le décès de M. Dumont-pallier, membre de l'Académie. M. H. Huchard donne

lecture du discours qu'il a prononcé à ses obsèques. — M. L.-E. Bertrand décrit un cas de fièvre bilieuse hémoglobinurique; l'examen du sang du malade, qui avait d'ailleurs été aux colonies, fit constater la présence de l'hématozoaire de Laveran. On ne peut donc affirmer que la fièvre hémoglobinurique n'ait pas de relations avec le paludisme. — M. Léon Colin exprime le vœu que, conformément au projet du Ministre de la Guerre, l'incorporation des contingents annuels soit reportée du 1^{er} novembre au 1^{er} octobre. Cette dernière époque est plus favorable, parce que le temps est généralement encore beau, tandis qu'en novembre les premières intempéries produisent chez le jeune soldat l'éclosion d'un grand nombre d'affections et spécialement le réveil des tuberculoses latentes.

Séance du 24 Janvier 1899.

M. Panas présente un nouveau crochet pour l'extraction du cha'azion dû au Dr Jacovidès. — M. François-Franck présente le rapport de la Commission sur la vente des produits thyroïdiens. Celle-ci, à la suite de nombreuses expériences, conclut que les produits thyroïdiens, sous quelque forme qu'ils se présentent, sont des produits toxiques et, à ce titre, doivent être rangés dans la catégorie des remèdes dangereux que seul le médecin doit prescrire en surveillant l'emploi. La Commission propose que la vente de ces produits soit soumise à la réglementation qui régit la vente des remèdes dangereux, et qu'ils ne soient livrés au public que sur l'ordonnance expresse des médecins. — MM. J.-J. Laborde et G.-F. Jaubert annoncent qu'ils ont trouvé le moyen de maintenir constante la composition de l'atmosphère dans un espace hermétiquement fermé où respire un être vivant. Une substance chimique, par une seule opération, débarrasse l'air vicié de son acide carbonique et de sa vapeur d'eau et lui redonne automatiquement, en échange, la quantité exacte d'oxygène qui lui manque. — M. Chauvel a recueilli les observations d'appendicites faites depuis trois ans par les médecins militaires. Elles sont au nombre de 171, dont 83 traitées médicalement (mortalité : 31,8 %) et 88 traitées chirurgicalement (mortalité : 30 %). — M. Ferrand étudie l'emploi des injections hypodermiques de morphine quand un malade est en danger de mort imminente, par syncope ou par asphyxie. Celles-ci ont pour effet de modérer la souffrance et de calmer l'agitation, mais, par contre, elles hâtent le moment de la mort en plongeant le malade dans un état de sommeil qui le conduira sans retour de conscience jusqu'au sommeil éternel. L'auteur propose donc d'adjoindre à la morphine une certaine quantité d'éther, qui réveille l'activité fonctionnelle des éléments anatomiques et pare ainsi aux inconvénients de la morphine. — M. le Dr Tuffier lit une note sur trois cas de résection de l'estomac pour cancer. — M. le Dr Scrinì donne lecture d'un travail sur les collyres huileux.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 21 Janvier 1899.

Une discussion s'engage sur la sympathectomie dans le traitement de l'épilepsie. M. Chipault, sur 18 opérations, a eu 10 résultats nuls et 5 améliorations notables; 4 des améliorés avaient subi la résection totale des ganglions cervicaux. L'auteur conclut que l'opération a une influence réelle sur la marche de l'épilepsie, souvent faible, quelques fois favorable. M. Dejerine soutient la thèse contraire. Il a vu des épileptiques dont l'état s'était aggravé après l'opération. En outre, l'opération est dangereuse, puisqu'elle a plusieurs fois entraîné la mort. M. Dupuy a constaté que la sympathectomie provoque souvent une atrophie cérébrale chez le jeune animal. M. E. Gley a observé encore d'autres troubles. Il constate, d'autre part, que l'intervention ne s'appuie sur aucune donnée physiologique.

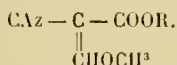
M. Laborde signale les troubles du cœur comme généraux chez les jeunes animaux opérés du sympathique. — MM. Courtade et Guyon ont continué l'étude de l'influence du pneumogastrique sur l'intestin grêle. — M. Guinard envoie une note sur le passage des substances injectées dans l'amnios. — M. Brault (d'Alger) signale un cas d'actinomycose de la joue droite chez une jeune fille. — M. Raillet décrit les anomalies de ventouses chez les Cestodes.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

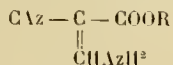
SECTION DE NANCY

Séance du 25 Janvier 1899 (suite).

M. P.-Th. Muller compare les résultats théoriques obtenus par M. F. Kohlrausch¹ et relatifs à la mobilité des ions avec la règle des valences de Ostwald-Bredig². Il montre qu'on est là en présence de deux interprétations du même phénomène, différentes en apparence, mais au fond identiques, et d'ailleurs empiriques. Il fait voir comment on peut dériver facilement l'une des conceptions de l'autre, et insiste sur les conséquences pratiques qui découlent de cette analogie. — M. Mailard présente une fibrine cristallisée, trouvée dans les sérums de cheval et de boeuf, et qui se dépose en grains microscopiques dans ces liquides séparés limpides du caillot et conservés aseptiquement durant de longs mois. L'état cristallin est attribuable à l'extrême lenteur de la précipitation. — M. Grégoire de Bollemont montre que l'action de l'orthoformiate de méthyle sur les éthers cyanacétiques est analogue à celle de l'orthoformiate d'éthyle sur ces composés³, et obtient ainsi les éthers méthoxyméthylène cyanacétiques :



Le méthoxyméthylène cyanacétate de méthyle se prépare exactement comme le dérivé éthoxyméthylénique correspondant. Il distille dans le vide vers 183° et 25 millimètres de pression, sous forme d'une huile incolore qui cristallise aussitôt; le produit repris par un mélange d'alcool et d'éther, laisse déposer de fines aiguilles transparentes fondant à 88°. Le méthoxyméthylène cyanacétate d'éthyle cristallise en petites tables transparentes et en forme de rhombes, fondant vers 99°. Ces dérivés jouissent de propriétés analogues à celles des éthers éthoxyméthyléniques correspondants; ils sont cependant moins solubles et leurs points de fusion sont plus élevés. Traités par de l'hydrate de baryte, ils donnent des sels de baryum identiques à ceux déjà décrits. La série des éthers méthoxy- et celle des éthers éthoxyméthylène cyanacétiques fournissent une série unique de dérivés amidés :



qu'on obtient avec facilité en traitant à froid les éthers par de l'ammoniaque. On a ainsi préparé l'amidométhylène-cyanacétate de méthyle, poudre blanche fondant à 128°, et qui cristallise avec une molécule d'eau en longues aiguilles transparentes; l'amidométhylène cyanacétate d'éthyle, fondant vers 130°, et les dérivés propylé et amylylé.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 17 Novembre 1898.

M. Arthur L. Stern a cherché à déterminer la quantité d'aliments inorganiques et azotés nécessaire pour

produire la plus belle culture de levures, la plus grande assimilation d'azote et la fermentation la plus complète dans un temps donné. La levure employée était une forme pure sélectionnée de la levure plongeante de Burton, le sucre du glucose droit, l'élément azoté de l'asparagine, l'aliment inorganique de la cendre de levures exempté de soufre ou bien un mélange de phosphate de potassium, de sulfates de magnésium et de calcium. Le soufre est un aliment essentiel de la levure; en l'absence de sulfures, il peut être emprunté aux sulfates avec formation d'hydrogène sulfuré. Toute augmentation d'aliments au delà d'une limite définie ne produit aucun accroissement dans la quantité d'azote assimilé par la levure, dans le pourcentage d'azote dans la levure, dans le poids de la levure, dans la quantité de sucre fermenté. Cette limite, appelée alimentation normale (c'est-à-dire la plus grande quantité assimilable par la levure dans les conditions de l'expérience), est approximativement de 0,025 gr. de substances inorganiques pour 100 c. c. de sucre et le même poids d'azote sous forme d'asparagine. — M. Arthur George Perkin a constaté la présence, dans un arbre de la Nouvelle-Zélande, le *Piriri* (*Vitex littoralis*), de deux matières colorantes: la vitexine, C¹⁵H¹¹O⁷ ou C¹⁷H¹⁶O⁸, et l'homovitexine, C¹⁶H¹⁶O⁷ ou C¹⁸H¹⁸O⁸. La première est une poudre cristalline jaune canari, peu soluble dans la plupart des dissolvants, donnant difficilement des produits de substitution. Le dérivé acétylé a seul pu être préparé. Elle teint en jaune le calicot mordancé aux sels de chrome ou d'aluminium. Elle semble voisine de l'apigénine. La seconde matière diffère de la première par sa plus grande solubilité. — MM. T. B. Wood, W. T. N. Spivey et T. H. Easterfield ont poursuivi l'étude des dérivés du cannabinoïl. L'oxydation de ce corps par l'acide nitrique donne les acides butyrique, valérique et caproïque normaux. — M. A. G. Perkin a préparé les dérivés de l'hespéritine, C³²H²⁸O¹², corps qui se trouve à l'état de glucoside dans le citron et l'orange amère. Avec une solution de potasse à 100°, elle donne du phloroglucinol et de l'acide hespéritinique ou hydroxyméthoxycinnamique. Avec les carbonates de soude et de potasse, elle donne les composés C³²H²⁷O¹² (Na ou K). L'hespéritine doit contenir six groupes hydroxyyles, car elle forme un dérivé hexaacétylé. — MM. Arthur W. Crossley et Henry R. Le Sueur indiquent une méthode pour la détermination de la constitution des acides gras. Un acide CH^x.CH^y.CO^zH est d'abord converti dans l'éther éthylique de son dérivé monobromé, CH^x.CHBr.CO^zEt, lequel, traité par la quinoline ou la diéthylaniline, donne l'éther éthylique d'un acide non saturé de la série acrylique CH^x.CH.CO^zEt. L'acide obtenu par l'hydrolyse de cet éther est oxydé par le permanganate de potasse et donne le dihydroxyacide correspondant, CH^xOH.CH^yOH.CO^zH, lequel, oxydé par l'acide chromique, donne l'acide X.CO^zH et l'acide CO^zH.CO^zH. On obtient donc un acide gras contenant deux atomes de carbone de moins que l'acide original, et qui peut être plus facilement identifié, le nombre des isomères décroissant avec celui des atomes de carbone. — M. William Jackson Pope a fait cristalliser l'iodoforme de sa solution dans l'acétone et a obtenu des tablettes hexagonales présentant les formes: 111, 100, 221, 110, 211. — MM. Frédéric Stanley Kipping et William Jackson Pope ont cherché à vérifier la méthode de Ladenburg pour la caractérisation des composés racémiques. D'après Ladenburg, si, en opérant la cristallisation fractionnée d'un mélange d'un corps compensé avec un excès d'un de ses constituants actifs, les fractions successives n'ont pas la même rotation spécifique, l'existence d'un composé racémique est établie. Les auteurs montrent que cette méthode n'a aucune valeur et que le principe est contredit par leurs observations. — MM. Wyndham R. Dunstan et T.-A. Henry ont découvert, dans le bois du *Chione glabra*, une huile aromatique à odeur forte. Elle est principalement composée d'orthohydroxyacétophénone, C⁹H⁸Ac.OH et de son éther méthylique. — MM. E. Divers et T. Haga

¹ Wied. Ann., 1898, t. LXVI, p. 785.

² Zeit. phys. Chem., 1894, t. XIV, p. 198.

³ Bull. Soc. Chim., 1898, t. XIX, p. 437.

indiquent le mode de préparation des hyponitrites à partir des nitrites. Du nitrite de sodium, dissous avec une quantité calculée de carbonate de soude, est traversé à 0° par un courant de SO_2 qui le transforme en oximidisulfonate. Ce dernier est converti par hydrolyse en oxyamidisulfonate et sulfate acide; la solution est neutralisée par le carbonate de soude; puis, par addition de potasse, on décompose l'oxyamidisulfonate en hyponitrite et sulfite et on précipite l'hyponitrite à l'état de sel d'argent. Le rendement est d'environ 60%. — M. E. Divers a constaté qu'on peut se servir avantageusement, dans l'analyse des gaz, d'une solution de sulfite alcalin pour absorber complètement et rapidement l'oxyde nitrique. — Le même auteur a étudié l'action de l'oxyde nitrique sur le nitrate d'argent à chaud. Celui-ci est décomposé en nitrite d'argent, argent libre et peroxyde d'azote. Il est probable que l'imperceptible décomposition que présente le nitrate d'argent quand on le chauffe vers 220° est simplement activée par l'oxyde nitrique qui s'empare de l'oxygène aussitôt qu'il se produit. — Le même auteur a préparé des nitrites alcalins absolument purs en faisant passer, dans des solutions contenant des hydrates ou des carbonates alcalins, à l'abri du contact de l'air, de l'oxyde nitreux contenant un peu d'oxyde nitrique. Ces nitrites purs sont d'un jaune pâle, qui est plus accusé dans les solutions concentrées. M. Groves constate que le nitrite de soude presque pur du commerce ne présente pas cette coloration. — M. E. Divers a étudié la réduction du nitrite de sodium par l'amalgame de sodium. La quantité des produits formés peut être modifiée à volonté suivant les conditions de l'expérience. Il semble qu'il se forme d'abord deux produits de transition, jusqu'à présent inconnus à l'état libre, NaAzO et NaOAz , dans la proportion de 4/5 du premier pour 1/5 du second. Du second produit, il se forme, par condensation, de l'hyponitrite de sodium quand la solution est concentrée, ou, par réduction, de l'hydroxylamine, quand la solution est diluée. Du premier produit, il se forme de l'oxyde nitreux, par condensation et hydrolyse à basse température, ou de l'azote par réduction, condensation et hydrolyse à haute température. — Le même auteur pense qu'on peut employer les réactions précédentes à la préparation des hyponitrites. En laissant l'action de l'amalgame se prolonger, l'hydroxylamine est transformée en ammoniacque, qui peut être enlevée en exposant la solution sous un dessiccateur avec de l'acide sulfurique. Il ne reste donc plus, à la fin, qu'une solution d'hyponitrite et d'hydrate de sodium. L'hyponitrite peut être retiré par précipitation avec l'alcool absolu; il se dépose sous forme de grains cristallins possédant la composition $(\text{NaOAz})_2 + 3\text{H}_2\text{O}$. L'hyponitrite d'argent s'obtient en ajoutant à la solution du sulfate ou du nitrate d'argent. Pour la préparation des autres hyponitrites, il est nécessaire de neutraliser d'abord l'hydrate de soude. De tous ces sels, on peut retirer l'acide hyponitreux pur en solution. — M. Raphael Meldola a préparé, à l'état absolument pur, le dérivé acétylé de la paranitro-orthanisidine, lequel fond à 153-154°. Par réduction, il donne la p-nitro-o-acétanisidide, dérivé instable, mais facilement transformable en p-iodo-o-acétanisidide, composé bien cristallisé.

Scance du 4^{er} Décembre 1898.

MM. Henry J. Horstman Fenton et Henry Jackson ont étudié l'influence de la présence du fer sur l'oxydation des polyalcools. Si des polyalcools (glycol éthylénique, glycérol, érythritol, mannitol, etc.) sont mis en présence de bioxyde d'hydrogène, il n'y a pratiquement aucune action, mais, si l'on ajoute du fer à l'état ferreux, une oxydation énergique se manifeste. Les alcools sont alors transformés en aldéhydes ou en cétones. — MM. Wyndham R. Dunstan et Harold Brown ont constaté que la tige et les feuilles du

Hyoscyamus muticus de l'Inde contiennent environ 0,1 % d'hyoscyamine et que cet alcaloi le peut en être extrait à l'état pur plus facilement que de la jusquiame ordinaire. — M. James Dewar a fait quelques recherches sur la couleur de la vapeur d'iode. Stas prétendait que l'iode ne donne pas de vapeurs visibles à la température ordinaire. L'auteur a constaté, au contraire, que l'iode, préparé par différentes méthodes et se volatilisant jusqu'à saturation dans l'air à la pression d'une atmosphère et à la température ordinaire, donne une vapeur colorée visible. Si, par contre, un récipient analogue, mais dans lequel on a fait le vide, contient la même quantité d'iode, la vapeur qui se forme a une couleur beaucoup moins marquée. Si la vapeur d'iode se forme dans une atmosphère d'anhydride carbonique, d'oxygène ou d'hydrogène, la couleur est pratiquement la même que dans l'air, et elle est toujours plus foncée que dans le vide. L'auteur s'est assuré que cette différence n'était pas due à la présence de vapeur d'eau ou à la formation d'acide iodhydrique. Il a alors calculé la tension de la vapeur d'iode saturée à différentes températures d'après la formule de Rankine et il a mesuré, d'autre part, la quantité d'iode existant dans un litre de vapeur saturée à ces diverses températures. Les tensions de vapeur calculées d'après ces dernières données diffèrent constamment des premières; elles leur sont toujours inférieures. D'autre part, M. J.-J. Thomson a montré que l'effet de la pression d'un gaz inerte est d'élever la tension de vapeur d'un solide qui y diffuse au-dessus de celle produite par la diffusion de la même substance dans le vide. Il y a peut-être là un commencement d'explication des différences de coloration observées par M. Dewar; en attendant, d'autres expériences se poursuivent sur ce sujet.

Scance du 15 Décembre 1898.

M. Arthur W. Crossley, en faisant réagir le sodiomalonate d'éthyle sur l'oxyde de mésityle dans le but d'arriver à l'acide dihydrocamphorique, a obtenu une huile qui, hydrolysée par la potasse, donne un acide bibasique $\text{C}^{10}\text{H}^{20}\text{O}_4$, cristallisable, fondant à 148°. Il forme un sel d'argent et un éther éthylique. Il donne deux dérivés dibromé et dibromomé. — Le même auteur a fait réagir l'acétylène tétrabromé sur le malonate d'éthyle en présence de sodium dissous dans l'alcool absolu. Les deux principaux produits de la réaction ont été le tribromométhylène et l'acétylène tétracarboxylate tétraéthylique. Il se dégage en outre un peu d'acétylène; il se forme une petite quantité de produits résineux indéterminables. — M. F. Stanley Kipping a préparé une nouvelle série de dérivés de l'acide camphorique: l'anhydride et l'acide $\alpha\pi$ -chlorobromocamphorique, le π -bromocamphanate de méthyle, la π -bromocamphanamide. — MM. W. H. Perkin junior et J. F. Thorpe ont préparé synthétiquement l'acide $\alpha\beta\gamma$ -triméthylglutarique. En faisant digérer en solution alcoolique du cyanacétate d'éthyle avec de l'éthylate de soude et du diméthylacrylate d'éthyle, on obtient un composé qui, par hydrolyse, donne la triméthylglutarimide. L'acide cherché s'obtient en chauffant cette dernière avec l'acide chlorhydrique. — M. W. Trevor Lawrence, en faisant réagir le γ -bromodiméthylacétoacétate de méthyle et le cyanure de potassium en solution étherée, a obtenu le γ -cyanodiméthylacétoacétate de méthyle. Ce corps se convertit intégralement par hydrolyse en acide $\alpha\alpha$ -diméthyl- β -hydroxyglutaconique, lequel donne de nombreux sels et est le point de départ de tout un groupe de dérivés de la série gluconique.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

Bureau des Longitudes. — M. le Ministre de l'Instruction publique a nommé : *Président* du Bureau des Longitudes, M. Henri Poincaré, membre de l'Académie des Sciences et professeur de Mécanique Céleste à la Sorbonne; *Vice-Président*, M. H. Faye, membre de l'Académie des Sciences, ancien professeur à l'École Polytechnique. Le *Secrétaire* du Bureau est M. Lippmann, membre de l'Académie des Sciences, professeur de Physique expérimentale à la Sorbonne.

§ 2. — Physique

L'air liquide. — Le jeudi 16 février, M. Dommer a fait à l'Association française pour l'Avancement des Sciences une conférence sur l'air liquide. Nous emprunterons à cette conférence les indications suivantes :

Actuellement, les machines construites pour liquéfier les gaz peuvent se diviser en trois groupes :

1^o Les machines à cascades et à cycles multiples. Exemple, la machine de Leyde à trois cycles : chlorure de méthyle, éthylène, oxygène. Leur fonctionnement est parfait, mais les frais d'établissement sont très considérables ;

2^o Les machines à détente avec production de travail extérieur (Siemens), basées sur le principe thermodynamique de l'abaissement de température d'un gaz qui se détend. L'abaissement de température, théoriquement illimité, se limite bientôt dans la pratique par l'impossibilité de réaliser des pressions suffisamment élevées dans les compresseurs ;

3^o Les machines utilisant le phénomène Joule-Thomson, c'est-à-dire l'abaissement de température d'un gaz qui se détend sans produire de travail extérieur (Linde et Hampson). Ce sont actuellement les seules vraiment pratiques. M. Linde s'occupe en ce moment à construire une petite machine dont le poids ne dépassera pas 2 kilos et qui fournira de l'air liquide après 18 minutes de mise en marche.

Une fois l'air liquide obtenu, il faut, pour le conserver quelque temps, le protéger contre le rayonnement : on se sert des vases à double enveloppe évacuée,

proposés il y a longtemps par M. d'Arsonval ; la technique a fait aussi de grands progrès dans la fabrication de ces vases : on en construit aujourd'hui, à parois argentées, qui ne perdent que 3 à 5 grammes d'air liquide par heure ; avec un ballon de 2 lit. 1/2, on peut ainsi conserver de l'air liquide pendant quinze jours.

L'air liquide peut être obtenu dans des conditions assez économiques pour permettre de l'utiliser industriellement :

1^o A la production des hautes températures. En effet, l'air est un mélange d'azote et d'oxygène qui se liquéfie simultanément ; mais, à l'évaporation, l'azote, plus volatil, disparaît le premier et le mélange s'enrichit en oxygène ; le professeur Borchers a appliqué ce procédé, cet oxygène à la fabrication du carbure de calcium en chauffant directement le mélange de chaux et de charbon, sans l'intervention de l'énergie électrique ;

2^o A la fabrication des explosifs. En mélangeant du charbon, de l'air liquide et du coton, on obtient une sorte d'éponge qui est susceptible de remplacer la dynamite. Cet explosif perd ses propriétés au bout de 15 minutes : il doit donc être préparé sur place ; mais, par contre, on n'a pas à craindre l'explosion tardive d'une cartouche ratée, les vols de matière, etc. Il est, d'ailleurs, à très bon marché, puisque la préparation d'un kilo d'explosif n'exige la dépense que de 3 à 4 chevaux-heure. Actuellement on installe dans ce but, sur les chantiers du tunnel du Simplon, une machine qui fournira 7 à 8 litres d'air liquide par heure.

La Société de produits chimiques *la Rhénania* a tenté d'utiliser à la fabrication du chlore par le procédé Deacon, l'air riche en oxygène obtenu par la liquéfaction : les résultats n'ont d'ailleurs pas répondu à l'attente. On a proposé également de substituer ce mélange à l'acide azotique dans les premières chambres de plomb. Au Creusot, on a tenté l'application aux fours à acier Martin. On cherche aussi à se servir de l'air liquide pour la navigation, aérienne ou sous-marine, pour les scaphandres (d'Arsonval). Les usages thérapeutiques ont aussi été l'objet de recherches, assez peu avancées du reste : il est à signaler seulement que l'action de l'air liquide sur les microbes pathogènes est à peu près nulle.

Enfin, dans les laboratoires scientifiques, l'air liquide a facilité de nombreuses recherches sur les basses températures : il a permis de constater la disparition des affinités chimiques, de la phosphorescence des corps qui sont phosphorescents à la température ordinaire, tandis que d'autres corps, non phosphorescents à la température usuelle, le deviennent aux basses températures; telle la paraffine, par exemple. Les plaques au gélatino-bromure, maintenues quelque temps à la température d'ébullition de l'air, perdent leur sensibilité et ne sont plus impressionnées qu'après une pose deux ou trois cents fois plus longue (Lumière).

§ 3. — Chimie industrielle

La combinaison du Tannin et de la Gélatine et la fabrication des vins de Champagne. — Au sujet du récent article de M. Cordier sur l'industrie des vins de Champagne¹, M. E. Manceau, docteur ès sciences, professeur au collège d'Épernay, nous adresse d'intéressantes observations sur la précipitation du tannin par la gélatine et sur le dosage du tannin au cours de la vinification.

On sait qu'on doit à M. Manceau de très instructives expériences sur les variations de composition des tannates, notamment du tannate de gélatine. Ayant établi dans sa thèse² que le facteur principal de ces variations est le rapport des poids de tannin et de gélatine en réaction, il considère comme beaucoup moins actifs dans le phénomène, la température, le titre alcoolique et l'acidité. Pour lui, les variations dans le précipité tiennent, en premier lieu, au rapport des substances réagissantes, puis, par ordre d'importance, à la température du liquide, à la composition du milieu et au degré de dilution. Il a, de plus, insisté sur un fait très important pour la préparation des vins de Champagne : la *texture* du précipité, ou, si l'on préfère, son aptitude à la coagulation varie avec sa composition.

A propos de l'intérêt que signale M. Cordier, qu'il y aurait à instituer un procédé correct et sensible pour le dosage des faibles quantités de tannin dans les vins, M. Manceau nous indique la méthode qu'il a préconisée dès 1893³ et appliquée depuis⁴. C'est, nous dit-il, une modification du procédé Girard : à la pesée des cordes, il a substitué le titrage par permanganate avant et après enlèvement du tannin, et pris soin de déterminer le poids de permanganate décoloré dans les *conditions du dosage* par 100 grammes de tannin.

Nous ne saurions entrer ici dans le détail du mode opératoire, et devons nous borner à signaler la précision du dosage; c'est à cette qualité d'une détermination très rigoureuse, que le procédé doit d'être appliqué depuis quatre ans dans plusieurs maisons de Champagne.

Au cours de ses recherches, M. Manceau a été amené à étudier la dissociation des tannates de gélatine, et cette étude, d'ordre tout théorique, est venue apporter l'explication d'une pratique suivie depuis longtemps, et qui consiste à opérer le collage à température constante et aussi basse que possible.

En rendant compte ici-même de la thèse de M. Manceau⁵, notre collaborateur, M. Gabriel Bertrand, louait non seulement la valeur scientifique de cet important travail, mais aussi le mérite qu'avait eu l'auteur de le pousser jusqu'à l'application. On ne saurait, en effet, trop applaudir aux efforts des savants qui, sans abaisser leurs recherches, les perfectionnent au point d'en tirer

eux-mêmes les conséquences industrielles qu'elles comportent. La thèse de M. Manceau est venue apporter à ce sujet un utile exemple. L. O.

Nouveautés en Céramique. — Tandis qu'en musique, peinture et même sculpture, les artistes amateurs sont légion, la Céramique n'a guère recruté, jusqu'à présent, en dehors des professionnels, qu'un tout petit nombre d'adeptes. Une très intéressante brochure qui vient de paraître¹ nous montre cependant qu'un outillage assez simple permet à qui sait s'en servir d'arriver, dans les arts du feu, à de très artistiques productions.

L'auteur, qui a fondé, près de Versailles, une sorte d'atelier privé, l'Atelier de Glatigny, déjà célèbre dans le monde des céramistes, nous donne à ce sujet de très curieux renseignements. Après avoir obtenu lui-même, sur porcelaine et sur grès, des émaux et flammés de style nouveau, justement admirés dans une exposition récente, il a pris soin d'indiquer le mouvement d'idées scientifiques et artistiques dont il s'inspire. C'est par là surtout que son opuscule nous intéresse. Nous y trouvons, en effet, dès le début, un chapitre important où il expose tout le programme d'études et de recherches dressé, en ce qui concerne la fabrication des porcelaines, faïences, émaux et grès, par la Société d'Encouragement à l'Industrie nationale.

Ces recherches se rapportent principalement : au développement des couleurs dans les émaux sous l'influence de l'atmosphère de cuisson; à l'accord des pâtes et des émaux qui les recouvrent; puis, en dernier lieu, à la composition des pâtes céramiques.

L'étude de ces questions n'est pas nouvelle. A ce point de vue, l'École allemande, personnifiée par Seger et ses disciples, nous a dotés, depuis plusieurs années, de renseignements nombreux et souvent fort utiles; mais ses travaux se composent essentiellement d'expériences relatives à des cas particuliers, et il n'en résulte aucune déduction concluante, aucune règle générale. Or, ce qui distingue l'œuvre de la Société d'Encouragement, c'est précisément la substitution à l'empirisme de méthodes scientifiques permettant des déterminations rigoureuses et définies et conduisant ainsi à la formation d'un corps de doctrines fondamentales.

Ce résultat, d'ordre général, aurait-il été le seul, qu'il faudrait déjà en louer bien vivement la Société d'Encouragement; mais nous allons voir que les recherches dont il a été la conséquence, ont exercé en même temps l'influence la plus heureuse sur la pratique industrielle.

On savait déjà que, suivant la nature de l'atmosphère de cuisson, certains oxydes produisent dans les émaux des colorations différentes. Aujourd'hui, le rôle particulier de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone, de l'acétylène, du gaz d'éclairage, de l'hydrogène, se trouve défini. Et, par l'emploi d'atmosphères déterminées et variées, il est maintenant possible d'obtenir, avec les oxydes colorants, de nouvelles gammes colorées d'une grande richesse.

Les pâtes céramiques, ainsi que les émaux, éprouvent une dilatation sous l'influence de la chaleur. Lorsqu'on veut appliquer un émail déterminé sur une pâte donnée, il est nécessaire de connaître leurs dilatations respectives; jusqu'à présent, c'est par tâtonnements qu'on arrivait à un accord suffisant. Mais il est aujourd'hui devenu indispensable, pour supprimer les essais au hasard, qui peuvent ne pas aboutir, d'être fixé *a priori* sur le sens dans lequel chaque composant de la pâte et de l'émail, en présence des autres éléments, agira sur la dilatation. Là encore, la Société d'Encouragement a entrepris, et en se servant d'une méthode

¹ Voyez la *Revue* du 15 février 1899.

² E. MANCEAU : Sur le Tannin de la galle d'Alep et de la galle de Chine, thèse n° 902 de la Faculté des Sciences de Paris (1896).

³ C. R. Acad. des Sc., 4 novembre 1893, et *Bull. Soc. Chimique de Paris*, 1895.

⁴ *Revue de Viticulture*, 1897.

⁵ Voyez la *Revue* du 30 septembre 1897.

¹ *Atelier de Glatigny, Etudes et Notes*, paraissant sous forme de fascicules à dates variables, n° 1, Imprimeries Cerf, à Versailles.

uniforme, une série de recherches, qui pourront être continuées, mais qui ont déjà abouti à des conclusions capitales, d'une valeur inestimable pour la pratique industrielle.

Enfin, il n'est pas douteux que les études actuellement en cours sur la composition des pâtes exerceront une influence plus considérable encore sur l'évolution immédiate des industries céramiques. La classification étroite des pâtes en porcelaine, grès, faïence, poterie, au sens usuel de ces termes, a, en effet, fini son temps. A la silice, au kaolin, aux argiles, qui en constituaient les éléments fondamentaux, il faut maintenant ajouter le verre pilé, l'oxyde de zinc, la magnésie, pour ne citer que quelques types des compositions variées à l'infini, grâce auxquelles on peut obtenir des porcelaines et des grès, jouissant de toutes les qualités des pâtes usuelles, avec des températures de cuisson et des dilatations largement variables. Le prix très inférieur de ces nouveaux produits donnera lieu à une véritable révolution, dont bénéficieront les industries céramiques.

Les recherches entreprises par la Société d'Encouragement viennent donc au moment opportun et ne peuvent manquer de rendre un service signalé aux industries qu'elles concernent.

§ 4. — Géologie

Le Congrès géologique international de 1900. — Un Congrès géologique international doit se tenir à Paris en 1900, lors de l'Exposition: il promet d'avoir un grand succès. La Géologie est, en effet, une des sciences ayant réalisé les progrès les plus rapides. Elle nous apprend comment s'est faite l'évolution de la Terre et des mondes animés qui se sont succédé à sa surface depuis des milliers de siècles. En dehors des multiples questions de haute philosophie qu'elle soulève (origine des espèces et de l'homme en particulier, etc.), elle fournit de telles bases à la Géographie, que, grâce à elle, cette dernière science a été complètement renouvelée depuis vingt ans. Les applications de plus en plus nombreuses qu'elle présente à l'Art des Mines, aux Travaux publics, à l'Hydrologie, à l'Agriculture, etc., font comprendre l'intérêt considérable qui s'attache à elle, quoiqu'elle soit de création relativement récente.

C'est pour discuter sur des questions d'un intérêt général que les géologues de tous les pays se réunissent, tous les trois ans, en un Congrès international, sur un point déterminé. En dehors des séances, ils vont sur le terrain pour connaître la structure de l'écorce terrestre, l'histoire géologique d'une région, etc., et en tirer les plus grands profits pour la science, l'accroissement de la richesse et du bien-être publics.

Il y a un an, au nombre de 900, ils ont traversé la Russie, de la Baltique à la mer Noire, et ont été reçus avec éclat par les ministres du gouvernement du czar. Des trains spéciaux avaient été organisés gratuitement pour eux, ce qui a permis aux géologues du monde entier de voir et de connaître une partie du sol du grand empire russe. N'est-ce pas là, d'ailleurs, une occasion de fraterniser, et la science ne doit-elle pas être la devancière de tous les progrès de l'humanité?

En 1900, les géologues se réuniront à Paris; ils consacreront quelques jours à des conférences, à la visite de l'Exposition, puis parcourront la France sous la direction des principaux géologues français. Nous espérons que le Congrès de Paris aura un succès au moins égal à celui de Russie.

Les excursions seront de deux sortes: *générales*, ouvertes au plus grand nombre de membres possible; *spéciales*, réservées aux spécialistes, et auxquelles ne pourront prendre part plus de vingt personnes.

Le Bureau du Comité d'organisation est ainsi constitué: — *Président*: M. Albert Gaudry, membre de l'Institut, professeur au Muséum d'histoire naturelle. — *Vice-présidents*: MM. Michel Lévy, membre de l'Ins-

titut, directeur du Service de la carte géologique, et Marcel Bertrand, membre de l'Institut, professeur à l'École des Mines. — *Secrétaire général*: M. Charles Barrois, ancien président de la Société géologique.

Les excursions générales proposées sont les suivantes:

I. *Bassin tertiaire parisien*, sous la conduite de MM. Munier-Chalmas, Dollfus, L. Janet, Stanislas Meunier.

2. *Boulonnais et Normandie* (dix jours), sous la conduite de MM. Gosselet, Munier-Chalmas, Bigot, Cayeux, Pellat, Rigaux.

3. *Massif central* (dix jours), sous la conduite de MM. Michel Lévy, Marcellin, Boule, Fabre.

Les excursions spéciales projetées sont:

I. *Ardennes*, sous la conduite de M. Gosselet.

II. *Picardie*, sous la conduite de MM. Gosselet, Cayeux, Ladrière.

III. *Bretagne*, sous la conduite de M. Ch. Barrois.

IV. *Mayenne*, sous la conduite de M. Oehlert.

V. *Turonien de Touraine et Cénomaniens du Mans*, sous la conduite de M. de Grossouvre.

VI. *Faluns de Touraine*, sous la conduite de M. Dollfus.

VII. *Morvan*, sous la conduite de MM. Vélain, Peron, Bréon.

VIII. *Bassins bouilliers de Commeny et de Decazeville*, sous la conduite de M. Fayol.

IX. *Massif du Mont-Dore. Chaîne des Pays et Limagne*, sous la direction de M. Michel Lévy.

X. *Facies du Jurassique et du Crétacé des Charentes et de la Dordogne*, sous la conduite de M. Ph. Glangeaud.

XI. *Bassin de Bordeaux*, sous la conduite de M. Fallot.

XII. *Bassin tertiaire du Rhône, terrains secondaires et tertiaires des Basses-Alpes*, sous la conduite de MM. Depéret et Haug.

XIII. *Alpes du Dauphiné et Mont-Blanc*, sous la conduite de MM. Marcel Bertrand et Kilian.

XIV. *Massif du Pelvoux (Hautes-Alpes)*, sous la conduite de M. Termier.

XV. *Mont Ventoux et montagne de Lure*, sous la conduite de MM. Kilian, Leenhardt, Lory, Paquier.

XVI. *Basse-Provence*, sous la conduite de MM. Marcel Bertrand, Vasseur et Zurcher.

XVII. *Massif de la Montagne Noire*, sous la conduite de M. Bergeron.

XVIII. *Pyrénées (Roches cristallines)*, sous la conduite de M. Lacroix.

XIX. *Pyrénées (Terrains sédimentaires)*, sous la conduite de M. Carez.

Comme on le voit par cette énumération, toute la France sera visitée, en 1900, par les géologues étrangers, toutes les questions importantes de Géologie que présente notre pays seront examinées et discutées.

Un livret-guide sommaire, écrit par les directeurs de différentes excursions, sera mis en vente au commencement de 1900¹.

§ 5. — Géographie et Colonisation

Exposition des collections mexicaines de M. L. Dignet, au Muséum. — Cette exposition comprend les objets et matériaux de choix recueillis par M. Léon Dignet, durant les trois voyages successifs qu'il fit en Basse-Californie et dans les provinces du Mexique proprement dit qui sont en regard de cette grande presqu'île. Cet explorateur était d'autant mieux préparé à parcourir ces régions qu'il avait séjourné plusieurs années au Boléo, près Santa Rosalia (Basse-Californie).

Une première mission lui fut confiée en 1893 et ses nombreux envois prouvèrent qu'il occupait bien son temps. Une seconde mission qu'il obtint trois ans plus tard, lui permit de faire mieux encore et de recueillir quantité d'espèces ou d'objets qui lui avaient échappé

¹ Pour tous renseignements, s'adresser à M. Ch. Barrois, secrétaire général du Congrès, 62, boulevard Saint-Michel, au service de la Carte géologique de la France.

ou dont l'obtention était peu facile, comme, par exemple, les spécimens d'anthropologie, dont il répugne toujours aux populations indigènes de se séparer, et qu'il y a parfois péril à convoiter.

La contrée la plus attractive pour le naturaliste était sans contredit la Basse-Californie, que les jésuites avaient occupée après la conquête, et qui n'avait été parcourue que par un ou deux naturalistes américains depuis un demi-siècle.

On sait que cette presqu'île, d'environ 1.200 kilom. de longueur sur 100 à 120 kilom. de largeur en moyenne, se détache du continent américain au niveau de l'embouchure du Colorado, vers le 32° degré de latitude nord, et côtoie le continent jusqu'au 22° degré, en étant séparée par le golfe de Californie. Une crête de montagnes basses parcourt cette immense langue de terre de 158.000 kilom. de surface. Bien que son climat soit essentiellement marin, il ne l'est réellement que sur le versant du Pacifique, par suite de la brise de mer qui souffle quotidiennement pendant le jour sur la côte. Les moussons d'hiver donnent un vent du nord-ouest desséchant l'atmosphère et qui n'est compensé que par la brise de mer pendant la nuit. Les moussons d'été avec vent du sud-est sont propices pour la végétation, car elles amènent de l'humidité de l'air ou des pluies qui sont rares en Basse-Californie, puisqu'on a constaté, en certains points, qu'il n'avait pas plu durant quatre et cinq années. Mais s'il survient quelques averses, le sol desséché, surchauffé se couvre en un clin d'œil d'une végétation qui donne un aspect riant au paysage.

On comprend que dans de telles conditions les végétaux qui ont pu résister à ce régime désertique doivent, pour s'adapter au milieu, prendre les formes les plus réduites ou les plus condensées, afin de se soustraire à une évaporation qui anéantirait promptement les plantes à frondaison normale. Aussi la dominante de ces formes est-elle dans les Cactées nombreuses qu'on y rencontre, et dont M. Diguët a rapporté quantité d'échantillons, d'une récolte toujours difficile, et dont plusieurs sont nouvelles.

La Botanique n'est pas aussi attractive dans une Exposition, que les autres branches de l'histoire naturelle. Les plantes en herbier, peu faciles à préparer en voyage, conservent rarement leur éclat; cependant on peut dire à l'éloge de M. Diguët qu'il a bien et beaucoup fait pour la Botanique. Il faut mettre en première ligne une série de Cactées, dont plusieurs sont de véritables arbres fruitiers; chez d'autres, la pulpe abondante des tiges constitue un précieusement fourrage pour les animaux pendant la période si prolongée de sécheresse de ces contrées. Le Dr Weber, qui connaît très bien les Cactées, a fait de réelles trouvailles dans les envois de M. Diguët et un bel *Echinocactus* nouveau lui a été dédié.

Des Agaves, nombreux également dans ce pays, sont intéressants par les fibres qu'ils fournissent ou la boisson, l'alcool et même la saponine qu'ils produisent. Un *Jatropha*, vraisemblablement nouveau, fournissant une sorte de gutta-percha nommé « chille » et dont les Indiens se servent pour faire des statuettes; un *Dioscorea*, fort rare et n'ayant que 0^m 05 de haut, et dont M. Diguët seul a rapporté des pieds femelles; un spécimen unique de l'étrange *Itria columbaria*, le plus étonnant végétal de la Basse-Californie, etc., etc., sont des raretés, entre beaucoup d'autres, dont la science est redevable à cet habile voyageur. Les nombreux matériaux botaniques qu'il a recueillis et qui sont à l'étude révéleront certainement plusieurs nouveautés.

La partie zoologique, la plus importante (abstraction faite des mammifères bien connus de ces régions: le puma, l'ocelot et le jaguar, que M. Diguët s'est dispensé de rapporter) comprend de nombreux rongeurs: le lièvre noir (*Lepus insularis*) de l'île de Spiritu Sancto, petit soulèvement volcanique du golfe de Californie; puis une collection de lièvres à longues oreilles où se trouvent les *Lepus callotis* et *Lepus californicus* et aussi un lapin des dunes de très petite taille.

Les Oiseaux sont représentés par environ six cents individus en peau dont M. Oustaleta entrepris l'étude.

Beaucoup de Reptiles ont été capturés et plusieurs sont nouveaux, entre autres le *Trepidolotus Diguëti*. Le crotale ou serpent à sonnettes est fréquent dans ces régions et l'on peut voir un beau spécimen de cette redoutable espèce.

Parmi les Batraciens, il y a de rares individus dans les collections et particulièrement l'*Hylodes latrans*, bien connu des Indiens de sa région native, et dont le coassement est retentissant et comparable à l'aboiement d'un chien de forte taille. Enfin, un intéressant crapaud à verrues sur les membres inférieurs mérite d'être mentionné.

Les Poissons sont aussi nombreux que bien préparés; ceux de haute mer de même que ceux de roches, et ceux-ci ont fourni un genre nouveau.

Diverses sortes de Snales, parmi lesquels plusieurs espèces de requins qui rendent le golfe de Californie suspect aux baigneurs, ainsi que des raies de grande taille, dont un spécimen gigantesque (*Manta birostris*) d'une envergure de quatre mètres, sont le clou de cette exposition. Ces Céphaloptères que les Indiens appellent « Diable de mer », sont fréquents dans les mers chaudes de la région du Pacifique; poissons étranges, véritables écumeurs de mer, se nourrissant d'animaux pélagiques qui pullulent à la surface des eaux, lors de l'époque des grands calmes.

Non moins curieux est le « Remora », singulier poisson se fixant sur les autres poissons de grande taille, et qui adhérerait au *Manta* ci-dessus désigné quand celui-ci fut pêché. C'est par sa nageoire dorsale, étrangement transformée en ventouse, que cette espèce s'applique sur les grands poissons, qui alors ne peuvent plus s'en défaire.

On peut aussi remarquer une collection nombreuse de Madrépores, au milieu desquels sont de curieuses formes d'*Anthemarius*.

Parmi les coquilles étudiées par M. Mahille, plusieurs sont des espèces rares ou nouvelles; mais il ne pouvait manquer à cette exhibition l'industrie de l'huître perlière, dont la pêche se pratiquait déjà dans le golfe de Californie du temps du célèbre Montezuma, vaincu par le cruel Cortez.

Dans la série des Céphalopodes, on trouve encore une espèce nouvelle: le faux poulpe (*Octopus Diguëti*) dont les mœurs particulières le rendent intéressant. Au moment de la ponte il cherche une coquille vide, un fond de bouteille, etc., pour y déposer ses œufs, puis il les couve littéralement et n'abandonne cette demeure que lorsque ses petits sont élevés.

Les Crustacées ont fourni à M. le professeur Bouvier de nombreux et intéressants matériaux d'étude, dont il a parlé avec éloge en séance publique des Naturalistes du Muséum, avec description de plusieurs espèces nouvelles.

On n'a pu exposer tous les insectes capturés par M. Diguët, car on sait qu'un séjour prolongé à la lumière les détériore; mais ils sont nombreux et ont déjà été l'objet de plusieurs présentations de la part du laborieux personnel du Laboratoire d'Entomologie.

L'Anthropologie n'était pas la partie la moins difficile à réunir, comme on sait, en exploration. Elle comprend une série de crânes des Indiens de la Sierra du Nayarit, puis des crânes et des ossements des races éteintes de la Basse-Californie¹, sujet que M. Diguët a traité dans une publication spéciale.

Bien que la partie principale de l'Ethnographie ait été transportée au Musée du Trocadéro, il y a encore à l'Exposition du Muséum une importante collection de statuettes et de poteries funéraires provenant des antiquités sépultures de l'Etat de Jalisco, où la civilisation était déjà très avancée avant la conquête espagnole. Puis toute une série d'armes et d'instruments taillés

¹ Voir le Rapport sur une Mission scientifique dans la Basse-Californie, par L. Diguët, 1898.

provenant de la Sierra du Nayarit, contrée montagneuse, d'un accès très difficile aux étrangers, que les indigènes redoutent, qui n'avait pas été explorée sous ce rapport, et dans laquelle on retrouve aujourd'hui même des races ayant conservé leur antique religion, et des coutumes qui reportent à un lointain passé dans les âges du Mexique.

Au nombre des curiosités de l'industrie des Indiens Coras et Huichols, qui forment les populations de ces régions, on remarque des tissus représentant des figures ou des caractères symboliques révélant un goût artistique développé.

Quantité de belles photographies représentant les contrées parcourues, les types des races qui les habitent ou les industries auxquelles ils se livrent, ont été très remarquées du public.

On aura un aperçu de l'importance des résultats scientifiques des voyages de M. L. Diguët, en disant que le nombre des communications faites par les savants les plus divers et les plus autorisés en histoire naturelle, qui ont eu en mains les matériaux recueillis par lui, a dépassé vingt en trois ans.

J. Poisson,

Assistant au Muséum.

Cultures et productions coloniales. — Parmi les problèmes à résoudre en ce moment, il en est un qui mérite de retenir l'attention, car il préoccupe beaucoup les agriculteurs coloniaux : c'est celui de la culture et de l'exploitation raisonnée des plantes productrices de caoutchouc.

En effet, dans l'espèce, la grosse difficulté sera non pas la culture méthodique des plantes à caoutchouc, bien qu'elle ait aussi son importance, mais la récolte de leur latex dans des conditions suffisantes de bon marché pour permettre au planteur de retirer quelques bénéfices de son entreprise. Présentement on manque de données, même approximatives, pour établir le devis de ce que coûterait et rapporterait, au bout d'un temps déterminé, une exploitation de ce genre créée de toutes pièces dans les régions tropicales ou équatoriales. Les quelques chiffres que l'on possède à cet égard sont, à part de rares exceptions, des moins encourageants. Il nous paraît donc de la plus élémentaire prudence d'attendre que l'on soit mieux renseigné sur cette question avant d'entreprendre, surtout dans les pays neufs, la culture et l'exploitation rationnelle des plantes à caoutchouc.

A-t-on jamais essayé sérieusement la culture de l'Ipéca (*Uragoga ipecaquanha*), dont la racine est encore l'objet d'un commerce important sur les marchés de Londres et de Rotterdam? Nous ne le pensons pas. Pourtant la médecine emploie chaque année des quantités suffisantes d'Ipéca, et la valeur de ce produit est assez élevée pour en provoquer des essais de culture. Celles de nos colonies dans lesquelles il y a des altitudes variées en forêts seraient tout indiquées pour tenter ces expériences, desquelles il pourrait résulter, si elles réussissaient, une nouvelle source de profits pour quelques colons. Nous aurions de plus, ce qui n'est pas négligeable, la satisfaction de voir l'industrie pharmaceutique s'approvisionner dans nos colonies au lieu de s'adresser à l'étranger.

Sait-on quelle a été la quantité totale de café produite dans le monde entier en 1897-1898? La Revue *Indische Mercur*, d'après les statistiques de J.-F. de Lacerda, nous donne le chiffre de 672.000 tonnes, sur lesquelles 435.000 tonnes ont été fournies par le Brésil.

D'autre part, un récent Rapport du Consul des Etats-Unis à Santos dit que la production totale du café pour la prochaine période quinquennale à partir de 1897, s'élèvera à 792.000 tonnes, le Brésil devant figurer à lui seul dans cette quantité pour 528.000 tonnes.

On voit donc que si la consommation du café devient de plus en plus générale, et si les fléaux de toutes sortes se multiplient constamment dans les cultures, la production augmente quand même dans de notables proportions, si l'on en juge d'après les statistiques

annuelles du commerce et les prévisions sur place.

Tout dernièrement, les journaux nous ont appris que l'Ecole pratique d'Agriculture de Valabre, près Gardannes (Bouches-du-Rhône), allait devenir coloniale.

L'idée qui a présidé à cette innovation est certainement louable; mais, par qui seront faits à Valabre les cours de cultures coloniales? En France, il y a bien peu d'hommes connaissant à la fois théoriquement et pratiquement les cultures coloniales. Et, y en eût-il, que nous préférierions de beaucoup voir installer de semblables écoles dans nos colonies mêmes et non pas dans la métropole, où il ne sera jamais possible de donner aux élèves des notions exactes sur ce qu'ils seront appelés à faire plus tard aux colonies.

Le *Journal officiel* du 31 janvier a publié le rapport adressé au Ministre des Colonies par la Commission des Jardins d'Essai coloniaux. Ce Rapport en a motivé un second de M. Guillaïn au Président de la République, à la suite duquel, par décret, la création d'un Jardin colonial à Vincennes est décidée.

En même temps, par arrêtés sont institués deux conseils : un auprès du Ministère des Colonies, qui prend le titre de Conseil de perfectionnement des Jardins coloniaux; l'autre, qui se nomme le Conseil d'Administration du Jardin colonial de Vincennes.

C'est M. J. Dybowski, Directeur de l'Agriculture en Tunisie, professeur de cultures coloniales à l'Institut national agronomique, qui est nommé directeur du Jardin colonial de Vincennes.

Sans vouloir discuter ici sur cette dénomination, impropre selon nous, de « Jardin colonial », nous aimons à croire que, dans l'esprit du Ministre des Colonies, il y a autre chose derrière l'établissement projeté à Vincennes, lequel ne devrait être que l'annexe d'un véritable service de l'agriculture dont la création s'impose au Ministère des Colonies.

§ 6. — Sciences médicales

L'a tuberculose dans la Marine française.

— Malgré l'application rigoureuse des dispositions réglementaires relatives aux engagements, malgré les nombreuses réformes effectuées dans chaque port par les Commissions spéciales qui éliminent chaque année, pour maladies ou infirmités, environ 5 % des hommes présentés, malgré toutes les améliorations apportées, depuis quelques années et à tous les points de vue, à l'hygiène des équipages et des bâtiments, M. Vincent vient de démontrer que la tuberculose produit encore un chiffre considérable de décès dans la marine¹.

Si l'on consulte les statistiques de l'hôpital maritime de Brest, — et on sait que Brest est la principale pépinière de nos équipages, — on trouve que, pendant la dernière période décennale, la tuberculose a causé 501 décès sur 45.361 malades, soit une moyenne de 50 décès sur 1.536 malades par an. D'autre part, on relève pour cette période décennale 1.119 décès généraux, sur lesquels 501 ont été causés par la tuberculose, soit 46,8 %, presque la moitié.

Par rapport aux effectifs de la flotte à Brest, qui comprennent les hommes appartenant au deuxième dépôt des équipages de la flotte, le personnel des écoles établies en rade et à terre, les équipages des bâtiments séjournant à Brest ou venant y désarmer — le nombre de décès de tuberculose s'élève à 9,27 pour 1.000 hommes par an, sur toute cette période décennale. Si l'on envisage ensuite la mortalité générale dans ce même personnel et pour la même période, elle peut s'exprimer comme suit : sur 3.400 hommes par an, il y a eu 110 décès, soit 20 décès pour 1.000 hommes.

Si l'on examine la répartition des décès selon les professions et les spécialités, si nombreuses dans la marine, on voit que toutes ont fourni quelques victimes à la tuberculose; mais ce sont les gabiers, les mécaniciens et les chauffeurs qui lui ont payé le plus fort tribut.

¹ VINCENT : *Arch. de Médecine navale*, 1899.

L'ACAPNIE ET LE MAL DES MONTAGNES

Le mal des montagnes a été regardé comme une simple asphyxie par privation d'oxygène¹; c'est, en réalité, un phénomène plus complexe, parce que le sang artériel, lorsque la pression barométrique diminue, perd une partie considérable de son acide carbonique; et, avant même que se manifestent les effets dus à l'insuffisance d'oxygène dans l'air, les phénomènes produits par la diminution de l'acide carbonique dans le sang sont déjà évidents.

Tandis que je me trouvais dans la *Capanna Regina Margherita* (4.560 mètres), voyant que ma respiration était devenue plus lente et plus faible, je pensai que, pour une raréfaction de l'air inférieure à une demi-atmosphère, le défaut d'oxygène ne pouvait être la cause prépondérante du mal des montagnes. J'avais emporté avec moi le volume de Paul Bert sur la *Pression barométrique*, et, en regardant la table graphique de la diminution de l'oxygène et de l'acide carbonique contenus dans le sang artériel, lorsque la pression barométrique diminue, je vis immédiatement que, sur les hautes montagnes, la diminution d'acide carbonique dans le sang devait être plus grande que la diminution d'oxygène. En effet, P. Bert a écrit : « Les variations de l'acide carbonique sont considérablement plus étendues que celles de l'oxygène². »

Fraenkel et Geppert, en analysant le sang des chiens dans l'air raréfié, trouvèrent que, jusqu'à la pression de 410 millimètres, le contenu d'oxygène dans le sang ne change pas. Nous savons cependant que, sur le Mont Rosa, et même seulement à 3.300 mètres d'altitude, le mal des montagnes peut se manifester très fortement, alors que le baromètre marque seulement 500 millimètres.

Hüfner, qui est certainement une des autorités les plus incontestées dans la physiologie du sang, a démontré que les solutions d'hémoglobine semblables au sang ne commencent à se dissocier que lorsque le baromètre marque 238 millimètres. Avec du sang artificiel, s'il est permis de s'exprimer ainsi, Hüfner³ aurait vu que, même sur la cime la plus élevée de l'Himalaya, l'hémoglobine ne perdrait pas la propriété d'absorber la quantité normale d'oxygène, et que la cause du mal des montagnes, jusqu'à 9.000 mètres d'altitude, ne doit pas

être recherchée dans un changement chimique ou physique de l'hémoglobine du sang.

Les expériences de Fraenkel et Geppert et celles de Hüfner, desquelles il résulte que, à des hauteurs beaucoup plus grandes que celles auxquelles nous voyons apparaître le mal des montagnes, la saturation du sang avec l'oxygène ne se modifie pas, nous obligent à attribuer à ce malaise une autre cause que la diminution de l'oxygène. Cette cause, selon moi, n'est autre que la *diminution de l'acide carbonique dans le sang*.

En effet, le mal des montagnes est plus grave la nuit et pendant le repos, alors que, précisément, la consommation de l'oxygène est moindre; mais alors aussi, la production de l'acide carbonique est également moindre. Si l'acide carbonique ne faisait pas défaut dans l'organisme, on ne pourrait s'expliquer autrement le bien-être qu'on ressent à se lever la nuit lorsqu'on éprouve une oppression de poitrine, une palpitation de cœur ou une difficulté de la respiration. Pour se sentir mieux, il n'est pas nécessaire de respirer l'air pur et froid du dehors; il suffit de se mouvoir et de faire quelques pas. La contraction musculaire, en produisant de l'acide carbonique, rétablit en partie l'équilibre de ce gaz dans le sang.

Le Dr A. Löwy¹ fut le premier à observer que, dans la chambre pneumatique, on se trouve mieux lorsqu'on fait des mouvements modérés; c'est ainsi qu'une personne, qu'il a eue comme sujet d'étude, ne pouvait résister à une pression barométrique inférieure à 4.500 mètres, si elle ne faisait pas exécuter de contractions à ses muscles, et ce n'est qu'en travaillant avec l'*ergostat* qu'elle parvenait à prévenir un évanouissement qui la menaçait dans le repos.

La cause de ces phénomènes apparaît évidente en examinant les analyses du sang de Fraenkel et Geppert². Par le tableau qui résume leurs expériences, on voit que les chiens auxquels on prenait le sang pour les analyses, à la pression ordinaire et dans l'air raréfié, n'étaient pas toujours tranquilles. Lorsqu'on s'agit et qu'on respire avec plus d'insensité, il arrive quelquefois que, dans l'air raréfié, le sang contient une quantité plus grande d'oxygène qu'à la pression ordinaire. Cela, naturellement, doit être considéré comme une erreur de l'expérience; et de même, d'autres fois.

¹ On sait que cette asphyxie est attribuée à deux causes : 1° à la diminution de l'oxygène en quantité; 2° à la diminution de tension de cet oxygène dans les régions élevées de l'atmosphère.

NOTE DE LA DIRECTION.

² P. BERT : *Pression barométrique*, p. 644.

³ HÜFNER : *Ueber das Gesetz der Dissociation des Oxyhämoglobins* (*Arch. f. Physiologie*, 1890, p. 1).

¹ A. LOEWY : *Untersuchungen über die Respiration und Circulation*. Berlin, 1895, p. 16.

² FRAENKEL ET GEPPERT : *Ueber die Wirkungen der verdünnten Luft*. Berlin, 1883, p. 47.

il peut se faire que, dans l'air raréfié, le sang contienne une quantité plus grande d'acide carbonique. Sur 20 expériences dont Fraenkel et Geppert rapportent les résultats, 7 seulement présentèrent cet inconvénient. En faisant la moyenne des 13 autres expériences, on voit que le sang artériel contient moins d'acide carbonique dans l'air raréfié qu'à la pression normale. De ces analyses de Fraenkel et Geppert, il résulte que le sang artériel du chien, aux pressions barométriques qui varient de 460 millimètres à 198 millimètres, s'il perd 1 d'oxygène, perd 1,63 d'acide carbonique.

J'ai trouvé que, en moyenne, il manque un 1/6 d'acide carbonique dans le sang artériel d'un chien qui respire dans l'air raréfié, tel qu'il se trouve sur la cime du Mont Rosa. Cette variation ne peut être regardée comme insignifiante, car il s'agit d'une substance très active à laquelle, pendant toute la vie, les centres nerveux ont été habitués. Nous verrons plus loin que, à proportion égale, nous sommes beaucoup plus sensibles à une diminution qu'à une augmentation de l'acide carbonique dans le sang.

Il fallait donner un nom à ce nouvel état, qui n'a pas encore été étudié par les physiologistes, et qui se trouve en opposition avec l'asphyxie. J'ai pensé que la diminution de l'acide carbonique dans le sang pouvait être indiquée par un mot grec: mais, comme les Anciens ne connaissaient pas l'acide carbonique, j'ai choisi le mot *fumée*, celui-ci étant l'image qui lui ressemble le plus dans le sens physiologique, et j'ai formé le mot *acapnie* de ἀκαπνός, qui veut dire *sans fumée*.

Sur les montagnes à l'altitude du Mont Blanc, il n'y aurait pas encore l'asphyxie, mais l'*acapnie*.

I

Il y a un moyen simple pour connaître si, réellement, la diminution de l'oxygène produit, à elle seule, les phénomènes du mal des montagnes, et quelle part y a l'insuffisance de l'acide carbonique. Ce moyen consiste à augmenter la proportion de l'oxygène contenu dans l'air que nous respirons, tandis que la pression barométrique diminue. Si, en respirant la même quantité en poids d'oxygène, nous voyons que, aux fortes dépressions barométriques, le malaise est moins grave quand, avec l'oxygène, on respire aussi de l'acide carbonique, nous devons conclure que l'*acapnie* existe réellement, et qu'elle contribue à produire le mal des montagnes.

Je rapporte une des expériences faites dans la chambre pneumatique, en respirant l'air qui contenait une quantité d'oxygène supérieure à la quantité normale. Je me servis, dans ce but, de

l'oxygène comprimé provenant de la Maison A. Warcher de Pegli. Ce sont de grands tubes de fer qui contiennent 2.800 litres d'oxygène comprimé à 120 atmosphères. Je m'assurai, par l'analyse, que cet oxygène est presque parfaitement pur. Au moyen d'une soupape qui règle la pression, je faisais passer l'oxygène dans un gazomètre ordinaire de la capacité de 500 litres. Un tube de gomme, à parois épaisses, faisait communiquer le gazomètre avec la chambre pneumatique. Un robinet, placé à l'intérieur de la chambre, permettait à la personne qui subissait l'expérience de prendre de l'oxygène à volonté.

Expérience sur mon garçon de laboratoire G. Mondo. — En 33 minutes, G. Mondo atteignit une raréfaction d'air correspondant à 6.500 mètres, alors que le baromètre marquait intérieurement 336 millimètres. Ne pouvant plus résister, parce qu'il éprouvait des nausées et qu'il avait le vertige, il prit de l'air dans une bouteille, et celui-ci, analysé, contenait en volumes :

Oxygène.	19,9 %
Acide carbonique	0,9

A cette dépression, le pouls, qui d'abord battait 55 fois par minute, battait alors 86 fois. La respiration qui, dans la pression normale, était de 11, était maintenant de 12.

Lorsqu'il eut pénétré environ 100 litres d'oxygène dans la chambre pneumatique, le malaise disparut rapidement; le pouls, de 86, descendit à 63, bien que la pression interne ne fût pas diminuée. Au contraire, la fréquence de la respiration augmenta, de 12 elle monta à 19, et ensuite elle recommença à se ralentir. Peu à peu, l'acide carbonique produit par la respiration s'accumulait, parce que l'accès de nouvel air était empêché.

Au bout de 29 minutes, la dépression barométrique était de 246 millimètres, laquelle correspond à celle du sommet le plus élevé de l'Himalaya, c'est-à-dire à 8.800 mètres. Giorgio Mondo recommence à ressentir le malaise qu'il avait éprouvé auparavant. Son pouls bat 102 fois à la minute, et il respire 12 fois. Il prend une autre bouteille d'air, lequel, à l'analyse, contient en volumes :

Oxygène.	17 %
Acide carbonique.	2,2

Il prend un peu d'oxygène pour se remettre, et immédiatement la pression barométrique dans l'appareil commence à descendre.....

A la fin, en 15 minutes, de 8.800 mètres il revient à la pression barométrique ordinaire. Après être sorti, il dit qu'il allait bien, et il raconte que, tandis qu'il prenait l'air pour la seconde fois, il se sentit venir chaud à la tête, que ses mains tremblaient et qu'il avait un peu de vertige.

La partie la plus importante de cette expérience consiste dans la comparaison de la composition de l'air : la première fois, il éprouva les phénomènes du mal des montagnes à 6.500 mètres, et l'air contenait 19,9 % d'oxygène; la seconde fois, à 8.800 mètres, et l'air en contenait 17 %. Il alla plus haut, s'il est permis de s'exprimer ainsi, quand l'air contenait moins d'oxygène.

Si l'on réduit les valeurs de ces analyses, faites en volumes et à la pression ordinaire, à la valeur en poids qu'avait la proportion de l'oxygène à la pression de 336 millimètres et à celle de 246 millimètres, on trouve que, à 336 millimètres de pression, Giorgio Mondo respirait 10,1 % en poids d'oxygène, et que, à 246, il en respirait seulement 6 %. Le fait, à première vue, peut

sembler paradoxal, parce qu'il aurait mieux résisté à la dépression quand la quantité d'oxygène était moindre, dans le rapport de 6 à 10; mais, en tenant compte de l'acide carbonique, on s'explique immédiatement la contradiction, parce que, la première fois, l'air contenait 0,9 % d'acide carbonique, tandis que la seconde fois, il en contenait 2,2 %.

Nous concluons que, en ajoutant de l'acide carbonique à l'air, on peut résister, dans l'air raréfié correspondant à 8.800 mètres, avec une quantité d'oxygène moindre que celle qui est nécessaire à 6.500 mètres.

II

Lorsqu'on essaiera de pénétrer dans les régions les plus élevées de l'atmosphère au moyen des ballons aérostatiques, on ne devra pas emporter simplement de l'oxygène, comme l'avait conseillé P. Bert. Les recherches précédentes font voir qu'à l'oxygène on devra ajouter de l'acide carbonique en quantité suffisante pour rétablir l'équilibre des gaz dans le sang. On devra emporter de grandes provisions d'oxygène et d'acide carbonique comprimé.

Expérience sur l'auteur à 220 millimètres. — Des calculs exécutés sur les données recueillies au cours de l'expérience, il résulte que, à 220 millimètres, l'air contenant 27,1 % d'oxygène, je respirais, en poids, seulement 8,63 d'oxygène; tandis que, à la pression de 320 millimètres, pour chaque 100 parties d'air, j'en respirais 9,68. L'analyse démontra que, s'il y avait moins d'oxygène, il y avait cependant une quantité plus grande (1,9 %) d'acide carbonique, lorsque le baromètre interne marquait 220 millimètres.

La fréquence du pouls n'est cependant pas redevenue normale, malgré l'abondance de l'oxygène, et elle se maintint à 62 au lieu de descendre à 58 et 59.

Durant cette expérience, je fus frappé de l'aggravation très rapide de mon état. Après avoir laissé pénétrer environ 150 litres d'oxygène pur, j'avais voulu diluer un peu l'air pour qu'il fût moins riche d'oxygène. Tandis que la pression diminuait lentement et que, suivant toute probabilité, la composition de l'air restait constante, je m'aperçois que le malaise croît tout à coup. La nausée que, jusque-là, je n'avais pas éprouvée, apparaît, bien que la fréquence du pouls soit seulement de 86, tandis qu'auparavant elle était de 107; les phénomènes nerveux sont beaucoup plus graves et tels que je m'inquiète et que je dois tronquer l'expérience en prenant de l'oxygène. J'ai observé d'autres fois ce rapide malaise, et je l'explique en supposant que, dans l'organisme, il y a des provisions d'oxygène qui s'épuisent rapidement dans l'air raréfié.

Un autre fait apparaît évident dans cette expérience, c'est la distinction que nous devons faire désormais, dans l'étude du mal des montagnes, entre les troubles circulatoires et les troubles nerveux.

La première fois, à 10 h. 15, le pouls battait 107 fois à la minute, et les phénomènes nerveux étaient tolérables.

La seconde fois, à 10 h. 40, le pouls n'est que de 86 à la minute, et les phénomènes nerveux sont plus graves. Probablement l'oxygène peut agir plus efficacement sur le cœur que sur le système nerveux.

Je fis une dernière expérience lorsque je sentis commencer le malaise: j'exécutai une série profonde d'inspirations pour renouveler l'air dans les poumons, et je n'en retirai aucun avantage.

L'influence bienfaisante de l'oxygène est donc évidente quand nous le respirons dans les dépressions barométriques qui dépassent 7.000 mètres d'altitude. Dès que je respire l'oxygène, le pouls descend de 107 à 62. Je ne respire pas d'oxygène pur, parce que ma tête est éloignée du tube. Un fait que je ne sais comment expliquer, c'est la grande faiblesse des battements cardiaques quand je respirais l'air oxygéné. Le pouls radial devint si faible que je ne pouvais plus le compter; en mettant la main sur l'aire cardiaque, je constatai que, là aussi, les battements du cœur faisaient défaut, et je dus mettre les doigts sur les artères du cou pour compter le pouls.

III

S'il était permis de comparer les expériences faites dans l'air raréfié, à l'intérieur de la chambre pneumatique, avec les ascensions aérostatiques, je pourrais dire que je suis, actuellement, l'homme qui est monté le plus haut dans l'atmosphère. Autant que je sache, d'après les publications que j'ai lues sur cette question, personne n'a été, comme moi, à la pression barométrique de 192 millimètres, laquelle correspond à 11.650 mètres.

Dans cette expérience, j'ai mieux résisté à la raréfaction de l'air que dans la précédente, dans laquelle je n'avais pas dépassé 220 millimètres. Il arrive souvent de voir que la résistance à la raréfaction de l'air change d'un jour à l'autre. On doit cependant ajouter qu'il est difficile de dire quand les phénomènes du malaise atteignent le même degré d'intensité. Giorgio Mondo qui, dans l'expérience rapportée plus haut, ne résista que jusqu'à 336 millimètres dans l'air raréfié, était allé jusqu'à 324 deux jours auparavant. Le malaise n'augmente pas d'une manière continue, mais il disparaît par périodes et revient ensuite plus ou moins fort, tandis que la raréfaction de l'air continue.

De ce que nous avons observé dans ces expériences faites sur moi, et dans la précédente faite sur G. Mondo, on conclut avec certitude que l'augmentation de fréquence des battements cardiaques, dans l'air raréfié, ne dépend pas de conditions mécaniques dues à la diminution de pression de l'air à la surface du corps, parce que le pouls descendit, par l'effet de l'oxygène, de 88 jusqu'à 64 (c'est-à-dire six pulsations au-dessous de la normale), tandis que la pression restait constante à 290 millimètres. C'est donc un fait chimique qui détermine une modification dans la fonction du cœur, et cette

modification apparaît ici avec une intensité surprenante et inattendue. Non moins importante est l'augmentation qui se produit dans la fréquence de la respiration durant l'action de l'oxygène, laquelle de 14 s'élève à 19, lorsque tout laisserait croire que c'est le contraire qui aurait dû avoir lieu.

Des calculs sur les déterminations faites au cours des expériences, il résulte que, la première fois, j'ai cessé l'expérience à la pression de 220 millimètres, alors que je respirais 8,83 d'oxygène en poids dans 100 parties; la seconde à 192 millimètres quand l'air contenait 8,4 d'oxygène en poids dans 100 parties.

Il est important de rappeler que j'aurais pu monter encore plus haut que 11.650 mètres, correspondant à la dépression barométrique de 192 millimètres, et que je tronquai l'expérience, non parce que je me sentis aussi mal que la première fois à 292, mais à cause d'un accident qui m'empêchait de continuer à écrire. Si, avec moins d'oxygène, j'ai supporté une dépression ultérieure de 100 millimètres de mercure, cela est dû à la présence de 2,1 % d'acide carbonique dans l'air respiré.

IV

J'ai déjà communiqué au Congrès international des physiologistes, qui s'est tenu à Berne en 1895, les tracés de la respiration et du pouls que j'ai recueillis sur le Mont Rosa. Je crois qu'on ne peut les expliquer autrement qu'en admettant l'*acapnie*.

Parmi les faits que j'ai exposés, ce qui donnait le plus de fondement à cette hypothèse, c'étaient les arrêts de la respiration observés chez tous mes compagnons durant le sommeil, arrêts complets qui, chez mon frère, duraient régulièrement 12 secondes. Si le contenu d'oxygène dans le sang artériel ne varie pas jusqu'à 410 millimètres de pression, le fait constant de la respiration périodique, observé à 423 millimètres sur le Mont Rosa, doit dépendre de l'*acapnie*. C'est l'insuffisance du gaz excitant CO² qui permet au centre de la respiration de se reposer avec de longues pauses, bien que la proportion de l'oxygène dans l'air soit diminuée. J'ai fait une autre communication sur la même question à la *Société de Biologie* de Paris¹. Le Dr Regnard objecta, contre ma doctrine de l'*acapnie*, que la diminution de l'acide carbonique sur les montagnes doit être insignifiante². Il me semble que les données résumées dans le présent article prouvent le contraire.

L'excitation qui nous fait respirer est un certain degré de vénosité du sang. Lorsque l'acide carbo-

nique diminue dans le sang, le besoin de respirer peut cesser. Des recherches de Hering et de A. Ewald³, il résulte que, en faisant respirer fortement un chien au moyen d'un soufflet, le sang perd environ la moitié de l'acide carbonique qu'il contient.

C'est à cette diminution de l'acide carbonique que, malgré l'opinion contraire de physiologistes très éminents, on doit attribuer l'arrêt de la respiration, connu sous le nom d'*apnée*. Telle était aussi l'opinion de Miescher². A cette doctrine, qui considère l'apnée comme dépendant de la diminution de l'acide carbonique dans le sang, se rattachent, selon moi, tous les changements que j'ai observés dans ma respiration sur le Mont Rosa, et dont on doit chercher l'explication dans l'*acapnie*.

Jusqu'à présent, en Physiologie, on n'avait pas encore pris en considération cet état particulier de l'organisme, dans lequel le sang contient moins d'acide carbonique qu'à l'état normal.

Seul, Labousse avait trouvé que, en injectant des peptones, ou de l'albumine digérée, dans les veines, il se produit une diminution de l'acide carbonique dans le sang artériel. Dès que l'injection est faite dans les veines, le vomissement apparaît, les mouvements de la respiration se ralentissent et quelquefois le thorax tend à s'arrêter, tandis que l'animal manifeste qu'il éprouve de la difficulté à respirer. La force musculaire diminue; l'animal se montre fatigué et il marche en chancelant. Les vaisseaux sanguins sont dilatés et la pression du sang est faible. L'animal est somnolent et abattu³.

A ces phénomènes, qui ressemblent à ceux du mal des montagnes, ne correspond aucune autre modification matérielle de l'organisme, sauf la diminution d'acide carbonique dans le sang, qui devient incapable de se coaguler.

La quantité d'acide carbonique diminue presque de moitié. La quantité d'oxygène est augmentée d'environ 5 %. Cet état dure peu, et, au bout d'une demi-heure à une heure, l'animal est complètement guéri.

Les symptômes que présente un animal empoisonné par l'injection de peptone dans le sang ont une telle ressemblance avec le mal des montagnes, que j'ai dû m'en occuper. La cause du malaise est profondément différente. L'injection d'un corps albumineux dans le sang est si dissemblable de la dépression barométrique, qu'on pourrait croire qu'il n'existe aucun rapport entre

¹ A. EWALD : Zur Kenntniss der Apnoë (*Pflüger's Archiv*, vol. III, p. 575, 1873).

² MIESCHER : *Die histochemischen und physiologischen Arbeiten*, Leipzig, 1897, p. 272.

³ LABOUSSE : Die Gase des Peptonblutes (*Arch. f. Anat. u. Phys.*, 1889, p. 77).

¹ Société de Biologie, 27 février 1897.

² PAUL REGNARD : *La cure d'altitude*. Paris, 1897, p. 97.

les deux faits. Ils ont cependant un point de ressemblance, c'est-à-dire l'*acapnie*. Voici une expérience :

Expérience sur un chien. — A un chien du poids de 6.500 grammes, qui avait 18 à 20 respirations et 80 à 90 pulsations à la minute, on injecte, à trois heures du soir, dans la veine jugulaire, 30 centimètres cubes d'une solution de peptone à 10 %. La respiration se ralentit immédiatement d'une manière très marquée et descend à 11 à la minute, le pouls s'élève à 136. L'animal est abattu. Il conserve son caractère affectueux, mais il se met dans un coin et désire ne pas se mouvoir; quand il soulève les pattes pour surmonter un obstacle, il semble fatigué.

Au bout de 15 minutes, on lui injecte de nouveau 46 centimètres cubes de peptone. La respiration descend à 8 par minute et devient très superficielle. Il n'y a aucun doute que la peptone n'agisse sur la respiration en la rendant moins active; le pouls est si fréquent et si faible qu'on peut à peine le compter.

Pour voir si ces deux phénomènes caractéristiques dépendent de l'*acapnie*, je fais respirer à l'animal de l'air artificiel riche en acide carbonique. Dans un grand gazomètre, j'avais fait pénétrer environ 500 litres d'air, et j'y ajoutai 50 litres d'acide carbonique; il résulta de l'analyse que cet air contenait 16,7 % d'acide carbonique. Une muselière faite avec un cône tronqué de gomme élastique est mise, au moyen d'un tube, en communication avec le gazomètre, et, en ouvrant un robinet, je laisse passer un fort courant d'air artificiel que je fais respirer au chien :

POULS EN 1 MINUTE	RESPIRATION
194	12
182	12

Le chien respire de l'air avec 16,7 % d'acide carbonique :

128	36
124	44
112	40
114	40

Air normal :

160	14
168	14
168	14

Il respire de nouveau de l'air riche d'acide carbonique :

110	36
106	40
120	40
116	40

Il recommence à respirer de l'air normal :

162	22
156	14
170	14

Après avoir confirmé plusieurs fois de suite que l'acide carbonique ralentit toujours le pouls, nous devons conclure que ce gaz est utile dans l'état *acapnique*.

Le pouls, chez l'animal peptonisé, s'accélère, comme chez nous dans l'apnée, lorsque nous faisons une série de respirations profondes; et la respiration se ralentit, comme dans l'apnée, parce que l'excitation de la moelle allongée est

diminuée, dans ces états pathologiques, par suite de l'insuffisance d'acide carbonique.

C'est la première fois que nous voyons l'acide carbonique employé comme remède pour suppléer à l'insuffisance de ce gaz dans le sang.

Une preuve de l'efficacité de l'acide carbonique a été fournie par deux caravanes scolaires, qui se rencontrèrent dans la *Capanna Regina Margherita*, le 27 juillet 1896¹. Elles se composaient de quarante-cinq personnes, qui avaient à peine 1 mètre cube d'air chacune; elles en avaient effectivement 1,29, mais nous devons déduire le volume du corps de chaque personne, des meubles du refuge, des provisions et spécialement de celles du combustible. Le refuge étant doublé de lames de cuivre, et celles-ci fermant hermétiquement pour que la neige ne pût passer sous les planches, le calcul de la cubature fut fait exactement. Il n'y avait d'autre ouverture, pour la ventilation, que les fenêtres, qui restaient entr'ouvertes, et les deux tuyaux du poêle qui servaient à maintenir le tirage. Si, dans des conditions aussi défavorables, — et difficilement on en trouverait de pires — quarante-cinq personnes, réunies pendant trois jours de tempête dans un espace qui avait à peine 58 mètres cubes de capacité, ne souffrirent pas, on le doit, à mon avis, à la richesse d'acide carbonique dans l'air respiré.

La chose semble étrange, mais nous avons vu combien est raisonnable cette explication de l'immunité contre le mal des montagnes dans un air qui, certainement, était très pauvre d'oxygène.

V

C'est chose connue que l'acide carbonique a une très grande importance dans la vie, car il produit les mouvements de la respiration, il agit sur le cœur et fait contracter les vaisseaux sanguins. On savait également que l'accumulation de l'acide carbonique dans le sang est une excitation spécifique plus forte, pour le centre respiratoire, que ne l'est le manque d'oxygène. Mes présentes études sur l'*acapnie* démontrent que la diminution de l'acide carbonique dans le sang agit fortement, elle aussi, sur les phénomènes de la vie. L'acide carbonique se combine avec diverses substances du sang, tandis que l'oxygène se combine uniquement avec la substance des corpuscules rouges; mais les ténèbres qui enveloppent l'origine de l'acide carbonique et le mode suivant lequel il se comporte dans l'organisme, sont beaucoup plus épaisses que celles qui voilent encore une grande partie de la

¹ G. REY : *Una escursione scolastica al Monte Rosa*, Torino, 1899.

physiologie de l'oxygène. Je crois probable que la dépression barométrique dissocie quelques bicarbonates qui se trouvent dans le sang, comme cela a lieu pour le bicarbonate de potasse.

C'est une expérience commune que celle que l'on fait dans les écoles pour montrer que certaines combinaisons chimiques sont si instables qu'elles se décomposent lorsque la pression barométrique diminue. Après avoir fait une solution concentrée de bicarbonate de potasse et laissé quelques cristaux au fond du cylindre, si l'on met cette solution sous la cloche pneumatique, on voit se produire un développement d'acide carbonique, même pour des dépressions barométriques semblables à celles du Mont Rosa et du Mont Blanc. Les petites bulles de gaz se détachent abondamment des cristaux et barbotent tant que dure la dépression barométrique.

M. Lœwy avait déjà observé¹, en faisant respirer de l'acide carbonique dans la chambre pneumatique, qu'il est aussi utile que l'oxygène; mais, selon lui, son mécanisme d'action serait différent, parce que l'acide carbonique, faisant respirer avec plus d'intensité, produirait une ventilation plus grande dans les poumons. Toutefois, nous avons déjà vu, dans l'expérience précédente, qu'il est inutile de faire des respirations profondes et de renouveler l'air plus activement dans les poumons lorsque commence le malaise dû à la raréfaction de l'air. La doctrine de l'*acapnie* nous donne la clef de l'expérience faite par M. Lœwy avec l'acide carbonique.

En examinant mieux ces faits, qui semblent paradoxaux, nous voyons que l'acide carbonique est utile parce qu'il agit sur le cœur.

Les données prises au cours d'une expérience sur une personne (G. Mondo) à laquelle nous donnâmes de l'acide carbonique quand elle commença à se sentir mal dans l'air raréfié, montrent que, quand l'acide carbonique fut entré dans la chambre pneumatique, la fréquence du pouls diminua immédiatement, bien que la pression fût de 400 millimètres; le pouls, de 73, revint à la fréquence de 60 pulsations. Sorti de la cloche, Giorgio nous raconta que, quand il était à la pression de 390 millimètres, il sentait sa respiration pesante, qu'il avait mal à la tête, et que, dès qu'il eut respiré l'acide carbonique, il se trouva mieux.

J'ai répété cette expérience également sur moi, et j'ai vu que le pouls revenait à la fréquence normale, et que la respiration devenait plus profonde dès que j'introduisais l'acide carbonique. Le pouls était de 71 à la pression de 422, qui correspond environ à l'altitude du Mont Rosa. Dès que j'eus

respiré un air très riche en acide carbonique, le pouls descendit à 63 et 62, bien que la pression barométrique restât constante; le pouls normal était 61. La quantité d'acide carbonique était de 4,7 %.

Chez d'autres personnes, l'influence sur le pouls fut moins évidente, comme chez le D^r Treves; mais la sensation de bien-être fut constante chez tous. Le 10 mars, le D^r Treves atteignit la dépression de 340 millimètres, qui correspond à 6.400 mètres; il déclara que, lorsqu'il prit de l'acide carbonique, la sensation de vertige disparut et qu'il se trouva mieux; le mal de tête se dissipait, bien que la pression n'augmentât pas et continuât même à diminuer jusqu'à 330 millimètres.

VI

Il s'agit maintenant de voir si l'acide carbonique, par lui-même, n'est pas capable de produire un ralentissement dans les battements cardiaques. J'ai fait, dans ce but, des expériences dans la chambre pneumatique.

La même personne, Giorgio Mondo, qui s'était prêtée à l'expérience précédente, s'assit, le jour suivant, dans la chambre pneumatique et compta le pouls, tandis que la pompe fonctionnait de manière à produire un courant d'air suffisant. Pression 734, température 48°.

Pouls en 1 minute : 53, 53, 53, 53, 54, 54, 54, 54, 55, 55, 54, 54, 54.

Respiration en 1 minute : 13, 13, 12, 12, 13.

Je fais pénétrer, dans la chambre pneumatique, 50 litres d'acide carbonique.

Pouls : 53, 52, 53, 54, 53, 55.

Respiration : 18, 15, 15, 16, 17.

L'air analysé contient 4,7 % d'acide carbonique.

Nous voyons que l'effet fut minime et presque nul, car, avec la respiration de l'acide carbonique à 4,7 %, le pouls n'a pas changé. L'influence sur la respiration a été plus manifeste, celle-ci ayant augmenté sa fréquence de 13 à 18.

La quantité d'acide carbonique administrée dans cette expérience était trop grande pour qu'on puisse faire une comparaison avec l'expérience précédente. En effet, nous devons tenir compte que, dans l'air raréfié, le poids de l'acide carbonique diminue en proportion de la pression. Par exemple, dans l'expérience précédente, faite par Giorgio Mondo, si nous faisons les calculs nécessaires pour transformer les volumes des analyses en poids, nous trouvons que, à la pression de 411 millimètres, il respirait seulement la moitié environ d'acide carbonique. Pour faire une comparaison, je devais donc donner seulement 2,8 à la pression ordinaire, afin que, dans l'unité de temps, il en respirât la même quantité.

¹ *Op. cit.*, p. 21.

Je fais une expérience sur Giorgio, avec 2,5 %, et je trouve que le pouls ne change pas de fréquence ; seule la respiration s'est modifiée, s'élevant de 13 à 15.

Il est donc prouvé que, en respirant de l'acide carbonique à la pression ordinaire, dans la proportion de 2 à 3 %, celui-ci ne produit aucun effet sur la fréquence des battements cardiaques, tandis qu'au contraire, dans l'air raréfié, il ralentit les mouvements du cœur.

La raison de cette différence consiste en ce que, à la pression ordinaire, il ne sert de rien d'augmenter la tension de l'acide carbonique au delà d'une petite limite. Au contraire, lorsque nous sommes dans l'air raréfié, il y a insuffisance d'acide carbonique dans le sang (et c'est pour cela que la fréquence des battements du cœur augmente), l'adjonction d'une petite quantité d'acide carbonique dans l'air respiré ralentit le pouls, parce qu'elle rétablit les conditions normales de l'acide carbonique dans le sang.

VII

Le lecteur connaît maintenant la difficulté qu'il y a à déterminer le moment où un homme qui monte cesse de se trouver en conditions physiologiques normales et devient malade. La Physiologie et la Pathologie, dans l'étude du mal des montagnes comme dans celle de toutes les maladies, ne peuvent être disjointes, parce que, de l'une, on passe insensiblement à l'autre.

Les expériences sur l'action restauratrice de l'acide carbonique ont établi et démontré la doctrine de l'acapnie. Je rapporte encore quelques autres faits de moindre importance, qui la confirment. Ces nouvelles observations nous feront mieux comprendre quels sont les phénomènes qui se produisent dans le sang, à mesure que nous nous élevons sur les montagnes.

L'acide carbonique s'enlève difficilement du sang, et, lorsqu'il traverse les poumons, il n'a pas le temps de sortir en totalité du sang.

Si nous essayons de prendre une bouteille d'eau gazeuse et que nous la transvasions très souvent, en l'agitant, la mettant dans un large plat, de manière à ce qu'elle forme une couche mince, nous trouverons toujours, en la plaçant dans un verre, sous la cloche pneumatique, beaucoup plus d'acide carbonique qu'il ne s'en trouve dans un verre égal d'eau ordinaire. Si forte que soit la ventilation des poumons, il reste toujours environ un quart du contenu normal d'acide carbonique dans le sang, comme l'ont démontré les analyses du sang artériel faites durant l'apnée par Ewald.

J'ai fait à ce sujet quelques expériences en ana-

lysant l'air expiré recueilli à différentes pressions barométriques. La méthode que j'employai pour l'analyse de l'air était la méthode habituelle de Hempel. Toutes ces expériences montrèrent que, au moyen de la raréfaction de l'air, on parvient à extraire une partie notable de l'acide carbonique dissous dans le sang.

Je fis un premier groupe d'expériences en analysant l'air qui sort des poumons, à différents degrés de raréfaction de l'air, dans la chambre pneumatique.

L'étudiant en médecine Polledro s'était exercé à souffler dans une bouteille pleine d'eau salée, de manière à recueillir environ 800 centimètres cubes d'air. Cette bouteille était fermée, en haut, par un robinet d'ébonite, et, sur le fond, était adapté un gros tube de gomme, au moyen duquel l'air pouvait sortir quand on soufflait dans la bouteille.

Je m'assurai d'abord de l'erreur qu'on pouvait commettre en enlevant ainsi une partie de l'air contenu dans les poumons à la fin d'une inspiration normale. Cinq expériences, faites l'une après l'autre, à intervalles d'environ cinq minutes, montrèrent que l'air expiré contient les suivantes proportions d'acide carbonique pour cent :

3.1 % — 3.0 % — 3.5 % — 3.3 % — 3.5 %

L'exactitude de 0,5 % me parut suffisante pour mon but, et je fis les expériences que voici :

Expérience. — L'étudiant Polledro Oreste, de vingt-quatre ans, entre dans la chambre pneumatique, où ont été préparées, sur une table, cinq bouteilles de verre semblables à la précédente, toutes pleines d'eau salée, fermées à la partie supérieure par un robinet, et munies en bas d'un tube plein d'eau salée, lequel plonge dans un seau plein d'eau. Après s'être reposé, et tandis que la pompe produit une ventilation active dans la chambre pneumatique, pour que l'acide carbonique ne s'accumule pas, il remplit une première bouteille d'air expiré à la pression ordinaire, puis une seconde à environ 380 millimètres, une troisième à 420 millimètres, puis de nouveau une à 380 millimètres, et une dernière à la pression normale.

Dans le tableau I ci joint sont inscrits les résultats des analyses de l'air. Les expériences furent faites au mois de janvier, à quatre jours différents ; dans chacune on prenait l'air expiré à l'intervalle de 20 à 30 minutes, pour donner le temps à la pression de se mettre en équilibre et d'agir comme aux altitudes correspondant à 2.150 et 4.600 mètres.

Tableau I. — Quantité d'acide carbonique trouvée dans l'air expiré pris successivement à différentes pressions barométriques.

NUMÉRO des expériences.	PRESSION	PRESSION	PRESSION	PRESSION	PRESSION
	740mm	580mm	420mm	580mm	740mm
I	6,1	7,8	5,9	4,7	5,5
II	5,7	7,2	5,4	4,7	4,2
III	4,1	6,2	4,3	5,0	3,8
IV	3,5	5,1	4,6	4,3	3,1

Il apparaît donc évident que la quantité d'acide carbonique éliminée avec l'air expiré dépend moins de la valeur de la dépression barométrique que du temps : ainsi, une petite différence de pression, si elle agit d'abord, extrait du corps une quantité d'acide carbonique plus grande qu'une dépression barométrique double qui agirait successivement.

A. Löwy avait déjà fait des expériences semblables à celles-ci¹ ; les résultats des analyses de l'air recueilli par lui dans la chambre pneumatique démontrèrent que, « durant le repos, il y a une augmentation dans l'élimination de l'acide carbonique, à mesure que la pression diminue ». Nous voyons ici, en répétant les expériences sur la même personne, que le phénomène est plus complexe. La quantité la plus grande d'acide carbonique est éliminée par la première demi-heure ; ensuite on retire moins d'acide carbonique du sang, alors même que la dépression devient double, et qu'elle passe de 280 à 420 millimètres.

Ici entre donc un facteur que, jusqu'à présent, on avait négligé : le temps. J'ai essayé de tenir des

personnes pendant deux heures dans la chambre pneumatique, à une pression égale à celle qu'il y a dans la *Capanna Regina Margherita*, et j'ai trouvé que la différence était minime en comparaison de la pression normale, tandis que, dans la première demi-heure, avec une pression de 580 millimètres, on obtient des valeurs comme celles qui sont indiquées dans le tableau précédent.

En revenant à la pression normale, on élimine moins d'acide carbonique qu'auparavant, parce que ce gaz recommence à s'accumuler dans le sang.

La dépression barométrique agit comme un moyen mécanique et physique, lequel extrait l'acide carbonique du sang, sans que se modifie l'intensité des processus chimiques de l'organisme pour ces petites différences de pression à 580 et 420 millimètres.

Dans l'étude du quotient respiratoire, il faudra donc tenir compte de la pression barométrique.

Angelo Mosso,

Membre correspondant de l'Institut de France,
Professeur de Physiologie à l'Université
de Turin.

LES RADIATIONS ET LE TRANSFORMISME

I. — POURQUOI LES NÈGRES SONT-ILS NOIRS ?

Pour qui n'y regarde pas de très près, la couleur des Nègres peut paraître un contre-sens. Ceux qui vivent dans les contrées que brûle constamment le soleil ne devraient-ils pas s'en défendre à l'aide d'un pigment blanc, fortement réfléchissant, au lieu de la couche noire et absorbante, mise là tout exprès pour absorber le plus de chaleur possible ? Au siècle passé, on aurait pu voir, dans cette singulière coïncidence, le signe de l'un des nombreux châtiments dévolus à la race de Chanaan. Mais nous savons aujourd'hui que la Nature est bonne mère ; que, pour tous les êtres de la création, elle met le remède à côté du mal, et qu'aucun organisme ne s'est développé au rebours des circonstances qui entourent son évolution.

Partons donc de cette idée que la couleur des Noirs leur est utile, et cherchons à deviner le mécanisme de son action.

Sans avoir jamais passé du blanc au noir, tous ceux d'entre nous qui ont voyagé au grand soleil ont pu remarquer que ses rayons devenaient de plus en plus supportables à mesure que leur teint s'assombrissait. S'ils ont fait ce rapprochement, ils ont dû en conclure qu'une augmentation dans le

pouvoir absorbant de leur pigment cutané accroissait leur protection contre les radiations. Au soleil, nous nous arrions comme les Nègres, en diminutif.

Pour comprendre comment agit le pigment noir, il est nécessaire de se rendre compte du mécanisme élémentaire de l'insolation. Quels qu'en soient les effets intimes, l'insolation est une inflammation du derme, se manifestant par un engorgement des vaisseaux, et ayant pour conséquence immédiatement visible un accroissement dans la division cellulaire qui produit l'épiderme. Le nouvel épiderme chasse l'ancien, qui se détache, et, si l'on se fiait aux apparences, on pourrait croire que celui-ci a été détruit par l'action du soleil. En réalité, il la supporte fort bien, comme les ongles ou les cheveux ; le derme seul est endommagé directement par l'insolation.

Si le derme doit être protégé, une couche absorbante lui servant d'écran en sera le meilleur préservatif¹. Mais la chaleur retenue par le pigment doit être rayonnée au dehors pour que la température se maintienne dans des limites tolérables. C'est ici qu'intervient une deuxième disposition de

¹ L'expérience vérifie cette idée. Ainsi, le Professeur Mosso a trouvé que, pour bien supporter la radiation solaire sur les hautes montagnes, il faut se barbouiller de noir de fumée, autrement dit, se transformer en nègre artificiel.

¹ *Op. cit.*, p. 26.

la peau des Nègres : leur sécrétion grasseuse. Les expériences calorimétriques de M. d'Arsonval ont montré que les graisses ont un pouvoir émissif très considérable dans l'infra-rouge. Un lapin graissé meurt de froid. Or, aux températures que peut atteindre le pigment cutané, toutes les radiations émises par le derme sont situées assez loin dans l'infra-rouge, où les graisses rayonnent fortement et se refroidissent énergiquement.

Nous voyons donc qu'en créant le Nègre, la Nature ne s'est point trompée, comme on aurait pu le croire : le pigment noir protège son derme des atteintes du soleil, et se refroidit en même temps par le rayonnement de la couche huileuse qui le recouvre. Et, en fait, le contact de la peau d'un Nègre laisse toujours une sensation de fraîcheur. Le propre du Nègre, peut-on dire en résumé, est de vivre à l'ombre de sa peau.

II. — POURQUOI LE POURPRE RÉTINIEN DES POISSONS DIFFÈRE-T-IL DU NÔTRE ?

Notre œil est sensible à une octave de radiations, et le maximum de sa sensibilité pour une très faible lumière coïncide à peu près avec le maximum de l'énergie dans le spectre solaire. Il est donc construit de façon à utiliser aussi bien que possible la lumière blanche alors qu'elle est faible et qu'il faut l'économiser.

Quelles que soient les idées que l'on puisse se faire sur le mécanisme de la vision, il est un fait d'expérience, c'est que la *fovea*, privée de pourpre rétinien, et où se pressent les cônes, est un endroit de sensibilité minima de la rétine. Le pourtour de l'œil perçoit mieux que la *fovea* les très faibles intensités, et ce n'est pas sur elle que l'on forme les images entre chien et loup.

Lorsque commencent l'incandescence véritable d'un métal, nous percevons du rouge sombre. Auparavant, comme l'a vu le premier M. H.-F. Weber, c'est du gris qui apparaît, en un spectre fugitif, que l'on n'arrive pas à fixer, et qu'on ne perçoit que sur le pourtour de l'œil. Cette première lumière est à l'extrême limite du rouge, ou même dans l'infra-rouge, puisque le rouge proprement dit n'existe pas encore. La sensation est incolore, parce qu'elle n'est pas due à l'élément qui, dans notre œil, nous fait percevoir la couleur.

On ne sera pas surpris de constater que l'absence de sensation colorée, ou daltonisme complet, soit liée à une courbe de sensibilité lumineuse présentant une allure identique à celle de la sensibilité pour une radiation qui est à la limite de visibilité.

Mais on peut aller plus avant dans la coordination des faits sans encore entrer dans le domaine

de l'hypothèse. Il y a quelques années, le docteur A. König trouva que la courbe représentant le pouvoir absorbant du pourpre rétinien se superpose, dans les limites des erreurs d'observation, aux deux courbes précédentes. Il est très naturel, dès lors, d'admettre que la sensation de lumière, indépendamment de celle de couleur, est liée à l'absorption par le pourpre, qui se décompose sous l'action de la lumière, à la manière d'une préparation photographique.

Nous avons côtoyé l'hypothèse ; entrons-y résolument, en admettant que le pouvoir absorbant du pourpre rétinien pour une radiation donnée est l'indice de la sensibilité d'un œil pour cette radiation, alors qu'elle est à la limite de la perception. Cette hypothèse, si elle est considérée comme une quasi-certitude, nous permettra de déterminer la sensibilité de l'œil de divers animaux qu'on ne peut ni interroger, ni même observer dans leurs allures avec assez de précision pour pouvoir affirmer qu'ils voient ou ne voient pas.

Les travaux sur le pourpre rétinien des animaux sont peu nombreux. L'une des recherches les plus complètes a été faite par M^{lle} Köttgen et M. Abelsdorf. Opérant, comme l'avait fait M. König, sur le pourpre rétinien de quatre Mammifères, le singe, le chien, le lapin et le chat, sur un Oiseau, la chouette, sur trois Amphibies, deux grenouilles et une salamandre, ils constatèrent que la courbe d'absorption du pourpre rétinien pour tous ces animaux est semblable à celle qui avait été trouvée pour l'homme. Il est naturel d'en conclure que tous ces animaux utilisent la lumière solaire de la même manière que nous ; et, puisqu'on n'a trouvé aucune exception dans les diverses classes de Vertébrés vivant à la surface de la Terre, on pourra dire, avec une grande probabilité, qu'il en est de même de tous les Vertébrés terrestres.

Mais que se passe-t-il pour les Poissons ? Chose singulière, le pourpre rétinien de huit Poissons différents a donné une courbe d'absorption dont le maximum est *déplacé vers le rouge*.

A première vue, ce résultat peut surprendre. Jusqu'ici, tout tendait à montrer que l'œil est adapté aussi bien que possible à la radiation qu'il reçoit, et voici que les Poissons font exception, puisque, vivant dans l'eau bleue, ils sont organisés pour utiliser une lumière dont la teinte est plutôt rougeâtre.

Nous sommes maintenant acculés à cette alternative : ou bien d'admettre qu'une coïncidence si singulière, vérifiée dans un grand nombre de cas, est fortuite, malgré sa signification précise dans l'idée de l'adaptation ; ou bien, que la lumière à l'intérieur de l'eau n'est pas si bleue qu'on le croit communément.

Procédons par analogie. Nous admettons que l'air est bleu, et l'on devrait en conclure que la lumière solaire ayant traversé l'atmosphère nous arrive teintée de bleu. Cependant, nous savons bien que, plus cette lumière est filtrée par l'air, plus elle tire vers le jaune. Ce n'est donc pas l'air qui peut la colorer en bleu. Développant cet argument, Tyndall, puis M. Cornu ont accumulé les meilleures preuves pour montrer que la lumière bleue du Ciel est réfléchiée par sélection dans le faisceau blanc qu'envoie le Soleil, et que l'air, tamisant la lumière, la prive d'une partie de son bleu.

N'en est-il pas de même de l'eau? Les mêmes arguments peuvent lui être appliqués avec autant de raison. Tyndall a montré que sa coloration dépend de la grosseur moyenne des poussières qu'elle tient en suspension, et l'on sait bien que, pour être très bleue, l'eau des lacs alpestres doit être reposée.

Quelques observations faites dans l'eau bleue de l'Aar au sortir du lac de Thoune m'ont confirmé dans cette idée que le bleu de l'eau est une lumière réfléchiée. Un cylindre blanc plongé dans l'eau exposée au soleil apparaît à peine teinté du côté éclairé, alors qu'il est nettement bleu sur la moitié située dans l'ombre.

Si le bleu de l'eau est vraiment une lumière réflé-

chiée, les rayons directs du Soleil, vus par une grande profondeur, sont probablement plus jaunes qu'à la surface. L'exception, constatée pour le pourpre rétinien des Poissons, à une règle établie pour l'œil de tous les autres Vertébrés, ne serait donc qu'apparente, et viendrait, tout au contraire, lui donner une confirmation d'autant plus importante qu'elle est plus inattendue.

Je ne me dissimule pas que la vérification expérimentale fait encore défaut dans ce dernier cas. Mais la coïncidence pour les Vertébrés terrestres est suffisamment nette pour qu'on ne puisse douter de l'adaptation. Elle s'étend plus loin encore, car des appareils visuels bien différents du nôtre sont constitués de manière à utiliser les mêmes radiations¹. La correspondance de la cause à l'effet est si parfaite, elle est si étendue, qu'y voir un simple hasard serait méconnaître que le hasard a des lois. Quelle que soit la superstition d'un joueur, une telle répétition lui ferait dire que le jeu est pipé, que le hasard est faussé par une force dirigeante ou par une sélection.

C'est une conclusion à laquelle nous aurions peine à nous soustraire.

Ch.-Ed. Guillaume.

Physicien du Bureau international
des Poids et Mesures.

LE JARDIN D'ESSAI DE LIBREVILLE

En ces derniers temps, on a beaucoup parlé des Jardins d'essai coloniaux et du rôle qu'ils sont appelés à jouer dans le développement agricole de nos possessions d'outre-mer. A bon droit, ils sont, en effet, considérés comme un des plus puissants moyens d'action que le gouvernement des colonies ait à sa disposition pour favoriser la mise en valeur des immenses territoires qui appartiennent à la France dans toutes les parties du monde.

Ce qu'il y aurait à faire pour mettre ces Jardins à même de rendre tous les services qu'on peut attendre d'eux, a été l'objet d'une étude approfondie par la Commission nommée à cet effet, il y a quelques mois, au Ministère des Colonies; déjà plusieurs des vœux qu'elle a émis ont été pris en considération et, sous peu, vont être mis à exécution.

Depuis longtemps déjà, presque toutes nos vieilles colonies sont pourvues de Jardins qui, s'ils n'ont pas toujours été dirigés vers un but réellement pratique, renferment pourtant de véritables richesses en plantes utiles de toutes sortes.

Parmi nos jeunes colonies, celles de la côte occi-

dentale d'Afrique ont vite reconnu le bénéfice qu'elles pourraient tirer de semblables établissements, et des Jardins d'essai ont été créés dans la plupart d'entre elles; les uns datent de quelques années; les autres sont plus récents.

I. — FONDATION ET BUT DU JARDIN.

Le plus ancien de ces Jardins est celui de Libreville; il est dû à l'intelligente initiative de M. le Dr Ballay, ancien gouverneur du Gabon, qui, assuré du bienveillant et actif concours de M. Maxime Cornu, professeur de Culture au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, en décida la création au commencement de l'année 1887.

Grâce à l'appui soutenu des gouverneurs qui se sont succédé au Congo français et à la sollicitude de M. Cornu, le Jardin d'essai de Libreville est, à

¹ La lueur du ver luisant est, de toute évidence, destinée à lui-même ou à ses semblables; or, cette lumière est précisément dans la région de plus grande sensibilité de notre œil. Il est donc très probable que la même région est celle de sensibilité du ver luisant. Voir la *Revue*, 1892, p. 20.

l'heure actuelle, l'un des mieux outillés pour favoriser la colonisation agricole dans notre vaste possession de l'Ouest africain.

Conçu dans un sens essentiellement pratique, son rôle est de faire des expériences sur les cultures industrielles susceptibles d'être entreprises dans la colonie; d'arriver, par des méthodes de sélection, d'hybridation, etc., à obtenir les meilleurs et les plus grands rendements; de guider les planteurs en leur donnant les renseignements dont ils peuvent avoir besoin, et de les aider en leur fournissant gratuitement les premiers plants. Il doit aussi introduire le plus grand nombre de végétaux utiles, car telle plante dont il est impossible, pour des raisons d'ordre divers, de tirer parti aujourd'hui, peut faire l'objet des cultures de demain.

Les perfectionnements à apporter dans la culture potagère, dont les produits sont si appréciés aux colonies, sont également de son ressort.

Les cessions faites par le Jardin d'essai sont absolument gratuites; les frais d'arrachage, d'emballage et de transport seuls sont à la charge des demandeurs.

En ce qui concerne les demandes faites par les autres colonies françaises, on ne leur donne suite, cela va sans dire, que si les réserves existantes le permettent. Le tarif de ces cessions a été fixé par un arrêté du Gouverneur et inséré au *Journal officiel* de la colonie.

Depuis 1893, la liste des végétaux cultivés au Jardin d'essai paraît chaque année régulièrement.

II. — DISPOSITION DU JARDIN.

Le Jardin d'essai proprement dit, sans ses annexes, se trouve en plein Libreville, à quelques mètres seulement au-dessus du niveau de la mer et à 250 mètres de celle-ci. Il occupe une superficie de près de 6 hectares. La moitié du terrain, en plan incliné, est réservée aux diverses cultures, et l'autre, qui est plate et basse, est utilisée pour les pépinières.

Au début, il y eut beaucoup à faire pour assainir le terrain, qui était marécageux en divers endroits. Aujourd'hui, de nombreux fossés conduisent les eaux d'écoulement à la mer, et ce n'est qu'au plus fort de la saison des pluies qu'il y a encore un peu d'humidité dans quelques carrés.

On accède au Jardin d'essai par une large avenue de 8 mètres de largeur, qui conduit à la maison d'habitation et se termine en demi-cercle. Cette allée principale, qui partage le terrain en deux parties, est bordée de plates-bandes garnies de plantes d'ornement.

Le terrain consacré aux cultures d'essai est divisé

par carrés de 20 mètres de côté, lesquels sont séparés par des allées de 4 et 5 mètres de largeur, se coupant à angle droit et se trouvant, par suite, parallèles ou perpendiculaires à la maison d'habitation.

C'est un tracé simple convenant bien à un Jardin d'essai comme celui de Libreville, qui est plutôt un champ d'expériences, car il permet de se rendre facilement compte du coût et du rendement des cultures, et simplifie beaucoup la surveillance des travailleurs.

Dans les premières années, on eut beaucoup à souffrir du manque d'eau pour les arrosages. A l'approche de la saison, sèche, il fallait, en effet, transporter au loin, près d'une petite rivière, les petites plantes qui se trouvaient en pots. Dès 1893, je demandai le creusement d'un puits, ce qui me fut accordé. Aujourd'hui, sans en avoir en abondance, il y a suffisamment d'eau pour passer la saison sèche.

Comme dans les environs immédiats de Libreville, le sol du Jardin d'essai, très sablonneux et peu profond, est plutôt de qualité inférieure. Jusqu'à ce jour il a fallu s'en contenter; mais M. de Lamothe, commissaire général du Gouvernement au Congo français, qui a beaucoup de sollicitude pour le Jardin d'essai, a bien voulu promettre un emplacement plus riche et mieux approprié, dans une région de la colonie qui sera désignée ultérieurement après étude à cet effet.

III. — PERSONNEL ET BUDGET.

Quand on compare les Jardins des colonies françaises et ceux des colonies étrangères, l'avantage est presque toujours en faveur de ces derniers. C'est que souvent on oublie de mettre en relief les moyens dont ils disposent comme personnel et comme crédits. Il ne faut pas oublier, en effet, que les services rendus sont presque toujours en rapport avec le budget de chaque établissement.

Je crois donc nécessaire de donner ici, à titre d'indication, le budget actuel du Jardin d'essai de Libreville :

1 ^o PERSONNEL	
1 Directeur	6.900 fr.
1 Coutremaitre indigène	750
22 indigènes à 250 fr. en moyenne	5.500
	<hr/>
	13.150 fr.
2 ^o MATÉRIEL	
Achat de graines, d'outillage, et frais divers d'entretien et de réparations au Jardin d'essai	3.000
Total	<hr/>
	16.150 fr.

Il y a une différence sensible, on en conviendra, entre ce modeste crédit et ceux que les gouvernements anglais, allemand et hollandais mettent à la

disposition de leurs nationaux. Comme exemple, il me suffira de citer le Jardin botanique créé en 1889 à Victoria, dans la colonie allemande du Cameroun, voisine du Congo français, dont le budget annuel varie entre 40.000 et 50.000 francs.

IV. — PLANTES CULTIVÉES.

Sans vouloir faire ici une monographie détaillée des plantes dont la culture a donné de bons résultats soit au Jardin d'essai, soit dans les exploitations agricoles de la colonie, il peut être utile de dire quelques mots de plusieurs d'entre elles.

1. *Caféier de Libéria* (*Coffea liberica*). — Il vient bien aux faibles altitudes et donne un bon rendement à condition d'opérer des sélections sur les graines destinées aux semis, lesquelles doivent être récoltées sur les pieds les plus productifs. Il faut tailler et étiéer les caféiers au bout de 3 ou 4 ans.

2. *Caféier du Kouilou*. — C'est le *Coffea canephora*, qui existe également à l'état spontané dans le pays des Eschiras. Préféré à tous les autres dans le sud de la colonie à cause de sa rusticité, il est maintenant cultivé sur une grande échelle; son grain est de très bonne qualité. Actuellement, on peut évaluer à 400.000 le nombre des caféiers existant dans les diverses exploitations agricoles de la colonie. Au début, tous les plants, soit environ 100.000, ont été fournis par le Jardin d'essai.

3. *Caféier de San-Thomé* (*Coffea arabica*). — Sa culture a été abandonnée sur le littoral, car la plante s'y comporte mal et, de plus, est attaquée par de nombreux insectes. Il faut, en effet, à ce caféier une altitude d'au moins 400 mètres et un sol très fertile pour prospérer.

4. *Caféier de l'Oubangui*. — Appelé aussi « Caféier des terres humides », à cause de sa végétation parfaite dans les terrains inondés. Spontané sur les rives de l'Oubangui, le Jardin d'essai en a délivré de nombreux pieds aux plantations.

5. *Cacaoyer* (*Theobroma cacao*). — Il paraît être la culture d'avenir du Congo, à condition de ne planter que dans les vallées abritées, à sol riche et profond, où il n'y a pas de sécheresse prolongée. Le nombre de cacaoyers existant au Congo peut être évalué à 150.000. *Presque toutes les graines dont ils sont issus provenaient du Jardin d'essai.*

6. *Vanillier* (*Vanilla planifolia*). — Introduit en 1873 par le P. Klaine de plants provenant, comme beaucoup d'autres d'ailleurs, du Muséum d'Histoire naturelle de Paris. Ayant donné d'excellents résultats, cette culture est en voie d'extension. La vanille produite au Gabon a été reconnue comme étant de très bonne qualité.

7. *Arbres à caoutchouc et à gutta*. — Parmi eux, les *Manihot Glaziowii*, *Hevea brasiliensis*, *Castilloa elastica*, *Palaquium oblongifolium* existent maintenant au Jardin d'essai. A part le *Manihot Glaziowii*, dont le rendement n'est pas très élevé, les autres sont d'introduction trop récente pour que l'on puisse en parler en connaissance de cause.

8. *Lianes à caoutchouc*. — La culture sous forêt préexistante des lianes appartenant au genre *Landolphia* ou à des genres voisins, est expérimentée en grand, depuis quelques années, dans plusieurs exploitations agricoles de l'Etat indépendant du Congo, et donne, paraît-il, de magnifiques résultats. Toutefois, la récolte du caoutchouc est faite dans des conditions spéciales par les indigènes des villages.

9. *Girostier* (*Caryophyllus aromaticus*). — Il se comporte merveilleusement au Jardin d'essai, où il existe plusieurs arbres en rapport. De nombreux plants, issus des pieds introduits, ont déjà été distribués aux colons.

10. *Tabac* (*Nicotiana tabacum*). — Il donne un excellent produit dans les sols riches et légers. Le séchage des feuilles seul présente certains inconvénients si la récolte est faite pendant la saison pluvieuse. Il est donc nécessaire, pour que la dessiccation des feuilles se fasse parfaitement, d'effectuer les semis en janvier, ce qui permet de récolter en mai ou juin, c'est-à-dire pendant la saison sèche.

11. *Coton* (*Gossypium herbaceum*). — Il est à peu près prouvé, maintenant, qu'il n'y a rien à attendre de la culture du coton faite d'une façon extensive au Congo français. Dans les régions exploitables, la saison des pluies est, en effet, trop longue, et l'humidité atmosphérique trop élevée pour que la récolte puisse se faire dans de bonnes conditions.

Théoriquement, la culture du coton ne peut être, en effet, rémunératrice que dans les pays secs, facilement irrigables, où la main-d'œuvre est abondante et peu onéreuse.

V. — CONCLUSIONS.

Dans le peu de place dont nous disposions ici, nous n'avons pu montrer que brièvement le fonctionnement et les services que peut rendre un Jardin d'essai dans les colonies, dont la prospérité future repose entièrement sur la mise en valeur du sol par l'agriculture. — Que ces établissements d'utilité reconnue soient donc multipliés et développés, si l'on veut que nos colonies ne restent pas, pendant longtemps encore, une lourde charge pour la métropole.

C. Chalot,

Directeur du Jardin d'essai de Libreville.

L'ÉTAT ACTUEL DE L'AUTOMOBILISME

DEUXIÈME PARTIE : LES TRANSMISSIONS

Dans un premier article¹, nous avons décrit les principaux types de moteurs actuellement employés pour produire l'énergie nécessaire au fonctionnement des automobiles. Nous allons maintenant examiner de quelle façon le mouvement de l'arbre d'un moteur quelconque est transmis aux organes qui assurent la propulsion de la voiture.

Les moteurs employés sont tous à grande vitesse (300 à 2.000 tours par minute) : il est donc impossible de leur faire actionner directement les roues. En outre, le moteur à vapeur, et surtout le moteur à pétrole, qui ne peut faire varier sa force qu'en changeant sa vitesse et qui n'a un bon rendement que s'il marche à son allure de régime, n'ont pas la souplesse suffisante pour faire rouler la voiture à des vitesses suffisamment variées, pour lui faire monter ou descendre convenablement les rampes. Il faut pouvoir faire reculer la voiture, même avec le moteur à pétrole, qui n'admet pas le renversement de sa marche. Il faut aussi, lorsqu'il est nécessaire d'arrêter brusquement le véhicule, ou quand on veut, après un court stoppage, éviter les ennuis de la remise en marche du moteur à pétrole, pouvoir supprimer l'action de celui-ci sans l'arrêter. Enfin, il faut se réserver la faculté d'éteindre rapidement la force vive de la voiture et empêcher le recul sur une rampe.

Nous allons étudier successivement les dispositifs employés pour obtenir ces divers résultats : organes de transmission du mouvement de l'arbre moteur à un ou plusieurs arbres intermédiaires ; organes de changements de vitesse et de marche par engrenages, courroies ou plateau ; transmission du mouvement du dernier arbre intermédiaire aux roues par chaînes Galle, engrenages, essieux articulés, dispositif Lepape ; embrayages ; freins ; béquilles.

I. — TRANSMISSION DU MOUVEMENT A L'ARBRE INTERMÉDIAIRE.

§ 1. — Engrenages.

Sur l'arbre moteur sont calés autant de pignons que l'on veut de vitesses différentes. Sur l'arbre intermédiaire coulisse un manchon, porteur d'un nombre égal de roues dentées, destinées à entrer en prise, chacune avec celui des pignons qui lui

correspond. Les rayons respectifs des roues et des pignons doivent être calculés (la condition n'est pas remplie par tous nos constructeurs) de manière à obtenir pour la voiture les vitesses voulues, le moteur à pétrole continuant à marcher invariablement à sa vitesse de régime.

Le système a le double avantage de réduire à leur minimum l'emplacement nécessaire et la déperdition de force. Il est compliqué, coûteux, sans élasticité, bruyant (si l'on n'emploie pas des engrenages en cuir vert ou si l'on ne peut utiliser des engrenages à chevrons), facile à détériorer (si l'on ne passe pas avec adresse d'une vitesse à une autre). Pour éviter ce dernier inconvénient, on peut laisser toujours en prise les pignons et les roues, celles-ci étant folles et leur calage étant successivement obtenu par le déplacement, à l'intérieur de l'arbre intermédiaire creux, d'un autre arbre porteur d'une clavette.

Avec les engrenages, la marche arrière, qui ne se fait d'habitude qu'à la petite vitesse, s'obtient par l'interposition, dans le harnais correspondant, d'un pignon supplémentaire.

§ 2. — Courroies.

Pour chaque vitesse, l'arbre moteur porte une large poulie fixée à demeure, et l'arbre intermédiaire deux poulies, l'une calée, l'autre folle. En faisant passer la courroie de la seconde sur la première, on embraille¹. Système simple, économique, assez silencieux, dont l'élasticité écarte tout danger de rupture de pièce par changement brusque de vitesse ou autrement. Il donne lieu à une déperdition notable de force par défaut d'adhérence ; il prend beaucoup de place ; les courroies ont souvent besoin d'être retendues.

La marche arrière est assurée par une courroie à brins croisés.

§ 3. — Plateaux.

L'arbre moteur porte un plateau (c'est ordinairement le volant qui est utilisé pour cela) contre lequel frotte un galet, dont le mouvement entraîne

¹ Quelquefois les jeux de poulies et les courroies sont remplacés par une courroie unique et deux cônes à axes parallèles, disposés de manière que la grande base de l'un soit en face de la petite base de l'autre. Ces cônes sont à gradins ou lisses pour permettre des variations progressives de vitesses. Avec eux un tendeur est nécessaire pour embrayer. Du reste, il est toujours avantageux d'en avoir un pour assurer une adhérence convenable.

¹ Voyez cet article dans la *Revue générale des Sciences* du 28 février dernier, t. X, pages 130 et suiv.

celui de l'arbre secondaire. Ce galet peut coulisser le long de ce dernier, de façon à produire la marche avant, l'arrêt (quand le galet est au centre du plateau), la marche arrière (quand il passe de l'autre côté de ce centre).

II. — TRANSMISSION DU MOUVEMENT AUX ROUES.

§ 1. — Chaines Galle.

Elle s'opère le plus souvent par chaînes Galle reliant deux pignons montés sur l'arbre intermédiaire, et deux roues dentées, ordinairement solidaires des roues d'arrière du véhicule. On connaît les défauts des chaînes, mais elles ont pour elles leur simplicité.

§ 2. — Engrenages.

C'est le système acatène de certaines bicyclettes; nous le décrirons en parlant des automobiles de la maison Diétrich.

§ 3. — Essieux articulés.

MM. de Dion et Bouton transmettent le mouvement de l'arbre intermédiaire (fig. 1) aux jantes en bois des roues, par des axes articulés et des rais métalliques spéciaux : les joints, à la Cardan, permettent aux axes de se plier aux inégalités du sol sans imposer de fatigue aux ressorts de la suspension, et les rais métalliques évi-

lent la fatigue de la commande aux rais en bois, qui ont simplement à supporter la charge du véhicule.

MM. Gauthier-Wehrlé⁴ relie l'arbre intermé-

diaire, par des axes à rotules, aux fusées sur lesquelles sont calées les roues motrices.

Ces deux dispositions ont l'avantage de permettre pour celles-ci le carrossage, qu'empêche la commande par chaînes et roues dentées, celles-ci devant être dans des plans perpendiculaires à l'essieu.

§ 4. — Dispositif Lepape.

Sur l'arbre intermédiaire PQ (fig. 3), qui reçoit le mouvement du moteur par des poulies à gorge et une corde à boyaux sans fin, est monté un cône à poulies étagées. Ce cône actionne par une courroie un autre cône, disposé parallèlement au premier, mais de façon

que le gros bout de l'un soit en face du petit bout de l'autre. L'axe RS de ce second cône porte, à l'une de ses extrémités, un levier (fig. 2), qui se termine par le pignon X, engrenant avec la roue à fuseaux R solidaire de la roue de la voiture. Cet

axe est monté sur deux paliers mobiles autour de l'essieu, de sorte que ses déplacements laissent le pignon en prise avec la roue à fuseaux. Il est facile de voir que le mouvement de l'axe RS dans le sens de la flèche O' tend la courroie et produit l'embrayage du moteur avec la transmission.

L'autre extrémité de l'axe porte un levier et un galet L

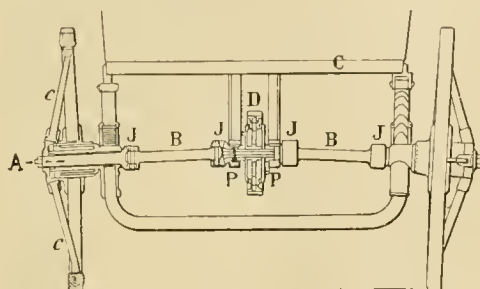


Fig. 1. — Essieu articulé de MM. de Dion et Bouton (élévation). — C, châssis; P, P, paliers de l'arbre intermédiaire; D, différentiel; J, J, joints à la Cardan; B, A, axes transmettant le mouvement de l'arbre aux jantes en bois, à travers les fusées des roues, et par les rais métalliques c.

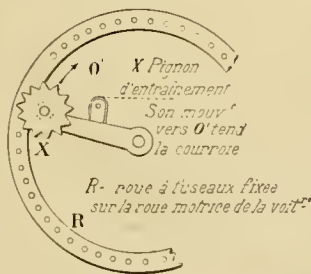


Fig. 2.

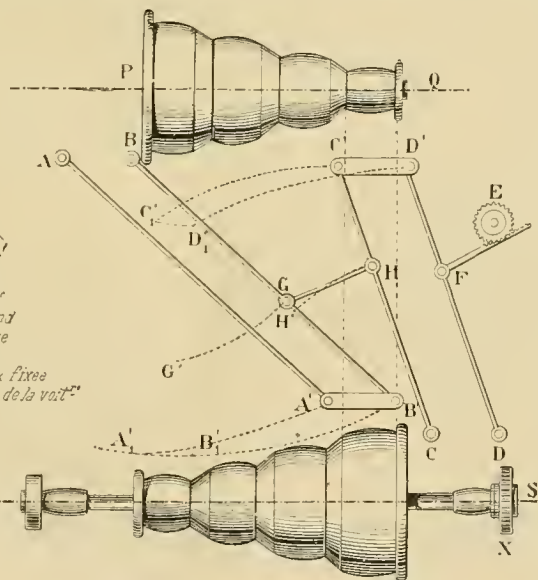


Fig. 3.

Fig. 2 et 3. — Transmission système Lepape (schémas). — La courroie, chargée de transmettre au cône RS le mouvement du cône PQ, est tendue par le déplacement de l'arbre RS autour de l'essieu. Pour les changements de vitesse, elle est guidée par les fourchettes A'B', C'D', formant respectivement un côté des parallélogrammes articulés ABA'B', CDC'D'; ces deux parallélogrammes sont reliés par la tringle HIG. La crémaillère F et le pignon E permettent au chauffeur de les mouvoir à son gré.

garni de cuir, chargé d'entraîner par friction un anneau, de diamètre égal à celui de la roue à fuseaux, et qui communique son mouvement à la seconde roue de la voiture, mais en lui permettant de glisser par rapport à lui. Cette disposition

⁴ *Locomotion automobile*, 24 mars 1898, p. 183.

est destinée à rendre inutile l'emploi de cet organe, qu'on retrouve dans presque toutes les automobiles, et qui s'appelle le *différentiel*.

§ 5. — Différentiel.

Supposons que les deux roues motrices d'une voiture soient calées sur leur essieu, de façon à être obligées de faire constamment à une vitesse commune le même nombre de tours : sur une route droite, en l'absence d'obstacles retardant inégalement les deux roues, celles-ci tourneront de conserve sans glisser ; mais dès qu'elles auront à opérer le moindre virage, la roue intérieure, ayant moins de chemin à parcourir, patinera, engendrant un travail de frottement, qui se traduira par l'usure du bandage, une mobilité moins grande du véhicule pouvant jusqu'à un certain point compromettre sa sécurité. Le différentiel a justement pour but de faire cesser la solidarité des deux roues.

L'essieu, au lieu d'être d'une seule pièce, est coupé en deux moitiés AR, A'R' (fig. 4), sur chacune desquelles sont montés, d'un côté une des roues R, R', de l'autre un pignon B, B', engrenant avec les pignons C, C' ; ces derniers sont mobiles autour de leurs axes, dirigés suivant deux rayons de la couronne D et solidaires de cette roue. Avec cette disposition, les roues proportionnent leurs vitesses respectives aux chemins qu'elles ont à

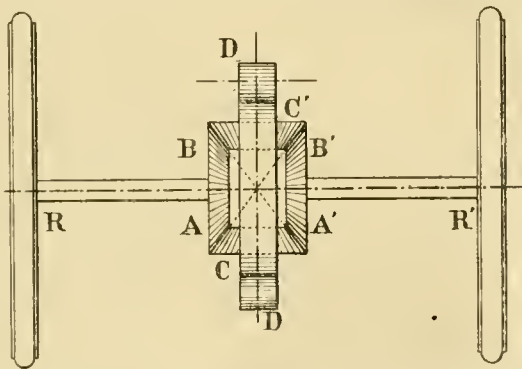


Fig. 4. — Différentiel à pignons coniques (schéma). — R, R', roues; AB, A'B', pignons coniques, montés sur l'essieu; C, C', pignons coniques mobiles autour de leurs axes; D, couronne.

parcourir. Au lieu d'être constitué par des engrenages coniques, le différentiel peut être par des engrenages plats moins encombrants (fig. 5).

Dans ce que nous avons dit, nous avons supposé que les roues étaient calées sur l'essieu; or, en général, elles sont folles sur lui, mais actionnées par des chaînes Gallé engrenant avec des pignons calés sur l'arbre intermédiaire, et dès lors aussi solidaires que dans l'hypothèse admise. Le différentiel reste donc aussi nécessaire qu'avec cette dernière.

§ 6. — Encliquetage.

Le différentiel peut être remplacé par un encliquetage. MM. Brouhot et C^{ie} adaptent au moyen de chaque roue une couronne dentée, et à chaque extrémité de l'essieu un plateau porteur d'un axe autour duquel est articulé un cliquet à trois branches, celle du bas étant engagée dans une cavité de l'essieu. Quand celui-ci tourne, le cliquet oscille autour de son axe, et l'une ou l'autre de ses bran-

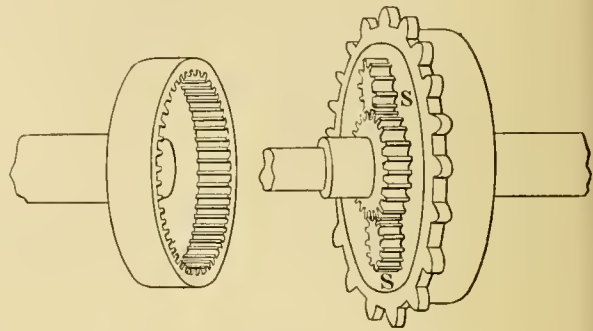


Fig. 5. — Différentiel à pignons plats S.

ches supérieures, suivant le sens de la marche, s'engage dans une encoche de la roue dentée et entraîne la roue du véhicule. Dans un virage, la roue extérieure, pour prendre une vitesse plus grande que l'autre, n'a qu'à fuir devant le cliquet; celui-ci revient au contact de la roue dentée quand les vitesses sont redevenues les mêmes.

III. — EMBRAYAGES.

On peut employer l'embrayage à griffes, constitué par deux manchons solidaires des deux arbres à réunir, et dont l'un peut coulisser le long de son arbre, de manière à l'amener en prise avec l'autre. Comme il n'est ni progressif ni élastique, on lui préfère les embrayages à friction : à cônes droits, exigeant une poussée latérale considérable pour déterminer une adhérence suffisante; à cônes renversés, dont la mise en train se fait par traction et non par pression; à ruban, fondés sur le principe des freins à lames. Dans cette catégorie se trouve l'embrayage de MM. Villard et Bonnafous, qui est très employé.

IV. — FREINS.

Il n'est pas besoin de démontrer la nécessité pour les automobiles d'avoir de bons freins. L'article 15 de l'Ordonnance du 14 août 1893 du Préfet de police les oblige, pour la circulation dans Paris, à en avoir deux pouvant agir instantanément et immobiliser le véhicule en toutes circonstances, même lorsque le moteur donne son maximum de force.

Le règlement, qui va incessamment régir la circulation des automobiles sur toutes les voies publiques de notre pays, en édicte aussi deux, tout en admettant le remplacement de l'un d'entre eux par un dispositif tel que la contre-vapeur permette l'emploi du moteur pour l'obtention rapide de l'arrêt de la voiture. L'un des freins doit produire un calage des roues aussi instantané que possible.

Les freins à vis, dont les sabots agissent sur les jantes des roues, ont un fonctionnement très sûr, mais ils manquent d'instantanéité, et, avec les bandages de caoutchouc, ils provoquent le décolage des pleins et le cisaillement des boulons de sûreté des pneumatiques.

Les freins à cordes ou à lames leur sont préférés. A la première catégorie appartient le frein Lemoine, qui est bien connu; à la deuxième, le frein Cloos et Schmaltzer, logé dans le moyeu de la roue et constitué par une bande de cuir, dont le serrage est obtenu à l'aide d'un levier coudé; il n'est applicable qu'aux moyeux en bois, et réservé aux voitures légères. Les freins à enroulement ont le défaut de ne serrer que pendant la marche en avant; M. Jeantaud en a combiné un qui serre dans les deux sens.

Les automobiles comportent ordinairement un frein Lemoine sur le moyeu de la roue, un frein à lame sur l'arbre différentiel; pour les voitures lourdes, on conjugue souvent le frein à corde et le frein à vis.

En l'absence de tout frein pouvant serrer dans la marche arrière, il faut munir le véhicule d'une béquille ou d'un encliquetage, qu'on laisse agir quand on peut craindre un recul.

V. — CHASSIS.

Le châssis est ce cadre qui, reposant sur les essieux par l'intermédiaire des ressorts, supporte la caisse, le moteur et les transmissions. Il est presque toujours formé par deux longerons, réunis à l'avant et à l'arrière par deux traverses, et solidement entretoisés dans l'intervalle.

Il était dans le principe, du moins pour les voitures légères, en bois de frêne; on substitue maintenant au bois l'acier, qu'on emploie profilé, ordinairement sous forme de \square , ou étiré en tubes. Les tubes sont plus légers, mais demandent à être brasés avec beaucoup de soin; les fers profilés sont d'une solidité plus facile à obtenir, et ils permettent une fixation plus commode du moteur et des organes de transmission. Quelquefois on garnit l'intérieur des fers avec du bois, qui en augmente la résistance sans accroître sérieusement leur poids. Les châssis de motocycles sont presque tous tubulaires; ceux des voitures lourdes sont toujours en fers profilés.

Quelques rares constructeurs emploient deux châssis, l'un reposant comme d'habitude sur l'essieu et supportant le moteur et les transmissions, l'autre s'appuyant sur le premier, aussi par l'intermédiaire de ressorts, et soutenant la caisse. Cette disposition complique un peu la construction, mais a l'avantage d'éviter aux voyageurs les trépidations du moteur à pétrole.

VI. — RESSORTS.

Les plus employés sont : pour les voitures lourdes, les ressorts droits (à rouleaux droits, renversés ou opposés) et les ressorts en spirale; pour les voitures légères, les ressorts à pincette (à charnières, à mains anglaises ou à crosse) et à demi-pincette (à charnière et à crosse); pour les voitures très légères, les ressorts en C (à eric ou du système Bail et Pozzy), d'une grande élégance.

VII. — ESSIEUX.

Ils sont fabriqués ordinairement en deux morceaux soudés au milieu, les patins et les coudes étant pris dans la masse même du fer. Celui-ci doit être doux et nerveux, d'excellente qualité. Exceptionnellement on emploie l'acier doux.

Au point de vue du rôle qu'ils jouent dans la voiture, on distingue l'essieu *directeur* et l'essieu *moteur*, ordinairement placés à l'avant et à l'arrière. Quelquefois, comme dans l'avant-train Prétot, les roues d'avant sont à la fois directrices et motrices; elles peuvent alors être montées sur un avant-train à cheville ouvrière d'une commande difficile (parce qu'on n'agit plus sur lui du bout du timon, comme avec les voitures ordinaires), et donnant une aire de sustentation parfois minime.

§ 1. — Essieux directeurs.

L'essieu directeur est invariablement fixé dans une position parallèle à l'essieu moteur (ce qui donne un polygone de sustentation immuable), et il porte à chaque extrémité un pivot vertical, autour duquel tourne la roue correspondante. C'est le principe de l'avant-train à deux pivots, inventé par un mécanicien de Munich, Lanckensperger, et importé en France par J. Akerman¹. Mais, tel que l'établissait ce dernier, l'avant-train ne permettait pas le pivotement de la voiture sans glissement ni ripement des roues. En 1873, M. A. Boillée père, pour mieux obtenir ce résultat, commanda les roues par deux cames, chargées de leur faire prendre, dans les virages, l'inclinaison voulue. En 1878, M. Jeantaud a ima-

¹ Brevet du 27 janvier 1818.

giné une disposition aujourd'hui universellement adoptée, qui permet les virages parfaits, parce que les axes des roues se rencontrent toujours sur le prolongement (ou très près du prolongement) de l'axe de l'essieu d'arrière :

les quatre roues tournent autour de ce point d'intersection A' (fig. 6).

Les figures 7 à 9 représentent quelques types d'essieux directeurs les plus employés, tels que les construits M. Lemoine.

§ 2. — Essieux moteurs.

Les figures 10 et 11 en tiennent deux modèles. Les essieux moteurs, comme nous l'avons dit, n'offrent pas de carrossage : leurs fusées sont horizontales. (Les fig. 7 à 11 nous ont été gracieusement communiquées par M. Lemoine, dont elles sont la propriété exclusive.)

§ 3. — Boîtes d'essieux.

On les a faites quelquefois en fonte coulée en coquille, avec partie dure à l'intérieur ; mais il vaut mieux employer le bronze et surtout le fer eimeté et trempé. Les boîtes patent Collinge ou demi-patent, à huile, donnent de très bons résultats.

jantes en frêne. Pour les véhicules très lourds (tracteurs et omnibus Scotte, de Dion), on emploie le chêne. La difficulté de trouver de bons moyeux de bois a amené les constructeurs à se servir du métal, les rais étant d'ailleurs en bois ou en métal ; ces moyeux métalliques se font en bronze ou en acier.

§ 2. — Bandages de caoutchouc.

L'utilité, au point de vue du confort du voyageur et de la bonne conservation du mécanisme, du moteur surtout, de soustraire la voiture à des vibrations qui croissent en raison directe de la vitesse, a amené les constructeurs à entourer les jantes de leurs roues de bandages de caoutchouc.

Ceux-ci sont pleins, cloisonnés ou pneumatiques. Des expériences que nous avons eu l'occasion de décrire¹, et celles que M. Fonvielle a opérées, sous la direction de M. Michelin, avec la voiture dynamométrique de la Compagnie générale des Voitures à Paris, ont montré la supériorité, au point de vue de l'effort de traction nécessité par la voiture, des bandages de caoutchouc, et notamment des pneus, sur le fer.

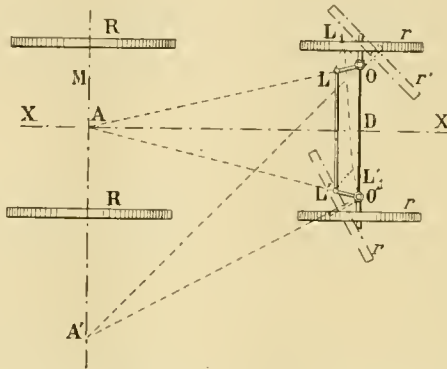


Fig. 6. — Avant-train à deux pivots (schéma). — r, r, roues d'avant; R, R, roues d'arrière; O, O', L, L', parallélogramme articulé se déplaçant autour des pivots OO' pendant les virages, de telle sorte que les axes des roues r, r' viennent se couper en A' sur l'axe des roues RR.

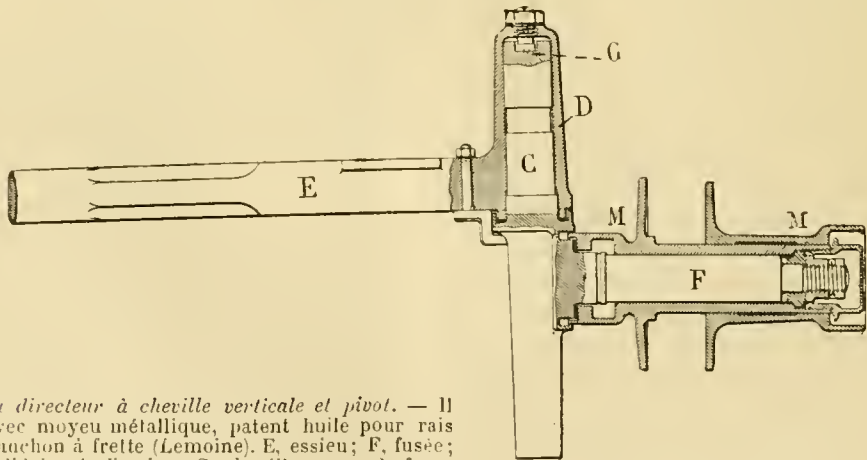


Fig. 7. — Essieu directeur à cheville verticale et pivot. — Il est monté avec moyeu métallique, patent huile pour rais bois avec manchon à frette (Lemoine). E, essieu; F, fusée; D, douille solidaire de l'essieu; C, cheville venue de forge avec la fusée; G, grain en acier trempé, sur lequel se fait la rotation de la cheville et de la fusée; M, moyeux.

VIII. — ROUES ET BANDAGES.

§ 1. — Roues.

Elles doivent être fort solides, car elles supportent de grands efforts, surtout quand on arrête brusquement la voiture. Les roues en bois ont leur moyeu en orme tortillard, les rais en acacia, les

Maintenant qu'on fabrique des pneus assez endurants, leur usage doit être recommandé.

IX. — CAISSE.

L'ingénieur demande à la caisse d'être légère,

¹ Voyez le journal le *Génie civil*.

avant tout solide, de ne pas offrir dans le sens transversal de ces larges surfaces planes, qui augmentent tant les effets de la résistance de l'air, d'être autant que possible interchangeable; à lui d'ailleurs de faciliter cette dernière condition par la forme qu'il donne à son châssis. C'est au carros-

l'huile: de préférence, pour les cylindres à vapeur, des huiles concrètes; pour les cylindres à pétrole, des huiles fluides; en tous cas, des huiles ne se cuisant pas aux températures élevées qu'elles ont à subir. Les huiles minérales, appelées oléonaphtes, ne commençant à bouillir qu'au-dessus

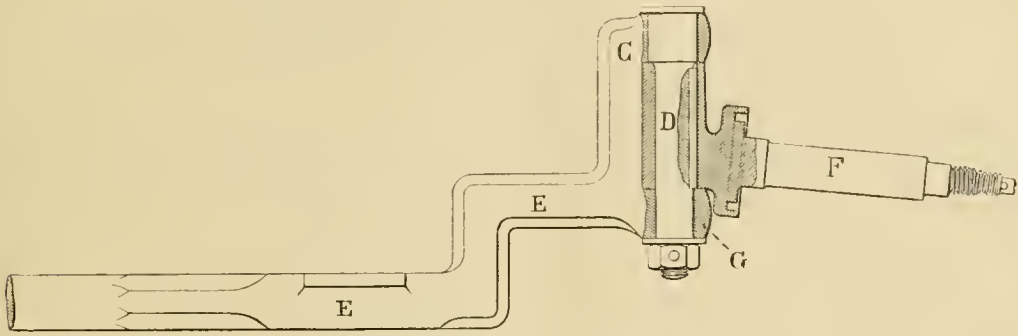


Fig. 8. — *Essieu directeur à chape*. — E, essieu; CG, chape; D, axe de rotation; F, fusée. Le levier de direction est venu de forge avec la fusée; il est monté avec boîtes patent huile en fer pour moyeux bois, corps à double coude (Lemoine).

sier qu'il appartient d'en assurer le confort et l'élé-gance. A notre avis, il n'a pas lieu de transformer radicalement les formes en usage, auxquelles l'a conduit une longue expérience; qu'il se contente de les approprier rationnellement à leur nouvel

de 300°, sont souvent utilisées. Comme graisseurs on emploie :

1° Les graisseurs *physiques*, qui ont l'inconvénient de ne pas s'arrêter automatiquement avec le moteur, et qui sont peu sûrs; il ne faut les accep-

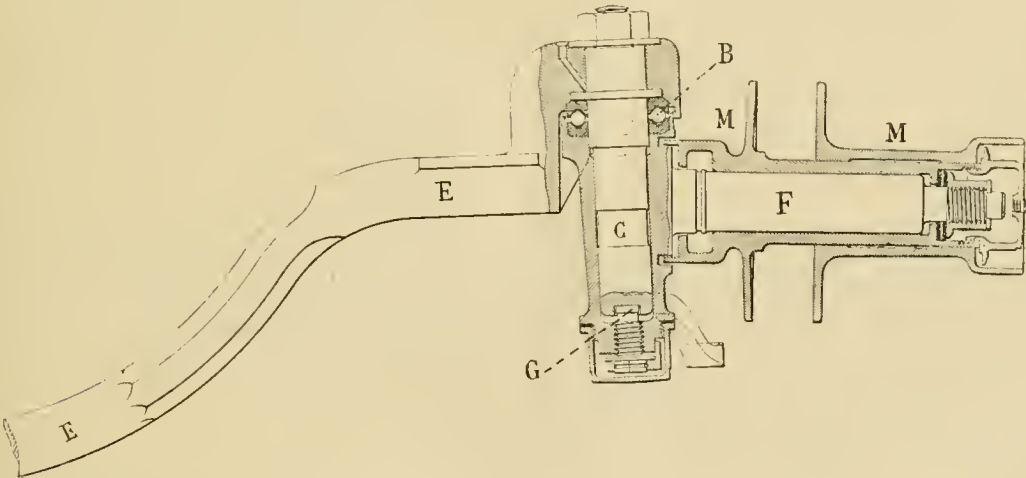


Fig. 9. — *Essieu directeur à cheville renversée*. — E, essieu; F, fusée; M, moyeu pour rais en bois; C, cheville; B, billes, sur lesquelles roule la douille; G, grain d'acier, dont le réglage s'effectue par la vis placée au-dessous, et sur lequel tourne la cheville C. Demi-patent huile, avec billes et pivot, patin surbaissé, corps centré; le boisseau de la cheville porte un levier venu de forge pour la direction (Lemoine).

usage: l'œil saura bien s'habituer à l'absence du cheval.

X. — GRAISSAGE.

Son importance est extrême avec les vitesses nouvelles.

Les principales pièces à graisser sont: les pistons, tiroirs, paliers, axes, etc. On emploie la graisse ou

ter que si leur fonctionnement est à chaque instant vérifiable par la visibilité de la goutte. Celle-ci est descendante (oléopolymètre R. Henry), ou montante (genre Consolin spécial à la vapeur);

2° Les graisseurs *mécaniques*, à compression (graisseurs terminus de Drevdal pour la vapeur), ou aspirants et foulants (oléopompe Drevdal pour le pétrole, graisseurs à dépôts multiples Bourdon

ou Henry Hamelle, envoyant par de petits tubes l'huile aux divers organes à graisser).

Dans un troisième et dernier article, nous décrivons les principaux types de voitures automobiles

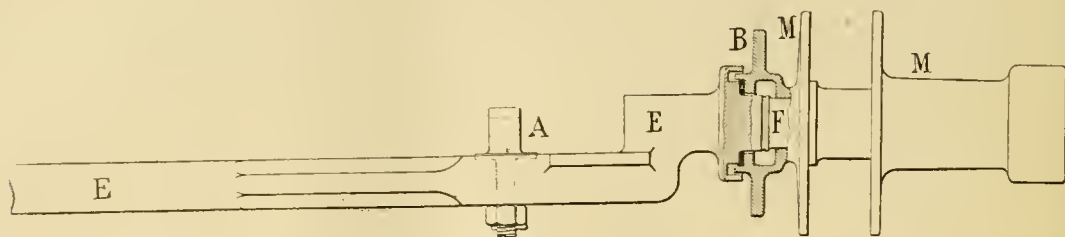


Fig. 10. — *Essieu pour roues motrices.* — E, essieu; A, œil; F, fusée; M, moyeu; B, disque solidaire du moyeu, et destiné à recevoir la couronne dentée de la transmission. Patent huile, corps surbaissé portant œil pour recevoir la pièce d'attache de la bielle de poussée; rondelle enlevée dans la masse, montée avec moyeu métallique à manchon à frette, portant un disque pour fixer la roue dentée (Lemoine).

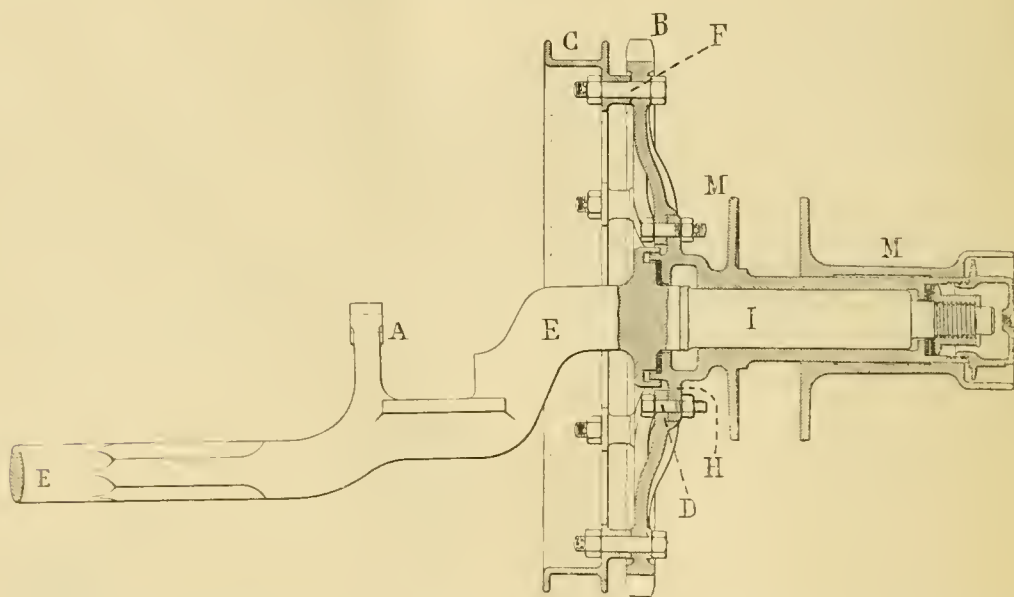


Fig. 11. — *Essieu pour roues motrices.* — E, essieu coudé; A, œil ayant la même fonction que dans l'essieu de la figure 33; F, fusée; M, moyeu pour rais en bois; H, disque solidaire du moyeu M; B, couronne dentée, fixée sur le disque H par les boulons D; C, poulie de frein fixée à la couronne dentée par les boulons F. Patent huile, corps surbaissé et cintré portant des attaches venues de forge pour les bielles de poussée, rondelles enlevées dans la masse, avec moyeu sur lequel sont montées les roues dentées et la poulie de frein (Lemoine).

Le graissage donne lieu à une consommation fort variable : avec l'appareil Hamelle, il faut compter 500 grammes d'huile par jour pour les cylindres.

et les principaux essais auxquels elles ont donné lieu.

G. Lavergne,
Ingénieur civil des Mines.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Andoyer (H.), *Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Leçons élémentaires sur la Théorie des Formes et ses applications géométriques.** — 1 vol. in-4° autographié de 184 pages. (Prix : 8 fr.) Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris, 1899.

Jusqu'ici, il n'existait aucun ouvrage français spécialement consacré à la Théorie des Formes. On trouve bien les bases essentielles de cette théorie dans certains ouvrages d'Algèbre supérieure et dans les éditions françaises des traités de Salmon et de Clebsch, mais, pour une étude plus approfondie, on devait recourir aux ouvrages étrangers. Il faut donc féliciter M. Andoyer d'avoir entrepris la publication d'un traité sur la théorie des formes; toutefois, cet ouvrage est encore en préparation, et pour le moment il s'agit simplement des *Leçons élémentaires* destinées aux candidats à l'agrégation.

Dans ces *Leçons*, l'auteur présente la théorie des invariants sous une forme élémentaire et avec beaucoup de clarté. Il débute par l'étude des invariants des formes binaires et en donne l'interprétation géométrique; puis il consacre un chapitre à la théorie générale des formations invariantes: polaires, invariants en fonction des racines, résultants et discriminants, formations diverses, jacobiens et hessiens. Reprenant ensuite les formes binaires, l'auteur étudie les formes des quatre premiers degrés. Sont exposées ensuite les propriétés des invariants des formes ternaires. Au point de vue de ses applications géométriques, le chapitre relatif aux séries non linéaires présente un intérêt tout particulier; on y trouve présentées avec beaucoup de précision les notions d'éléments tangentiels, inflexionnels et stationnaires, ainsi que quelques généralités sur les singularités ordinaires et les formules de Plücker. Les trois derniers chapitres sont consacrés aux formes bilinéaires, aux systèmes linéaires et aux systèmes de deux formes quadratiques.

La terminologie employée dans la théorie des formes est assez compliquée par le fait qu'elle varie souvent d'un auteur à un autre; aussi le besoin de la simplifier se fait-il vivement sentir. Dans ce sens le volume de M. Andoyer contient une heureuse innovation. La terminologie qu'il emploie n'est pas, comme d'habitude, empruntée à la Géométrie ponctuelle; ne spécifiant en rien la nature des éléments géométriques que l'on peut envisager, elle offre l'avantage d'une plus grande généralité dans les applications géométriques.

H. FEHR,

Privat-docent à l'Université de Genève.

Blim (E.), *Ancien élève de l'École Polytechnique, Ingénieur-chef du Service des Ponts et Chaussées en Cochinchine,* et **Rollet de l'Isle** (M.), *Ingénieur hydrographe de la Marine.* — **Manuel de l'Explorateur. Procédés de levés rapides et de détail; détermination astronomique des positions géographiques.** — 1 vol. in-12 de 260 pages, avec 90 figures. (Prix cartonné, 5 fr.) Gauthier-Villars, éditeurs. Paris, 1899.

Cet ouvrage, qui arrive à son heure, qui vise surtout à être pratique, est formé par les trois chapitres suivants :

I. L'explorateur ne peut ordinairement lever sa route que par des méthodes qui ne retardent pas sa marche. S'il chemine à terre, il évaluera les *distances* par le nombre de pas, et les *directions* au moyen de la boussole. Le premier chapitre lui indique le moyen de se servir des instruments qui lui faciliteront ce travail.

— S'il navigue sur un cours d'eau, les directions lui seront encore données par la boussole; quant aux distances, il les déduira de la vitesse moyenne de son embarcation, et les auteurs indiquent les moyens les plus simples pour déterminer cette vitesse.

Enfin, il déterminera les altitudes avec le baromètre, quelquefois avec la boussole à perpendiculaire.

Pour toutes ces opérations, l'ouvrage donne des détails et des exemples qui tirent d'embaras l'explorateur le plus novice. Il y trouvera aussi des indications sur la manière de rédiger sa carte.

II. Le troisième chapitre, que nous rapprocherons du précédent, est consacré aux *levés de détails*. En cours d'exploration, il peut y avoir lieu de créer en certains points un poste, un centre minier ou commercial, etc. Alors les levés d'itinéraire ne donneraient plus assez de précision et il faut avoir recours à une petite triangulation. L'ouvrage fournit les indications nécessaires pour former un canevas trigonométrique, pour mesurer la base et les angles, pour orienter le plan, etc.

III. La partie moyenne de l'ouvrage est consacrée à la *détermination géographique du point*, autrement dit à la détermination de la longitude et de la latitude. A dessein on laisse de côté le sextant, malgré ses avantages, et on suppose le voyageur muni d'un théodolite, dont on explique clairement le principe et l'usage.

Les méthodes exposées pour la détermination de la *latitude* sont : celle des hauteurs méridiennes (culminations), celle des hauteurs circumméridiennes et celle dans laquelle on emploie la polaire; l'explorateur pourra donc toujours choisir une méthode appropriée aux conditions du moment.

Après avoir donné des indications sur l'emploi du chronomètre et sur la détermination astronomique de l'heure, on passe à la *longitude*, que l'on détermine presque exclusivement sur le transport du temps, car ce qui est consacré à l'emploi du mouvement de la Lune est bien sommaire.

Il semble qu'un voyageur serait imprudent s'il s'en tenait ainsi au transport de l'heure, alors que tant d'accidents peuvent altérer la marche de ses chronomètres. Les éclipses du premier satellite de Jupiter, les occultations d'étoiles par la Lune, peuvent être très utiles, et leur observation est facile pour quiconque sait déterminer l'heure. Mais sans doute on n'a pas mentionné les occultations parce que le calcul ou le graphique de prédiction effrayent beaucoup de voyageurs.

En résumé, les auteurs se sont proposé d'écrire un livre simple et pratique, et ils ont atteint leur but, car leur *Manuel* rendra des services aux débutants, auxquels il est surtout destiné.

G. BIGOURDAN,

Astronome à l'Observatoire de Paris.

2° Sciences physiques

Noël (Ch.), **Durandean** (L.) et **Triadou** (L.). — **Les Industries agricoles : Brasserie. Distillerie. Sucrerie.** — 1 vol. in-8° de 340 pages avec 110 figures. (Prix : 6 fr.) P. Oudin, éditeur, 4, rue de l'Eperon. Poitiers, 1899.

Ce livre fait partie de la Bibliothèque des Employés des contributions indirectes. Il a été écrit en vue des concours qu'ils ont à subir et dans lesquels on exige d'eux des connaissances de plus en plus approfondies sur ces matières. Il peut aussi, en dehors de ces concours, leur donner des renseignements précis sur les industries dont ils ont la surveillance fiscale. La Bras-

serie, la Distillerie et la Sucrierie sont, en effet, trois des industries agricoles qui, soumises au contrôle de l'Administration des Contributions indirectes, occupent un grand nombre d'employés et rapportent à l'Etat une somme considérable.

La Brasserie a, pour plus de clarté, été divisée en deux parties: la première, purement théorique, rappelle les connaissances chimiques et bactériologiques nécessaires pour comprendre la fabrication de la bière, qui fait l'objet de la deuxième partie. La description de la fabrication se termine par le contrôle de celle-ci. C'est un chapitre fort bien traité, dans lequel les auteurs montrent comment le brasseur peut, par un contrôle rigoureux, se rendre compte du rendement et de l'importance des pertes de matières premières. Ils décrivent aussi le procédé officiel permettant de rechercher la densité originelle des moûts fermentés; ce procédé est emprunté à la législation anglaise; il ne présente pas actuellement une grande importance, mais il en prendrait une considérable si le projet de loi actuellement soumis aux Chambres, et modifiant l'assiette de l'impôt sur la bière, était adopté. Dans la législation actuelle, le droit de fabrication est calculé d'après la capacité des chaudières employées par le brasseur. En Angleterre, au contraire, l'accise est établie au volume et à la densité du moût. C'est une législation analogue que l'on voudrait introduire en France. Cette révision s'impose; elle est réclamée à la fois par les brasseurs et par l'Administration des Contributions indirectes; elle est souvent gênante pour le brasseur, qu'elle incite d'ailleurs à des pratiques défectueuses, telles que les coupages à l'eau, l'emploi des glucoses; d'autre part, elle ne donne à l'Administration que des moyens insuffisants de contrôle.

Dans la Distillerie, un premier chapitre est consacré à l'alcoométrie. Le second traite de la fabrication, qui est très consciencieusement étudiée.

Au point de vue législatif, les auteurs ne se déclarent pas partisans du projet de monopole de l'alcool, que ses promoteurs remettent de temps à autre à l'ordre du jour. Ils ne sont pas partisans non plus d'une taxation exagérée de l'alcool, qui donnerait à la fraude une prime d'autant plus importante, et ils jugeraient fort imprudent le dégrèvement total des boissons hygiéniques. Nous partageons leur manière de voir sur ces divers points (voir *Revue générale des Sciences*, 1896, p. 801).

Les auteurs ont traité longuement la Sucrierie. En lisant les considérations générales qu'ils consacrent à cette industrie, on est obligé de faire cette triste constatation que la France a perdu, depuis 1875, le premier rang qu'elle avait occupé jusqu'alors parmi les Etats producteurs de sucre. Sans doute sa production augmente: de 4 millions de kilos, en 1814, elle est passée à 150 millions en 1858, à 406 millions en 1883, et à 628 millions en 1895. Mais, alors qu'en 1871 elle produisait deux fois plus de sucre que l'Allemagne, elle n'en produit plus que le tiers. L'Allemagne, qui tient aujourd'hui le premier rang parmi les Etats producteurs de sucre, n'a acquis cette priorité, à laquelle elle a toujours attaché une importance considérable, qu'à la suite de longs efforts et de grands sacrifices financiers. Engels écrivait, il y a plusieurs années: « Comme grand article d'exportation dans le monde, l'Angleterre a le coton; l'Allemagne a et ne peut avoir que l'alcool et le sucre. L'alcool et le sucre seront le coton de l'Allemagne. » Il y a eu, selon l'heureuse expression employée par M. Jaurès à la tribune de la Chambre, « un véritable krach de l'espérance allemande » en ce qui concerne l'alcool, mais les exportations de sucre ont suivi une marche ascendante des plus rapides. La France ne vient actuellement qu'au quatrième rang en Europe. Elle est devancée par l'Allemagne, l'Autriche et la Russie. Son état d'infériorité date de 1875; elle a traversé, de 1876 à 1883, une crise très aiguë. C'est alors que l'on songea à appliquer en France un mode d'impôt qui avait donné d'excellents résultats chez nos voisins, et la loi du

29 juillet 1884, base actuelle de notre législation sucrière, établissait l'impôt non plus sur le sucre produit, mais sur une quantité de sucre calculée d'après le poids des betteraves mis en œuvre. La loi de 1884 a eu sur la sucrierie française une grande et heureuse influence: le fabricant a eu intérêt à retirer le plus possible de sucre des betteraves prises en charge à son compte. De là, deux ordres de progrès: les premiers, réalisés par l'agriculture, qui a dû sélectionner les betteraves et améliorer leur richesse saccharine; les seconds, réalisés par l'industrie, qui a dû perfectionner sa fabrication et organiser le contrôle pour améliorer les rendements.

Ce progrès général de l'industrie sucrière en Europe a amené une surproduction; le marché des sucres a été encombré de stocks et la crise sucrière a commencé. Les pays surproducteurs ont dû créer des primes d'exportation pour faciliter l'exportation des sucres. Des esprits avisés ont aussi cherché à augmenter la consommation de cet utile aliment. On ne consomme en France que 15 kilos de sucre par tête et par an, alors qu'on en consomme 39 kilos en Angleterre.

Si l'ouvrage de MM. Noël, Durand et Triadou nous a entraîné dans ces digressions, c'est que la partie statistique et législative des grandes industries agricoles, dont ils ont abordé l'étude, est succinctement, mais complètement et clairement présentée. Cette partie de l'ouvrage n'est pas la moins intéressante.

La partie technique est traitée, nous l'avons dit déjà, fort consciencieusement. Les auteurs ont mis en évidence les progrès énormes réalisés depuis vingt-cinq ans dans ces industries, qui doivent leur perfection actuelle à la science et au contrôle exact dont celle-ci les a dotées. Actuellement, une brasserie, comme une distillerie ou une sucrierie, est comme un vaste laboratoire, dans lequel rien n'est laissé au hasard. Si le contrôle ininterrompu de l'analyse chimique révèle une anomalie, ce même contrôle permet d'en connaître l'origine, d'en déterminer la cause, et le fabricant, renseigné par elle, peut y apporter un prompt remède.

On ne saurait ici reprocher à la science d'avoir fait faillite.

X. ROCQUES.

3° Sciences naturelles

Amandrut (M.-A.). — *La partie antérieure du tube digestif et la torsion chez les Mollusques Gastéropodes (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris). — 1 vol. in-8° de 292 pages avec figures et 10 planches. G. Masson et C^o, éditeurs. Paris, 1898.*

M. Amandrut a étudié la région antérieure du tube digestif, que l'on désigne habituellement sous le nom de *bulbe*, chez les Mollusques Prosobranches. Il a également étendu ses recherches à un groupe d'Opisthobranches, les Tectibranches, mais la partie de beaucoup la plus importante de son travail se rapporte aux Prosobranches.

Dans la première partie du mémoire, M. Amandrut s'occupe de la structure de la trompe, et il recherche l'origine des variations que l'on observe dans la forme de cet organe. Ces différences proviennent de ce que l'allongement de l'extrémité antérieure du corps se produit tantôt dans la région pré-tentaculaire, tantôt dans la région post-tentaculaire, ou encore dans la partie dorsale. Or, il peut arriver que la croissance se produise sur une seule de ces trois régions, à l'exclusion des autres, ou qu'elle se produise sur deux ou trois régions simultanément: de là les formes variées que présente la trompe des Prosobranches.

L'étude détaillée du bulbe chez un grand nombre de Prosobranches, les uns sans trompe, les autres pourvus de trompe, a permis à l'auteur de dégager des caractères secondaires et variables, les caractères fondamentaux communs à tous les Prosobranches, et de s'assurer que les variations dans la structure du bulbe étaient en harmonie avec les caractères de la trompe. Les principales différences portent sur le nombre et la forme des

cartilages, la présence ou l'absence des mâchoires, la forme, l'arrangement et le nombre des dents de la radula. M. Amaudrut distingue les trois types principaux suivants, qui offrent d'ailleurs entre eux de nombreuses formes de passage :

1° Mollusques pourvus de deux mâchoires puissantes; dents nombreuses, les latérales très grêles (Diotocardes);

2° Mollusques dépourvus de mâchoires latérales ou les possédant à l'état rudimentaire; dents très fortes, mais en nombre restreint (Buccin, Pourpre);

3° Mollusques à mâchoire simple, médiane; nombreuses dents peu différenciées (Pulmonés).

L'auteur étudie le mécanisme de la radula dans chacun de ces groupes. Cette partie de son travail, qui n'occupe pas moins d'une centaine de pages, est essentiellement descriptive et ne se prête pas à l'analyse.

La deuxième partie du mémoire se rapporte à ces dilatations symétriques de la face supérieure du bulbe et du commencement de l'œsophage connues, chez quelques Diotocardes, sous les noms de poches buccales et de poches œsophagiennes. M. Amaudrut a retrouvé ces formations chez tous les Diotocardes qu'il a étudiés, mais il était intéressé de rechercher leurs homologues chez les Monotocardes. Les poches buccales n'y sont point conservées, mais les poches œsophagiennes y persistent et constituent les organes appelés jabot, glande de Leiblein et glande à venin. « J'ai cherché, dit M. Amaudrut dans son Introduction, à déterminer les causes de ces transformations, et je crois avoir réussi à démontrer qu'elles existent dans les états divers que présente la trompe. Lorsque celle-ci se développe, elle tend à entraîner avec elle le bulbe et les poches œsophagiennes, mais, comme la section de l'appareil proboscidien est plus faible que celle de la cavité antérieure primitive, le bulbe et la partie antérieure des poches subsistent un êtrement que l'on peut comparer à un passage à la filière; de là l'allongement du bulbe et la division des poches en deux parties : l'une antérieure, située dans l'intérieur de la trompe, et l'autre postérieure, qui est restée en place dans la cavité antérieure du corps pour constituer le jabot. Ce dernier constitue encore une glande intrinsèque, mais, chez les Prosobranches supérieurs à trompe plus longue, il s'est séparé de l'œsophage pour donner une glande extrinsèque. Chez les uns, la séparation s'est faite d'avant en arrière, pour donner la glande de Leiblein; chez les autres, elle s'est produite d'arrière en avant pour aboutir à la glande à venin. »

Après avoir étudié les homologues de ces diverses formations œsophagiennes chez les Prosobranches, M. Amaudrut les compare à celles de certains Opisthobranches. Ses recherches ont été limitées au groupe des Tectibranches, où les organes contenus dans la cavité antérieure du corps offrent encore une torsion identique à celle que l'on observe chez les Prosobranches; il a pu reconnaître que, chez les Opisthobranches, l'organe appelé gésier était homologue aux formations œsophagiennes des Prosobranches. Malheureusement, il n'a pas eu l'occasion d'étudier les Opisthobranches récents, où les rapports des organes antérieurs du corps sont, comme on sait, complètement différents : c'est une lacune que l'auteur promet de combler.

Un travail de la nature de celui que M. Amaudrut a entrepris ne se prête guère aux considérations générales. Néanmoins, l'auteur s'est trouvé conduit à discuter l'origine de la torsion chez les Prosobranches, et il adopte, en la modifiant sur quelques points, l'explication donnée par Pelseneer. Il expose enfin les étapes successives de l'évolution par laquelle les Prosobranches se sont transformés en Opisthobranches à la suite d'une détorsion qu'il cherche à expliquer.

Les personnes que l'anatomie des Gastéropodes intéresse trouveront, dans le travail de M. Amaudrut, des documents importants et des descriptions très détaillées qui paraissent basées sur des dissections très consciencieuses. Il m'a paru regrettable que les différents

chapitres ne fussent pas mieux séparés les uns des autres ni divisés eux-mêmes en paragraphes distincts : l'exposition aurait ainsi gagné en clarté et la lecture du mémoire serait devenue plus facile; c'est d'ailleurs le seul reproche que j'aie à adresser à ce travail.

D^r R. KOEHLER,
Professeur à l'Université de Lyon.

4° Sciences médicales

Nicolle (M.), Directeur de l'Institut impérial de Bactériologie de Constantinople. — **Matières colorantes et Microbes.** — 1 vol. in-16 de 78 pages, avec 10 figures et 1 planche en couleurs. (Prix : 2 fr.) G. Masson et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1899.

Ce petit livre est écrit par un maître en technique bactériologique. Avant d'aller diriger l'Institut de Constantinople, M. Nicolle a été préparateur à l'Institut Pasteur, et tous ceux qui, à cette époque, ont suivi les cours de M. Roux, ont gardé le souvenir de l'habileté de M. Nicolle à manier les colorants. Il a d'ailleurs créé des méthodes nouvelles de coloration des microbes et perfectionné quelques-unes de celles déjà existantes.

Les rapports des matières colorantes et des microbes sont envisagés à trois points de vue :

1° Emploi des matières colorantes dans l'examen microscopique des microbes (coloration des bactéries et des éléments anatomiques, coloration des spores, des cils et des capsules des microbes);

2° Etude des microbes producteurs de matières colorantes et en particulier des bacilles du pus bleu, du lait bleu, du *prodigiosus*;

3° Rôle des microbes dans la formation et l'application de couleurs naturelles (fermentation de l'indigo et de l'orseille; teinture en indigo).

Le tout est exposé avec une extrême clarté, et le but que vise l'auteur, de se mettre à la portée de toutes les personnes qu'intéresse le progrès des sciences et de leurs applications, se trouve pleinement atteint.

Mais la première partie de l'ouvrage rendra, croyons-nous, un autre service. L'auteur n'y traite que des méthodes de coloration qui lui sont familières et il indique, avec la plus grande clarté et la plus grande précision, la façon dont il prépare ses colorants et les fait agir, les avantages et les inconvénients de tel ou tel procédé; les principes des diverses méthodes sont très nettement mis en relief. Aussi, le bactériologiste de profession sera souvent heureux d'avoir sur sa table de laboratoire ce petit livre si précis, si exactement renseigné, et si sobrement écrit.

F. MESNIL,
Chef de Laboratoire à l'Institut Pasteur.

Dallemagne (J.), Professeur de Médecine légale à l'Université de Bruxelles. — **Pathologie de la Volonté.** — 1 vol. in-16 de 192 pages, de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire. (Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 fr.) G. Masson et Gauthier-Villars, éditeurs. Paris, 1899.

La volonté doit être considérée comme un réflexe supérieur dans lequel les centres de l'écorce cérébrale jouent le rôle principal. Il faut admettre une évolution du système nerveux, dans laquelle les centres inférieurs jadis conscients sont devenus peu à peu automatiques et se sont subordonnés aux centres corticaux apparus les derniers et non encore complètement organisés. On peut dire qu'il y a volition réflexe quand le circuit cérébral est trop pauvre et que manque l'inhibition. L'impulsion morbide est le dernier acte d'un drame cérébral qui débute par l'obsession et se continue par l'idée fixe; elle n'est pas due à la suppression, mais à une altération de la volonté.

Les volitions névropathiques, faciles à délimiter dans l'épilepsie, le sont moins dans l'hystérie et moins encore dans la neurasthénie qui fusionne avec toute la vie du sujet. L'extase n'est pas l'anéantissement de la volonté (Ribot) mais une volition tenace alimentée par une idée fixe subconsciente; de même l'aboulie n'est souvent

qu'une hypertrophie de la volonté, une forme négative de celle-ci, amenée par une idée fixe.

Dans les cas d'*aliénation de la volonté*, la volonté étrangère peut intervenir à un stade quelconque de l'évolution de la volonté suggestionnée (excitation, perception, mouvement) : elle amène le déclenchement des étapes suivantes — mais à condition que l'impression suggérée fasse partie d'un système.

L'auteur conclut qu'il n'y a pas une volonté, mais des volontés, et qu'entre les formes les plus anormales et la volonté la plus saine, il n'y a que des différences quantitatives.

D^r PIERRE JANET,

Professeur remplaçant au Collège de France,
Chargé de cours à la Sorbonne.

Terrier (Félix), *Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris, Chirurgien de l'Hôpital Bichat, et Reymond* (E.), *ancien interne des Hôpitaux. — Chirurgie du Cœur et du Péricarde. — 1 vol. in-12 de 242 pages avec 79 figures. (Prix cartonné : 3 fr.) F. Alcan, éditeur. Paris, 1899.*

La chirurgie du péricarde et encore plus celle du cœur sont jusqu'à présent peu connues et n'ont pas trouvé place dans les livres classiques. Il existe cependant déjà non seulement un certain nombre de faits, ayant trait à des interventions opératoires pour affections cardio-péricardiques, mais encore quelques mémoires sur des points spéciaux de cette chirurgie.

La réunion de ces faits et de ces mémoires, leur synthèse en un petit volume clair, bien exposé, illustré de quatre-vingt schémas, se trouve dans le manuel que nous présentent aujourd'hui le professeur Terrier et son élève Reymond. Ce livre fait partie d'une collection où ont déjà paru un certain nombre de volumes. Celui que nous donne aujourd'hui M. Terrier est certainement le plus intéressant.

D^r H. HARTMANN,

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine.

5° Sciences diverses

Chailley-Bert (Joseph), *Secrétaire général de l'Union Coloniale française. — Les Compagnies de Colonisation sous l'Ancien régime. — 1 vol. in-16 de 192 pages. (Prix : 2 fr. 50.) A. Colin, Paris, 1899.*

Malgré le titre, l'intérêt de ce livre est tout actuel. Après avoir conquis en notre siècle un nouvel empire colonial, les Français se préoccupent de déterminer comment ils le mettront en valeur; et l'une des plus graves questions agitées à cet égard est celle de savoir si l'on généralisera l'institution des compagnies à charte. Un projet de loi a été déposé à leur sujet au Sénat au commencement de l'année dernière. M. Chailley-Bert, tout en se réservant d'examiner prochainement le problème au point de vue contemporain, a pensé avec raison qu'il ne serait pas inutile de rechercher, en une matière aussi complexe, les leçons du passé et il l'a fait avec sa compétence et sa sûreté d'information habituelles.

Le chapitre 1 est une esquisse historique dans laquelle l'auteur indique les raisons d'être matérielles, l'esprit et l'évolution générale des anciennes compagnies de colonisation. Il cite pour la France, de 1599 à 1789, soixante-quatorze chartes concédant des monopoles au Canada, en Louisiane, aux Antilles, sur la côte occidentale d'Afrique, en Barbarie, à Madagascar, dans l'Inde et l'Indo-Chine, à Java, aux Moluques. L'un des buts des associations ainsi fondées a été la conversion des infidèles. Quant à leur destination pratique, elle a beaucoup varié. Les colons et le gouvernement ont dû d'abord s'occuper de découvertes et d'organisation provisoire, puis, sous l'influence de Richelieu surtout, de peuplement, enfin, à partir de Louis XIV, d'exploitation commerciale. Au xviii^e siècle, les idées de peuplement, de trafic et de mise en valeur agricole se sont combinées dans les faits, en même temps que se multipliaient les ingérences de l'Etat,

substitué à certaines compagnies dès la fin du xviii^e siècle, et intervenant dans le monopole des autres, contre le principe du monopole mais pour la défense du pacte colonial. Je citerai dans cette partie l'exemple de la Compagnie des Iles d'Amérique, réorganisée en 1635.

Il semble bien que les faveurs de tout genre faites par l'Etat aux compagnies (ch. II) n'aient pas été sans produire quelques résultats heureux, notamment l'afflux vers certaines colonies de colons et de capitaux nombreux. Le monopole, essence même des chartes, était absolu en droit et semblait rendre les associations maîtresses de leur destinée. En outre, le roi agissait dans la pratique par des encouragements de détail, soit dans la période d'organisation de la société, soit pour seconder ses efforts : il n'épargnait ni les subventions directes, ni les primes au peuplement, à l'exploitation, au commerce, ni l'action officielle (on pourrait dire la pression) pour faire réussir les emprunts, ni enfin les prescriptions ou conseils d'ordre administratif, agricole, hygiénique même. Il faut lire, en ce qui concerne la réclame, qui était instituée presque toujours dans la métropole par le gouvernement, les pages 66 à 71 : on allait jusqu'à promettre aux fonctionnaires qui souscriraient l'exemption de résidence.

Pourtant, l'échec de la plupart des compagnies a été complet, et M. Chailley-Bert se demande quelles sont les causes de ces insuccès répétés (ch. III).

Quelques-unes de ces raisons, et non des moins puissantes, sont imputables à la nature même du monopole, tel qu'il était compris. Le privilège était, sauf exceptions, accordé pour trop peu de durée, correspondait à des étendues territoriales beaucoup trop vastes, conféraient aux associations de marchands des pouvoirs régaliens dont l'exercice entraînait des dépenses et des périls de tout ordre, se compliquait enfin de charges absurdes, comme celle de peupler à tant de têtes par an, blancs et noirs compris.

Le recrutement des colons était mauvais et ne procurait aux colonies presque que des gens sans aveu.

Le roi, cédant à des intérêts personnels autant qu'à la raison d'Etat, intervenait par des actes destructifs du principe même du monopole : choix des promoteurs, actionnaires, directeurs; instructions à ses officiers judiciaires, militaires, etc., toujours en guerre avec les colons; arrêts ayant pour but d'empêcher la concurrence économique des colonies entre elles et avec la métropole (p. 119); changements du contrat; exclusions momentanées des religionnaires et de Juifs.

Mais il paraît bien, surtout, que la plupart des compagnies ne furent pas à la hauteur de leur tâche. Le rôle prépondérant y appartenait aux gens de cour, aux capitalistes et aux gros marchands de France, « peu instruits de la façon dont il faut conduire le commerce lointain », et qui, faisant passer le souci de lucre immédiat avant toute autre considération, transformèrent peu à peu beaucoup de compagnies en véritables sociétés de fermiers. Ils accordaient des concessions à la légère, vendaient même partie de leur privilège aux étrangers (pp. 138-139).

Quoi qu'il en soit, les résultats ont été peu brillants, encore que notre empire colonial actuel ne soit pas sans devoir quelque chose à l'ancien. Les Compagnies, qui ont été plus nombreuses chez nous qu'en aucun autre pays, et qui ont joui, au xviii^e siècle principalement, d'une grande faveur dans l'opinion, n'ont pas enrichi la France, et n'ont fait que par exception la fortune des actionnaires. Leur œuvre coloniale a été médiocre, ou même nulle, en Asie et en Afrique; au Canada et aux îles de l'Amérique, il y a eu peuplement, mais grâce au concours de l'Etat, qui s'y était substitué à elles en droit ou en fait. Au xviii^e siècle, le discrédit était complet à la fin : 12 Compagnies seulement furent fondées de 1715 à 1789; cependant la population atteignait à la Martinique, à la Guadeloupe et à Saint-Domingue, 74.000 blancs et 340.000 noirs.

J. MACHAT,

Agrégé d'Histoire et de Géographie.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

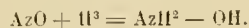
Séance du 13 Février 1899.

M. le Secrétaire perpétuel annonce le décès de Sir George Henry Richards, Correspondant de la Section de Géographie et Navigation. — M. Hatt lit une notice sur la vie et les travaux du défunt.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. D. Eginitis a étudié une pluie d'étoiles filantes signalée dans les écrits du patriarche Nicéphore; d'après ses déductions, elle aurait eu lieu à l'automne 752 et proviendrait de l'essai des Biélides. C'est une preuve en faveur de l'hypothèse de la décomposition lente, se poursuivant depuis des siècles, de la comète de Biéla. — M. Th. Moreux a procédé, pendant l'éclipse de Lune du 27 décembre 1898, à des déterminations comparatives de l'intensité lumineuse réelle, de l'intensité chimique et de l'intensité lumineuse théorique. Aucune des trois courbes construites ne coïncide. La seule explication possible, c'est que l'ombre de la Terre, en couvrant la Lune, traversait des régions d'inégal éclaircissement. — M. S. Pincherle indique un moyen pour étudier les séries de puissances toujours divergentes. Il consiste à en faire la projection au moyen d'une opération distributive. — M. Léon Autonne, en étudiant les intégrales algébriques des équations de Riccati, arrive aux théorèmes suivants: 1° Pour qu'une équation h^n soit anharmonique (c'est-à-dire que le rapport anharmonique de ses quatre racines soit constant), il faut et il suffit que le polynôme $f(u)$ en u soit équivalent (transformable par substitution linéaire fractionnée effectuée sur u) à un polynôme $F(u)$ à coefficients indépendants de t , c'est-à-dire constants; 2° Pour assurer l'équivalence, il faut et il suffit que $n-3$ invariants absolus de $f(u)$ soient des constantes. — M. Georges Poisson applique la théorie de l'arc hydrostatique d'Yvon Villaceau au calcul des voûtes dans un cas particulier. — M. L. de la Rive a étudié la propagation de l'allongement dans un fil élastique dont l'extrémité libre est assujettie à se mouvoir suivant la direction de l'axe du fil avec une vitesse constante. L'allongement n'a lieu qu'entre l'instant où une perturbation partie de l'extrémité allongée au temps 0 y parvient et celui où, réfléchi à l'extrémité fixe, elle y repasse. Pendant cette durée efficace, la vitesse d'allongement est constante et égale à l'extrémité. — M. E. Houpiéd adresse une note relative à un appareil inflammateur des mélanges tonnants, applicable aux moteurs à cylindres unique ou multiples.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. Désiré Korda a étudié l'influence du magnétisme sur la conductibilité calorifique du fer doux. Celle-ci éprouve une diminution dans la direction des lignes de force magnétiques; elle reste, par contre, sans changement dans la direction des lignes équipotentielles, indépendamment du sens de la force magnétisante. — MM. J.-J. Borgman et A.-A. Pétrovsky ont observé des phénomènes particuliers produits par une bobine de Ruhmkorff à circuit secondaire ouvert. Si l'on suspend un fil à l'une des bornes de la bobine isolée complètement, on constate qu'un tube de Lecher isolé s'illumine quand il est placé à peu près perpendiculairement à la direction du fil, mais non parallèlement. Si on le fait glisser parallèlement au fil, la lumière apparaît dans la partie du tube dépassant l'extrémité du fil. Un tube cesse d'émettre de la lumière si on dispose parallèlement à sa longueur un fil isolé ou un réseau de fils parallèles. Ces faits sont dus à des oscillations électriques et peuvent être appliqués à la mesure de capacités minimes. — M. D. Hur-

muzescu a étudié la transformation des rayons X par les corps et mesuré les actions de ces rayons transformés par leur pouvoir de décharge sur les corps électrisés. Les rayons transformés produits par un corps sont de préférence absorbés par ce même corps. Il existe une relation entre l'émission des radiations produites par un corps et l'absorption du même corps pour les radiations qu'il émet. — M. J.-R. Mourelo a essayé de préparer le sulfure de strontium par l'action de la vapeur de soufre sur le carbonate de strontium pur ou naturel. Dans aucun cas, on n'obtient du sulfure de strontium cristallisé; le sulfure le plus phosphorescent est obtenu avec le strontianite naturelle, en poudre gris foncé. — M. Henri Moissan a déterminé à nouveau la chaleur de formation de la chaux anhydre à partir de ses éléments, et cela en utilisant la décomposition du calcium pur par l'eau. Le nombre obtenu (143 calories) est sensiblement plus élevé que celui de Thomsen (131,5 cal.). Le calcium doit donc déplacer le potassium, le sodium et le lithium de leurs oxydes, dont la chaleur de formation est respectivement: 98,2, 100,9 et 141,2 calories. Le fait se vérifie par l'expérience. — M. G. Denigès a préparé la combinaison que donne l'aldéhyde éthylique avec le sulfate mercurique; c'est un corps blanc, cristallin, à peu près insoluble dans l'eau froide, de formule $SO^2(HgO)^2Hg.C^2H^4O$. Avec l'aldéhyde formique, on n'obtient pas de combinaison et le sulfate mercurique réduit en sel mercurieux. — M. Charles Moureu a préparé l'orthoxy-phénoxy-acétone, par l'action de l'acétone monochlorée sur la pyrocatechine monosodée. Ce corps donne un acétal diéthylique, lequel, sous l'action de la chaleur, engendre par perte d'alcool la méthyléthoxyléthane pyrocatechine; celle-ci, par hydrolyse, reproduit à son tour l'orthoxyphénoxy-acétone. — M. Ad. Jouve, en faisant réagir l'hydrogène et le bioxyde d'azote en présence de la mousse de platine dans certaines conditions, a obtenu de l'hydroxylamine d'après la réaction suivante:



Le rendement est de 1 à 2 % environ, car l'hydroxylamine formée se décompose facilement en présence d'un excès d'hydrogène pour donner de l'ammoniac et de l'eau. — M. G. Gustavson a préparé le triméthylène à partir du bromure de triméthylène bien pur et en faisant réagir sur ce dernier la poudre de zinc et l'alcool. Le triméthylène obtenu est alors presque tout à fait exempt de propylène, surtout si l'on a soin de rejeter les premières portions. — M. A. Trillat a appliqué son procédé permettant de reconnaître la présence de l'alcool méthylique dans l'alcool éthylique à la recherche de l'alcool méthylique dans les boissons spiritueuses. Les rhums et cognacs authentiques n'en contiennent jamais; quelques eaux-de-vie de marc authentiques en contiennent un peu (cela provient peut-être d'un défaut de fabrication). Par contre, certaines liqueurs à bon marché en contiennent toujours, ce qui prouve l'addition frauduleuse d'alcool dénaturé. — M. Paul Chibret indique une nouvelle méthode d'examen quantitatif ou qualitatif des albuminoïdes, diastases, alcaloïdes, leucomaines et toxines, notamment ceux des urines. Elle est basée sur la comparaison de l'opalescence des urines diluées dans diverses proportions avec celle d'une solution-type, obtenue par la solution de chlorhydrate de cocaïne avec de l'acide azotique et du réactif iodo-ioduré. — M. E. Dubourg a constaté que certains sucres, qui ne fermentent pas lorsqu'ils sont placés seuls sous l'influence des levures

alcooliques (saccharose, raffinose, galactose, tréhalose), sont au contraire complètement intervertis, puis décomposés, lorsqu'ils sont mélangés avec du glucose et que les levures sont ensemencées dans un liquide riche en matières azotées. Seul le lactose s'est montré résistant dans ces conditions.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. A. Chauveau étudie le mécanisme des phénomènes thermiques liés à la mise en jeu de l'élasticité des corps solides. Ainsi, pour le caoutchouc, l'allongement provoque d'abord une courte phase de refroidissement, suivie de la phase thermique principale, celle de l'échauffement, avec un point neutre et d'inversion intermédiaire. Dans la rétraction du caoutchouc, le point neutre ou d'inversion est précédé d'une courte phase d'échauffement, et suivi de la phase thermique principale, celle du refroidissement. Ces déductions théoriques se vérifient expérimentalement; elles trouvent leur application dans le travail des muscles. — M. Marage a continué son étude des voyelles au moyen de la méthode graphique. Il a reconnu que chaque voyelle a un tracé spécial. Les résultats non concordants de la plupart des expérimentateurs proviennent de la défectuosité de leurs méthodes. — M. André Broca a mesuré l'acuité visuelle pour des traits noirs tracés sur un fond blanc et a reconnu qu'elle est de 20 % plus faible pour les traits verticaux que pour les traits horizontaux. L'explication de ce phénomène doit être recherchée dans une variation, suivant l'azimut, du diamètre de l'élément anatomique de la rétine; on sait, en effet, que l'on cesse de percevoir un détail déterminé quand la grandeur de son image rétinienne est inférieure au double du diamètre d'un élément sensible de la rétine. — M. G. Weiss a constaté qu'une traction exercée sur un nerf diminue l'excitabilité de ce nerf; cet effet doit être attribué non pas à un petit décollement passager des plaques terminales, mais uniquement à une action directe produite sur le tronc nerveux. — MM. R. Lépine et B. Lyonnet ont injecté chez le chien quelques centimètres cubes de culture virulente du bacille d'Eberth, soit dans les voies lymphatiques, soit dans le bout d'une veine de la circulation générale. On constate alors l'élimination d'un certain nombre de bacilles par l'urine et la bile; les autres se localisent dans divers organes (spécialement la rate et le foie); après quelques jours, le sérum acquiert le pouvoir agglutinant. Mais la santé de l'animal reste en général parfaite. — MM. A. Dastre et N. Floresco ont trouvé dans le foie d'un certain nombre d'invertébrés un pigment qui a les apparences d'une chlorophylle végétale; il présente un magnifique spectre d'absorption, avec quatre bandes très nettes; les auteurs le nomment hépatochlorophylle ou hépatoxanthophylle. L'expérience a montré que ce pigment est d'origine alimentaire; c'est une chlorophylle végétale qui est absorbée et fixée d'une manière remarquable par la cellule hépatique. — M. Jivoïn Georgévitch décrit les premières phases du développement de la *Convoluta Roscoffensis* Graff, qu'il a observées au Laboratoire de Roscoff. Les embryons arrivent à l'état adulte dans des zoochlorelles, dont ils ne peuvent se passer jusqu'à cette époque. — MM. Maurice Caullery et Félix Mesnil ont découvert trois nouvelles espèces d'Orthonectides. La première est parasite dans la cavité générale de la *Spio Martinensis* Mesn.; elle portera le nom de *Rhopalura Metchnikovi*. La seconde a été trouvée dans le coelome de la *Scolecopsis fuliginosa*; on la désigne sous le nom de *Rhopalura Julini*. La troisième espèce, qui se rencontre dans le coelome du *Scoloplos Mulleri*, est la plus intéressante en ce qu'elle est hermaphrodite, tandis que toutes les autres espèces du groupe sont caractérisées par un dimorphisme sexuel très marqué; les auteurs la désignent sous le nom de *Strechotruncum Gardi*. — M^{lle} A. Fichtenholz a constaté qu'en présence de l'air et à une température de 38°-39° le *Bacillus subtilis* peut se développer dans un milieu nutritif artificiel où l'azote n'existe qu'à l'état d'azote

nitrique. Dans ces conditions, on obtient une fermentation ammoniacale; la quantité d'ammoniaque, nulle dans les premières heures, s'accroît et passe par un maximum pour décroître ensuite. — M. Radais a reconnu que des levures peuvent se développer dans les cellules vivantes du sorgho; le parasitisme de ces levures peut provoquer une coloration rouge intense des tissus de la plante. Cette coloration est la même que celle que l'on observe dans la maladie du sorgho dite de la brûlure. La production pigmentaire appartient à la cellule lésée et le parasite n'y prend part que par la lésion même qu'il produit. — M. Eberhardt a étudié, chez quelques plantes dicotylédones, les modifications subies par l'écorce à la suite de l'accroissement du cylindre central. Dans les assises les plus internes, les cellules s'aplatissent dans le sens radial et s'allongent dans le sens tangentiel, ce qui provoque généralement un cloisonnement. Dans les assises plus extérieures, moins aptes à se cloisonner, les cellules finissent par se séparer en donnant naissance à des lacunes. Les assises les plus extérieures, étant généralement plus résistantes, compriment les assises moyennes et provoquent l'aplatissement et même la disparition des lacunes et d'un certain nombre de cellules. — M. Ed. Heckel a constaté que la graine de *Allanblackia floribundia*, par la quantité de matières grasses qu'elle renferme, doit être considérée comme l'une des graines grasses industrielles à rendement le plus élevé. La forte proportion, la blancheur et le point de solidification de la stéarine qu'elle fournit, la feront sûrement rechercher par l'industrie stéarique. — M. F. Wallerant déduit, des considérations qu'il a exposées sur l'origine des macles, une explication très simple des macles obtenues par action mécanique. — M. P. Termier, par l'étude de la zone briançonnaise comprise entre Vallouise et Briançon, a été conduit à une conception toute différente de celle qu'on admet actuellement. La zone tout entière lui apparaît comme formée d'un empilement de nappes charriées, empilement qui repose partout sur le Hysch et dont le plissement éventail est postérieur au charriage. Les schistes lustrés sont une dernière nappe, supérieure à toutes celles de la zone briançonnaise.

Séance du 20 Février 1899.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Emile Borel étudie la croissance des fonctions définies par des équations différentielles. Il existe toujours une fonction $\Phi(z)$ qui dépasse, par la rapidité de sa croissance, les fonctions $\varphi(z)$ positives croissantes qui correspondent à un point singulier de l'équation. — M. Le Roy démontre un théorème qui permet de découvrir la nature d'une fonction donnée par son développement taylorien. Ces méthodes conduisent, en outre, à une solution du problème des séries divergentes. Enfin, elles permettent d'intégrer d'une façon complète, au moyen de séries de Taylor convergentes ou divergentes, les équations différentielles linéaires dont les coefficients sont des polynômes par rapport à la variable. — M. Emile Cotton indique une méthode pour former des systèmes d'expressions de Pfaff invariants vis-à-vis de certains groupes finis et continus, et applique les résultats à la théorie des ds^2 à trois variables admettant un groupe continu de transformations.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. D. Eginitis décrit le tremblement de terre qui s'est produit en Triphylie, le 22 janvier 1899. Il y a eu deux secousses successives; le phénomène a été peu étendu en surface, mais, par contre, très intense, et a causé de nombreux dégâts. La secousse a été observée jusqu'à Newport (île de Wight). — M. Daniel Berthelot a calculé, d'après les dernières mesures de MM. Amagat, Chappuis, Leduc et Sacerdote sur la dilatation et la compressibilité de l'hydrogène, le coefficient de dilatation γ des gaz parfaits et son inverse qui est égal à la valeur du zéro absolu. Il a trouvé que la valeur admise jusqu'à aujourd'hui pour ce dernier (— 273°) est exacte à 0°,1 près. — M. P.-Th.

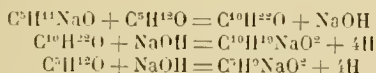
Muller a étudié la loi de dilution des électrolytes et a obtenu deux formules qui permettent de trouver facilement la conductibilité μ_{∞} quand on connaît quelques valeurs de μ à des dilutions quelconques (supérieures à 30 litres³). La première, relative aux sels neutres formés d'ions monovalents, pour une température de 18°, est :

$$\nu = \mu_{\infty} - 32,72 \nu^{-0,41504};$$

la seconde, applicable aux sels neutres formés de radicaux univalents, pour une température de 25°, est :

$$\mu = \mu_{\infty} - 62,152 \nu^{-0,41504}.$$

— MM. G. Wyrouboff et A. Verneuil ont reconnu qu'il existe, pour le cérium, outre les oxydes CeO , Ce^{O} et le peroxy obtenu par l'action de l'eau oxygénée, les oxydes $\text{Ce}^{\text{O}}, 3\text{CeO}$ et $\text{Ce}^{\text{O}}, \text{CeO}$, le premier ne donnant que des composés non condensés, le second ne devenant stable que lorsque CeO est remplacé par l'une quelconque des terres de la cériote ou de l'yttria. L'oxyde céroso-cérique, en se combinant avec le lanthane, le didyme ou l'yttria, forme des oxydes complexes de la forme $\text{Ce}^{\text{O}}\text{MO}$, qui se polymérisent avec une grande facilité et donnent deux oxydes isomères tous les deux condensés. — M. Armand Gautier, au sujet d'une récente communication de MM. Schlagdenhauffen et Pagel, rappelle qu'il a, le premier, employé la méthode de dosage de l'oxyde de carbone par l'anhydride iodique. D'ailleurs, CO est dosé non par la quantité de CO^2 produit, mais par celle d'iode mise en liberté. — M. Cehsner de Coninek a étudié l'action, sur quelques amides et imides, de divers oxydants tels que le mélange chromique et l'eau oxygénée. — M. Albert Morel a préparé les éthers phosphoriques mixtes alcoylphéniques par l'action d'une ou deux molécules d'un alcoolate sur le phosphate triphénylique. Lorsqu'on fait réagir trois molécules d'alcoolate (par exemple d'éthylate de sodium) sur le phosphate triphénylique, on n'obtient pas de phosphate triéthyle, mais, généralement, du diéthylphosphate de sodium et du phénéthol $\text{C}^6\text{H}^5\text{OC}^2\text{H}^5$. — M. Guérbet a constaté que lorsqu'on dissout du sodium dans l'alcool amylique bouillant, le dérivé sodé qui se forme réagit à son tour sur l'alcool amylique pour donner naissance à un alcool $\text{C}^6\text{H}^5\text{O}$, à un acide $\text{C}^6\text{H}^5\text{O}^2$ et à de l'acide isovalérique, suivant les équations :



M. G. André a étudié la répartition du carbone dans les matières humiques après traitement par l'acide chlorhydrique et la potasse. En la comparant à celle de l'azote, il arrive à la conclusion que le terreau et la terre végétale sont les substances qui, dans la portion soluble, soit du traitement potassique, soit du traitement chlorhydrique, présentent les composés amidés les plus simples. — M. Ch. Bouchard, en réponse à une réclamation de M. J. Winter, relative à la cryoscopie des urines, reconnaît que cet auteur a fait des déterminations avant lui. Mais il constate que le but poursuivi par M. Winter : la démonstration de l'isotonie, de l'équilibre osmotique des humeurs du corps, était différent du sien, qui consiste à montrer le rapport entre le poids moyen des molécules urinaires et le degré de la nutrition et de la désassimilation.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. A. Chauveau montre que les phénomènes thermiques liés à la mise en jeu de l'élasticité dans les corps inertes, se produisent également dans le muscle en contraction, mais qu'ils sont masqués en général par l'énorme échauffement dû à la dépense chimique qu'entraînent la création et l'entretien de l'état de contraction. Si ce dernier peut être réduit au minimum, le premier phénomène est alors observable. L'auteur en a fait l'expérience sur le gastro-

cnémien de la grenouille. — M. Maurice Caullery et Félix Mesnil étudient le développement embryogénique des Orthonectides, et, en particulier du *Stoccharthum Giardi*. L'évolution de l'embryon se fait entièrement au dedans des organes connus sous le nom de sacs plasmodiaux. L'origine de ceux-ci est obscure; il paraissent correspondre à la cellule axiale des Dicyémides. — MM. J. Kunstler et A. Gruvel ont observé les remarquables corps mobiles ciliés, connus sous le nom de coupes ciliées, qui se trouvent dans le liquide de la cavité générale du *Phymosoma granulatum*. Ces coupes ciliées présentent, pendant la période de leur vie qu'on peut qualifier d'adulte, la constitution d'une sorte de gastrula permanente, à blastopore largement ouvert et dirigé vers l'arrière. — M. P.-P. Dehérain a exécuté de nombreuses recherches pour savoir quel était le rôle du travail du sol et de son ameublissement. L'ameublissement augmente l'aération, mais ce n'est pas là le rôle principal; il facilite surtout l'approvisionnement d'eau et spécialement la constitution de fortes réserves dans le sous-sol. C'est là la condition même du travail des ferments qui fixent l'azote dans le sol et l'y rendent assimilable.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 31 Janvier 1899.

M. Laveran analyse un mémoire de M. Ronald Ross sur l'histoire du parasite du paludisme en dehors de l'organisme humain. L'auteur a découvert des faits très intéressants relativement à l'évolution de l'hématozoaire du paludisme et du *Protozoa* dans les moustiques. Le premier, il a observé quelques stades de transformation de l'hématozoaire dans l'estomac de certains moustiques; le premier, il a vu et décrit avec précision les transformations du *Protozoa* des oiseaux dans le tube digestif et dans la cavité générale des moustiques; enfin, il a réussi à infecter des oiseaux sains en les faisant piquer par des moustiques nourris sur des oiseaux malades. — M. le Dr Lucas-Championnière présente un rapport sur un mémoire du Dr A. Loir, relatif à la guérison d'une hernie inguinale par l'exercice de la bicyclette. Le rapporteur indique que le fait n'est pas nouveau. On a tort, suivant lui, d'interdire le mouvement aux hernieux; les exercices leur sont au contraire très profitables en ce qu'ils peuvent amener un amaigrissement notable. Or, celui de la bicyclette, bien compris, est celui qui offre le moins de danger et il n'est pas étonnant qu'il provoque des améliorations. — M. Ch. Fernet analyse un mémoire de M. F. Lejars relatif à un cas de gastrotomie pour corps étrangers de l'œsophage. Il s'agit d'une malade, qui avait avalé une pile de sous, dont l'emplacement exact fut déterminé par la radiographie. — M. G. Dieulafoy compare, à la statistique donnée par M. Chauvel des cas d'appendicite dans l'armée, sa statistique personnelle. Dans le premier cas, où l'on a voulu essayer du traitement médical avant l'intervention chirurgicale, il y a eu une mortalité de 30 %. Dans le second, où le traitement chirurgical a été pratiqué de suite, la mortalité n'est que de 11,4 %. L'avantage est donc en faveur de l'intervention précoce.

Séance du 7 Février 1899.

M. Paul Reclus étudie les conditions du traitement de l'appendicite et se rallie aux conclusions formulées par M. Dieulafoy : opérer toujours et le plus vite possible, du moins lorsque la crise semble traîner un peu. — M. G. Dieulafoy a reconnu que les symptômes bruyants et douloureux de l'appendicite, la douleur abdominale, les vomissements, la fièvre sont parfois suivis d'une brusque détente avec disparition des douleurs, chute de la fièvre, état de bien-être du malade. Cette défervescence n'est pas toujours le signal d'une amélioration réelle du mal; c'est parfois une accalmie trompeuse, qui coïncide avec la formation des lésions

les plus redoutables : gangrène de l'appendice, septième péritonéale, péritonite diffuse. Ce sont ces lésions qui entraînent la mort; il faut donc se méfier des accalmies et opérer toujours sans tarder. — M. le Dr **Brunon** lit un travail sur l'alcoolisme chez les femmes en Normandie.

Séance du 14 Février 1899.

L'Académie procède à l'élection de deux correspondants nationaux dans la Division de Médecine. **MM. Moniez** (de Lille) et **Brunon** (de Rouen) sont élus. — **M. Landouzy** rend compte de la célébration du Centenaire de l'Académie impériale militaire de Médecine de Saint-Petersbourg, à laquelle il a assisté comme délégué de l'Académie de Médecine. — **M. Ferrand** rappelle que les accidents liés aux altérations de l'appendice, variant dans leurs formes et dans leurs degrés, doivent reconnaître pour cette raison des indications diverses : une médication non systématique, mais méthodiquement adaptée à ces indications, peut satisfaire à quelques-unes d'entre elles et suffire souvent à la guérison. — **M. Pinard** étudie l'appendicite au cours de la grossesse et conclut en disant que toute appendicite diagnostiquée pendant la grossesse commande l'intervention. Il ajoute que le diagnostic est généralement facile. — **MM. Soupault** et **Hartmann** lisent une note sur les résultats éloignés de vingt gastro-entérostomies.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 28 Janvier 1899.

M. H. Claude a eu l'occasion d'observer un fait pathologique très rare : l'évolution simultanée d'un cancer et d'une tuberculose sur un même point de l'estomac. L'auteur pense qu'il s'agit d'un cancer développé sur un adénome et infecté secondairement par les bacilles tuberculeux arrivés dans l'estomac avec les crachats. — **M. Levaditi** a poursuivi les recherches, entreprises d'abord avec **M. Charrin**, sur l'influence de l'injection de toxines tétaniques dans des parties liées de l'intestin du chien. Il a provoqué des pancréatites dont quelques-unes de nature hémorragique. Les lésions paraissent dues au passage et au contact des toxines résorbées par la glande pancréatique. — **M. H. Roger** a recherché l'action de substances toxiques telles que la strychnine sur des animaux infectés. Des cobayes charbonneux luttent plus énergiquement contre le poison quand ils luttent en même temps contre l'infection; mais dès que cette dernière les a envahis, ils meurent plus rapidement sous l'action du poison que les animaux témoins. — **MM. Achard** et **Delamare** ont constaté que la glycosurie phloridzique, qui est la règle chez l'homme sain, fait généralement complètement défaut chez les malades atteints d'affections du rein. Ils en déduisent une nouvelle méthode pour l'exploration clinique des fonctions du rein, laquelle peut être combinée avec l'épreuve au bleu de méthylène. — **MM. Achard** et **Morfaux** ont reconnu que le rein normal laisse passer l'urobiline injectée dans la circulation (quelquefois en nature, quelquefois à l'état de chromogène), mais que le rein malade l'arrête complètement. — **M. A.-M. Bloch**, qui avait proposé d'immobiliser la partie malade du thorax chez les tuberculeux par un appareil plâtré, remplace ce dernier par un bandage modérément serré autour de la partie supérieure de la poitrine. Il a obtenu de bons résultats. — **M. Halipré** envoie une étude sur les altérations du noyau de l'hypoglosse consécutives à la destruction de ce nerf. — **M. V. Henry** a étudié les variations du poids de la moelle avec celui du corps chez le chien.

Séance du 4 Février 1899.

MM. F. Bezançon et **V. Griffon** ont cherché, pour le bacille de la tuberculose, un milieu de culture se rapprochant le plus possible de celui qu'il trouve dans l'organisme. Pour cela, ils ont choisi le sang non

modifié d'un animal, qu'ils reçoivent aseptiquement dans une solution de gélose chauffée; celle-ci, en se refroidissant, se solidifie et emprisonne le sang. Ce milieu s'est montré excellent et doit être placé au même rang que la pomme de terre glycinée. — **M. Leredde** a rencontré, dans tous les cas d'érythèmes qu'il a observés, des lésions sanguines. Celles-ci sont dominées par l'éosinophilie et s'accompagnent d'une excrétion de cellules éosinophiles à travers la peau. Ces lésions, concordant avec des altérations morphologiques du sang, sont dues à des intoxications. — **M. C. Phisalix** a vu ses expériences sur la résistance du hériçon au venin de vipère confirmées par celles de **M. Lewin**. Mais ce dernier l'attribue au pouvoir réfractaire des tissus, tandis que **M. Phisalix** la croit plus justement due au pouvoir immunisant des humeurs. — **MM. Tonlouse** et **Marchand** ont mesuré la température d'un maniaque à l'état de calme et d'excitation; elle est plus élevée aux périodes d'agitation. Il est difficile de dire si c'est l'agitation qui influe sur la température ou *vice versa*. En tous cas, il semble impossible de faire de la folie une maladie mentale sans fièvre. — **MM. Vaquez** et **Bousquet** ont mesuré la proportion de NaCl dans le sérum pour certains cas pathologiques et reconnu qu'elle était souvent assez élevée; dans ces cas, il y a inconvénient à faire des injections avec la solution saline normale. — **MM. Gilbert** et **Weil** ont constaté que les leucocytes sont toujours altérés dans la chlorose. — **M. P. Langlois** a reconnu que, chez les embryons de mouton, les capsules surrénales contiennent déjà un principe actif. — **M. Abadie** présente une malade, atteinte de goitre exophtalmique, qui a été guérie par la résection des sympathiques cervicaux. — **MM. de Grandmaison** et **Cartier** ont trouvé le streptocoque chez un enfant mort de pleurésie purulente quelques jours après sa naissance; il avait été infecté par sa mère avant la naissance. — **M. V. Henry** a pratiqué, chez la couleuvre, la destruction du labyrinthe d'un seul côté, et observé à la suite un mouvement de rotation s'effectuant toujours dans ce même sens.

Séance du 11 Février 1899.

M. G. Weiss a constaté qu'une traction, même légère, sur un nerf en diminue l'excitabilité. Le fait ne saurait être attribué à une séparation de la plaque motrice, puisque le nerf se continue encore au delà. — **MM. Chambrelent** et **Pachon** ont étudié l'influence de l'asphyxie sur les contractions utérines dans la gestation. La section des pneumogastriques entraîne la mort sans provoquer la parturition prématurée. — **MM. G. Ballet** et **Faure** ont injecté à des cobayes une macération de tabac à chiquer et ont observé des accidents convulsifs pouvant se terminer par la mort si la dose est assez forte. — **MM. Ury** et **Frézals** ont recherché le mode de pénétration des diverses substances déposées sur le globe oculaire. Les collyres aqueux pénètrent dans la chambre antérieure par l'intermédiaire de la cornée. La cornée n'absorbe pas les corps gras; ceux-ci pénètrent par l'intermédiaire des larmes qui les dissolvent. — **MM. Thiercelin** et **Rosenthal**, dans un cas de méningite aiguë, ont trouvé un diplocoque encapsulé dans le sang du bras pendant la vie, dans le pus des méninges après la mort. — **M. Carrière** a constaté une éosinophilie remarquable dans le sang d'animaux asphyxiés par l'acide carbonique. — **M. Raillet** a observé une embolie osseuse dans une artère chez un animal mort en état de gestation; il s'agissait du cartilage costal d'un des fœtus qui avait perforé l'utérus et pénétré dans la circulation. — **M. Zachariadès** envoie une note sur la structure des faisceaux conjonctifs.

Séance du 18 Février 1899.

MM. Chantemesse et **Rey**, étudiant l'état du sang chez les érysipélateux, ont trouvé une leucocytose abondante au moment où la température est maximum,

puis une chute brusque quand celle-ci diminue. — MM. **Toulouse** et **Marchand** ont pratiqué la médication ovarienne sur cinq femmes épileptiques, dont les accès paraissent être en rapport avec l'aménorrhée ou la ménopause. La médication a été absolument sans dangers. Elle a ramené dans deux cas la menstruation; elle a diminué un peu le nombre des accès et beaucoup celui des vertiges. — MM. **Gilbert** et **Weil** signalent l'indicanurie comme un signe d'insuffisance hépatique. — M. **Claparède** rappelle que, chez les individus sains, des objets de même poids, mais de volumes différents, paraissent généralement de poids différents. Cette illusion n'existe pas chez les hypokinesthésiques. — M. **Fraenkel** a observé, sur le chien, que l'antipyrine diminue plutôt la diurèse, tandis que le salicylate de soude paraît l'augmenter.

M. **Thomas** est élu membre de la Société.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 16 Décembre 1898.

M. le Secrétaire général lit plusieurs lettres relatives à la *télégraphie sans fils*. M. **Blondel** rappelle que l'histoire de la question a été fait dans une conférence de M. **Voisenat** à la Société Internationale des Électriciens, en janvier 1898, où l'auteur a mis en évidence le rôle joué par **Lodge** et **Marconi**. Le premier a eu l'idée d'utiliser le phénomène découvert par M. **Branly** pour déceler les ondes de M. **Hertz** et même inscrire des signaux à faible distance à l'aide d'un enregistreur à relais. Deux ou trois jours auparavant, **Narkévitch Jodko** avait fait à Vienne des transmissions par bobine de **Ruhmkorff** mise à la terre et antenne, avec un récepteur formé d'une antenne et d'un téléphone également à la terre, mais sans discerner peut-être le rôle des radiations électro-magnétiques dans son expérience. En 1893-96, **Popoff** a remplacé le récepteur de **Lodge** par un tube plus sensible relié à une antenne; **Marconi** a le premier employé un tube à limaille de nickel et d'argent en couches minces mises à l'abri de l'air et a pu atteindre des distances de transmission qui se chiffrent par dizaines de kilomètres. M. **E. Branly** employait, en 1892, des tubes à limaille renfermant une couche de 0^m3 à 2 millimètres d'épaisseur, à pression variable réglée par des poids; leur sensibilité était comparable à celle des tubes de **Marconi**; le mélange employé dans ces tubes n'a pas de supériorité spéciale. Le télégraphe sans fil résulte réellement des essais de M. **Popoff**, qui a répété une expérience faite par M. **Branly** en 1891; une décharge inactive à une dizaine de mètres devient active quand on la fait circuler à travers une longue tige métallique; de là l'emploi de longs conducteurs annexés au transmetteur et au récepteur et sans lesquels il n'y a pas de télégraphie à grande distance. M. **Ducretet** décrit l'appareil portatif qu'il a expérimenté. Cet appareil, rendu indépendant de l'enregistreur, permet la lecture au son des signaux transmis dans l'espace; il peut être relié à un récepteur Morse ordinaire, au récepteur automatique décrit par M. **Ducretet**, ou à un enregistreur météorologique. Le radio-conducteur **Branly** est à réglage, avec tube en ivoire; le frappeur est automatique, une résistance liquide supprime les effets de l'extra-courant de rupture. Des signaux très nets ont été transmis, par tous les temps, de la Tour Eiffel au Panthéon (4 kilom.). Cet appareil, créé en vue d'applications pratiques à grande distance, convient à des expériences de cours. — M. **F. Dussaud** présente des *reliefs mobiles pour aveugles*, sorte de cinématographie qui permet d'inculquer aux aveugles, par le sens tactile, les notions du mouvement et du déplacement des choses, comme le vol de l'oiseau, le déplacement de la mer. Il décrit ensuite un *microphonographe*, phonographe dont la membrane actionne un microphone, lequel fait parler des récepteurs téléphoniques. Un seul récepteur peut se faire entendre distinctement de mille personnes; la Société des Téléphones de Paris vient de faire fonc-

tionner avec succès douze microphonographes accouplés, qui peuvent actionner chacun deux cents récepteurs téléphoniques. Le microphonographe a fourni des résultats remarquables pour le traitement de la surdité. — M. **Broca** résume les recherches de M. **Arons** sur le *cohéreur*. Entre deux feuilles d'étain taillées en pointe et collées très près l'une de l'autre, est une trace fine de limaille qu'on observe au microscope. Quand la conductibilité électrique s'établit, on voit de petites étincelles jaillir entre les grains de limaille, agités de mouvements énergiques, qui réunissent ces pointes en forme de ponts conducteurs. Avec l'argent et le fer, ces ponts se rompent sous l'action d'un choc; l'effet est moins certain avec le laiton. Les phénomènes sont analogues pour des préparations dans le baume de Canada ou le copal, mais il faut presser sur le couvre-objet pour ramener la résistance infinie; les chocs ne suffisent pas. Au bout d'un certain temps, il s'est dégagé de petites bulles de gaz et les préparations cessent de fonctionner pendant quelques heures, jusqu'à ce que la résorption se soit produite. Deux observations particulières méritent d'être citées: des ondulations très puissantes détruisent les ponts déjà formés. Quand on emploie les électrodes d'étain sans limaille, la conductibilité s'établit par formation d'un dépôt volatilisé aux électrodes et formant une très mince couche brune. Les cohéreurs fonctionnent grâce à la finesse extrême des pointes de limaille, sur lesquelles l'énergie spécifique de la décharge est suffisante pour produire des fusions, des volatilisations et des décompositions chimiques. C. RAVEAU.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 27 Janvier 1899.

En chlorant, en présence du chlorure d'aluminium, M. **Mouneyrat** a obtenu une série de dérivés de la série du propane, notamment le dichloropropane 1.2. $\text{CH}^3 - \text{CHCl} - \text{CH}^2\text{Cl}$, le trichloropropane 1.1.2. $\text{CH}^3 - \text{CHCl} - \text{CHCl}^2$, le tétrachloropropane 1.1.2.3. $\text{CH}^3\text{Cl} - \text{CHCl} - \text{CHCl}^2$, enfin un pentachloropropane $\text{C}^3\text{H}^2\text{Cl}^5$ et un hexachloropropane $\text{C}^3\text{H}^1\text{Cl}^6$. — M. **Hausser** décrit un appareil pour stériliser en petit dans les laboratoires et un dispositif permettant de maintenir des pressions constantes avec la trompe à eau. — MM. **Charabot** et **Pillet** ont constaté que l'essence de cerfeuil renferme comme constituant principal de l'estragol. — M. **L. Maquenne** substitue l'hypophosphite de sodium au sulfure dans le procédé **Kjeldahl** pour le dosage de l'azote. On précipite ainsi le métal en liqueur acide. — M. **Brizard** remet un mémoire sur les osmiates. — MM. **Caze-neuve** et **Moreau** ont adressé une note sur des méthanes aromatiques de la tétrahydroquinoléine, MM. **Hanriot** et **G. Reynaud** un mémoire sur les oxazols, et M. **Jaubert** un mémoire sur quelques dérivés des métadiamines aromatiques. — M. **Henri Hélier** apporte quelques faits à l'appui de la remarque de MM. **Wyrouboff** et **Verneuil** que les oxydes des terres rares donnent facilement des composés polymérisés. Il cite notamment ce fait qu'il est beaucoup plus facile de réduire par l'hydrogène le carbonate de plomb que la litharge. Dans le cas de la litharge on a un produit polymérisé, dans le cas du carbonate on se trouve en présence de l'oxyde PbO . — M. **G. Beaugé** signale les propriétés d'un nouvel hydrate d'oxyde salin de chrome. — M. **J.-B. Senderens** a préparé un nouvel acide antimonique soluble et quelques-uns de ses sels. On obtient cet hydrate antimonique $\text{Sb}^2\text{O}^5 \cdot 6\text{H}^2\text{O}$, en traitant par l'eau la solution rouge obtenue par l'action de l'acide azotique sur le trichlorure d'antimoine. Abandonné en présence d'acide sulfurique, cet hydrate donne le composé $\text{Sb}^2\text{O}^5 \cdot 3\text{H}^2\text{O}$ correspondant à l'acide phosphorique ordinaire. L'hydrate antimonique $\text{Sb}^2\text{O}^5 \cdot 6\text{H}^2\text{O}$ se dissout dans l'eau exempte d'acides minéraux. On arrive ainsi à dissoudre 22 grammes Sb^2O^5 par litre. Cette solution, traitée par les acétates, donne les antimoniates correspondants. — M. **Collet** a préparé la méthyl.-p.-chloro-

phénylcétone, il en décrit les principales propriétés. — M. P. Cazeneuve a observé que le carbonate d'orthocrésol mélangé avec un excès de chaux sodée s'échauffe spontanément et se transforme en un homologue de la phthaléine de l'orthocrésol. — MM. Imbert et Descomps ont étudié l'action de la phénylhydrazine sur l'acide chloranilique. — M. P. Guichard donne la composition de l'eau de puits situés sur les bords de la mer (au Crotoy). — M. Riban signale quelques appareils pour l'électrolyse. E. CHARON.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 27 Janvier 1899.

M. E.-H. Barton présente un travail sur la résistance équivalente et l'inductance d'un fil pour une décharge oscillatoire. On sait que Lord Rayleigh a été conduit aux courants alternatifs, qui suivent la loi harmonique à amplitude constante, les formules de Maxwell pour la self-induction des conducteurs cylindriques. L'auteur modifie encore cette analyse et l'étend jusqu'à comprendre les courants périodiques décroissants produits par la décharge d'un condensateur et les trains amortis à haute fréquence, c'est-à-dire les ondes hertziennes en général. La valeur théorique du rapport R''/R' des résistances équivalentes aux ondes, respectivement avec et sans amortissement, concorde bien avec les résultats expérimentaux de l'auteur. — M. Oliver Heaviside fait connaître qu'il est arrivé, par une autre méthode d'analyse mathématique, aux mêmes résultats que M. Barton. — M. Rollo Appleyard décrit quelques expériences sur les délégmateurs, dans lesquelles il a essayé de remplacer les soupapes en toile de platine des tubes à fractionnement ordinaires par des coudes dans les tubes. Il montre ensuite un indicateur de température destiné à mettre en mouvement un signal d'alarme au moyen de contacts électriques, quand la température s'élève au-dessus de certaines limites. Il est constitué par un tube en forme de J, dont la petite branche est fermée et la grande ouverte. L'extrémité de la petite branche contient une petite quantité d'un liquide approprié; le reste de cette branche et une partie de la grande sont remplis de mercure; au-dessus de la surface de ce dernier sont fixés deux contacts en platine. Quand la température s'élève jusqu'au point d'ébullition du liquide contenu dans la petite branche, celui-ci se vaporise; le mercure s'élève dans la grande branche et établit les contacts. — M. T.-H. Littlewood étudie les changements de volumes qui accompagnent la dissolution et décrit un appareil pour la mesure de la contraction observée dans la dissolution des solides. Si l'on dissout de petites quantités d'un sel dans un volume constant de liquide, la contraction est à peu près proportionnelle à la quantité de sel ajouté. Pour de plus grandes quantités, la contraction croît plus vite que la proportion de sel ajouté. Si une solution concentrée est graduellement diluée, la contraction devient de plus en plus faible pour des quantités égales d'eau successivement ajoutées. L'auteur termine en exprimant la contraction comme une fonction logarithmique des volumes et des pressions internes.

Séance du 10 Février 1899.

La Société procède au renouvellement de son bureau pour l'année 1899. Sont élus : Président, M. Oliver J. Lodge; Vice-présidents, MM. T. H. Blakesley, C. Vernon Boys, G. Griffith et J. Perry; Secrétaires, MM. W. Watson et H. M. Elder; Secrétaire étranger, M. S. P. Thompson.

M. Oliver Lodge, en prenant possession de la présidence, rappelle les travaux accomplis en Physique pendant le cours de l'année écoulée. Il rend spécialement hommage aux brillantes recherches de M. O. Heaviside sur l'opacité des milieux conducteurs pour la lumière et l'électricité. — M. Ayrton annonce que M. Whitehead poursuit depuis plusieurs mois des

recherches sur l'atténuation des oscillations électriques par la terre. Il est arrivé théoriquement à cette conclusion que, lorsque les bobines primaire et secondaire sont posées sur la terre même à une certaine distance l'une de l'autre, presque toute l'énergie du primaire est absorbée par la terre avant d'arriver au secondaire. L'auteur attend la confirmation expérimentale de ses résultats. — M. O. Lodge a aussi étudié ces faits. Trois cas ont été considérés. Dans le premier, une bobine horizontale est superposée à l'autre et séparée de celle-ci par un milieu absorbant, comme l'eau de mer; l'absorption, à des distances modérées, n'est pas excessive. Mais si les enroulements sont formés d'un câble doublé de fer, ce dernier empêche la propagation des ondes du primaire au secondaire. Dans le second cas, les deux bobines sont sur un même plan horizontal; la terre se comporte comme un conducteur parfait. Si les bobines sont très près de la terre, il n'y a pas de force magnétique normale entre elles; elle est toute tangentielle. Dans le troisième cas, les bobines sont toutes les deux verticales, opposées l'une à l'autre et près de la terre. La grande conductibilité de la terre agit alors en favorisant la propagation des ondes. — M. Benjamin Davies décrit une nouvelle forme d'ampèremètre et de voltmètre à longue échelle. Ces instruments sont du type portatif, à bobine mobile et à longue course.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 19 janvier 1899.

M. William Ackroyd s'est livré à une série de recherches sur l'eau de Moorland, qui est consommée en Angleterre par plus de cinq millions de personnes. L'acidité doit être divisée en acidité organique et acidité inorganique. La première, qui avait été attribuée à l'acide humique, est plus faible que celle de l'acide humique le plus faible connu. — MM. John J. Sudborough et Lorenzo L. Lloyd ont déterminé les constantes d'éthérification des acides acétiques substitués. On sait que l'éthérification d'un acide organique, en présence d'un agent catalytique comme l'acide chlorhydrique et d'un excès considérable d'alcool, peut être représentée par une équation, qui donne par intégration :

$$E = \frac{1}{t} \log_e \frac{a}{a-x},$$

où E est la constante d'éthérification, a la concentration initiale de l'acide et a-x la concentration de l'acide après un temps t. E varie avec la dilution de l'acide chlorhydrique; on la calcule généralement pour l'acide normal employé avec l'alcool éthylique. Les constantes obtenues par les auteurs dépendent plus de la constitution de l'acide que de sa force. — Les mêmes auteurs ont poursuivi leurs recherches sur la formation d'éthers-sels entre les acides benzoïques diortho-substitués et différentes bases organiques. Contrairement à leur attente, ils ont obtenu des combinaisons entre ces acides et des bases tertiaires à poids moléculaire élevé, (tribenzylamine); ces combinaisons semblent dépendre de la force des acides et des bases en présence. — MM. F. Stanley Kipping et Alfred Hill ont obtenu, en traitant le chlorure phénylbutyrique par le chlorure d'aluminium, ce qui donne lieu à une condensation intramoléculaire, l'acétotétrahydronaphtalène. C'est un liquide incolore très réfringent. Il donne une semicarbazone, une phénylhydrazone et une oxime. — M. William A. Bone indique une nouvelle méthode de préparation des acides diméthyl et triméthylsucciniques non symétriques. Si l'on chauffe du cyanacétate d'éthyle sodé avec une solution alcoolique d'α-bromoisobutyrate d'éthyle, on obtient une bonne proportion de diméthylcyanosuccinate d'éthyle non symétrique. Par hydrolyse, ce dernier composé donne l'acide diméthylsuccinique dissymétrique. Traitée, au contraire, par le sodium, puis par l'iodure de méthyle, il donne le

triméthylcyanosuccinate d'éthyle, lequel, hydrolysé, fournit l'acide triméthylsuccinique dissymétrique. — MM. Thomas Purdie et William Pitkeathly ont poursuivi leurs recherches sur la formation des acides mono- et dialcoyloxysucciniques optiquement actifs par l'action des iodures alcooliques sur les acides malique et tartrique en présence d'oxyde d'argent. Cette méthode d'alcoylation par les iodures alcooliques et l'oxyde d'argent, paraît applicable à tous les sels-éthers des acides hydroxydés; elle est spécialement propre à la préparation de composés optiquement actifs, car il ne se produit jamais de racémisation par ce procédé.

— M. Siegfried Ruhemann a étudié l'action de l'ammoniac sur les éthers-sels de divers acides organiques, dans le but de préparer des dérivés de la pyridine. Avec l'éther d'un acide non saturé, comme le phénylpropénetricarboxylate d'éthyle, il a obtenu de la phényldihydroxypyridine; mais avec l'éther de l'acide saturé correspondant (phénylpropanetricarboxylate d'éthyle), il n'a obtenu qu'une triamide. L'action de l'ammoniac sur un acide dérivé de l'α-pyrone n'a pas conduit non plus à la formation de dérivés pyridiques.

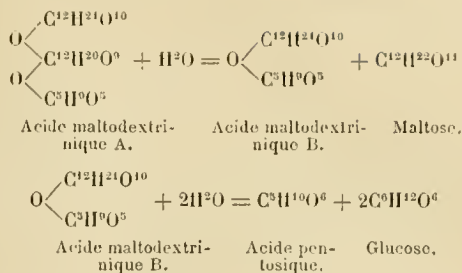
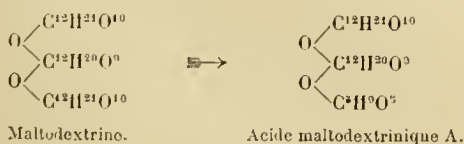
— M. E. D. H. Wade a déterminé les changements de volume qui se produisent lorsqu'on dilue les solutions aqueuses de diverses substances. L'auteur appelle contraction la diminution de volume observée après le mélange de volumes égaux d'eau et de solution, dont la somme devrait être égale à 100 centimètres cubes. Une équation indique la variation de la contraction suivant la concentration. Si la concentration est constante et que la substance dissoute varie, la contraction augmente régulièrement comme le poids équivalent de cette dernière.

— M. J. Holms Pollok a mesuré les effets thermiques produits par la dilution des solutions, pour montrer jusqu'à quel point on doit en tenir compte dans la pratique. Pour cela, il a préparé un demi-litre de solution saturée d'un grand nombre de corps, puis il a mélangé chacun avec un demi-litre d'eau et il a noté la variation de température, qu'il résume ensuite dans un grand tableau. — M. Frederick W. Dootson a obtenu, par l'action du chlore sec sur l'acétonetricarboxylate d'éthyle, le dérivé tétrachloré de ce corps. Celui-ci réagit sur la potasse alcoolique pour donner les acides dichloromalonique et dichloracétique.

— M. Edwin Dowzard propose de déceler, puis de déterminer le sucrose en présence du lactose en se basant sur ce fait que le sucrose est inverti par l'acide citrique, tandis que le lactose n'est pas affecté. On n'a qu'à mesurer le pouvoir rotatoire avant et après l'action de l'acide. — M. G.-T. Morgan a constaté que l'action de la formaldéhyde sur les dialcoyl ou dibenzyl-β-naphtylamines donne lieu à la formation d'un dérivé du dinaphtylméthane. L'action de la formaldéhyde sur la chloro ou bromo-naphtylamine produit un dérivé méthyléné.

Séance du 2 Février 1899.

MM. Horace T. Brown et J.-H. Millar présentent leurs recherches sur la maltodextrine, ce produit intermédiaire de l'hydrolyse de l'amidon par la diastase et auquel on a attribué jusqu'à présent la formule C¹²H³²O¹¹ (C¹²H²⁰O¹⁰)₂. Si l'on oxyde soigneusement ce corps par l'oxyde de mercure et l'hydrate de baryte, on obtient le sel de baryum d'un acide défini, appelé acide maltodextrinique A. Cet acide, hydrolysé par la diastase donne 40 % de maltose et 60 % d'un deuxième acide, l'acide maltodextrinique B. Ce dernier, hydrolysé par un acide, donne un acide en C³ et 67,7 % de glucose. Ces résultats peuvent être exprimés par les équations suivantes :



Les mêmes auteurs ont cherché à obtenir à l'état pur les produits d'hydrolyse de l'amidon, en préparant leurs éthers nitriques et en les régénérant ensuite par le sulfure d'ammonium. Ce procédé s'applique à l'amidon soluble, mais non pas à la maltodextrine ou à l'amylodextrine. — Dans un troisième mémoire, les auteurs ont étudié la transformation de l'amidon par une diastase active au-dessous de 60°. Les produits obtenus consistent en maltose et en dextrine. Cette dernière, dont le pouvoir rotatoire [α]_D = 195-195,7°, est transformée par l'oxyde de mercure en un acide dextrinique défini. Par l'hydrolyse acide, ce dernier donne du glucose droit et un acide en C⁶; par l'hydrolyse diastatique, il donne du maltose et du glucose en égales proportions (on s'est assuré que le glucose ne provient pas de l'hydrolyse subséquente du maltose). D'après les auteurs, la constitution de la dextrine stable et de l'acide dextrinique peut être exprimée par les formules :



M. Armstrong pense que les formules données par MM. Brown et Millard s'accordent bien avec la façon dont se comportent les corps étudiés. La complexité de la molécule de l'amidon paraît remarquable si l'on songe avec quelle facilité ce composé se forme dans les plantes. Il y aurait lieu d'étudier la question au point de vue biologique. M. C.-F. Cross remarque que la production d'un acide en C⁶ dans l'hydrolyse des acides maltodextriniques fournit une nouvelle transition entre les dérivés des hexodes et des pentoses.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 26 Janvier 1899.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. K. A. Lorentz: « Sur les vibrations de systèmes portant des charges électriques et placés dans un champ magnétique ». Les composantes des triplets et des quadruplets, dans lesquelles les lignes spectrales se décomposent sous l'action d'une force magnétique, sont dans la plupart des cas si bien définies que le temps de vibration doit avoir été également modifié dans toutes les particules de la source lumineuse. Pour s'en rendre compte, on peut admettre que toutes les molécules ont la même orientation ou bien qu'elles possèdent les mêmes propriétés dans tous les sens. L'auteur, en se plaçant à ce dernier point de vue, considère une couche sphérique infiniment mince et recouverte d'une charge électrique fixement liée à la matière pondérable de la couche. Il suppose qu'à l'état d'équilibre cette matière et la charge sont distribuées uniformément avec les densités superficielles ρ et σ, que les points de la couche ne peuvent se déplacer que dans la surface elle-même, et qu'un déplacement a provoque une force élastique — k² a par unité de surface, k² ayant la même valeur dans tous les points de la sphère. Au dehors d'un champ magnétique, les mouvements dont ce système est capable suivent des lois assez simples. Chaque vibration principale dépend d'un certain coefficient de Laplace Y, de telle manière que la composante du déplacement suivant une direction

quelconque l située dans la surface sphérique, peut être représentée par

$$q \cos n_h l + c \frac{\partial Y_h}{\partial l},$$

où q et c sont des constantes, tandis que n_h désigne le nombre de vibrations dans un temps 2π ou la fréquence des vibrations. Le nombre h indique l'ordre du coefficient de Laplace, ou si l'on veut celui des vibrations. Si le rayon de la sphère est représenté par a et la vitesse de la lumière par V , on trouve :

$$\rho n_h^2 = h^2 + 4\pi V^2 \frac{h(h+1)}{2h+1} \cdot \frac{\sigma^2}{a}.$$

Dès que la charge magnétique entre en jeu, les temps de vibration se modifient. Après avoir montré que les vibrations du premier ordre donnent lieu à un triplet tel qu'il a été découvert par M. Zeeman, M. Lorentz passe à l'examen de celles du second ordre. Il les ramène à cinq coefficients de Laplace spéciaux, dans lesquels on peut décomposer tous les coefficients de Laplace du second ordre, et auxquels correspondent cinq états différents de mouvement qui peuvent exister indépendamment les uns des autres, tant qu'il n'y a pas de force magnétique, et présentent alors la même fréquence n_2 . Si l'on donne à l'axe OZ la direction de la force magnétique H, le centre de la sphère étant pris pour origine des coordonnées, et si dans le plan XOY on introduit deux axes OX' et OY' faisant avec OX et OY des angles de 45°, ces cinq coefficients sont :

$$Y_{xy} = \frac{3}{1} \frac{xy}{a^2}, \quad Y_{x'y'} = \frac{3}{2} \frac{x'y'}{a^2} = \frac{3}{4} \frac{y^2 - x^2}{a^2},$$

$$Y_{xz} = \frac{3}{2} \frac{xz}{a^2}, \quad Y_{yz} = \frac{3}{2} \frac{yz}{a^2}, \quad Y_{zz} = \frac{1}{2} \left(\frac{3z^2}{a^2} - 1 \right).$$

Les vibrations correspondantes peuvent être représentées par les signes $[Y_{xy}]$, $[Y_{x'y'}]$, etc. Or, dans le champ magnétique, les mouvements suivants peuvent avoir lieu : 1° Des vibrations $[Y_{zz}]$ dont la fréquence est toujours n_2 ; 2° deux mouvements pour lesquels la fréquence est devenue

$$n_2 + \frac{H\sigma}{6\rho} \quad \text{et} \quad n_2 - \frac{H\sigma}{6\rho},$$

disons $n_2 \pm n'_2$. Chacun de ces mouvements se compose d'une vibration $[Y_{xy}]$ et d'une vibration $[Y_{x'y'}]$ à amplitudes égales, mais dont les phases diffèrent entre elles d'un quart de période, cette différence ayant pour les deux mouvements des signes contraires; 3° deux mouvements qu'on obtient en composant d'une manière analogue une vibration $[Y_{xz}]$ et une vibration $[Y_{yz}]$ dont les fréquences sont $n_2 + \frac{1}{2}n'_2$ pour le premier et $n_2 - \frac{1}{2}n'_2$ pour le second mouvement. D'après ces résultats, on pourrait s'attendre au premier abord à un quintuplet. Mais il y a une difficulté. Vu l'extrême petitesse des particules lumineuses par rapport à la longueur d'onde, les vibrations du second ordre ne pourront émettre aucune lumière sensible; en effet, dans ces vibrations, on trouvera toujours en différentes parties de la surface sphérique des phases opposées. La lumière qu'on observe ne peut être due qu'à des vibrations dans lesquelles une charge qui a partout le même signe est animée en son entier d'un mouvement de va-et-vient. De tels mouvements peuvent être appelés des vibrations du premier ordre, même dans le cas où ils ne dépendent pas précisément d'un coefficient de Laplace. Cependant M. Lorentz a imaginé une cause en vertu de laquelle les vibrations du second ordre pourraient se révéler dans le spectre. On sait que deux vibrations simples aux fréquences n_1 et n_2 exécutées simultanément par une source sonore peuvent donner lieu à des vibrations dites de combinaison dont les fréquences sont $n_1 n_2$ et $n_1 + n_2$. M. V.-A. Julius s'est demandé, il

y a bien des années, si quelque chose d'analogue ne se passerait pas dans les sources lumineuses; on expliquerait par cela certaines relations bien connues entre les nombres de vibration des raies spectrales. Dans les cas dont il est question ici, ces vibrations de combinaison pourraient être produites de plusieurs manières; l'auteur en cite quelques exemples. Sans faire des hypothèses spéciales, on peut démontrer que des vibrations capables d'émettre de la lumière peuvent résulter de la combinaison d'une vibration du second ordre, telle que celles dont il a été question plus haut, avec une vibration du premier ordre. Si maintenant le phénomène de Zeeman se présente sous forme de triplet dans ces dernières vibrations et de la manière que nous venons d'expliquer dans celles du second ordre, on pourrait croire que chacune des raies spectrales provenant des combinaisons, et dont M. Lorentz considère seulement celle qui a la fréquence $n_1 - n_2$, se diviserait dans le champ magnétique en 15 raies. Cependant le phénomène est moins compliqué, plusieurs de ces composantes ayant nécessairement l'intensité zéro. Le calcul conduit aux résultats suivants : en faisant l'expérience perpendiculairement aux lignes de force, on aura neuf lignes que, dans le tableau suivant, on a désignées par les lettres O, A et B.

3	2	3	2	0	0	0	0	1	2	3	2	1
n'_1	$\frac{1}{2}n'_2$	$\frac{1}{2}n'_2$	n'_1	0	0	0	0	$\frac{1}{2}n'_2$	$\frac{1}{2}n'_2$	n'_1	$\frac{1}{2}n'_2$	n'_1
B ₃	B ₂	A	B ₁	O	B' ₁	A'	B' ₂	B' ₃				

La ligne médiane O, par rapport à laquelle le phénomène est symétrique, occupe la position de la ligne originale; de même que les lignes A, elle est polarisée perpendiculairement aux lignes de force, tandis que le plan de polarisation des raies B est parallèle à ces lignes. Les distances entre les lignes A et B et la raie centrale O sont proportionnelles aux quantités n'_1 , etc., inscrites dans la seconde colonne du tableau; ici n'_2 a la signification que nous connaissons déjà, et $2n'_1$ correspond à la distance des raies extérieures du triplet des vibrations du premier ordre. Enfin, les nombres de la dernière colonne indiquent les intensités relatives des composantes; ils ont été calculés dans la supposition que toutes les vibrations ont lieu indifféremment dans toutes les directions et que dans les mouvements des particules il n'y ait rien qui favorise certaines combinaisons plutôt que les autres. Du reste, l'absorption produite dans les couches extérieures de la source modifiera les nombres, elle tendra surtout à affaiblir l'intensité de la ligne médiane. Si n'_1 disparaît, les lignes B₃ et B'₃ se confondent en une seule avec l'intensité 3. Dans ce cas, les raies A, A', B, B' constituent précisément un quadruplet comme M. Cornu l'a découvert dans la ligne D₁ du sodium; mais en outre il y aurait les lignes plus faibles B₂, B'₂ et la ligne centrale O. Si les vibrations du premier ordre étaient exécutées par la couche sphérique que l'auteur examine; en d'autres termes, si c'étaient les vibrations qui, dans le cas de cette couche, dépendent d'une fonction Y, on aurait $n'_2 = \frac{2}{3}n'_1$. Il y aurait alors coïncidence de B₁ et B₂ d'une part et de B'₁ et B'₂ de l'autre. Il en résulterait deux lignes plus fortes situées plus près du milieu O que les raies A, et s'il était permis de faire abstraction des lignes O et B₃ on aurait un quadruplet dont les composantes extérieures sont polarisées perpendiculairement aux lignes de force.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Physique industrielle

L'enseignement de la Physique industrielle à la Faculté des Sciences de Marseille : Lettre de M. A. Pérot. — A propos du récent article de M. P. Weiss sur *les nouveaux Laboratoires techniques de l'Ecole Polytechnique de Zurich et ceux de nos Facultés des Sciences*¹, nous recevons de M. A. Pérot, professeur à l'Université d'Aix-Marseille, la très intéressante communication que voici :

« Dans l'intéressant article de M. Weiss qu'a publié récemment la *Revue générale des Sciences*, j'ai été frappé de trouver la phrase suivante :

« Dans nos Facultés de province le public des cours de Physique industrielle est assez hétérogène. Il se compose de curieux attirés par les expériences, de candidats au titre de licence que confère l'examen de fin d'année et de quelques personnes d'âge plus avancé possédant à des degrés divers les aptitudes de l'ingénieur. C'est pour ces dernières, bon gré mal gré, que l'on fait le cours, parce que l'on sent que ce sont les seules qui peuvent réellement en profiter. »

« Il m'a semblé que la description du public des cours de Physique industrielle était très éloignée de la réalité pour le cours que je professe à Marseille depuis 1893, et, pour m'en assurer, j'ai prié, à l'un des derniers cours, les auditeurs de bien vouloir s'inscrire et indiquer leur profession; je suis heureux de pouvoir mettre les résultats de cette épreuve sous les yeux du public.

« Dans la liste qui m'a été remise, je relève :

25 ouvriers ou contre-maitres;

8 élèves de l'Ecole d'Ingénieurs de la ville de Marseille;

11 étudiants;

1 ingénieur;

16 auditeurs de professions variées;

Au total 61 auditeurs.

« Ce sont là des auditeurs ayant suivi les dix pre-

mières leçons du cours, et par conséquent des auditeurs profitant du cours. Le nombre des personnes présentes aux premières leçons est beaucoup plus élevé et dépasse la centaine. Si l'on joint à cela que 18 étudiants sont inscrits ou immatriculés pour suivre les conférences (2 par semaine) et 9 pour les travaux pratiques (3 h. par semaine), ou pourra juger de l'état de l'enseignement de la Physique industrielle à Marseille.

« Je ne sais si dans les autres Facultés les résultats sont les mêmes; je l'espère, surtout si ceux de mes collègues qui en sont chargés ont pu, comme moi, séparer nettement l'enseignement donné au cours public de celui des conférences, faire, non pas de l'enseignement à deux degrés, mais de l'enseignement sous deux aspects.

« Permettez-moi d'ajouter qu'au début de ce cours, pendant trois ou quatre ans, j'ai eu aussi le public d'ingénieurs dont parle M. Weiss. Au nombre d'une dizaine, ils suivaient et le cours et les conférences, mais c'est là un public transitoire qui, une fois instruit, disparaît sans se renouveler.

« Il serait certes très intéressant d'avoir les chiffres analogues à ceux que j'indique ci-dessus pour les autres cours de Physique industrielle, et d'y joindre quelques considérations sur la manière dont le professeur a envisagé l'enseignement pour le cours public. Mais des considérations de ce genre m'entraîneraient en dehors des limites d'une simple remarque; permettez-moi d'insister encore une fois sur la proportion des ouvriers et contre-maitres suivant le cours, 41 %, qui est certes très élevée.

A. Pérot,

Professeur de Physique industrielle à l'Université d'Aix-Marseille.

La *Revue* serait heureuse de recevoir des professeurs de Physique de nos Facultés des renseignements semblables à ceux que M. A. Pérot vient de nous donner.

Elle serait reconnaissante aussi d'indications du même genre aux professeurs de Faculté qui enseignent la Chimie dans nos grands centres industriels.

¹ Voyez la *Revue* du 30 janvier 1899, t. X, p. 55 et suiv.

§ 2. — Électricité

Interrupteur électro-magnétique à mercure pour courants alternatifs ou continus.

— Les courants alternatifs sont généralement considérés comme se prêtant assez mal aux expériences qui nécessitent l'emploi d'une bobine de Ruhmkorff. Si le réseau électrique auquel on pourrait emprunter quelques hectowatts distribue cette puissance sous la forme ondulatoire, on est obligé de se servir d'une batterie d'accumulateurs pour actionner la bobine.

L'interrupteur suivant est destiné à faire disparaître cet inconvénient : adapté à une bobine d'induction, il permet d'alimenter celle-ci indifféremment avec un courant alternatif ou un courant continu.

1. Courants alternatifs.

La pièce principale de l'appareil est un diapason AB (fig. 1) exactement accordé à l'unisson du courant alternatif et mis en mouvement par le courant lui-même. Cette forme de vibreur rend absolument inutile, quelle que soit la fréquence, l'emploi d'un support lourd et massif qui serait nécessaire avec une tige vibrante unique. Tout le monde sait en effet qu'un diapason tenu simplement à la main vibre avec facilité ; les deux branches oscillant en sens inverse se font mutuellement équilibrer au point de vue dynamique.

La branche supérieure A de ce vibreur porte un prolongement *aab* qui passe entre les pôles d'un aimant permanent M ; à l'extrémité *b* est fixée, par une pince, une lame de nickel *l* plongeant dans un godet à mercure. La forme de lame à bords tranchants donnée à la pièce interruptrice lui permet de diviser le liquide avec facilité et il est inutile que son mouvement soit rectiligne.

La surcharge ainsi ajoutée à la branche A est compensée sur une branche B par une masse fixe placée à son extrémité. Deux autres masses *m'm'*, mobiles à volonté, servent à accorder le diapason.

L'aimant M et la colonne C qui soutient le diapason, sont fixés sur une planchette à charnières P, que l'on peut soulever plus ou moins au moyen d'une vis V, de manière à régler l'immersion de la lame interruptrice dans le mercure. Une planchette P' porte le godet à mercure et sert de support à tout l'appareil.

Le courant est amené au mercure par la borne S et la tige *t* et au diapason par S'. Un brise-courant R est intercalé entre S' et t'.

Supposons que la lame interruptrice *l* plonge de quelques millimètres dans le mercure et que le courant

alternatif passe dans l'interrupteur. L'action du champ magnétique sur le conducteur *aa* développe une force perpendiculaire à la fois à ce conducteur et à la direction du champ, c'est-à-dire verticale dans le cas actuel. Le sens de cette force s'intervertit à chaque inversion du courant et il en résulte une série d'impulsions qui tendent à soulever et à baisser alternativement la tige *aa*.

Si le diapason est accordé, c'est-à-dire si sa période vibratoire est égale à celle du courant, toutes ces impulsions ajoutent leurs effets : le mouvement résultant atteint très rapidement une amplitude assez considérable (15 à 20 millimètres)¹ et la lame *l* émerge alors à chaque vibration, produisant ainsi une interruption par période.

Au moyen de la vis V on règle ensuite la position relative du diapason et du godet à mercure, de telle sorte que la rupture se produise à peu près au milieu de la course de la lame *l*, c'est-à-dire au moment où celle-ci possède sa vitesse maxima.

La figure 2 représente schématiquement la correspondance qui existe entre le courant alternatif et les oscillations de l'interrupteur, qui sont synchrones de celles du courant. Le mouvement de la lame vibrante change évidemment de sens au moment où le courant

s'intervertit et passe par zéro (points *a* et *b*). La rupture se produit au milieu de la course ascendante de la lame et correspond aux points I, I', etc., de la courbe des intensités : elle a donc lieu sur un courant toujours de même sens, et au moment où l'intensité de celui-ci est maxima¹.

Il est d'ailleurs évident *a priori* que l'interruption ne peut avoir lieu que quand le

sens du courant est tel qu'il fasse remonter la lame. Cette propriété tout à fait caractéristique de l'appareil fournit la solution du problème. Si, en effet, l'inducteur d'une bobine d'induction est parcouru par le courant qui a traversé l'interrupteur, le courant induit de rupture, celui précisément qu'on utilise pour produire de longues étincelles ou actionner des tubes de Crookes, sera toujours de même sens, comme si la bobine était alimentée par une source à courants continus. On a en même temps cet avantage que l'interrupteur est mis en mouvement par le courant inducteur lui-même, ce qui supprime l'emploi d'une source électrique auxiliaire.

¹ Un léger défaut de réglage est sans importance à ce point de vue, l'intensité variant peu au voisinage de son maximum.

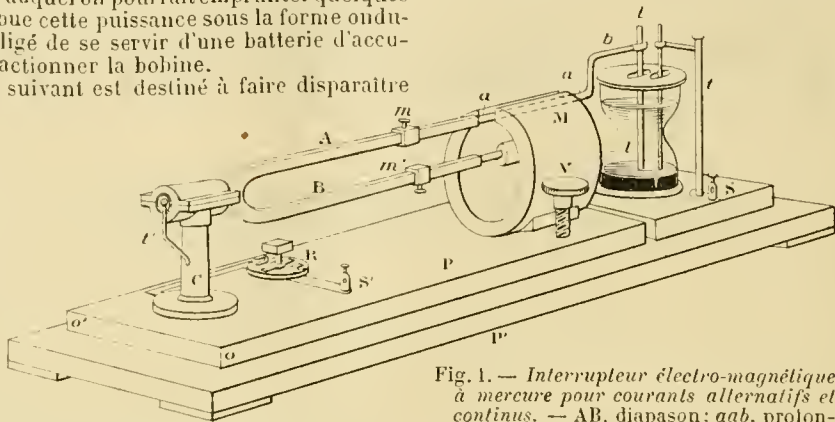


Fig. 1. — Interrupteur électro-magnétique à mercure pour courants alternatifs et continus. — AB, diapason ; *aab*, prolongement de la branche A ; *l*, lame de nickel plongeant dans le mercure ; *m, m'*, masses mobiles ; M, aimant permanent ; C, colonne soutenant le diapason ; V, vis permettant de soulever la planchette P autour d'une charnière *oo'* ; S, *t, S', t'*, bornes et tiges d'arrivée du courant ; R, brise-courant.

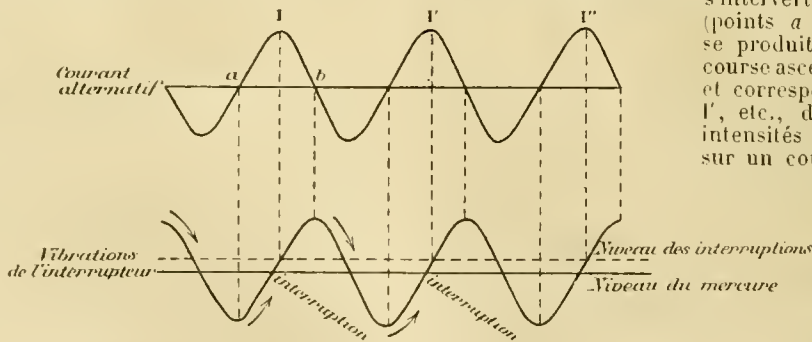


Fig. 2. — Correspondance entre le courant alternatif et les oscillations de l'interrupteur.

La fréquence des interruptions est nécessairement égale à celle du courant, soit 42 par seconde pour le secteur parisien de la rive gauche. Dans certaines distributions, elle dépasse notablement cette valeur. Cette fréquence élevée ne nuit en rien à l'intensité des étincelles d'induction parce que le voltage des réseaux alternatifs est plus

que suffisant pour la supporter, et elle permet précisément d'utiliser presque complètement ce voltage, au moins avec les fortes bobines dont la résistance inductive est considérable. Le courant alternatif présente d'ailleurs une très grande supériorité sur le courant continu : si par accident l'interrupteur vient à s'arrêter, l'intensité reste la même qu'en marche normale. Dans

les mêmes conditions, un courant continu prendrait aussitôt une valeur dangereuse, l'inductance de la bobine n'intervenant plus si l'interrupteur s'arrête¹.

2. *Courants continus à voltage élevé.* — L'appareil pré-

riodes par seconde, il convient particulièrement au voltage élevé des réseaux urbains.

Avec un courant de sens invariable, l'orientation de l'aimant n'est plus indifférente; elle doit être telle que la tige vibrante soit soulevée quand le courant passe. L'interrupteur étant mis en route par une première impulsion, et l'immersion dans le mercure étant réglée comme précédemment, l'action de l'aimant sur le courant dont le sens est constant est retardatrice pendant que la lame interruptrice descend dans le mercure, accélératrice quand elle remonte. Cette dernière

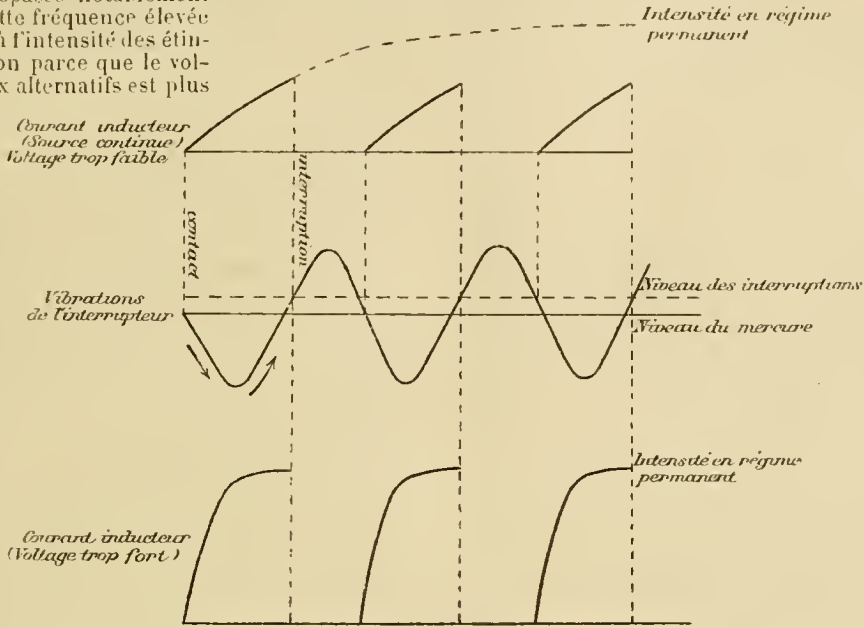


Fig. 3. — Correspondance entre le courant continu (faible ou élevé, et les oscillations de l'interrupteur.

action est prépondérante : en effet, la rupture a lieu non pas au niveau du mercure, comme l'immersion, mais à quelques millimètres au-dessus : le trajet

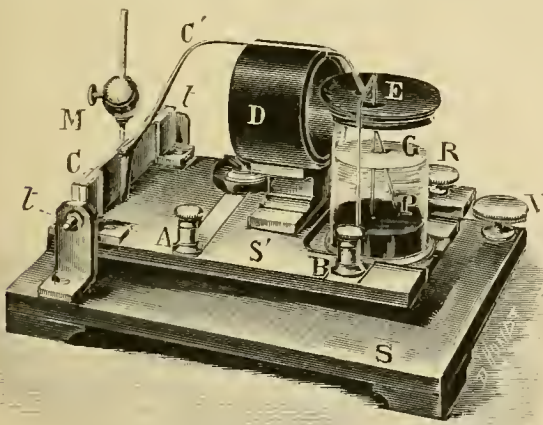


Fig. 4. — Interrupteur électro-magnétique à mercure pour courants continus à faible voltage. — C, lame de cuivre formant ressort; C', tige rigide terminée par une pointe de nickel P, plongeant dans du mercure; D, aimant; B, vis permettant de soulever la planche S' autour des charnières t, t; M, masse auxiliaire.

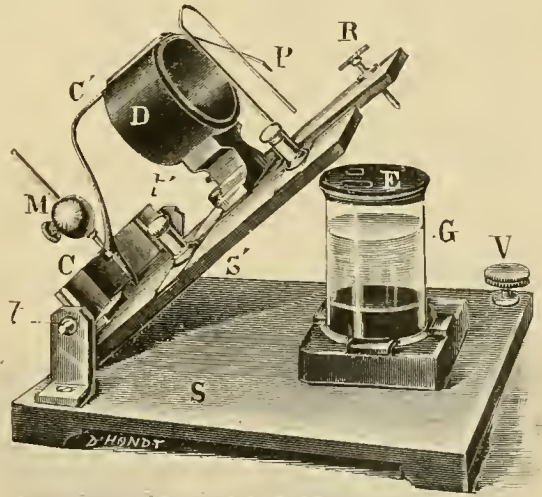


Fig. 5. — Interrupteur dont la partie mobile a été relevée. — Mêmes lettres que dans la figure 4.

édemment décrit fonctionne également bien avec les courants continus. Construit pour donner 40 à 30 pé-

dans le mercure est donc un peu plus long en montant qu'en descendant; en même temps, la self-induction de la bobine intervient et l'intensité du courant croît régulièrement depuis l'immersion jusqu'à l'émission de la lame interruptrice (fig. 3). La force électro-magnétique, proportionnelle à cette intensité, est par suite plus grande pendant l'ascension que pendant la descente. Le mouvement de l'interrupteur est assuré

¹ La résistance électrique d'un inducteur de bobine Ruhmkorff est de l'ordre du dixième d'ohm seulement pour un courant continu. Si le courant est alternatif ou discontinu, les phénomènes d'induction interviennent, se traduisant par un accroissement apparent de la résistance. Cet accroissement est, pour une bobine donnée, sensiblement proportionnel à la fréquence et atteint facilement 2 ohms.

⁴ Donnée par une manette spéciale qui établit en même temps les communications.

par la réunion des deux effets, dont un seul serait suffisant.

L'interrupteur étant mû par le courant inducteur lui-même, c'est évidemment à celui-ci qu'est empruntée la puissance nécessaire à l'entretien des vibrations. Cette puissance est tout à fait négligeable ; le mouvement de la tige vibrante dans le champ magnétique développe une force électromotrice d'induction nuisible seulement pendant que la tige remonte, et qui ne dépasse pas 0 volt 02 au moment du maximum. Avec un courant de 30 ampères la perte de puissance a pour limite supérieure 0,6 watt.

3. *Courants continus à faible voltage.* — Il serait illusoire de chercher à réaliser des interruptions très rapides quand on ne dispose que d'une source électrique à faible voltage. Pour que le courant inducteur puisse acquérir l'intensité normale qui convient au bon fonctionnement de la bobine, il faut un temps appréciable, d'autant plus grand que la bobine est plus puissante et que le voltage de la source est moins élevé. Avec une batterie de six à dix accumulateurs, les étincelles d'induction perdent sensiblement de leur puissance au delà de vingt interruptions à la seconde. Il est dans ce cas préférable de se servir de l'appareil suivant, basé sur les mêmes principes que le précédent (fig. 4 et 5).

Une lame de cuivre C, solidement maintenue à ses deux extrémités, forme ressort de torsion ; en son milieu est fixée une tige rigide C', recourbée, qui passe entre les pôles d'un aimant D et se termine par une pointe ou une lame de nickel P plongeant dans du mercure. Le réglage de l'immersion se fait au moyen d'une vis R qui soulève plus ou moins le système vibrant. Un brise-courant ou un commutateur et des bornes de communication complètent l'appareil.

Cette disposition rend très facile la mise en marche et permet de faire varier la fréquence dans des limites très étendues ; ce dernier résultat s'obtient au moyen d'une masse auxiliaire M qui peut se placer sur une tige d'ébonite fixée au ressort.

La puissance de l'aimant est suffisante pour que l'appareil fonctionne régulièrement même si la bobine n'est actionnée que par un ou deux accumulateurs. La seule précaution à prendre est de caler avec soin l'interrupteur sur une table solide, afin de fournir à la lame vibrante un appui résistant.

Dans cet interrupteur, ainsi que dans le précédent quand il fonctionne avec le courant continu, il est nécessaire que le courant aille du mercure à la pièce vibrante ; c'est d'ailleurs le sens qui, pour tous les interrupteurs à mercure, donne la meilleure rupture.

L'installation de ces appareils peut être faite comme celle du Foucault indépendant : ils portent dans ce cas six bornes et un commutateur. Plus simplement on peut les substituer, électriquement parlant, au trembleur ordinaire. Il suffit d'immobiliser celui-ci dans la position de rupture et de relier les deux pièces qui le constituent au vibrateur et au godet à mercure de l'interrupteur indépendant, qui n'est alors muni que de deux bornes. Les communications avec l'inducteur et le condensateur se trouvent ainsi réalisées d'elles-mêmes.

P. Villard,
Docteur ès sciences.

§ 3. — Géographie et Colonisation

Cultures et productions coloniales. — C'est vers 1650, dit-on, que le thé fit son apparition en Europe et en France. Depuis, on a si bien reconnu les qualités de cette feuille aromatique, qu'aujourd'hui, sur les 476 millions de kilos que produit le monde entier, 236 millions de kilos sont importés en Europe.

En France, la consommation du thé n'est que d'environ 567.500 kilos, alors qu'elle serait de 38 millions en Russie, et 95 millions pour les îles Britanniques.

La valeur du thé en Angleterre était, en 1894, de 0 fr. 884 la livre (454 gr.) en moyenne. En France,

elle varie de 2 francs à 4 francs la livre en gros, suivant la qualité, et de 4 francs à 12 francs la livre au détail.

Les principaux pays producteurs de thé sont, par ordre d'importance : la Chine, l'Inde anglaise, Ceylan, le Japon, la Patagonie (thé indigène), Java, Natal, le Brésil, la Californie, Fidji et la Jamaïque, la péninsule de Malacca et la Cochinchine, mais, dans ce dernier pays, le thé est consommé en feuilles, comme légume, par les indigènes. — Actuellement, le thé est l'objet de cultures très soignées au Caucase, et on espère qu'un jour — relativement prochain — la Russie produira tout le thé qu'on y consomme.

Une découverte qui, si elle est vraie, pourra inquiéter sérieusement ceux qui s'occupent de l'avenir économique de nos colonies aurait été faite tout récemment en Amérique, où des essais avaient déjà été tentés dans le sens que nous allons indiquer, mais sans résultats bien nets. D'après le *Journal des Inventeurs*, M. Napier Ford viendrait de doter l'industrie américaine d'un caoutchouc artificiel supérieur au caoutchouc naturel et auquel il a donné le nom de *perchoïde*.

Le *perchoïde* se fabrique en oxydant de l'huile à une température excessivement élevée, mélangée à chaud avec de la litharge, en retournant le mélange sans interruption et pendant un temps assez long. Pendant qu'il refroidit, l'on y plonge une filasse de chanvre préparée d'une façon spéciale, que l'on fait refroidir ensuite dans des paniers de fil de fer à jour, exposés à un fort courant d'air, de façon que le mélange, qui adhère aux filaments de chanvre, achève de s'oxyder complètement. Ce produit serait plus durable et reviendrait moins cher que le caoutchouc naturel. Il paraît appelé à servir surtout à la fabrication des tubes pneumatiques pour bicyclettes et comme isolant pour les appareils électriques.

Les colonies proprement dites ont été peu représentées au Concours général agricole qui s'est ouvert le 1^{er} mars dans la galerie des Machines. Parmi les exhibitions coloniales, dont quelques-unes étaient sans grand intérêt, la Direction de l'Agriculture de la Régence de Tunis seule se distinguait par une remarquable exposition de cotons appartenant à une dizaine de variétés, lesquelles ont été cultivées avec un plein succès dans les champs d'expérience de l'Ecole d'Agriculture coloniale, où l'on a obtenu des rendements de beaucoup supérieurs à ceux que l'on obtient habituellement dans les pays producteurs. De plus, le coton récolté à Tunis a été soumis à plusieurs industriels des Vosges, qui l'ont classé, après essai, parmi les meilleures sortes. Voilà donc des garanties pour une nouvelle culture à faire ou à étendre dans toute la région nord de la Régence, où le sol et le climat sont très favorables au cotonnier. Nous souhaitons qu'il se trouve là-bas des colons intelligents pour tirer profit de cet enseignement.

La culture du tabac était autrefois prospère en Tunisie, mais aujourd'hui elle n'existe pour ainsi dire plus qu'à l'état de souvenir. Des expériences reprises récemment il résulte que l'on pourra obtenir en Tunisie des tabacs légers et combustibles. On pouvait d'ailleurs voir au Concours agricole, exposées par l'Ecole d'Agriculture coloniale, une vingtaine de variétés représentées par des échantillons de tabac en feuilles d'un très bel aspect.

Le *Jardin* nous apprend qu'indépendamment des projets gouvernementaux, un certain nombre de particuliers et de sociétés se proposent de fonder des établissements destinés à l'importation et à la multiplication des plantes coloniales utiles. On parle d'une société de ce genre qui se créerait bientôt en Belgique, et d'une société très importante sur le point de se fonder en France, avec un programme des plus vastes.

L'arachide est, on le sait, le principal produit cultivé au Sénégal. Les rendements moyens dans cette colonie sont habituellement de 1.400 à 2.000 kilos par hectare, dans les cultures indigènes. Au jardin d'essai de Tunis, des expériences de culture d'arachide, faites dans ces derniers temps, ont fourni un rendement brut, pour la variété à gros fruits, de 2.920 kilos à l'hectare.

COCCIDIES ET PALUDISME

PREMIÈRE PARTIE : CYCLE ÉVOLUTIF DES COCCIDIES

Les Coccidies forment un groupe naturel sur lequel l'attention des zoologistes et pathologistes s'est particulièrement portée depuis quelques années, en raison du rôle imputé à certains de ces organismes dans plusieurs maladies, spécialement dans les affections cancéreuses. Il en est résulté de très importantes constatations touchant la biologie de ces parasites, et une découverte d'un intérêt considérable, celle d'une relation de cause à effet entre l'infection coccidienne et le paludisme.

Nous nous proposons aujourd'hui d'exposer l'état de nos connaissances sur l'évolution des Coccidies; puis, dans un second article, nous décrirons les observations et expériences qui établissent leur rôle actif dans l'étiologie du paludisme. Et ainsi, d'ailleurs, nous suivrons la marche des travaux récents. Ce sont, en effet, les recherches d'ordre zoologique qui, mettant en lumière, dans la biologie des Coccidies, un fait capital, leur dimorphisme, ont du même coup éclairé ou, tout au moins, préparé l'étude de l'intervention pathogénique de ces parasites dans l'économie humaine et chez quelques Vertébrés.

Avant de décrire ces découvertes, rappelons tout d'abord comment le groupe même des Coccidies s'est trouvé constitué par les naturalistes. C'est dans la première moitié du siècle dernier que ces animaux ont été signalés pour la première fois; Hake eut le mérite de la découverte; il les aperçut en 1839 dans les canaux biliaires du foie du lapin et les prit alors pour des globules de pus. Ensuite, divers savants voulurent y voir des œufs d'Helminthes. Remak, le premier, en 1843, les plaça parmi les êtres inférieurs, dans le groupe des Psorospermies que J. Müller avait créé, quatre ans auparavant, pour certains parasites des Poissons (les Myxosporidies actuelles); à cause de leur forme, on les appela « Psorospermies oviformes ». Enfin, en 1879, Leuckart, instituant la classe des *Sporozoa* dans l'embranchement des *Protozoa*, y rangea les Psorospermies oviformes et créa pour elles leur nom actuel de *Coccidies*. Ce rapprochement, accepté presque immédiatement par A. Schneider, Balbiani et Bütschli, a été ratifié depuis par tous les zoologistes.

Grâce aux savants que nous venons de citer, on sait aujourd'hui que les Coccidies habitent, pendant la majeure partie de leur existence, en parasites intracellulaires chez beaucoup d'animaux. On en connaît chez les Vertébrés, les Arthropodes (Myria-

podes et Insectes), les Mollusques et les Annélides¹. Elles se logent dans les cellules épithéliales du tube digestif, des canaux biliaires ou des canalicules rénaux. Les recherches dont nous allons rendre compte vont nous montrer que, pendant cette période où la Coccidie vit aux dépens de la cellule-hôte, elle croît et se multiplie par voie asexuée, et produit certains éléments qui, ensuite, hors de la cellule-hôte, se comportent comme éléments sexués, donnent lieu à une fécondation véritable, d'où résultent des formes de *reproduction*, des germes résistants.

C'est surtout sur le lapin que ces observations ont été réalisées. Nous les rapporterons dans l'ordre même où elles ont été faites; nous aurons ainsi, chemin faisant, l'occasion de montrer combien les conceptions auxquelles elles conduisent touchant l'évolution du groupe tout entier, diffèrent des idées qui ont eu cours jusqu'ici et qu'on trouve exprimées dans les Traités les plus récents.

I. — CYCLE ÉVOLUTIF DE LA COCCIDIE DU LAPIN.

§ 1. — Évolution exogène de la Coccidie.

Kystes à sporocystes.

Pendant longtemps (jusqu'en 1892), on pensait que le *Coccidium oviforme*², durant toute sa période de croissance dans les cellules épithéliales de l'intestin ou des canaux biliaires du lapin, restait constamment unicellulaire et mononucléaire. Le parasite grossissait, accumulait à son intérieur des matières de réserve sous forme de granules de diverses natures, puis finalement, arrivé au terme de sa croissance, s'entourait d'une membrane résistante, s'enkystait. (Nous reviendrons plus loin sur cette évolution.) Prenons le parasite enkysté et décrivons la suite de son évolution. Il tombe dans la lumière des canaux et, peu à peu, est entraîné à l'extérieur avec les excréments du lapin.

¹ M. Caullery et moi nous avons (Soc. de Biologie, novembre 1897) signalé les premiers la présence de Coccidies chez les Annélides (chez le *Capitella capitata*); depuis, nous en avons observé chez trois autres espèces: *Notomastus latericeus*, Sars; *Polydora flava*, Claparède; et *Scoloplos Müllerii*, Rathke.

² Leuckart a donné des noms spécifiques distincts aux parasites du foie et de l'intestin. Balbiani, dès 1883, avait émis des doutes sur cette séparation; les auteurs récents (R. Pfeiffer, Simond, Léger) s'accordent pour regarder les deux espèces comme identiques; c'est le *Coccidium oviforme*, Leuck.

Le kyste a une forme ovoïde; il mesure en moyenne 30 à 40 μ de longueur sur 20 de largeur. A l'un des pôles, on distingue une ouverture *m* (fig. 1) qui est un *micropyle*. Le protoplasma rempli d'abord toute l'enveloppe kystale (fig. 1, A); mais, bientôt il se produit une première contraction (fig. 1, B), suivie d'une seconde. A ce moment, la masse interne a une forme assez exactement sphérique; le noyau est bien visible à l'état frais (fig. 1, C).

La suite de l'évolution a toujours lieu en dehors du tube digestif du lapin. Balbiani¹ a précisé avec soin les conditions les meilleures pour que la maturation des kystes se produise; il faut une bonne aération, de l'humidité et une température de 15

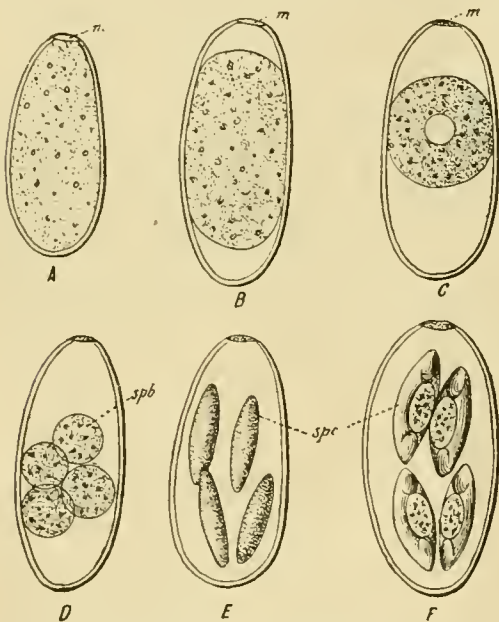


Fig. 1. — Evolution extracellulaire des ookystes de la coccidie du lapin (état frais). — A, coccidie qui vient de quitter la cellule épithéliale. — B, première contraction du protoplasma. — C, seconde contraction du protoplasma; le noyau est visible; *m*, micropyle. — D, stade avec quatre sporoblastes sphériques *spb*. — E, transformation des sporoblastes en sporocystes *spc*. — F, kyste avec sporocystes mûrs.

à 18°. On peut, par exemple, mettre les Coccidies sous une mince couche d'eau dans un vase largement ouvert, ou sur du sable humide, ou encore, comme le conseille Léger, sur des baguettes de charbon, en chambre humide. Dans ces conditions, la masse protoplasmique, en deux ou trois jours, se divise en quatre (fig. 1, D); on appelle ces quatre petites sphères des *sporoblastes* (*spb*). Puis, chacune d'elles s'allonge (fig. 1, E), s'entoure d'une double membrane; les *sporocystes* sont formés (*spc*, E, fig. 1). Le contenu de chacun d'eux est d'abord unicellulaire; mais, bientôt le noyau se divise en deux, une division cytoplasmique suit, et l'on a finalement, dans

chaque sporocyste, deux éléments cellulaires: les *sporozoïtes* (*sz*, fig. 2, A), et, entre eux, une masse granuleuse inutilisée, le *reliquat* (*r*, fig. 2, A). On dit que le sporocyste¹ est *dizoïque*. Ces sporocystes mûrs (fig. 1, F; et fig. 2, A) ont une forme naviculaire; ils mesurent 12 μ de longueur sur 7 de largeur, sont pointus à leurs extrémités. Des deux membranes qui les entourent, l'externe, résistante et transparente, s'appelle l'*épispore* (*ep*), l'interne, très mince, moulant le contenu, est l'*endospore* (*end*). Les sporozoïtes sont en forme de virgule (fig. 2, A, *sz*, et B, disposés tête-bêche, l'extrémité arrondie de l'un étant au contact de l'extrémité pointue de l'autre. Vers le milieu de chacun d'eux, on observe le noyau.

La maturation des kystes, dans les conditions indiquées, demanderait, d'après Balbiani, dix à quinze jours pour être complète. — R. Pfeiffer prétend qu'elle peut s'effectuer en quatre ou cinq jours.

Les kystes doivent être à l'état que nous avons décrit pour communiquer l'infection au lapin; mais, cet état réalisé, ils peuvent se conserver longtemps dans le milieu extérieur sans être altérés.

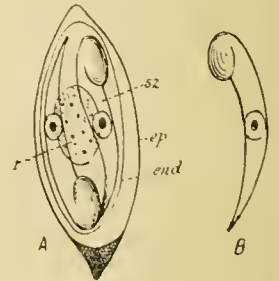


Fig. 2. — Coccidie du lapin (*C. oviforme*), d'après Balbiani. — A, sporocyste isolé; *ep*, épispore; *end*, endospore; *sz*, sporozoïte; *r*, reliquat. — B, sporozoïte isolé.

§2. — Infection du lapin.

Le parasite que nous étudions habitant le tube digestif, il est naturel de penser que l'infection a lieu par la bouche. Les kystes mûrs sont avalés avec les aliments. Quelle action subissent-ils de la part des sucs digestifs du lapin? Pour nous en rendre compte, plaçons des kystes sur une platine chauffante de microscope, dans du suc intestinal de lapin; nous les verrons bientôt éclater et mettre les sporocystes en liberté. Ceux-ci, à leur tour, s'ouvrent en deux valves, et les sporozoïtes sortent; ils sont bientôt animés d'une grande mobilité et se déplacent comme de petits vermicules. Ce sont eux qui infectent les cellules épithéliales. — Par quel mécanisme pénètrent-ils à leur intérieur? Presque tous les auteurs ont admis jusqu'ici que le jeune vermicule se transformait en une amibe, et que c'était seulement à cet état qu'il pouvait entrer dans la cellule-hôte. Siedlecki² pense qu'il n'en est pas ainsi. D'après lui, « le sporozoïte appuie, par

¹ La plupart des auteurs français emploient le mot *spore*; mais, nous pensons, avec Léger, qu'il prête à équivoque.

² SIEDECKI: Étude cytologique et cycle évolutif de la Coccidie de la Seiche. *Ann. Inst. Pasteur*, t. XII, 25 déc. 1898.

¹ BALBIANI: *Leçons sur les Sporozoaires*, Paris, 1883.

une de ses extrémités, contre la paroi de la cellule dans laquelle il va pénétrer; il détermine ainsi une petite ouverture par où il pénètre en partie; le reste de son corps se contracte assez fortement, et ainsi tout le petit vermicule se trouve projeté dans la cellule épithéliale ».

Quoi qu'il en soit, le parasite introduit se place entre le noyau et le plateau de la cellule épithéliale et grossit peu à peu.

§ 3. — Multiplication intracellulaire du parasite. Auto-infection.

C'est à ce qui précède que se bornaient nos connaissances sur l'évolution de la coccidie du lapin lorsque, en 1892, R. Pfeiffer¹ découvrit une *multi-*

plication intracellulaire du parasite. — Décrivons avec soin ce processus d'après les recherches plus récentes de Simond². Le point de départ est une cellule ronde à protoplasme homogène, dépourvue de membrane et possédant un noyau vacuolaire où toute la chromatine est condensée en un

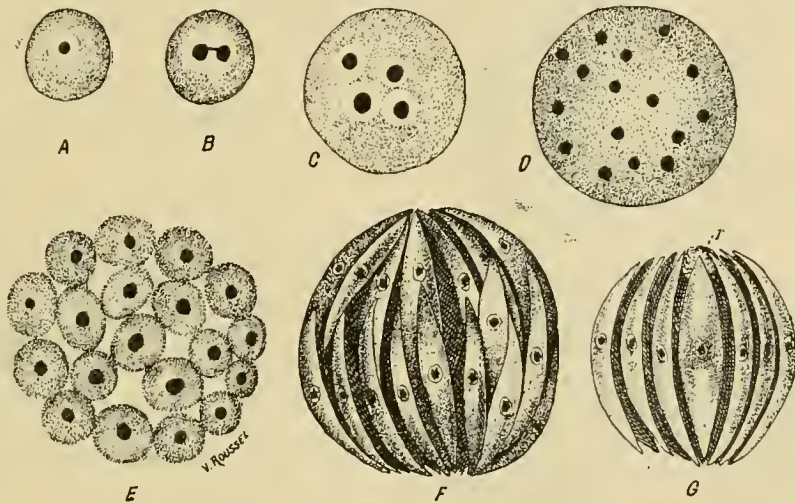


Fig. 3. — Coccidie du lapin. Multiplication asexuée. (D'après Simond.) — A, parasite mononucléaire; B-D, multiplication nucléaire; E, multiplication cellulaire; F-G, deux stades avec macrogamètes mûrs; r, reliquat de différenciation. — Tous ces parasites sont intracellulaires.

gros karyosome (fig. 3, A). Cette cellule va bientôt diviser son noyau; au lieu d'un karyosome, on en verra d'abord deux égaux, puis quatre, et enfin un nombre variable, de 8 à 50 (fig. 3, B, C, D). Toutes ces boules chromatiques se trouvent distribuées assez uniformément dans la masse cytoplasmique. Bientôt, cette masse va elle-même se diviser; chaque karyosome est un centre d'attraction pour le cytoplasme environnant, et l'on a autant de masses secondaires qu'il y a de boules chromatiques (fig. 3, E). Les cellules ainsi formées s'allongent et finalement présentent la forme de croissants (fig. 3, F, G). Vers le milieu de chacun est le noyau, qui renferme un certain nombre de minuscules grains de chromatine. Tantôt, quand les croissants sont peu nombreux (fig. 3, G), ils ont la longueur de la masse coccidienne et sont disposés les uns par

rapport aux autres comme des quartiers d'oranges ou comme les douves d'un barillet; mais, quand le nombre des germes est voisin de cinquante, ils sont sur deux rangées (fig. 3, F). — Il y a donc une grande variabilité dans le nombre et les dimensions des germes produits; c'est là un fait sur lequel nous aurons à revenir.

A l'état de maturité, les croissants se séparent les uns des autres; la cellule-hôte où ils se sont formés, se rompt, et ils se trouvent libres dans le tube digestif ou les canaux biliaires. Leur mobilité est assez grande et rappelle beaucoup celle des sporozoïtes. Comme eux, ils sont capables d'infecter de nouvelles cellules épithéliales. — Appelons-les, avec Schaudinn et Siedlecki, *macrogamètes*: ce nom sera expliqué plus loin.

Il y a donc ainsi multiplication intracellulaire du parasite. Cette multiplication, répétée une ou plusieurs fois, explique d'une façon tout à fait satisfaisante le phénomène de l'auto-infection; il montre comment se fait la pullulation des germes à l'intérieur d'un animal-hôte dé-

terminé. R. Pfeiffer prétend donc que la Coccidie du lapin a deux modes d'évolution: l'un, endogène, produisant, par multiplication cellulaire, sans enkystement préalable, de nouveaux germes d'infection; l'autre, exogène (celui que nous avons décrit dans le § 1), donnant les formes durables de reproduction. C'est ce que l'on a appelé la théorie du *dimorphisme évolutif* des Coccidies.

Elle fut bientôt généralisée par un certain nombre de savants qui apportèrent à son appui des faits nouveaux. Elle fut surtout combattue par deux spécialistes des Sporozoaires, A. Schneider et Labbé. Ils considéraient les formes découvertes par Pfeiffer comme caractérisant une espèce de Coccidie distincte du *C. oviforme*. Suivant eux, il y aurait eu simplement coexistence des deux espèces chez certains lapins. Mais ils n'expliquaient pas la production d'un nombre considérable de kystes dans certaines infections aiguës; et surtout ils se heurtaient à ce fait capital que les germes endogènes

¹ R. PFEIFFER: *Beiträge zur Protozoen-Forschung*, I. Die Coccidien-Krankheit der Kaninchen, Berlin, 1892.

² SIMOND: *Ann. Institut Pasteur*, t. XI, 25 juillet 1897.

sont incapables de vivre longtemps en dehors de l'intestin grêle ou des canaux biliaires; ils meurent avant d'être évacués à l'extérieur du lapin; ils sont donc incapables de propager l'infection d'un animal à un autre.

Mais la preuve *expérimentale* du bien fondé de la théorie de Pfeiffer restait à faire; elle a été fournie par Simond (*loc. cit.*) qui a montré, d'une façon absolument rigoureuse (en opérant sur de jeunes lapins provenant d'une mère indemne de coccidiose, et eux-mêmes exempts de parasites), qu'un lapin infecté avec des kystes mûrs de *C. oviforme* présente à la fois des formes de multiplication endogène et de nouveaux kystes.

La classification des Coccidies se trouvait ainsi bouleversée; car, pour beaucoup d'espèces, on ne connaissait que la forme de multiplication intracel-

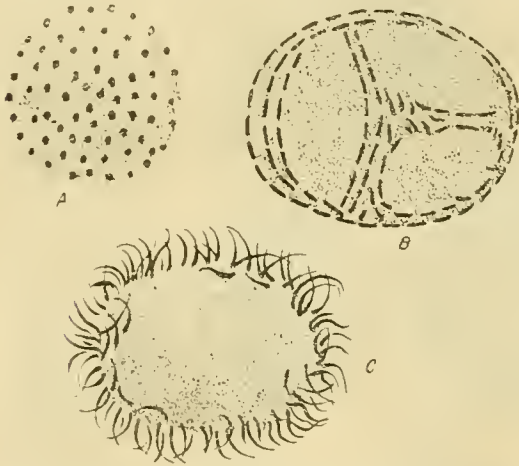


Fig. 4. — Coccidie du lapin. Formation des microgamètes. (D'après Simond.) — A, multiplication nucléaire; B, allongement des noyaux; C, microgamètes mûrs à la surface d'une énorme masse de reliquat (coupe optique). — Toutes ces formes sont intracellulaires.

lulaire, et elle caractérisait certains genres (*Eimeria*, *Karyophagus*, etc.). Un vaste champ d'études s'offrait donc: trouver, pour chaque espèce, la partie de son évolution encore inconnue.

§ 4. — Formation des microgamètes (éléments mâles).

Simond a poussé plus loin ses recherches. Il a, en effet, découvert un nouveau mode d'évolution intracellulaire de la Coccidie du lapin: il avait été entrevu auparavant par Podvyssotzki et J. Clarke).

Parmi les cellules coccidiennes nues, à protoplasme sans granules, que l'on rencontre dans les cellules épithéliales, quelques-unes paraissent de taille relativement grande. Ce qui attire surtout l'attention sur elles, c'est que le noyau, au lieu de se diviser un nombre de fois limité, s'émiette littéralement (fig. 4, A); tous ces grains chromatiques, qui finissent par avoir à peine 1 μ de diamètre,

se portent à la périphérie de la masse plasmique; ils y sont répartis généralement d'une façon peu uniforme, ils y dessinent des sortes de mosaïques plus ou moins compliquées (fig. 4, B). Quand la division nucléaire est terminée, chacune de ces petites boules se transforme; elle s'allonge perpendiculairement à la surface de la sphère cytoplasmique et, à l'état définitif, on a un petit vermicule l'axe et qui est revêtu d'une mince couche de protoplasme. Il adhère par sa tête un peu renflée à la sphère, qui apparaît ainsi comme recouverte d'un fin chevelu' (fig. 4, C). Chacun de ces petits corps se détache ensuite. Il montre une extrême mobilité, beaucoup plus grande que celle des sporozoïtes ou des macrogamètes. Ce sont les *microgamètes*. La masse à la surface de laquelle ils évoluent consti-

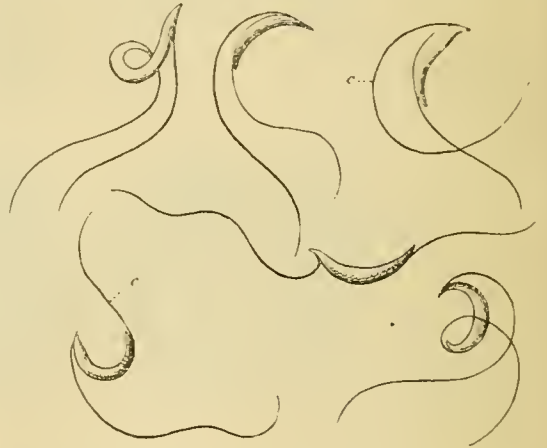


Fig. 5. — Microgamètes libres d'*Echinospora* représentés en mouvement, pour mettre en évidence les deux cils c. (D'après Léger.)

tue un volumineux *reliquat de différenciation*; son rôle est terminé. Wasielevsky² a vu ces éléments à l'état libre et mobile; et il a reconnu que leur mobilité est due à la présence de deux longs cils. Mais c'est surtout à Léger³ que sont dues nos connaissances sur les cils des microgamètes des Coccidies. Il a montré que ces cils sont attachés, l'un au voisinage de l'extrémité antérieure, l'autre de l'extrémité postérieure. Il a bien figuré les mouvements des microgamètes (fig. 5).

L'excessive mobilité, la structure presque exclusivement chromatique de ces éléments (Simond leur avait donné le nom très expressif de *chromatozoïtes*) avaient fait penser à Simond que leur rôle est celui d'éléments fécondateurs; et il a émis l'idée

¹ Ce stade des Coccidies a été vu pour la première fois, en 1890, chez la Coccidie de la Salamandre, par Metchnikoff.

² WASIELEVSKY: *Centr. f. Bakt.*, Abth. I, juillet 1898, vol. 24.

³ LÉGER: *C. R. Soc. Biologie*, 11 juin 1898 et *Archiv. Zool. experim.*, notes et Revue, n° 2, 1898.

qu'une reproduction sexuée doit servir de prélude à l'évolution exogène de la Coccidie.

Cette manière de voir a été reconnue fondée, dans la même année 1897, par Schaudinn et Siedlecki, qui ont fait connaître le cycle évolutif complet de deux Coccidies des Myriapodes et ont décrit avec beaucoup de précision le processus sexué. Ce sont eux qui ont donné aux éléments mâles des Coccidies le nom de *microgamètes*.

§ 5. — Maturation des macrogamètes.

L'acte de la fécondation précède l'évolution exogène de la Coccidie. Ce sont, en effet, les éléments enkystés qui sont fécondés avant d'aller dans le milieu extérieur.

Examinons la croissance de ces formes. Les observateurs les connaissent depuis longtemps (nous l'avons dit au début de cet exposé). Mais Simond a précisé beaucoup de détails de leur évolution. Schaudinn et Siedlecki pensent qu'elles ont, pour point de départ, des germes endogènes; de là le nom de *macrogamètes* donné à ces éléments.

Parmi les jeunes Coccidies intracellulaires, quelques-unes attirent l'attention parce que leur protoplasma contient des granules qui se colorent par un certain nombre de couleurs nucléaires et que l'on appelle des *granules chromatoides* (*gc*, fig. 6, A); au centre, on observe un noyau vacuolaire *n* avec un ou deux karyosomes¹. Les cellules grossissent sans que le noyau se divise. Les granules protoplasmiques croissent en nombre et en taille et prennent une position périphérique: le noyau devient une grande vacuole avec un karyosome sphérique unique (fig. 6, B).

La Coccidie, primitivement ronde, devient alors ovoïde. Les granules de la périphérie, les plus gros de tous, se fusionnent (fig. 6, C) et ils semblent concourir à former la membrane externe très épaisse (fig. 6, D).

Puis, on voit apparaître, au voisinage du noyau, des globules graisseux *gg*. C'est à ce moment que la Coccidie abandonne la cellule-hôte; elle tombe dans la lumière du tube digestif ou des canaux biliaires. On remarque alors que, à l'une des extrémités du grand axe de l'ellipsoïde, se trouve une petite ouverture dans la membrane kystique; c'est le *micropyle*.

Le macrogamète est mûr; il est prêt à être fécondé. C'est surtout dans les cas de coccidiose chronique du lapin ou à la fin d'une coccidiose aiguë que ces formes enkystées prédominent.

§ 6. — Fécondation.

La fécondation n'a pas encore été observée chez la Coccidie du lapin. Mais il existe une Coccidie voisine, celle du Triton (*C. proprium* Schn.), où elle est bien connue, grâce aux travaux de Siedlecki. Il n'est pas douteux que les choses ne se passent de la même façon chez le *C. oviforme*.

Chez le Triton, le phénomène sexué a lieu dans la lumière du tube digestif. Le protoplasme, au moment où la Coccidie enkystée quitte la cellule-hôte, occupe tout l'intérieur du kyste; mais bientôt il se contracte en une masse piriforme qui adhère à la membrane kystique suivant un équateur et aussi en un point qui est le *micropyle*; le

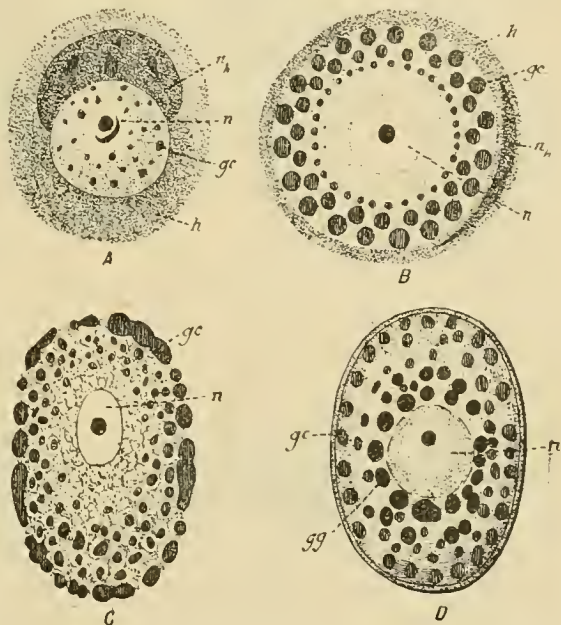


Fig. 6. — Evolution intracellulaire d'un macrogamète de la coccidie du lapin. (D'après Simond.) — A, stade jeune avec petites granules chromatoides *gc*, *h*, cellule hôte; *nk*, son noyau; *n*, noyau du parasite. — B, stade plus avancé, encore sphérique, avec gros granules chromatoides. — C, stade ovoïde; fusion des granules qui précède la formation de la membrane kystique. — D, macrogamète enkysté; *gc*, granules chromatoides; *gg*, globules graisseux.

noyau a une forme allongée et va aussi jusqu'au micropyle (fig. 7. n° 1).

C'est à ce moment que la fécondation s'opère. Un microgamète entre par le micropyle et pénètre à l'intérieur du noyau femelle (fig. 7, n° 1); la chromatine femelle est, à ce moment, à l'autre extrémité du noyau. Aussitôt après l'entrée du microgamète, la masse protoplasmique subit une nouvelle contraction dans le sens de l'axe micropylaire; elle abandonne le micropyle et ne lui reste plus unie que par une mince bande qui se rompt bientôt; le micropyle s'oblitére. En même temps, la chromatine du microgamète se fragmente et le noyau fécondé renferme deux

¹ Simond pensait à tort que le karyosome en croissant (voir la figure) était un noyau mâle; la fécondation n'a pas lieu à ce stade.

amas chromatiques parfaitement distincts (fig. 7, n° 2). Il continue à subir des transformations; il y a mélange intime des chromatines mâle et femelle, et il prend une forme allongée; il va d'une extrémité à l'autre de la cellule (fig. 7, n° 3); puis il se condense (fig. 7, n° 4). Il est maintenant prêt à se diviser; l'acte sexué est accompli.

La figure 7 (n°s 5 et 6), nous montre les deux divisions successives de ce noyau; chaque fois, il prend une forme de bisenit et la chromatine affecte la forme d'un 8.

Si nous revenons à la Coccidie du lapin, nous sommes en droit d'affirmer que des phénomènes semblables se passent quelque temps après que le kyste a quitté la dépouille de la cellule-hôte. La fécondation a probablement lieu entre les stades A et B de la figure 1.

§ 7. — Résumé et conclusions.

Nous pouvons maintenant résumer le cycle évolutif de la Coccidie du lapin.

L'infection ne peut se produire que par l'ingestion de kystes avec des sporocystes mûrs. C'est là

un fait d'une extrême importance; il nous montre, en effet, que la maladie provoquée chez le lapin n'est pas directement contagieuse, puisqu'il n'existe, dans l'organisme d'un lapin contaminé, aucune forme parasitaire capable de donner la maladie à un individu sain. *Les kystes ont besoin de passer un certain temps dans le milieu extérieur pour y mûrir.*

Si l'on ne connaissait pas le germe de la maladie, on dirait qu'elle est *miasmatique*, au sens que l'on attache à ce mot, assez vague d'ailleurs, dans le cas du cancer et du paludisme.

Un kyste mûr, introduit dans le tube digestif

d'un lapin, éclate; les sporocystes, mis en liberté, s'ouvrent à leur tour. Les sporozoïtes s'échappent, pénètrent dans les cellules épithéliales de l'intestin et y évoluent.

Des nombreux faits observés chez beaucoup de Coccidies, on a le droit de penser que ces sporozoïtes donnent une première génération d'éléments endogènes, de macrogamètes, qui, libres, vont dans d'autres cellules épithéliales et y donnent de nouvelles générations. L'auto-infection s'explique donc très facilement. Un seul kyste donnant huit sporozoïtes, au bout de deux générations

(en supposant 30 macrogamètes dans chacune, ce qui est un chiffre moyen), on a $8 \times 30^2 = 7200$ germes! Nous pouvons considérer ces macrogamètes, qui donnent des éléments semblables à eux, comme des œufs parthénogénétiques, ou encore les assimiler aux Infusoires ciliés qui se multiplient un certain nombre de fois par simple division.

Mais, cette faculté de multiplication asexuée s'épuise à la longue. Et alors intervient la repro-

duction sexuée (Cf. les Infusoires ciliés, un grand nombre de Métazoaires). Les macrogamètes, destinés à être fécondés, évoluent d'une façon particulière, et, arrivés au terme de leur croissance, s'entourent d'une membrane kystique avec micropyle et tombent dans la lumière du canal digestif. Ils sont tout à fait comparables aux œufs d'hiver d'un certain nombre d'animaux, qui ont aussi besoin d'être fécondés. Des cellules coccidiennes nues de grande taille (qui proviendraient aussi de germes endogènes, d'après Simond, plutôt de sporozoïtes, d'après Siedlecki) produisent les éléments mâles.

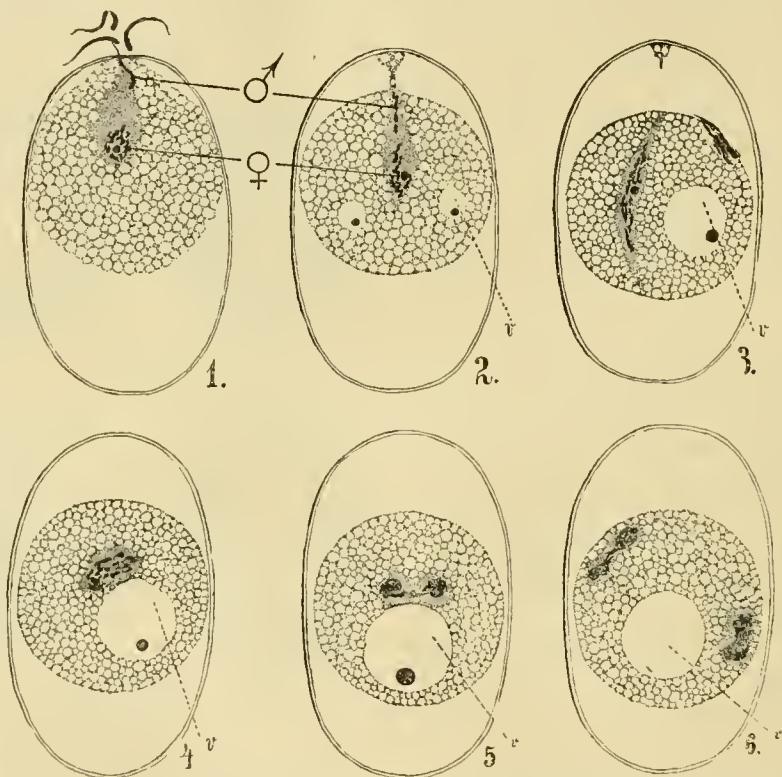


Fig. 7. — Coccidie du Triton; processus sexué. (D'après Siedlecki.) — 1, pénétration du microgamète. — 2, rétraction protoplasmique; le microgamète a fragmenté sa chromatine. — 3, union complète des chromatines mâle et femelle (le noyau a une forme de croissant). — 4, noyau condensé. — 5-6, 1^{re} et 2^e divisions nucléaires. — v, vacuole avec 1 granule chromatique probablement expulsé du noyau femelle au moment de la fécondation (épuration nucléaire de Siedlecki.)

L'un d'eux pénètre par le micropyle d'un macrogamète. L'œuf fécondé, l'*ookyste* (Léger), est expulsé dans le milieu extérieur, où, dans des conditions convenables, il est capable de mûrir: son enveloppe le protège, il contient à son intérieur des matières de réserve. Il donne naissance à quatre sporocystes, chacun d'eux renfermant deux sporozoïtes. On peut donner de l'évolution le schéma suivant :

Sporozoïte — Série de générations endogènes à macrogamètes $\left\{ \begin{array}{l} \text{macrogamète mûr} \\ \text{microgamètes} \end{array} \right\}$ ookyste fécondé — ookyste mûr.

Dans ce cycle, la variation porte évidemment sur le nombre des générations endogènes. Dans les

son évolution, après la fécondation, présente une grande fixité. On a reconnu que le nombre et la forme des sporocystes dans un kyste, le nombre des sporozoïtes dans un sporocyste, constituent d'excellents caractères génériques.

Le tableau I indique les principaux genres¹.

§ 2. — Remarques sur le cycle évolutif.

Les particularités que présentent les cycles évolutifs des genres *Adelea*, *Benedenia* et *Klossia*, méritent qu'on les examine dans un paragraphe spécial.

Pour les autres genres, dont l'étude a été faite complètement, leur cycle diffère à peine du schéma que nous avons déduit des observations sur le

Tableau I. — Principaux genres de Coccidies.

Ookyste renfermant à la maturité :	2 Sporocystes : I. DISPOROCYSTÉES . . .	} Sporocystes dizoïques g. <i>Cyclospora</i> Schn. S. tétrazoïques g. <i>Isospora</i> Schn. (incl. <i>Diplospora</i> Labbé).		
			4 Sporocystes : II. TÉTRASPOROCYSTÉES.	} S. dizoïques ronds ou ovoïdes . g. <i>Coccidium</i> Leuck. S. dizoïdes bipyramidaux g. <i>Cristallospora</i> Labbé.

¹ C'est surtout par leur cycle évolutif que les deux genres *Benedenia* et *Klossia* diffèrent (V. *infra*).

maladies chroniques des lapins adultes, elles sont très peu nombreuses. Au contraire, chez les jeunes lapins, la maladie est aiguë; l'auto-infection joue un rôle prépondérant; l'animal présente des flux diarrhéiques simulant le choléra et meurt en quelques jours.

Mégnin¹ a fait connaître une épidémie de lièvres produite par une gastro-entérite coccidienne; Railliet et Lucet² ont décrit une maladie des poussins due à la même cause, et aussi une maladie coccidienne des oies; mais, dans ce dernier cas, les parasites étaient localisés aux reins. Nils Sjöbring, Laveran ont étudié aussi des coccidioses intestinales, souvent mortelles pour divers oiseaux.

II. — LES DIVERSES COCCIDIES. GÉNÉRALITÉ DU PROCESSUS ÉVOLUTIF.

§ 1. — Classification.

Si une espèce déterminée de Coccidie montre une grande variabilité dans son évolution intracellulaire asexuée (la Coccidie du lapin nous en a offert un exemple; voir les fig. 3, F et G), en revanche,

C. oviforme et le *C. proprium* Coccidie du Triton).

Un point intéressant est l'état des macrogamètes prêts à être fécondés. Nous avons parlé jusqu'ici de Coccidies déjà enkystées et où le microgamète pénètre par un micropyle. Chez d'autres espèces, par exemple le *Coccidium Schneideri* de l'intestin d'un myriapode, *Lithobius forcipatus*, le macrogamète mûr est une cellule nue et la membrane kystique ne se forme qu'après la pénétration d'un microgamète; on peut même dire que c'est lui qui détermine la formation de la membrane (Schau-dinn).

Les conditions de maturation des ookystes sont également intéressantes à mettre en évidence. Chez beaucoup de Coccidies, comme chez le *C. oviforme*, elle a lieu après un séjour dans le milieu extérieur, variable pour chaque espèce. Mais chez d'autres, elle se produit complètement dans la dernière partie du tube digestif.

La maladie n'est plus, dans ce cas, miasmatique; elle est véritablement contagieuse. Enfin, chez les Poissons, les kystes tombent dans le tissu conjonctif qui entoure le tube digestif, et c'est là qu'ils arrivent à maturité.

¹ MÉGNIN : *C. R. Soc. Biol.*, 1852, p. 892.
² RAILLIET et LUCET : *C. R. Soc. Biol.*, 1891, p. 820 et 1890, p. 293.

¹ Il se rapproche beaucoup de celui de Léger (*Bull. Mus. Hist. naturelle Marseille*, fasc. I, 30 janv. 1898).

La présence de Coccidies dans le tube digestif ou les canaux biliaires s'explique facilement comme conséquence de l'ingestion des sporocystes. Mais comment arrivent-elles à la rate et au rein ?

Les observations récentes de Laveran¹ permettent de donner une réponse satisfaisante. Il a remarqué que les Coccidies qu'on rencontre dans la rate et le rein du goujon, sont toujours à l'intérieur de Myxosporidies; il pense que les Coccidies qui se trouvent normalement dans les parois du tube digestif, sont, grâce aux mouvements amiboïdes des Myxosporidies, englobées et transportées par celles-ci dans la rate et le rein. Les productions énigmatiques que l'on observe dans la vessie nataoire des Gades et qui ont été balancées par les auteurs entre les Coccidies et les Myxosporidies, sont sans doute aussi des Coccidies englobées par des Myxosporidies et convoyées par elles du tube digestif jusque dans la vessie nataoire.

Le mode d'infection des reins des Gastéropodes par les *Klossia* n'est pas encore expliqué.

§ 3. — Examen des cas particuliers.

1. *Adelea ovata* et *Klossia helicina*.

— Le cycle évolutif de l'*Adelea ovata*, Coccidie polysporocystée dizoïque de l'intestin du *Lithobius forcipatus*, est bien connu, grâce aux recherches de Siedlecki².

D'après lui, les sporozoïtes donnent naissance, dans les cellules épithéliales de l'intestin, à des corps de deux sortes : les uns, de grande taille (fig. 8, A), donnent les *macrogamètes* (fig. 8, A'); les autres, de petite taille (fig. 8, B), avec du pigment brunâtre *p*, donnent, par division totale, sans reliquat, des éléments pour lesquels nous avons proposé le nom de *microgamétocytes* (fig. 8, B'). Les

macrogamètes libres peuvent être le point de départ d'une série de générations endogènes à macrogamètes. Et il en est ainsi également des *microgamétocytes*. Les uns et les autres se comportent donc, pendant une certaine période, comme des œufs parthénogénétiques. L'*Adelea ovata* est donc une espèce *dimorphe*; et la suite de l'évolution nous autorise à regarder ce dimorphisme comme *sexuel*. A un moment donné, en effet, intervient le phénomène sexuel. Il y a accolement, dans la lumière du tube digestif, d'une Coccidie adulte M, analogue à A (fig. 8), provenant d'un macrogamète, et d'un microgamétocyte *m* (fig. 8, C). Celui-ci donne naissance à quatre microgamètes qui ont la structure

chromatique typique, mais sont dépourvus de cils (fig. 8, D); tout, ou presque tout le cytoplasme du microgamétocyte constitue un reliquat. Un des microgamètes féconde le macrogamète (fig. 8, E). Si l'on assimile les *microgamètes* à des *spermatozoïdes*, les *microgamétocytes* sont homologues des *spermatozoïdes* de premier ordre; d'où la terminologie adoptée.

Ce mode de formation des microgamètes ne diffère du mode exposé précédemment à propos de la Coccidie du lapin,

qu'en ce que la formation a lieu en deux temps bien distincts, au lieu d'un seul.

Un fait physiologique intéressant mérite d'être relevé. On explique (Pfeffer), par un phénomène chimiotactique, l'attraction que les produits femelles exercent sur les éléments mâles *mûrs*; ici, nous voyons des éléments, qui sont seulement au stade de spermatozoïtes, attirés par les macrogamètes.

Le reste de l'évolution de l'*Adelea ovata* ne révèle aucun détail particulièrement original. Le cycle peut être schématisé ainsi :

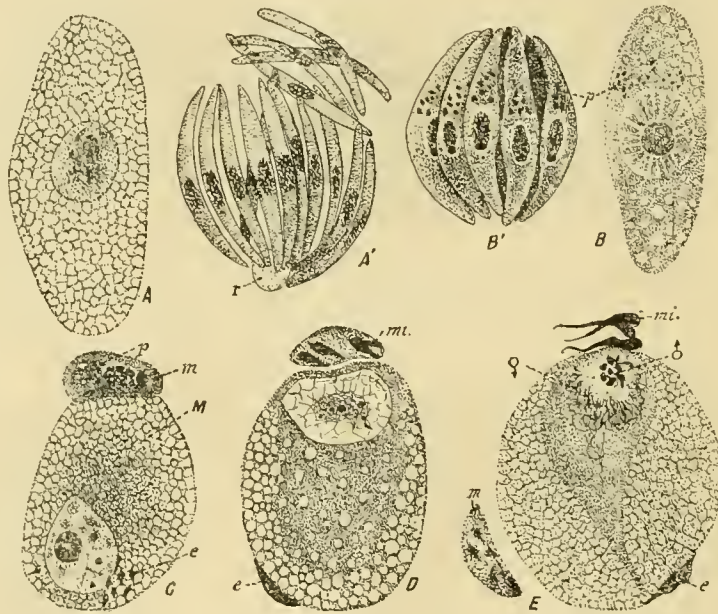


Fig. 8. — Quelques stades de l'évolution d'*Adelea ovata*, d'après Siedlecki. — A, forme femelle intracellulaire. — A', stade à macrogamètes. — B, forme mâle intracellulaire. — B', stade à microgamétocytes, *p*, pigment. — C, microgamétocyte *m* accolé à la surface d'un macrogamète M; *e*, chromatine expulsée par le noyau du macrogamète. — D, le microgamétocyte a à sa surface 4 microgamètes. — E, stade de fécondation; ♂ chromatine mâle; ♀ chromatine femelle; 3 microgamètes *mi* restent à la surface du macrogamète; *m*, masse résiduelle du microgamétocyte; *e*, chromatine expulsée (opération nucléaire).

¹ LAVERAN : C. R. Soc. Biol., 30 oct. 1897 et 12 nov. 1898.
² SIEDLECKI : Verh. d. deutsch. zool. Gesells., 1897 et Ann. Inst. Pasteur, février 1899.

Sporozoïte $\left\{ \begin{array}{l} \text{Génération} \\ \text{à microgamétocytes} \\ \text{Génération} \\ \text{à macrogamètes} \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \text{microgamétocyte} \\ \text{accoilé sur} \\ \text{macrogamète mûr} \end{array} \right\}$

macrogamète mûr }
 4 microgamètes } macrog. fécondé — { masse de sporocystes dizoïques.

Les recherches récentes de Laveran¹ ont montré que le *Klossia helicina* se comporte, au point de vue de la formation des microgamètes, exactement comme l'*Adelea ovata* (formation en deux temps, stade de microgamétocytes); mais il n'a pas reconnu de dimorphisme sexuel.

2. *Benedenia octopiana* Schn. — Cette Coccidie, la plus grosse de toutes les coccidies connues, habite le tube digestif de divers Céphalopodes.

Siedlecki² a fait connaître, avec grands détails,

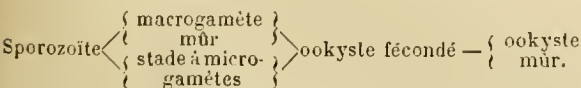
tout son cycle évolutif. Sa particularité principale, c'est qu'un sporozoïte, issu d'un sporocyste, donne directement, sans multiplication cellulaire, par simple accroissement, un macrogamète prêt à être fécondé (fig. 9, n° 4); il tombe alors dans les espaces lymphatiques du tissu conjonctif qui entoure le tube digestif.

D'autres sporozoïtes donnent naissance à des Coccidies de grande taille

qui produisent les microgamètes (fig. 9, nos 2 et 3).

Ceux-ci ont une forme assez spéciale; ce sont des vermicules très mobiles, de 35 à 40 μ de longueur; ils sont moniliformes (fig. 9, nos 4-6); au centre des renflements, on trouve un peu de protoplasme; tout le reste est constitué par de la chromatine. Ils n'ont pas de cils.

La fécondation (fig. 9, nos 4-6) et la maturation des ookystes ont lieu dans les espaces lymphatiques. Le schéma de l'évolution est le suivant :



La période d'évolution du parasite dans les cellules de l'hôte est donc réduite à une simple croissance, sans multiplication des germes.

Dans ces conditions, l'auto-infection est-elle possible ?

Siedlecki l'explique de la façon suivante : Dans les espaces lymphatiques, les kystes se rompent et les sporocystes sont mis en liberté; par suite de la pression de la lymphe et du mauvais état de la paroi épithéliale du tube digestif, ces sporocystes peuvent arriver dans la lumière du canal alimentaire, et là être le point de départ d'une nouvelle poussée infectieuse.

III. — COMPARAISON AVEC LES GRÉGARINES.

Lieberkühn, dès 1836, eut l'intuition de la parenté étroite qui unit les Coccidies et les Grégarines. Mais cette parenté n'a été établie sur des bases solides que par les mémorables travaux de A. Schneider, qui montra : 1° que les spores (sporocystes) des Grégarines renferment des corpuscules falciformes (sporozoïtes) à leur intérieur;

2° que les Grégarines (au moins les intestinales) commencent par être parasites des cellules épithéliales du tube digestif, comme les Coccidies. Les recherches de Bütschli ont contribué également à établir ce second fait.

Si tous les zoologistes admettent maintenant la parenté des deux groupes, peut-être ne s'accordent-ils pas tous sur les détails de la comparaison des deux cycles évolutifs. Examinons ce que les recherches récentes nous apprennent à cet égard.

L'évolution classique des Grégarines intestinales est la suivante : Les sporozoïtes, échappés des sporocystes, vont dans les cellules épithéliales de l'intestin, et donnent des organismes d'abord complètement intracellulaires (fig. 10, A). Bientôt la

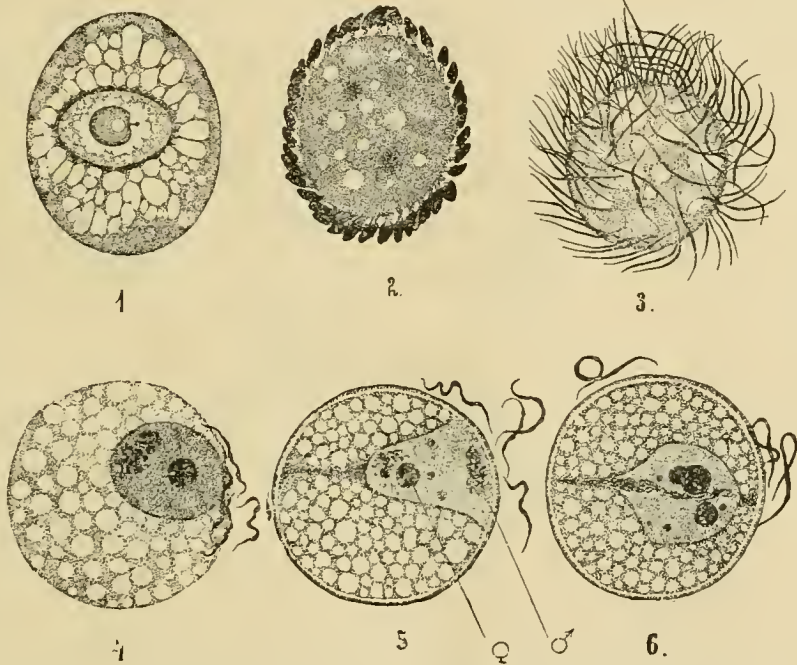


Fig. 9. — *Benedenia octopiana*. Phénomènes sexués. (D'après Siedlecki.) — 1, stade adulte indifférencié. — 2, stade de formation des microgamètes. — 3, microgamètes adultes à la surface de la sphère de reliquat. — 4, macrogamète mûr présentant des microgamètes à sa surface. — 5, macrogamète mûr : les chromatines mâle et femelle sont distinctes. — 6, macrogamète fécondé : les chromatines sont mêlées.

¹ LAVERAN : C. R. Soc. Biologie, séance du 26 nov. 1898.
² SIEDECKI : Ann. Inst. Pasteur, déc. 1898.

jeune Grégarine perce le plateau cellulaire et fait hernie dans la lumière du tube digestif (fig. 10, B); cet état va peu à peu en s'exagérant et l'on a un organisme fixé à la cellule-hôte par une partie qu'on appelle l'épimérite et dont toute la région principale du corps est en dehors de la cellule (fig. 10, C). Enfin la Grégarine ampute son épimérite (fig. 10, C, r) et tombe dans le tube digestif où s'accomplit le reste de son existence. Quant aux Grégarines cœlomiques, elles ne s'arrêteraient pas dans les parois du tube digestif; les sporozoïtes passeraient directement dans la cavité du corps.

Après une période végétative plus ou moins longue, la Grégarine se prépare à la reproduction. Elle se met en boule et s'enkyste. Souvent, il y a accollement de deux Grégarines avant l'enkystement (fig. 10, D).

Chez la Grégarine enkystée, il y a multiplication nucléaire, puis division cellulaire et formation de *sporoblastes* (*spb*, fig. 10, E); chaque *sporoblaste* se transforme en un *sporocyste* (*spc*, fig. 10, F) à l'intérieur duquel se forment des *sporozoïtes*, généralement au nombre de 8 (fig. 10, G).

Y a-t-il un phénomène sexuel? il est légitime, d'après ce que

nous savons chez les Coccidies, de le chercher au début de l'enkystement. Souvent, en effet, celui-ci est précédé de l'accollement de deux Grégarines. Mais on n'est pas fixé sur les conséquences de cet accollement. Beaucoup pensent qu'il n'y a pas là un acte sexué, et ils insistent particulièrement sur le fait que souvent les deux parties d'un kyste sont à des états de développement très différents; ils font remarquer aussi que l'accollement de deux Grégarines n'est pas le prélude obligé de la sporulation. Wolters¹, au contraire, a décrit, avec détails, une union nucléaire entre les deux Grégarines, après expulsion préalable de chromatine. La question ne paraît pas résolue.

S'il y a véritablement acte sexué, on a affaire, comme le fait remarquer Léger, à une conjugaison *isogamique*, par opposition à celle des Coccidies qui est essentiellement *hétérogamique*.

A partir de l'enkystement, la comparaison entre le cycle des Coccidies et celui des Grégarines se fait avec la plus grande facilité; nous n'y insistons pas. (Comparer les fig. 1 et 2 avec les fig. 10, D-G.)

Mais nous n'avons pas signalé, chez les Grégarines, cette multiplication des germes qui, chez les Coccidies, se rencontre dans toutes les espèces, à une exception près. Elle existe aussi chez les Grégarines, au moins chez certaines espèces. Caullery et Mesnil¹ ont décrit, en effet, chez une Grégarine cœlomique d'une Annélide marine (*Gonospora longissima*), dans les cellules intestinales,

des barillets de huit à dix éléments provenant de la multiplication des sporozoïtes. Le cycle de cette Grégarine se compose donc de tous les termes qui entrent dans celui d'une Coccidie.

Dans l'état actuel de nos connaissances, les deux différences suivantes sont à relever entre les Grégarines et les Coccidies :

1° Les premières ont une croissance en partie extracellulaire ;

les secondes n'abandonnent les cellules-hôtes qu'arrivées à leur taille définitive; 2° la conjugaison est hétérogamique chez les Coccidies (?), isogamique chez les Grégarines.

Grégarines et Coccidies, avec les formes aberrantes telles que les Hémosporidies, constituent un ensemble parfaitement homogène que l'on peut opposer aux autres Sporozoaires, qui montrent également entre eux des affinités réelles.

IV. — COMPARAISON AVEC LES MÉTAZOAIRES.

Ce sont surtout les travaux de Siedlecki² qui nous fournissent des données précises sur la struc-

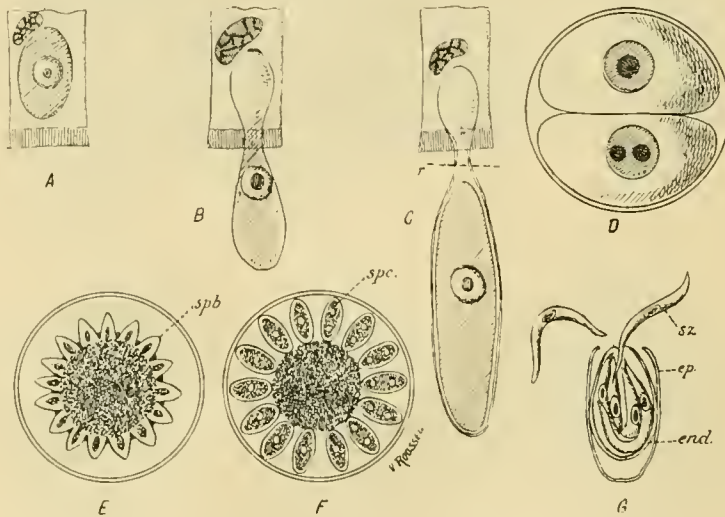


Fig. 10. — Schémas représentant l'évolution d'une grégarine intestinale. (D'après Schneider et Léger.) — A, phase intracellulaire. — B, jeune grégarine commençant à faire hernie à l'extérieur de la cellule épithéliale. — C, grégarine encore fixée, au moment où se fait l'amputation de la partie intracellulaire suivant la ligne r. — D, deux grégarines enkystées. — E-F, grégarines enkystées; E, stade de *sporoblastes*; F, stade de *sporocystes*. — G, sporocyste mûr dont les membranes *ep* et *end* sont rompues; deux sporozoïtes *sz* s'échappent.

¹ WOLTERS : *Archiv f. mikrosk. Anatomie*, 1891.

¹ CAULLERY et MESNIL : *C. R. Acad. Sciences*, 17 janv. 1898.

² SIEDLECKI : *Ann. Inst. Pasteur*, déc. 1898 et févr. 1899.

ture cytologique de la cellule coccidienne, sur les divisions qui y prennent place, sur la comparaison détaillée des phénomènes sexuels avec ceux des Métazoaires.

Jamais, chez les Coccidies, on n'observe de *centrosomes*. Siedlecki a montré qu'il n'y avait aucune raison pour attribuer, comme le fait Labbé, cette signification à certains granules protoplasmiques.

Les divisions cellulaires sont de deux types. L'une est très spéciale. C'est celle qui intervient dans la production des microgamètes ou des macrogamètes. Il y a division répétée du karyosome, primitivement unique; puis, la membrane nucléaire étant dissoute, tous les karyosomes secondaires se portent à la périphérie de la masse plasmique et y deviennent des sortes de centres d'attraction pour la chromatine; les noyaux futurs des micro ou des macrogamètes se trouvent ainsi constitués. Ce mode de division, qui n'a pas son semblable chez les Métazoaires, est comparable à la *division nucléaire multiple* (« multiple Kernteilung ») que Schaudinn a découverte chez les Foraminifères.

L'autre mode de division, qui se présente surtout quand la Coccidie fécondée évolue pour donner les sporocystes, est moins caractéristique; il est, somme toute, intermédiaire entre les modes direct et indirect de division cellulaire (voir fig. 7, n^{os} 5 et 6); il rappelle beaucoup le mode de division des *micronucléi* des Infusoires ciliés.

Examinons maintenant les éléments mâles et femelles. Les microgamètes, par leur structure chromatique, rappellent les spermatozoïdes. On peut se demander si, dans l'acte sexuel, il y a union de protoplasmes en même temps que de noyaux. Il semble bien qu'il en soit ainsi. Chez le *Benedenia octopiana*, les inclusions protoplasmiques des microgamètes pénètrent naturellement dans les macrogamètes; et certains éléments mâles d'autres Coccidies semblent avoir au moins une inclusion semblable (espace clair signalé par Léger dans les microgamètes d'*Echinospora*). Mais il est vraisemblable que le microgamète, comme les autres éléments coccidiens, ne renferme pas de centrosome; on n'en voit pas présider aux divisions qui suivent la fécondation.

Le microgamète est-il, comme les éléments mâles des êtres pluricellulaires, réduit qualitativement et quantitativement au point de vue chromatique? Siedlecki, en analysant avec soin les deux bipartitions nucléaires qui aboutissent, chez l'*Adelea ovata*, à la formation de quatre microgamètes à la surface d'un microgamétoocyte, conclut par l'affirmative. Nous ne pouvons entrer ici dans le détail de cette discussion.

Enfin, on doit admettre qu'un seul microgamète

pénètre dans le macrogamète: la monospermie est la règle. Cela est particulièrement net chez l'*Adelea ovata*, où quatre microgamètes se trouvent au contact d'un macrogamète; quand la fécondation est opérée et même que la sporulation est plus ou moins avancée, on en retrouve trois, plus ou moins dégénérés, au voisinage du macrogamète transformé (fig. 8, E). Chez beaucoup de Coccidies (*Coccidium Schneideri*, *Benedenia octopiana*, etc.), aussitôt le microgamète introduit, il se forme une membrane autour du macrogamète fécondé, qui, évidemment, empêche l'entrée d'autres éléments mâles.

Le macrogamète subit-il une perte de chromatine au moment de la maturation? Siedlecki a observé le phénomène avec la plus grande netteté chez l'*Adelea ovata*, et ses caractères le lui font interpréter comme *épuration nucléaire* (fig. 8. C-E, c). Il regarde également, chez le *Coccidium proprium*, les boules chromatiques des vacuoles *v* (fig. 7, p. 218) comme une partie expulsée du noyau femelle; cette vacuole et son contenu se retrouvent d'ailleurs dans le reliquat kystal. Chez le *Benedenia octopiana*, il n'a pas observé une pareille épuration. Mais, comme, au moment de la maturité, le noyau a perdu sa membrane, il est possible que de la chromatine, à l'état dissous, passe dans le cytoplasme. Le phénomène, pour ne pas se présenter, comme dans les exemples précédents, sous une forme concrète, n'en existerait pas moins.

De toutes ces observations, il convient de conclure que les phénomènes préparatoires à l'acte sexuel chez les Coccidies, ne diffèrent en rien d'essentiel de ce qu'ils sont chez les Métazoaires. La différence importante consiste dans l'absence de centrosome chez les microgamètes. Quant aux phénomènes sexuels eux-mêmes, il suffit de se reporter à ce que nous avons déjà dit pour être frappé de leur analogie avec ceux des Métazoaires.

Toutes ces études cytologiques chez les Protozoaires offrent un intérêt qui s'accroît certainement encore quand elles seront plus avancées. Les êtres inférieurs, animaux ou végétaux, offrent une diversité de processus dont les Métazoaires ne nous montrent pas d'exemple. Leur étude nous fournit donc des données du plus haut intérêt au point de vue de la constitution de la cellule et de la mécanique de son évolution.

V. — LÉSIONS PRODUITES PAR LES COCCIDIÉS.

Les Coccidies passent la plus grande partie de leur existence, toute leur période de croissance, à l'intérieur des cellules épithéliales. Nous devons donc examiner d'abord leur action sur la cellule qu'elles parasitent, et ensuite l'influence indirecte

qu'elles exercent sur l'ensemble du tissu épithélial.

Leur action sur la cellule-hôte comprend deux périodes distinctes : il y a une période d'excitation, suivie d'une dégénérescence. On a noté depuis longtemps l'hypertrophie que subissent les cellules du rein de l'escargot envahies par les *Klossia*; la cellule, ainsi que son noyau, double et triple de volume. Siedlecki a noté le même fait chez les cellules épithéliales de la seiche; le protoplasme montre des vacuoles remplies d'un liquide clair; le noyau grossit et commence à se colorer d'une façon très intense, mais distincte.

La Coccidie, qui se nourrit par osmose aux dépens de la cellule hôte, utilise naturellement ce surcroît de matériaux nutritifs mis à sa disposition; elle met en réserve (surtout quand il s'agit d'un futur élément femelle) dans son protoplasme de nombreuses matières nutritives sous forme de granulations de diverses natures.

Une seconde période commence bientôt. Le parasite, grossissant de plus en plus, épuise le contenu de la cellule, la distend considérablement, transforme son noyau en une sorte de croissant. La cellule est en dégénérescence, et, quand le parasite l'abandonne, elle est réduite à une enveloppe vide avec un noyau complètement aplati.

Toutes les cellules parasitées meurent donc. Mais il se produit, en revanche, une prolifération du tissu environnant. On est frappé de voir, chez les animaux adultes atteints de coccidiose, le nombre énorme de divisions cellulaires qu'on rencontre dans les coupes de l'intestin.

Dans les coccidioses aiguës, cette prolifération est insuffisante pour enrayer les ravages causés par les parasites; l'épithélium intestinal est desquamé par larges plaques; des ulcères se produisent et l'animal succombe en présentant une diarrhée cholériforme. Dans les coccidioses à marche chronique, les cellules détruites sont rem-

placées et il peut même se produire une hyperplasie importante du tissu épithélial. Le phénomène se présente avec une parfaite netteté dans la coccidiose du foie des lapins.

Le parasite se trouve dans les canaux biliaires. On voit bientôt l'épithélium qui les tapisse proliférer avec une activité considérable. Le calibre des canaux augmente considérablement et même l'épithélium fait hernie à leur intérieur sous forme d'arborisations plus ou moins compliquées. Le tissu conjonctif qui sert de soutien aux canaux suit la prolifération épithéliale. On arrive ainsi à avoir de véritables adénomes, produits par une hyperplasie considérable des canalicules biliaires. Chez les vieux lapins, la coccidiose guérit spontanément; les parasites finissent par être enrobés dans le tissu conjonctif hyperplasié et par être détruits.

Dans la rate des goujons, Laveran a de même observé un enkystement des Coccidies par néoformation conjonctive.

Cette formation de tumeurs épithéliales, ayant pour point de départ un parasite nettement caractérisé, une Coccidie, a attiré, il y a dix ans, l'attention de Malassez, qui a émis la théorie que le cancer, qui est fondamentalement une tumeur épithéliale, mais une tumeur maligne, pouvait avoir pour agent un organisme coccidien. Cette séduisante hypothèse a donné lieu à un grand nombre de travaux; elle ne paraît pas encore établie d'une façon définitive. Metchnikoff, dans cette *Revue*, en 1892, a résumé l'état de la question à cette époque¹.

Des Coccidies typiques produisent des maladies. Il nous reste à chercher si l'agent d'une maladie bien caractéristique, le Paludisme, est une Coccidie. C'est ce que nous examinerons dans un deuxième article.

F. Mesnil,

Docteur ès sciences,
Chef de Laboratoire à l'Institut Pasteur.

L'ÉTAT ACTUEL DE L'AUTOMOBILISME

TROISIÈME PARTIE : LES VOITURES

Il nous reste, maintenant que nous avons étudié en détail les divers organes d'une automobile¹, à voir comment ils sont combinés dans les principaux types de voitures actuellement en usage. Nous allons décrire successivement les voitures à vapeur et à pétrole et les automobiles électriques.

1. — VOITURES A VAPEUR.

§ 1. — Tracteur de Dion-Bouton.

C'est un truck à deux essieux, l'un directeur à l'avant, l'autre moteur à l'arrière. La chaudière est au-dessus du premier, entourée de caissons à coke;

¹ Voyez la *Revue* des 28 février et 15 mars 1899.

¹ Voyez la *Revue* du 30 septembre 1892.

les caisses à eau forment siège, au-dessus du second, pour le mécanicien et le chauffeur; au milieu sont groupés tous les appareils de conduite. En dessous du châssis, à l'arrière, se trouve le moteur, enfermé dans un carter. La transmission de l'arbre principal à l'arbre différentiel se fait par deux jeux d'engrenages (vitesse maximum : 14 kilomètres à l'heure), de l'arbre différentiel aux roues par essieux articulés.

Roues en bois; bandages de fer. A l'arrière du truck, se trouve la couronne d'attache du véhicule remorqué, qui peut être quelconque, sans avoir

§ 2. — Omnibus de Dion-Bouton.

Il est destiné à recevoir 16 voyageurs, avec leurs bagages sur le toit de la voiture. La chaudière et les soutes à coke sont disposées sur la plate-forme d'avant; les caisses à eau, sous les banquettes de l'intérieur. Il y a deux vitesses, 14 et 18 kilomètres à l'heure, pour le nombre de tours normal du moteur.

§ 3. — Omnibus Scotte.

Pour 12 voyageurs avec 360 kilos de bagages. Sur la plate-forme d'avant se trouvent la chaudière,

Tableau I. — Résultats du Concours des Poids lourds.

	VOYAGEURS ET MESSAGERIES						MARCHANDISES					
	Omnibus Scotte (à vapeur)	Omnibus de Dion et Bouton (à vapeur)	Omnibus Paohard et Levassor (à pétrole)	Véhicule à bogie moteur de Dion et Bouton (à vapeur)	Train à voyageurs Scotte (à vapeur)	Camion automoteur de Dietrich (à pétrole)	Train à marchandises Scotte (à vapeur)					
Prix	22.000 francs	22 000 francs	18.000 francs	26.500 francs	26.000 francs	6.000 fr.	»					
Force en chev.-vapeur.	14 chev.-vap.	25 chev.-vap.	12 chev.-vap.	35 chev.-vap.	16 chev.-vap.	6,5 ch.-v.	16 ch.-vap.					
Charge utile.	4.200 kilos	1.120 kilos	1.000 kilos	2.500 kilos	2.500 kilos	t.200 ki'os.	4.200 kilos					
Rapport de cette charge au poids total.	0,186	0,181	0,294	0,252	0,263	0,480	0,355					
Vitesse commerciale.	10,5 à 11 kilom.	14 à 14,5 kilom.	10 à 10,5 kilom.	10 à 10,8 kilom.	10 à 10,5 kilom.	8 à 9 kilom.	6,5 à 7 kilom.					
Parcours journalier.	110 kilom.	145 kilom.	105 kilom.	108 kilom.	105 kilom.	90 kilom.	70 kilom.					
Consommation) coke ou es- par tonne ki-) sence . . lométri. utile.) eau . . .	3 kil. 1 47 l. 05	1 kil. 7 10 l. 73	0 l. 49 2 l. 43	1 kil. 42 7 l. 81	1 kil. 96 20 l. 2	0 l. 235 2 l. 1	1 k. 43 7 l. 86					
CHARGEMENT	PRIX DE REVIENT KILOMÉTRIQUE		PRIX DE REVIENT KILOMÉTRIQUE		PRIX DE REVIENT KILOMÉTRIQUE		PRIX DE REVIENT KILOMÉTRIQUE		PRIX DE REVIENT KILOMÉTRIQUE	PRIX DE REVIENT KILOMÉTRIQUE		
	Voyagr avec bagages ou 100 k. de mes-sageries	Voyagr sans bagag.	Voyagr avec bagages ou 100 k. de mes-sageries	Voyagr sans bagag.	Voyagr avec bagages ou 100 k. de mes-sageries	Voyagr sans bagag.	Voyagr avec bagages ou 100 k. de mes-sageries	Voyagr sans bagag.	de la tonne de mar-chandises	de la tonne de marchandises		
1/3 de charge	fr. c. 0 110	fr. c. 0 079	fr. c. 0 089	fr. c. 0 063	fr. c. 0 122	fr. c. 0 087	fr. c. 0 067	fr. c. 0 048	fr. c. 0 070	fr. c. 0 050	fr. c. 0 597	fr. c. 0 570
2/3 de charge	0 057	0 040	0 045	0 032	0 064	0 046	0 034	0 025	0 036	0 026	0 317	0 297
Charge entière	0 039	0 023	0 030	0 022	0 045	0 032	0 023	0 017	0 025	0 018	0 230	0 206

NOTA. — Avec la traction animale, il faudrait compter de 0 fr. 10 à 0 fr. 12 pour le transport kilométrique du voyageur, avec ou sans bagages, et 0 fr. 30 pour le transport d'une tonne de marchandises, le tout sur route moyennement accidentée.

jamais qu'un essieu, de sorte que son poids est en partie utilisé pour l'adhérence.

Au Concours des Poids lourds, organisé, en août 1897, par l'Automobile-Club de France, le tracteur avait 2 mètres de largeur, 3^m,80 de longueur, 2^m,10 d'empattement; la voiture remorquée était constituée par un break à 40 places, de 6^m,50 de longueur. Prix du tracteur : 17.500 francs; du break : 9.000 francs.

Les résultats donnés par ce tracteur sont, comme ceux des véhicules qui ont pris part au concours, consignés dans le tableau I, dont les chiffres ne doivent être admis que dans des conditions d'itinéraires et de vitesses analogues à celles des essais.

le moteur, la soute à coke et les sièges du mécanicien et du chauffeur. Changements de vitesse par engrenages (7 et 14 kilomètres à l'heure). L'arbre intermédiaire actionne par une chaîne Galle l'arbre différentiel, relié par deux chaînes semblables aux roues d'arrière.

§ 4. — Train à voyageurs Scotte.

Le tracteur ne diffère de l'omnibus précédent que par la force un peu plus grande du moteur, et en ce que les engrenages sont calculés pour des vitesses horaires de 6 et 12 kilomètres; il transporte 13 voyageurs, et la voiture remorquée 15. Un train analogue a fait très brillamment ses preuves, dans la Meuse, en plein hiver, et fon-

tionne parfaitement du pont de Courbevoie à la mairie de Colombes, depuis mai 1897.

§ 5. — Train à marchandises Scotte.

Le tracteur est, comme mécanisme, semblable à celui du train à voyageurs. Vitesse : 5 et 10 kilomètres à l'heure. L'arrière est analogue à celui d'un camion.

§ 6. — Tracteur Le Blant.

Il a la forme générale d'un fourgon à marchandises, sur le plancher duquel sont disposées à l'arrière et au milieu la chaudière, les caisses à eau et à coke. Le conducteur se place à l'avant, ayant sous la main tous les organes de manœuvre. Le moteur est placé horizontalement au-dessous du châssis, entre les deux essieux, et actionne ceux d'arrière par l'intermédiaire de leur manivelle à angle droit, attaquant l'arbre du différentiel, qui transmet son mouvement à l'arbre des roues, au moyen de deux chaînes Galle. La vitesse peut, en palier, atteindre 18 kilomètres. La direction se fait par avant-train mobile autour d'une cheville ouvrière : le cercle inférieur en est denté, sur un tiers de tour, et commandé par une vis sans fin. Le tracteur en ordre de marche pèse 6.500 kilos pour un service de voyageurs, 8.000 kilos pour un service de marchandises ; pour l'adhérence, il n'utilise que son poids, et nullement celui de la voiture remorquée.

§ 7. — Break Le Blant.

Le break, automobile, pèse 3.500 kilos à vide, pour 12 voyageurs. La chaudière est placée à l'arrière, les appareils de direction à l'avant, le mécanisme moteur sous le châssis, comme dans le tracteur.

§ 8. — Omnibus Weidknecht.

Le nouveau type, à 16 places, à toiture pouvant recevoir les bagages, pèse 4.800 kilos à vide, 6.880 kilos en pleine charge. La chaudière et le moteur décrits sont disposés à l'avant ; ce dernier transmet son mouvement à l'arbre différentiel au moyen de deux paires d'engrenages, qui correspondent aux deux vitesses de 7 kilom. 5 et 15 kilomètres. Le mouvement est communiqué aux roues par des chaînes. La direction se fait par l'essieu d'arrière à deux pivots ; ses roues n'ont que 1^m.10 de diamètre pour pouvoir tourner sous la voiture : ce dispositif donne une commande très précise, mais rend les démarrages difficiles, quand l'omnibus est arrêté près d'un trottoir.

La consommation est de 3 kil. 75 de coke et de 20 litres d'eau par kilomètre.

§ 9. — Omnibus de la Compagnie générale des Automobiles.

C'est une voiture à 30 places de la Compagnie générale des Omnibus de Paris, à l'avant de laquelle on a disposé une plate-forme pour recevoir le mécanisme. La chaudière est du type Valentin, le moteur, de 25 chevaux, du système épicycloïdal A. Gérard ; cette application d'un moteur rotatif à l'automobilisme est intéressante, parce qu'elle est, croyons-nous, unique, mais elle n'a pas encore fait ses preuves. L'arbre moteur, tournant normalement à 600 tours par minute, porte un embrayage à friction, entraîne par engrenages l'arbre différentiel, qui à son tour commande par chaînes les roues motrices, de 1^m.50 de diamètre. Les roues d'arrière, qui n'ont que 1 mètre, sont directrices.

§ 10. — Voiture Serpollet.

Jusqu'ici, nous n'avons décrit que des véhicules puissants, disposés pour le transport des voyageurs en commun ou des marchandises. Et il faut bien reconnaître que c'est pour la traction des poids lourds que la vapeur est surtout qualifiée. En substituant au coke le pétrole et en imaginant son remarquable générateur, M. Serpollet est arrivé à supprimer du même coup la poussière inhérente aux combustibles solides et la nécessité d'un chauffeur ; il a ainsi rendu possible l'application de la vapeur aux voitures légères. C'est ce que va nous montrer l'étude de la remarquable voiture qu'il a exposée dernièrement aux Tuileries.

Ce phaéton, du poids de 500 kilos (dont la figure 1 donne le schéma), est muni d'un moteur de 5 chevaux, pesant, avec son générateur, 90 kilos. L'un et l'autre sont disposés à l'arrière de la voiture, le moteur reposant directement sur l'essieu¹. Son arbre, qui n'est pas muni d'un volant (la voiture lui en tient lieu), actionne par un pignon la roue du différentiel, dont l'arbre en deux parties mène les roues d'arrière. Il est impossible de concevoir une transmission plus simple : les changements de vitesse sont assurés par le seul moteur, qui s'acquitte parfaitement de ce rôle.

Le chauffeur n'a à manœuvrer que la manette de la direction M, assurée par un essieu à deux pivots ; la pédale P du curseur chargé de régler les débits des pompes à eau et à pétrole ; celle du frein à ruban du différentiel P' ; la manivelle M' du frein à sabots.

La voiture porte avec elle un réservoir de 25 litres pour le pétrole, un autre de 35 litres pour l'eau. La vapeur d'échappement, après avoir abandonné l'huile entraînée dans un pot spécial, va au condenseur pour être réemployée. La vitesse sur profil

¹ Dans certaines voitures, le moteur est suspendu, pour le soustraire aux vibrations.

peu accidenté est de 20 à 30 kilomètres à l'heure; elle peut monter jusqu'à 40 et 50. Les côtes sont facilement gravies. La consommation n'est que de 3/4 de litre de pétrole par cheval-heure : l'absence de toute odeur dénote la bonne utilisation du combustible¹.

II. — TRICYCLES A PÉTROLE.

§ 1. — Tricycle de Dion et Bouton.

Nous en avons décrit le carburateur et le moteur; tout le monde a eu l'occasion d'en examiner l'ensemble. Nous devons cependant dire quelques mots de ce véhicule, peut-être de tous ceux qui existent à cette heure le plus au point.

Le bâti, en tubes d'acier, donne sous un poids minime (le tricycle pèse au total 75 kilos) une grande rigidité; la fourche comporte quatre tubes arc-boutés, qui constituent une véritable poutre armée. Le moteur se fait maintenant de 1 chev. 75; il peut

nier modèle, protégés eux aussi par un carter. Le second axe porte le différentiel, et un pignon qui peut être actionné, pour aider le moteur, par des pédales.

Depuis quelque temps, le tricycle est employé au remorquage d'une voiture à deux roues; pour lui permettre de gravir avec elle des rampes assez fortes, on change le rapport des dents du pignon et de la roue, de manière à augmenter sa force, au détriment de sa vitesse, qui reste encore suffisante¹.

Le tricycle et sa remorque constituent un train à

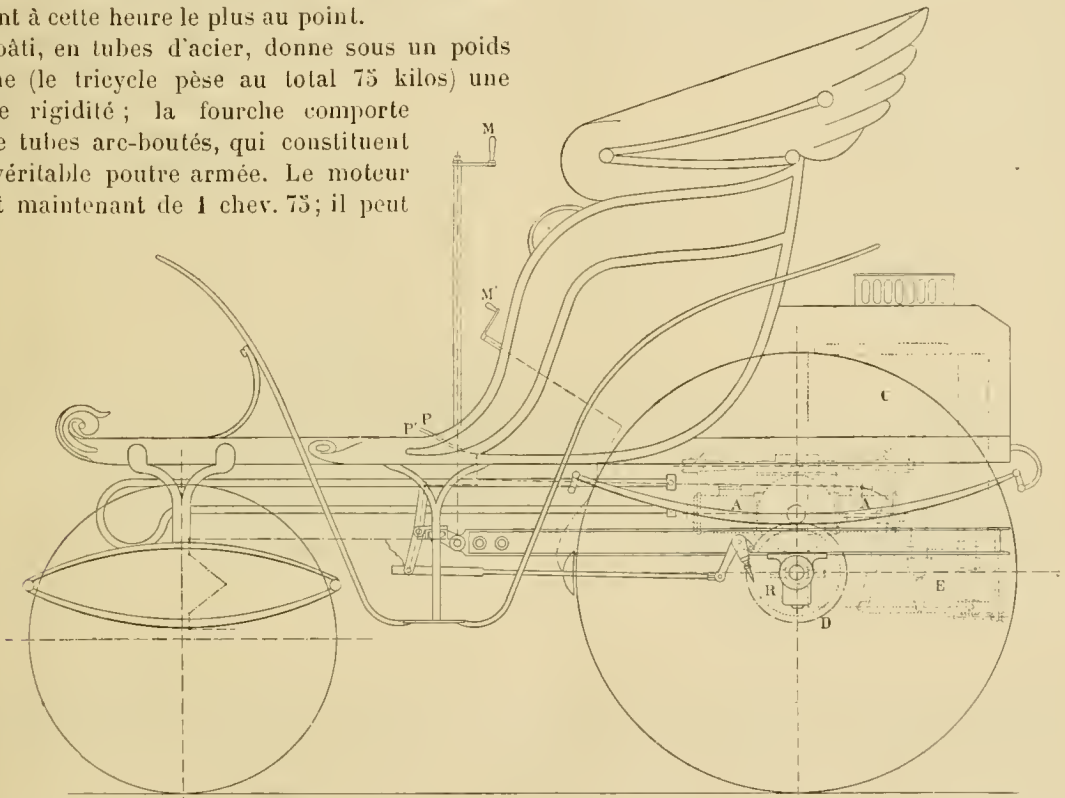


Fig. 1. — Voiture à vapeur Serpollet (chauffée au pétrole lampant) (schéma). — On voit à l'arrière le générateur et ses pompes d'alimentation en pétrole et en eau, le moteur à 4 cylindres horizontaux, le pignon et la roue dentée transmettant le mouvement du moteur au différentiel monté sur l'essieu. Les leviers de manœuvres sont indiqués par leurs axes. A, A, cylindres du moteur; C chaudière; E appareil d'alimentation de la chaudière en pétrole et eau, commandé par la pédale P; D, différentiel; M, manivelle de commande du frein à sabots agissant sur les bandages des roues motrices; P', pédale du frein à rubans agissant sur la poulie R, montée sur l'axe du différentiel.

tourner à 3.000 tours par minute: à 1.800, nombre qu'il atteint couramment, il imprime au tricycle en palier une vitesse de 30 kilomètres à l'heure. Allumage électrique par pile sèche. A sa sortie du carter en aluminium qui enveloppe les deux volants, l'axe moteur porte un pignon qui engrène avec une roue dentée, calée sur l'axe des roues d'arrière; ces engrenages sont, dans le der-

rière, cinq roues; en substituant simplement à la roue d'avant du tricycle un essieu à deux pivots, porteur d'un siège, on le transforme en quadricycle plus mobile que le train.

¹ M. Couget a récemment imaginé un démultiplicateur, qui se compose de deux platines en aluminium, formant carter, dans lequel coulisse le pignon du moteur, qui, au lieu de transmettre directement son énergie à la roue dentée du différentiel, le lui communique par un engrenage intermédiaire de 2 pignons dans le rapport de 1 à 3, 4 ou 5. Cet appareil a en outre l'avantage de débrayer, par un simple déplacement du levier, le moteur, ce qui est précieux dans les panes et dans les arrêts brusques.

¹ L'omnibus Serpollet, à moteur de 15 chevaux, pour 16 voyageurs avec leurs bagages, qui vient de prendre part au Concours des poids lourds d'octobre 1898, brûle au lieu de pétrole, des huiles lourdes, bien meilleur marché que lui.

§ 2. — Voiturette Bollée.

Le mouvement du moteur est transmis par trois paires d'engrenages, donnant autant de vitesses, à un arbre intermédiaire qui, par poulies et courroies, actionne l'unique roue motrice, située à l'arrière. Celle-ci peut être éloignée ou rapprochée de l'essieu d'avant, qui est directeur : quand elle en est le plus loin possible, la courroie bien tendue transmet l'effort maximum ; quand elle est dans sa position la plus rapprochée, le débrayage se produit. Le bâti est en tubes d'acier étirés à froid, sur lesquels sont brasées les pièces de support du mécanisme. Le frein le plus usuel est constitué par un sabot de caoutchouc, solidaire du bâti et au contact duquel on amène la poulie, qui fait corps avec la roue motrice, quand on ramène celle-ci sur l'avant par

l'essieu directeur à deux pivots. Son axe moteur, longitudinal, est relié bout à bout, par un embrayage à friction, à un autre axe, longitudinal comme lui, et qui porte trois ou quatre pignons, donnant chacun une vitesse particulière (ordinairement 4, 8, 15 et 30 kilomètres à l'heure), quand ils sont mis successivement en prise avec les roues dentées calées sur un arbre intermédiaire, disposé horizontalement au-dessus du premier. Cet arbre porte un pignon, qui actionne par deux autres pignons d'angle (donnant à volonté la marche avant ou arrière), un deuxième arbre intermédiaire, transversal celui-là, porteur du différentiel, et dont le mouvement est transmis, par chaînes Galle, aux roues dentées, fixées aux rais des roues d'arrière.

Comme le moteur, les bielles et vilebrequins, les harnais d'engrenage sont enfermés dans un carter à huile ; cette

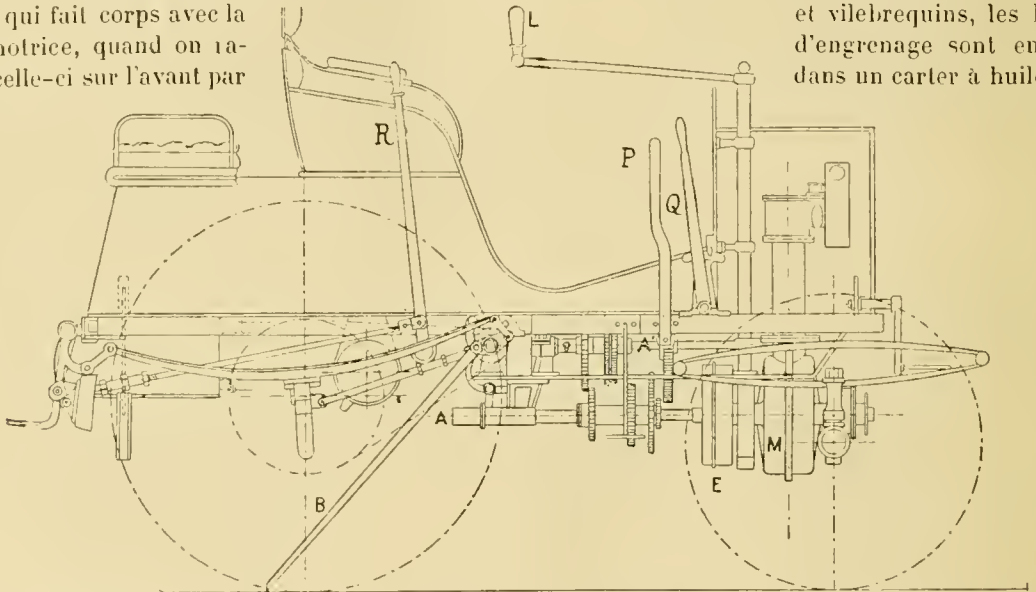


Fig. 2. — Voiture Panhard et Levassor (schéma). — M, moteur ; E, embrayage ; A, arbre portant les harnais d'engrenages de changements de vitesses ; A', arbre intermédiaire parallèle à l'arbre A. L'arbre A actionne, par pignon d'angle, l'arbre transversal porteur du différentiel, dont le mouvement est transmis, par chaînes Galle, aux roues d'arrière. L, barre de direction ; P, levier des changements de vitesses ; Q, levier des marches avant et arrière et d'arrêt ; R, levier du frein à sabots.

un mouvement qui, nous le savons, produit le débrayage du moteur. Un frein de secours permet de caler le volant du moteur ; si, à ce moment, la courroie est tendue à fond, la roue motrice ne pourra pas tourner sans entraîner avec elle le moteur, qui, lui résistant, fera frein.

III. — VOITURES A PÉTROLE.

§ 1. — Voitures Panhard et Levassor.

Le moteur Phénix, le plus ordinairement placé à l'avant, mais pouvant l'être aussi à l'arrière ou au milieu, suivant le genre de la voiture, est toujours vertical (fig. 2). La position à l'avant le rend facilement visitable, le met autant que possible à l'abri de la poussière, mais a l'inconvénient de charger

disposition *waterproof* complique la construction, mais, en supprimant la poussière et assurant le graissage, elle met les mécanismes dans d'excellentes conditions de fonctionnement.

Le châssis rectangulaire, en aciers profilés, quelquefois garnis intérieurement de bois, toujours solidement assemblés et entretoisés, constitue un ensemble robuste et offrant à la caisse un support commode. Les roues, à moyeux de bois ou métalliques, ont toujours leurs rais en bois ; les jantes sont recouvertes de bandages en caoutchouc pleins ou pneumatiques.

Deux freins : un à sabots agissant sur les roues d'arrière ; l'autre à tambour, monté sur l'arbre du différentiel. Ce dernier, parfois les deux, sont actionnés par des mécanismes, qui commencent

par débrayer le moteur. Sous la caisse se trouvent le réservoir d'eau de refroidissement et le cylindre amortisseur de l'échappement. A l'avant sont les graisseurs, le robinet de réglage de l'air du mélange carburé, le réservoir d'essence.

Le chauffeur dirige de la main gauche (à l'aide d'une barre L qui agit sur l'essieu à deux pivots, et qui, sur certains modèles récents, a fait place à un volant de direction). Il a, sous la main droite, le levier P des changements de vitesse, celui (Q) des marches avant et arrière et de l'arrêt, et celui (R) du frein à sabots. Il manœuvre du pied l'embrayage et le frein à ruban¹.

Les établissements Panhard ont présenté au Concours des Poids lourds un omnibus à pétrole, destiné à recevoir 14 voyageurs et leurs bagages, ceux-ci sur le toit du véhicule². Cet omnibus (voir le Tableau I, page 223) s'est parfaitement comporté : les arrêts et démarrages ont été particulièrement remarquables, bien qu'avec le pétrole ils constituent le point faible.

§ 2. — Voitures Peugeot.

Elles étaient autrefois munies du moteur Daimler, disposé verticalement à l'arrière. Elles sont maintenant actionnées par le moteur horizontal de la maison, dont la puissance (4, 5 et 6 chevaux) est calculée de manière à leur assurer, sur route en bon état, une vitesse de 25 à 35 kilomètres en palier et de 5 à 6 kilomètres sur rampes de 8 à 10 %. Le moteur est placé entre les deux roues motrices, un peu au-dessus de l'essieu, longitudinalement; l'arbre moteur est donc transversal; il est relié, par un embrayage à friction, à un autre placé dans son prolongement, qui actionne par engrenages l'axe porteur des 4 pignons de changements de vitesse, engrenant eux-mêmes avec les 4 roues dentées, montées sur l'arbre du différentiel. La marche arrière est obtenue par l'interposition d'un pignon supplémentaire entre deux des roues dentées qui rendent solidaires les arbres intermédiaires : cette intercalation est obtenue à l'aide du levier des changements de vitesse.

¹ Une voiture à deux places a un réservoir capable de loger la quantité d'essence nécessaire à un parcours de 80 kilomètres; on peut facilement emporter la provision suffisante pour faire 300 kilomètres sans se réapprovisionner. Le rendement de la voiture est d'environ 62 % du travail indiqué aux cylindres. La dépense en pétrole est approximativement, sur une route moyennement accidentée, par kilomètre, de 0 fr. 04 pour une voiture à deux places (moteur de 4 chevaux), 0 fr. 05 pour une voiture à 4 places (moteur de 6 chevaux).

² Poids à vide : 2.095 kilos; en ordre de marche (avec seulement les 1.000 kilos de charge utile prévus par les conditions du parcours), 3.400 kilos. Moteur de 12 chevaux, à 4 cylindres de 0^m,090 d'alésage intérieur et de 0^m,135 de course des pistons, 750 tours par minute. Vitesses : 4 kilomètres sur les fortes rampes, 16 à 18 en palier. Prix : 18.000 fr.

Le bâti est en tubes d'acier étirés à froid, sans soudure, assemblés au moyen de pièces en acier fondu ou forgé. Les tubes sont utilisés pour la circulation de l'eau chargée de refroidir les cylindres. L'ensemble est léger et robuste; mais nous n'avons pas besoin de dire que la construction n'en souffrirait pas la médiocrité.

Les roues, à rais directs de 6 millimètres, travaillant à la traction, sont munies de roulements à billes (une rangée pour les voitures légères, deux ou trois pour les voitures lourdes).

L'essieu d'avant étant très peu chargé, la manœuvre de la direction, qui se fait par un guidon, est très douce. Deux freins : l'un actionné par un levier, et qui agit sur les deux moyeux des roues motrices; l'autre, commandé par une pédale, et qui agit sur la poulie portée à cet effet par l'arbre différentiel.

La maison Peugeot fabrique les divers modèles de voitures de luxe, tous très élégants¹. Comme voitures lourdes, elle fait des omnibus et des breaks à huit places, et des camions pour charges de 1.000 kilos, les uns et les autres avec moteur de 6 chevaux.

La dépense en pétrole est de 6 à 9 centimes par kilomètre, suivant la force du moteur; l'entretien, de 5 centimes, y compris celui des bandages de caoutchouc.

§ 3. — Voiture Benz.

Moteur disposé horizontalement dans le plan médian de la voiture, au-dessus de l'essieu d'arrière.

Transmission par courroies à l'arbre intermédiaire et par des chaînes Galle aux roues d'arrière.

Cette voiture très simple, très légère, qui pour deux places n'a qu'un moteur de 3 chevaux et un poids de 400 kilos, a été importée en France, en 1888, par M. Roger. La Compagnie Anglo-Française, qui a pris la suite de ce dernier, équipe maintenant ses voitures avec des moteurs à deux cylindres; elle fait beaucoup la voiture de livraison.

La Maison Parisienne, qui a actuellement pour la France la licence exclusive des moteurs Benz, fabrique, en même temps que le type ordinaire, une voiture munie d'un moteur à deux cylindres de 5 chevaux, marchant à 900 tours, avec carburateur à pulvérisation. La transmission est mixte : elle se fait au moyen de deux courroies, donnant chacune, par une disposition d'engrenages, deux vitesses.

MM. Rochet-Schneider et Audibert-Lavirotte, à Lyon, font aussi la voiture Benz.

La maison Georges Richard emploie le moteur

¹ Elle a présenté au Concours des faeries un coupé qui a fait les parcours dans d'excellentes conditions, mais au prix d'une dépense de pétrole jugée trop forte, comme nous le dirons plus loin, pour un service économique.

Benz à un ou deux cylindres, avec allumage électrique économisant le débit de l'accumulateur.

MM. Diligeon et C^{ie} refroidissent leur moteur par ailettes et ventilateur. Transmission à l'arbre intermédiaire par deux séries de poulies et une courroie, au second arbre par cônes et courroies; l'entraînement des roues métalliques se fait au moyen de fiches et de rayons qui agissent par tension sur la jante des roues.

M. Delahaye équipe ses voitures avec un moteur à deux cylindres horizontaux, rappelant

montée sur un autre arbre porteur de trois pignons (pour les changements de vitesse). L'arbre des roues dentées correspondantes actionne par engrenages le différentiel, dont le mouvement est transmis par leviers à rotules aux bouts d'essieu sur lesquels sont calées les roues motrices.

§ 3. — Voitures de Dietrich.

La maison Dietrich, de Lunéville, avait présenté au concours des Poids lourds (voir le Tableau page 225) un camion établi pour transporter une

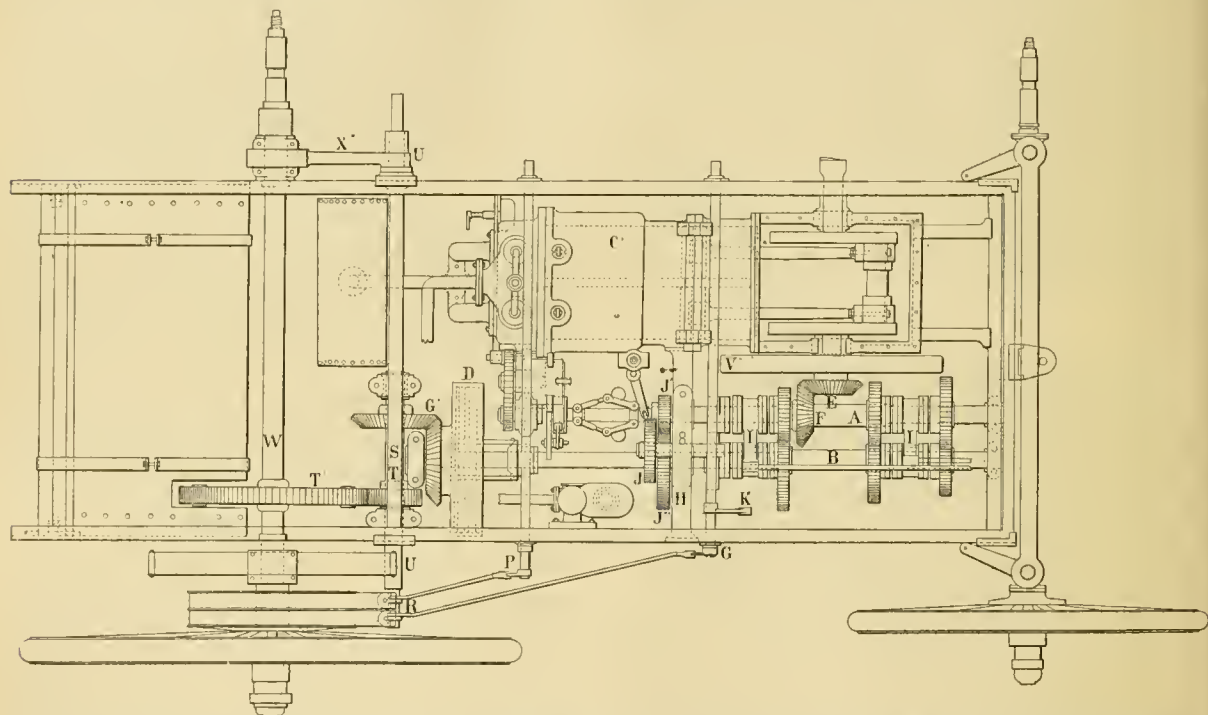


Fig. 3 — Voiture Brouhot (Plan du châssis et des mécanismes). — C, moteur horizontal à 2 cylindres. V, volant situé dans le plan médian de la voiture. E, F, pignons transmettant le mouvement du moteur à l'arbre A. Celui-ci à son tour, par quatre paires d'engrenages, constamment en prise, mais fous sur leurs axes, dont on peut les rendre successivement solidaires, commande l'arbre B. J, J', engrenages pour la marche arrière. D, manchon d'embrayage. G', pignons coniques actionnant l'arbre S. T, T', pignons droits transmettant le mouvement à l'essieu W, auquel T' est relié par un joint à la Cardan, qui permet à l'essieu de prendre toutes les positions sans que T' change de plan. Les axes S et W sont reliés par deux bielles X, articulées autour de S, et munies à leur autre extrémité d'un œil supportant un coussinet en bronze, à bain d'huile, dans lequel tourne l'essieu : l'œil de la bielle est relié au coussinet par deux tourillons horizontaux; de cette façon, sans que la distance de S et de W varie, l'essieu peut prendre toutes les positions qui lui sont imposées par la route. Les freins sont placés sur une couronne de bronze venue de fonte avec le moyeu : il y a deux freins sur chaque couronne, les uns commandés par la manette du manchon d'embrayage, les autres par une pédale.

beaucoup le type Benz jumeau. Transmission par courroies.

§ 4. — Voiture de la Société continentale des Automobiles.

Le moteur Gauthier-Wehrlé était, dans la première voiture, placé sous le châssis, au milieu; maintenant il est parfois disposé à l'avant. L'arbre moteur longitudinal transmet, à l'aide d'un embrayage à friction, son mouvement à un arbre situé dans son prolongement. Celui-ci porte deux roues d'angle, amenées successivement en prise, pour les marches avant et arrière, avec une roue

charge utile de 1.200 à 1.500 kilos, à la vitesse de 10 kilomètres en palier, 4 kilomètres sur fortes rampes. Prix : 6.000 francs.

Le moteur, du système A. Bollée, de 6 1/2 chevaux, est placé à l'avant; son arbre, qui est horizontal et normal à l'axe du véhicule, actionne par poulies et courroies un arbre parallèle, placé à l'arrière du véhicule. Cette courroie en caoutchouc, qui est animée d'une vitesse à peu près constante de 10 mètres par seconde, sert à produire l'embrayage et le débrayage du moteur avec le reste de la transmission. Les changements de vitesse (4, 7, 12 et 16 kilomètres à l'heure) et la marche arrière

(à 4 kilomètres) sont obtenus par des équipages d'engrenages, reliant l'arbre de la courroie à l'arbre du différentiel. Ce dernier se termine à chacune de ses extrémités par un pignon d'angle engrenant avec un autre pignon, calé sur un arbre placé dans le sens de la longueur du véhicule, et qui porte à son autre bout un deuxième pignon d'angle, en prise avec une couronne dentée fixée sur la roue correspondante du véhicule. Chacun des arbres longitudinaux est brisé deux fois par des joints à la Cardan, qui lui permettent de prendre toutes les inclinaisons nécessaires pour suivre les déplacements relatifs de la caisse. Les roues peuvent être carrossées.

Les voitures de tourisme et de course de la maison Diétrich, notamment celle qui a si honorablement fourni la course Paris-Amsterdam, ont le même mécanisme.

§ 6. — Voitures Brouhot.

Moteur de 4 à 12 chevaux. Embrayage. Transmission avec engrenages. Pas de différentiel, mais l'encliquetage déjà décrit. Dispositif pour assurer le libre mouvement des essieux. La figure 3 représente le châssis et les mécanismes, avec une légende très explicite.

§ 7. — Voitures de la C^{ie} des Automobiles M. L. B.

Moteur Landry et Beyroux, vertical, placé dans une caisse à l'arrière de la voiture. Embrayage à friction. Changement de vitesse par engrenages.

§ 8. — Voiture Lepape.

Moteur de 8 chevaux, monté à l'avant dans une position qui permet une surveillance de tous les instants et un accès facile : l'enveloppe est munie de volets de verre et peut s'ouvrir de tous côtés ; elle peut aussi être enlevée en quelques minutes, après avoir défait deux crochets et desserré deux boulons. Transmission spéciale, déjà décrite. La caisse est montée sur les longerons du châssis du mécanisme (que supporte comme d'habitude l'essieu) par l'intermédiaire de ressorts en C ou à pincette, suivant le modèle de la caisse. Cette double suspension empêche les vibrations du moteur d'être ressenties par le chauffeur. On peut très facilement remplacer une caisse par une autre.

§ 9. — Diligences Cambier.

M. Cambier fait des voitures légères, avec moteur à deux cylindres.

Les diligences sont équipées avec un moteur à trois cylindres de 30 chevaux. Embrayage Bonnafous. Transmissions par engrenages. Elles doivent faire en cinq heures et demie le trajet d'Oran à Mostaganem, long de 90 kilomètres, présentant des

rampes de 66 millimètres par mètre, avec 16 voyageurs et 500 kilos de bagages. Le constructeur compte sur une consommation d'un litre d'essence par kilomètre.

§ 10. — Voitures Mors.

Les premières étaient munies d'un moteur à 4 cylindres, de 6 chevaux. Transmission par courroies.

Les nouvelles sont actionnées par un moteur à 2 cylindres, genre Phénix. Transmission à engrenages.

§ 11. — Voitures David.

Moteur P. Gautier, à 4 cylindres, de 6 chevaux. Embrayage à friction. Transmission par engrenages toujours en prise, qu'on rend solidaires de l'arbre intermédiaire par manchons à griffes.

§ 12. — Voiture Decauville.

Moteur à 2 cylindres refroidis par ailettes, à allumage électrique, sur lequel nous n'avons pu avoir aucun renseignement. Transmission par engrenages. Mise en marche du siège. Bâti en tubes d'acier. Quatre roues métalliques à pneus, du diamètre uniforme de 0^m,70; longueur, 2^m,30; largeur, 1^m,24; poids, 220 kilos.

§ 13. — Voitures Daimler.

Moteur Daimler de 4 chevaux, enfermé dans une caisse, derrière la voiture. Transmission par engrenages, donnant 4 vitesses, la plus grande étant de 24 kilomètres à l'heure. Direction par essieu d'avant, porteur de deux roues folles, et mobile autour d'une cheville ouvrière, qui est engagée dans un collier placé à l'extrémité d'une tige longitudinale qui relie les deux trains.

La Société Daimler avait aussi exposé, aux Tuileries, un camion, avec moteur de 10 chevaux, pesant 3.000 kilos à vide, 5.000 kilos chargé, pouvant marcher à 4 vitesses de 4 à 12 kilomètres à l'heure. Prix : 15.000 francs.

§ 14. — Voitures Duryea.

M. Duryea, le vainqueur de la course de Chicago, organisée en novembre 1895 par le *Times Herald*, a d'abord muni ses voitures d'un moteur à pétrole, actionné par les gaz provenant de l'explosion du mélange carburé, préalablement emmagasinés dans un réservoir, d'où ils étaient distribués aux cylindres comme la vapeur d'une chaudière.

Dans ses nouvelles voitures, le moteur à pétrole est du système ordinaire : un seul cylindre horizontal, placé au-dessus et en avant de l'essieu d'arrière. Transmission par engrenages, même de l'arbre intermédiaire à l'essieu moteur : 3 vitesses et marche arrière. La caisse de la voiture est montée

par des ressorts transversaux sur un châssis tubulaire en forme de rectangle, dont le côté arrière est constitué par l'essieu moteur, tournant dans les coussinets portés par les côtés longitudinaux du châssis. L'essieu d'avant est relié, en son centre, au côté du châssis, par un boulon qui lui permet de tourner dans un plan vertical. Le mécanisme est supporté par un petit châssis rectangulaire, qui, à l'arrière, s'attache sur l'essieu, et, des deux côtés, à la caisse. La mise en marche du moteur se fait sans descendre, avec une manivelle placée à portée du chauffeur.

IV. — AVANT-TRAINS MOTEURS A PÉTROLE.

Un avant-train moteur, facilement attelable à une voiture quelconque, présenterait de multiples avantages. Dans la période de transition où nous entrons, il permettrait l'utilisation commode des voitures actuelles, en les faisant à volonté trainer par des chevaux ou par un moteur mécanique. En tout temps, il donnerait la faculté de remorquer successivement plusieurs véhicules avec un seul mécanisme.

§ 1. — Avant-train Prétot.

L'avant-train Prétot est muni, à sa partie supérieure, d'une plaque en tôle d'acier, sur laquelle vient reposer le rond de la voiture. La cheville ouvrière sert de guide pour l'assemblage; là se borne son rôle, car le nouvel avant-train est boulonné à la voiture, dont la direction est assurée par un essieu à deux pivots. Les roues d'avant sont, en effet, directrices en même temps que motrices. Tout le mécanisme est renfermé dans une première caisse, à l'intérieur de laquelle se trouvent des carters pour chaque organe essentiel (arbre, manivelle, bielles, arbres, roues dentées des changements de vitesse), qui barbote ainsi dans l'huile. Le moteur, qui était d'abord un Daimler ordinaire, est d'un modèle combiné par M. Prétot, qui peut, paraît-il, être construit pour 10 et 15 chevaux. Un seul levier permet, par un dispositif ingénieux, de manœuvrer la marche avant et arrière, les changements de vitesse, le serrage du frein sur l'arbre différentiel¹.

§ 2. — Avant train Amiot-Péneau.

Un seul volant accomplit les mêmes fonctions, sauf pourtant le serrage du frein, dans l'avant-train Amiot-Péneau, dont les roues sont également directrices et motrices. Le moteur adopté est le *Cyclope* de M. Daniel Angé²; les changements de vitesse se font par engrenages, car on n'aurait pas, dans un avant-train, la place de loger des courroies. Une

tige relie les deux essieux pour rendre celui d'arrière solidaire du mécanisme moteur¹.

§ 3. — Avant-train Ansaloni-Ponsard.

La direction se fait par cheville ouvrière, constituée par un cylindre de gros diamètre, résistant bien aux efforts dont elle est le siège. L'essieu supporte une couronne dentée (servant de bâti au moteur et à ses transmissions), qui engrène avec une couronne de même diamètre, sur laquelle repose la charge d'avant de la voiture; entre les deux couronnes se trouve une série de billes. La couronne inférieure reçoit un mouvement giratoire, qui produit la rotation de l'avant-train. Les roues sont calées sur l'essieu en deux parties reliées par le différentiel. Le moteur est du système Roser-Mazurier, de 4 1/2 chevaux; ses vibrations ne se transmettent pas à la caisse, puisqu'il n'est pas suspendu à cette dernière, mais on peut se demander s'il n'aura pas lui-même à souffrir des cahots de la route².

La solution offerte par l'avant-train moteur est très discutée; seule l'expérience mettra en relief sa véritable valeur.

V. — VOITURES ÉLECTRIQUES.

Elles sont plus simples que les précédentes, surtout que les voitures à pétrole. La transmission ne comporte au plus qu'un arbre intermédiaire, quelquefois pas du tout, l'arbre du moteur attaquant alors, par engrenages hélicoïdaux ou coniques, ou par chaînes Galle, les roues du véhicule. Le plus souvent, il n'y a pas de dispositif mécanique pour les changements de vitesse, le combinateur étant seul chargé d'assurer ces derniers. Nous allons commencer leur étude par celle des voitures ayant pris part au Concours de fiacres, organisé par l'Automobile-Club de France, du 1^{er} au 11 juin 1898, et

Tableau II. — Eléments de l'Accumulateur Fulmen.

ÉLÉMENTS	NOMBRE DE PLAQUES				
	9	11	13	17	21
Longueur, en centimètres.	8	9,5	11	14,5	18
Largeur, en centimètres.	11	11	11	11	11
Hauteur d'encombrement, en centimètres	30	30	30	30	30
Poids total, en kilos.	5,3	6,5	7,7	10	12,4
Capacité en ampères-heure (décharge en 5 heures) . .	70	85	105	140	175
Energie en watts-heure (décharge en 5 heures) .	133	160	200	266	333

qui toutes étaient munies de pneumatiques Michelin (sauf les roues d'arrière de deux voitures Krie-

¹ *Locomotion automobile*, 1^{er} avril 1897, p. 146.

² *Locomotion automobile*, 6 mai 1897, p. 206.

² *Locomotion automobile*, 14 juillet 1898, p. 136.

ger, qui portaient des caoutchoucs pleins) et d'accumulateurs Fuhmen type B, dont les éléments étaient ceux du tableau II.

Ils ont donné de bons résultats, mais ont mis en évidence l'inflammabilité décidément trop grande du celluloïd.

§ 1. — Voitures Jeantaud.

Elles étaient au nombre de six, appartenant à deux types électriques bien distincts.

série, l'autre shunt. Il commande par engrenages un arbre intermédiaire porteur du différentiel, et qui, par chaînes de Galle, actionne les roues d'arrière. Le tableau III donne les diverses fonctions accomplies par le combinateur⁴.

Les voitures sont munies d'un frein à cordes agissant dans les deux sens et d'un frein à ruban.

2. *Type à avant-train moteur et directeur.* — Les figures 4 et 5 en montrent la disposition. Cin-

Tableau III. — Fonctions diverses du combinateur Jeantaud (1^{er} type).

POSITIONS du combinateur	RÔLES	ACCUMULATEURS	EXCITATION série	EXCITATION shunt	INDUIT	RHÉOSTAT
— 1	Marche arrière.	En quantité. En tension ouverts.	En circuit. En circuit et sur induit.	En circuit.	En circuit. En circuit et inversé.	En circuit. En circuit. pour freinage.
0	Arrêt-freinage.					
1	Petite vitesse.	En quantité. En tension.	En circuit.	En circuit.	En circuit.	En circuit. En circuit. hors circuit.
2	Vitesse moyenne.					
3	Vitesse accélérée.	—	En circuit, shuntée sur deux résistances. En circuit, shuntée sur une résistance.	—	—	—
4	Grande vitesse.	—		—	—	—

1. *Type à essieu d'arrière-moteur.* — Les accumulateurs (2 groupes de 22 éléments à 15 plaques) sont logés dans les caissons d'avant et d'arrière, sauf pour le cab, où ils sont placés dans un coffre porté par l'essieu d'avant, faisant ainsi équilibre

quante éléments à 17 plaques. Moteurs à double enroulement, de 3.500 watts, soumis à des couplages variés pour obtenir 4 vitesses et l'arrêt; la marche arrière s'obtient, à toutes les vitesses, par un inverseur spécial (tableau IV).

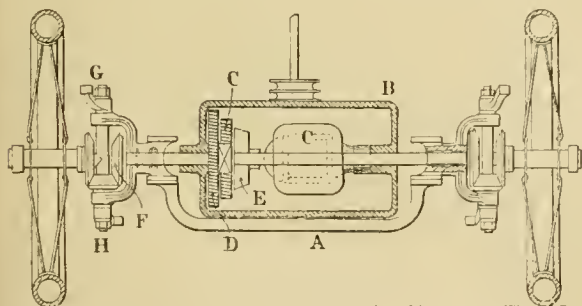


Fig. 4.

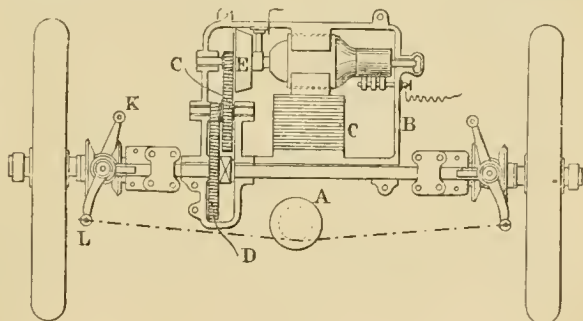


Fig. 5.

Fig. 4 et 5. — *Avant-train moteur et directeur Jeantaud (élévation et plan).* — La transmission du mouvement de l'arbre du différentiel aux roues se fait par l'intermédiaire de deux roues dentées, reliées par un pignon, dont l'axe coïncide avec le pivot de la roue. Elle s'opère donc, quelle que soit la position de cette dernière. L'embrayage magnétique E, figuré à la gauche de l'induit, n'existe pas sur la voiture Jeantaud. A, essieu courbé; B, carter renfermant le moteur; C, engrenage de réduction de vitesse; D, différentiel; F, pignons d'angle calés sur l'arbre différentiel; G, H, pivots des roues motrices; K, L, leviers faisant tourner les roues autour de leurs pivots.

au poids du conducteur, qui, comme dans tous les cabs, est placé à l'arrière en porte-à-faux.

Le moteur, d'une puissance normale de 2.000 watts pour le cab⁴, a son induit en tambour et à deux pôles et porte deux enroulements inducteurs, l'un

Ce type, plus compliqué que le précédent, n'était appliqué qu'au coupé trois-quarts.

§ 2. — Voitures Krieger.

Avant-train moteur et directeur, mais à deux

⁴ 4.500 watts pour le coupé à 2 places, le landaulet et le mylord, 2.000 pour le drojki, espèce de mylord à une seule place sur le siège d'avant, d'un système électrique un peu différent de celui des autres.

⁴ Pour chacune des positions du combinateur, un rhéostat manœuvré à la pédale permet d'intercaler des résistances dans le circuit pour réduire momentanément les vitesses. Le rhéostat sert aussi pour produire un freinage gradué.

moteurs, supportés chacun par un pivot de l'essieu, ce qui supprime toute difficulté pour la transmission du mouvement aux roues mobiles. Cette transmission se fait par un pignon à denture hélicoïdale, qui attaque directement une couronne dentée montée sur la roue.

Vingt-deux éléments à 17 plaques couplés en tension, contenus dans deux caisses, pouvant être reti-

citation, 2 en série à gros fil, 2 en dérivation à fil fin. Le tableau V indique le rôle du combinateur.

La caisse de la voiture est interchangeable.

§ 3. Voiture de la Compagnie générale des Transports automobiles.

Système Jenatzy. Quarante-quatre éléments de 21 plaques. Le moteur, excité en série, actionne un

Tableau IV. — Fonctions diverses du combinateur Jeantaud (2^e type).

POSITIONS du combinateur	RÔLES	BATTERIES	INDUCTEUR série	INDUCTEUR shunt.	INDUIT	FREINAGE électrique
0	Arrêt.	En tension et isolées.	Ouvert.	Ouvert.	En court-circuit.	Bouton mettant excitation shunt sur une batterie.
1	Petite vitesse.	En quantité.	En circuit.	En circuit.	En circuit.	Néant.
2	Moyenne vitesse.	—	En court-circuit.	—	—	Freinage.
3	Vitesse accélérée.	En tension.	En circuit.	—	—	Néant.
4	Grande vitesse.	—	En court-circuit.	—	—	Freinage.

Tableau V. — Combinateur Kriéger.

POSITION DU COMBINATEUR	RÔLE	DEUX BATTERIES	EXCITATIONS	DEUX INDUITS
—1	Marche arr.	En dérivat.	Shunt et série.	En tension et inversés
00	Freinage sans récup.	—	Shunt.	En court-circuit
0	Arrêt.	En tension.	Ouvertes.	Ouverts.
1	Démarrage.	En dérivat.	Shunt et série.	En tension.
2	2 ^o vitesse.	—	Série.	—
3	3 ^o —	En tension.	Shunt et série.	—
4	4 ^o —	—	Série.	—
5	5 ^o —	—	Shunt et série.	En dérivat.
6	6 ^o —	—	Série.	—

arbre différentiel, qui commande par chaînes les roues d'arrière. A l'aide d'un commutateur spécial, on couple les deux groupes en quantité pour la petite vitesse, en tension pour la grande. Un changement de vitesse mécanique commandé par un levier permet, pour les fortes rampes, de réduire la vitesse dans le rapport de 100 à 67. Le combinateur consiste simplement en une manette, qui sert à intercaler le moteur dans le circuit, avec interposition de résistances variables pour passer de la position de démarrage à celle de marche normale; mue en sens inverse, la manette donne la marche arrière aux mêmes vitesses que la marche avant. Ni récupération ni freinage électrique. La voiture est fort simple, fort souple.

Tableau VI. — Résultats du Concours des voitures électriques.

ÉLÉMENTS	COUPÉ Kriéger	VICTORIA Kriéger	FIACRE à galerie Kriéger	COUPÉ de la C ^{ie} gén ^{ie} des Transp. automob.	LAN-DAULET Jeantaud	CAB Jeantaud	DROJKI Jeantaud
Consommation d'énergie électrique à l'usine aux bornes des batteries en charge, en kw-h par jour	10,57	11,31	11,45	13,26	12,16	10,07	8,78
Consommation en watts-heure par tonne kilomètre . . .	176	188	186	221	202,8	167,8	146,3
Consommation en watts-heure par voiture-kilomètre . .	107	118	105	122,6	121	119	131
Consommation en palier, aux bornes des batteries en décharge, en kw-h par tonne-kilomètre.	79,9	77,3	75,3	73,8	83,2	61,5	89,5
Vitesse correspondante, en km par heure.	15,45	11,8	19,9	16,8	15,45	16,95	13,8
Energie électrique à la charge							
Energie électrique à la charge en palier	4,33	1,52	1,32	1,63	1,45	1,91	1,50

rés sans faire ou défaire aucune connexion. Chaque moteur, de 3.000 watts, se compose d'un induit en tambour entouré d'un inducteur à 4 pôles rayonnants, sur lesquels sont enroulées 4 bobines d'ex-

§ 4. — Résultats du concours.

Le concours comportait des expériences de freinage, de consommation, de parcours journaliers.

Les premiers ont donné, pour les 11 voitures qui y ont pris part, les chiffres moyens suivants :

En rampe, à une vitesse moyenne de 8 kilom. 67 à l'heure, arrêt en 2 min. 30;

En descente, à une vitesse moyenne de 13 kilom. 95 à l'heure, arrêt en 7 min. 84.

Les résultats des essais de consommation sont donnés par le tableau VI.

Les itinéraires, de 60 kilomètres de longueur, de profils très durs, représentant une moyenne d'élévation de 350 mètres, avec des rampes très fortes mais courtes (comme celle de la rue de Magdebourg : 445 millièmes sur 40 mètres), et d'autres plus douces mais très longues (comme celle de la rue d'Allemagne : 43 millièmes sur 1.477 mètres), ont été parcourus, pendant neuf jours, non pas sans pannes, d'ailleurs sans gravité, mais en somme très facilement par chaque voiture. Le dernier jour, certains véhicules ont marché jusqu'à épuisement de leur énergie, et ont parcouru respectivement les distances suivantes :

	kilom.
Coupé de la Compagnie Générale des Transports automobiles	105
Fiacre à galerie Kriéger	100
Victoria Kriéger	92,5
Coupé Kriéger	90,5
Cab Jeantaud	86,5

M. Forestier, président de la Commission du concours, a essayé d'établir, dans le tableau VII, le prix de revient de la journée du fiacre électrique, comparé à ceux du fiacre à chevaux et du fiacre à pétrole.

Tableau VII. — Prix de revient des fiacres à chevaux et automobiles.

ÉLÉMENTS	CHEVAUX	ESSENCE de pétrole	ÉLECTRICITÉ
Administration	0,82	0,82	0,82
Accidents et avaries	0,34	0,34	0,34
Taxes, impôts	2,42	2,00	2,00
Totaux	3,58	3,16	3,16
Location et entretien des bâtiments	1,02	0,50	0,50
Conducteur	5,37	5,37	5,37
Palefreniers et laveurs	0,94	0,34	0,54
Matériel, entretien et réparations	2,67	2,00	2,00
Entretien des pneumatiques	"	2,00	2,00
Entretien des moteurs	"	3,00	1,00
Totaux	13,58	16,37	14,47
Nourriture des chevaux (3,5)	5,79	"	"
Dépense de pétrole (à Paris)	"	12,00	"
Dépense d'énergie électrique (à 12 centimes le kw-h.)	"	"	1,38
Entretien des accumulateurs	"	"	4,00
Totaux	19,37	28,37	19,85

Ces chiffres ne peuvent être considérés que comme approximatifs : tels quels, cependant, ils sont intéressants. Ils montrent que le fiacre à pétrole est très coûteux¹, et que la dépense brute du fiacre électrique est d'environ 0 fr. 50 supérieure à celle d'un fiacre à chevaux. Cette somme représente, paraît-il, le bénéfice actuel des Compagnies, que la traction électrique réduirait ainsi à néant.

Mais, comme le fait très judicieusement remarquer M. Hospitalier, on peut espérer réduire dans un avenir fort rapproché ce prix d'entretien des accumulateurs fixé à 4 francs, et qui, il y a à peine quelques années, était bien supérieur à ce chiffre. Concluons donc avec lui que le fiacre électrique, aujourd'hui possible, sera demain économique.

Il nous reste à passer en revue quelques voitures électriques n'ayant pas pris part au concours.

§ 5. — Compagnie générale des Voitures à Paris.

La Compagnie générale des Voitures à Paris, qui étudie très sérieusement la traction électrique, a plus de cent voitures en construction. Elle en avait exposé trois types : l'un d'eux, avec guidon à la fois directeur (par ses mouvements autour d'un axe vertical) et combinateur (par ses déplacements autour d'une horizontale), et dans lequel le guidon et une pédale sont les deux seuls organes de manœuvre; un autre, qui n'est en somme que le fiacre anglais Bersey, exploité par la Compagnie française des Voitures électromobiles, à laquelle la Compagnie générale des Voitures a déjà fait une forte commande.

§ 6. — Compagnie française des Voitures électromobiles.

Quarante-quatre accumulateurs Faure-King, dans une caisse suspendue par quatre ressorts à boudin au châssis, supporté lui-même, comme toujours, par des ressorts : cette double suspension atténuée beaucoup les vibrations que la batterie doit supporter. Cette caisse peut être chargée en deux ou

¹ Le coupé Peugeot à 2 voyageurs, le seul représentant du pétrole, a fourni un excellent service, à une vitesse supérieure à celle des fiacres électriques. Il a consommé 16 lit. 5 de pétrole pour ses 60 kilomètres : mais il faut ajouter à cette consommation celle de la marche du moteur à vide, forcée dans certaines circonstances, et qui se chiffre par 1 lit. 85 par heure. Sa consommation totale peut donc être évaluée à 20 litres de pétrole, à laquelle il faut encore ajouter 500 grammes d'huile de graissage. Elle semble bien interdire au pétrole les applications urbaines, jusqu'au jour où l'application de quelque moyen nouveau, par exemple du moteur Diesel, ou tout au moins des principes sur lesquels il repose, et que préconise si chaudement M. R. Soreau, dans sa récente communication à la Société des Ingénieurs civils, aura permis de la réduire dans une large mesure.

trois minutes, de sorte que la voiture n'est pas immobilisée pendant le chargement des accumulateurs.

Ceux-ci, toujours couplés en série, alimentent un moteur Lundell, à deux collecteurs, qui, sans l'intercalation d'aucune résistance, permet de donner des vitesses variant de 4 à 18 kilomètres à l'heure. Transmission par engrenages à l'arbre différentiel, par chaînes aux roues d'arrière. Le combinateur donne, avec les quatre changements de vitesse, le freinage électrique et la marche arrière. Direction par avant-train à un seul pivot, mobile à l'aide d'une couronne dentée. Le châssis en acier porte fixé à demeure le siège du cocher; la caisse est interchangeable.

La consommation est évaluée à 200 watts-heure par kilomètre.

La Compagnie construit, avec le même mécanisme, une voiture de livraison.

§ 7. — Voiture Milde-Mondos.

Quarante éléments Bristol, en quatre bacs interchangeables, disposés deux à l'avant, deux à l'arrière. Ils ne peuvent fournir qu'un parcours de 50 kilomètres : les constructeurs comptent que leur capacité spécifique relativement faible et leur poids relativement considérable leur assureront une longue durée.

Moteur de 2.250 watts, à 1.800 tours par minute, dont l'inducteur est fermé avec quatre pôles et deux bobines et l'induit à enroulement à tambour. Transmission, comme aux voitures précédentes. Les grandes vitesses s'obtiennent par le couplage des deux enroulements de l'inducteur en série et en quantité; les deux petites en diminuant l'intensité du champ par deux shuntages différents de l'inducteur.

Le freinage en pente s'obtient en faisant travailler le moteur, devenu générateur, sur une résistance; le freinage et l'arrêt en rampe, par rupture du courant et deux freins mécaniques. Direction par essieu à deux pivots, virage en 3^{es}. Caisse interchangeable.

La maison construit aussi, avec le même système, une voiture de livraison.

§ 8. — Voiture Doré.

La voiture exposée était un coupé, muni d'un avant-train moteur-directeur, à cheville ouvrière (fig. 6).

Sa batterie comprend quarante-quatre éléments, bien dissimulés sous le siège du cocher et dans les panneaux de la voiture, et qui, couplés toujours en tension, alimentent un moteur série à axe vertical, placé aux pieds du conducteur, au-dessus de la cheville ouvrière. Ce moteur a sur son inducteur

trois enroulements montés en tension. Le combinateur y est remplacé par trois manettes, servant rapidement à l'interruption du courant et à l'introduction dans le circuit de résistances variables, à la mise hors circuit d'un ou deux des trois enroulements de l'inducteur, à l'inversion du courant dans l'induit. Deux freins mécaniques, dont un frein Lehut, sur les moyeux d'arrière.

§ 9. — Voitures Patin.

Le moteur repose directement sur l'essieu d'arrière, incurvé au milieu; son axe actionne par un dispositif de changement de vitesse mécanique très particulier, basé sur le principe de la courroie Evans, l'arbre différentiel qui traverse les extrémités de l'essieu et actionne les roues de la voiture.

Accumulateur d'un système particulier au cons-

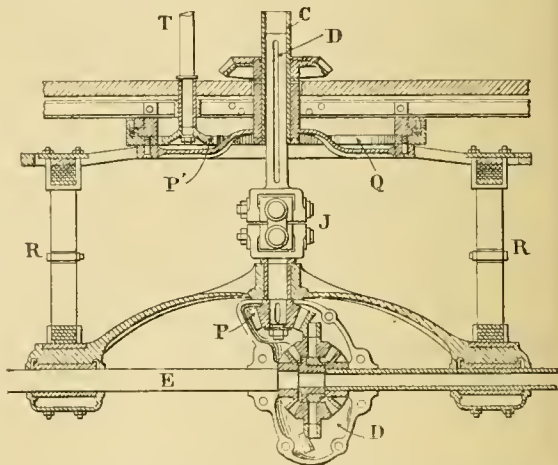


Fig. 6 — Avant-train moteur et directeur Doré (élévation). — La cheville ouvrière de l'avant-train est constituée par un cylindre creux C, qui tourne avec le moteur placé sur le plancher du siège de la voiture, et à l'intérieur duquel peut glisser librement une tige à clavette D, pendant qu'elle est entraînée par la rotation du cylindre C. La tige D est reliée par les joints à la Cardan J à une autre, sur laquelle est calé le pignon P, engrenant avec le différentiel monté sur l'essieu. Par suite de cette disposition, la rotation du moteur est toujours transmise à l'essieu, dans toutes les positions qu'il prend par rapport au moteur, avec la flexion variable des ressorts de suspension R, R, et la rotation de l'avant-train autour de la cheville ouvrière. Cette rotation est assurée par une couronne dentée Q, sous l'action du pignon P', dont la tige T porte le volant-manivelle de direction.

tracteur. Moteur à enroulement inducteur série monté sur la culasse et à deux bobinages reliés à deux collecteurs. Le combinateur réalise les diverses vitesses en couplant diversement les accumulateurs et les induits.

Cette voiture paraît ingénieuse, mais n'a pas encore fait ses preuves.

§ 10. — Voiture Bouquet, Garcin et Schivre.

Accumulateurs d'un système particulier, devant, dit-on, donner sans rechargement des parcours de 130 kilomètres en ville, 95 sur route très accidentée.

Leur couplage reste invariable. Le moteur est à deux bobinages induits *inégaux* reliés à deux collecteurs. Le combinateur intercale convenablement les deux bobinages en circuit, suivant la vitesse à obtenir; il sera intéressant de voir les résultats donnés par ce système jusqu'ici inédit.

La voiture exposée était un duc vis-à-vis d'aspect très élégant.

§ 11. — Voitures Columbia.

Elles sont fabriquées par la Pope Manufacturing Co, de Hartford (Connecticut).

Le phaéton, du poids de 1.000 kilos avec ses deux voyageurs, est muni de 44 accumulateurs Fulmen, répartis en 4 bacs, pesant 860 kilos, et renfermés dans une caisse à l'arrière du véhicule. Le moteur série à 4 pôles en fer forgé, à induit Gramme, est supporté directement par l'essieu d'arrière; son axe est concentrique à celui des roues; mais comme il tourne plus vite que celles-ci, il les commande par l'intermédiaire d'engrenages et d'un différentiel, qui forment un ensemble très compact n'enlevant pas à la voiture son bel aspect de carrosserie. Les trois vitesses s'obtiennent en couplant de façons diverses les 4 batteries; un inverseur de courant permet de réaliser ces trois mêmes vitesses en marchant vers l'arrière. A la vitesse de 19 kilom. 6, la consommation est de 73 watts-heure par tonne-kilomètre. Cette voiture a le grand tort d'être vendue 25.000 francs.

VI. — CONCLUSIONS.

De l'étude que nous venons de faire se dégagent, il nous semble, des conclusions fort nettes.

Les trois agents que la locomotion automobile utilise ont des qualités bien distinctes qui, fort heureusement, se complètent.

La vapeur a pour elle la puissance, l'élasticité la simplicité du mécanisme, la facilité de la commande. Elle a contre elle la malpropreté du combustible, dont les manipulations exigent l'aide d'un chauffeur, la fréquence des ravitaillements, surtout en eau, le panache de fumée qu'elle laisse trop souvent après elle. Il est juste d'ajouter que l'emploi du pétrole lampant comme combustible est de nature à atténuer beaucoup ces inconvénients.

L'essence de pétrole a comme avantages la légèreté de la voiture (moins de 500 kilos pour deux places), la vitesse (25 kilomètres à l'heure en moyenne), la longueur des parcours qui peuvent être faits sans ravitaillement (100 et 300 kilomètres). Les inconvénients sont les trépidations, surtout fréquentes pendant les stationnements de la voiture, le bruit, l'odeur, les chances d'incendie, la constance du couple moteur qui se prête mal aux

variations du profil, et qui manque de puissance pour les côtes.

L'électricité a pour elle la suppression des chances d'incendie, des trépidations, de l'odeur, la réduction du bruit, l'élasticité du fonctionnement, la facilité de conduite et de nettoyage, la propreté. Mais ses accumulateurs sont lourds, coûteux à entretenir, soumis à de fréquents et longs rechargements.

On peut donc prédire à ces trois agents des clientèles bien particulières; à la vapeur, les transports en commun: au pétrole, le tourisme; à l'électricité, le service urbain¹. Et, si l'on en juge par les progrès des trois dernières années, elles ne seront pas longues à se développer pour eux. En tout cas, on peut être sûr que l'automobile est repartie pour ne plus s'arrêter. Et, dans cette marche en avant, notre pays tient de beaucoup la tête. Nous n'avons décrit, dans ces articles, qu'un très petit nombre de voitures étrangères; c'est que nous nous sommes attaché à ne parler que de celles qui ont marché et sur lesquelles nous avons pu avoir des renseignements précis. Nous ne voulons pas dire que les voitures anglaises, américaines, allemandes ne marchent pas, mais les détails exacts manquent sur leur compte. Très probablement, sans être encore au même degré d'avancement que les nôtres, elles se disposent à profiter de leur expérience pour leur faire, dans un avenir assez rapproché, une concurrence active. Nos constructeurs ne doivent pas se laisser distancer par leurs rivaux de demain dans la fabrication en grand de la voiture, encore imparfaite, mais cependant pratique, à un prix abordable.

Gérard Lavergne,

Ingénieur civil des Mines.

¹ Si nous nous en rapportons aux chiffres donnés dans le cours de cette étude, ils sont dès à présent capables d'assurer ces services dans les conditions économiques suivantes:

La vapeur, avec des véhicules travaillant aux 2/3 de leur charge, transportera: à la vitesse de 10 à 12 kilomètres à l'heure, le voyageur sans bagages à raison de 0 fr. 03, le voyageur avec bagages ou les 100 kilos de messageries à raison de 0 fr. 043 par kilomètre, à la vitesse de 6 à 7 kilomètres la tonne kilométrique à raison de 0 fr. 297. Nous rappelons qu'avec la traction animale on compte 0 fr. 10 à 0 fr. 12 pour le transport du voyageur, avec ou sans bagages, et 0 fr. 30 pour celui de la tonne de marchandises, par kilomètre.

L'essence de pétrole occasionne une dépense de 0 fr. 10 à 0 fr. 15 par kilomètre (entretien de la voiture compris) suivant qu'il s'agit d'une voiture à 2 ou à 4 places; on peut avec elle compter sur une vitesse moyenne de 20 à 25 kilomètres.

Enfin, le fiacre électrique donne lieu à une dépense journalière de 20 francs environ, dans laquelle l'électricité (à raison de 0 fr. 12 le kw-h., prix très bas) n'entre que pour 1 fr. 38.

REVUE ANNUELLE DE ZOOLOGIE

I. — LE CONGRÈS INTERNATIONAL DE ZOOLOGIE DE 1898.

Le Congrès International de Zoologie s'est réuni pour la quatrième fois du 23 au 27 août 1898 à Cambridge. La publication officielle qui doit renfermer *in extenso* les communications des différents membres n'a pas encore paru, mais il m'a semblé qu'il y avait intérêt, sans attendre cette publication, à indiquer ici, d'une manière très sommaire d'ailleurs, les principaux travaux présentés au Congrès.

Les zoologistes s'étaient divisés en quatre sections, comprenant: la première, la Zoologie générale; la deuxième, les Vertébrés; la troisième et la quatrième, les Invertébrés.

1^{re} Section. — Parmi les communications les plus intéressantes, je citerai celle de M. Salensky, qui a développé ses idées sur l'hétéroblastie, c'est-à-dire le phénomène par lequel des organes homologues prennent naissance, chez des animaux voisins, aux dépens de feuillet embryonnaires différents; puis la communication de M. Haeckel, qui a insisté sur les principes de la classification phylogénétique déjà exposés par lui dans sa *Phylogénie systématique*¹. Il est revenu surtout à une opinion très ancienne qui consiste à réunir les Annélides et les Arthropodes en un groupe unique d'Articulés. Cette vue ne paraît pas avoir été accueillie avec beaucoup de faveur par les membres du Congrès.

Je mentionnerai également une étude de M. Graff sur la répartition géographique des Planaires terrestres, et de M. Bourne sur le squelette des Anthozoaires, qui serait formé, non pas par la calcification *in situ* de cellules ectodermiques, mais par un produit de sécrétion.

2^o Section. — M. Milne-Edwards a entretenu le Congrès des animaux éteints de Madagascar. Ces animaux comprennent un Hippopotame, un Crocodile et surtout des Oiseaux gigantesques, tels que l'*Æpiornis*, dont le squelette a pu être reconstitué. Les affinités de ces oiseaux avec les *Dinornis* de la Nouvelle-Zélande indiquent une réunion ancienne de ces îles.

M. Van Bemmelen s'est occupé de la structure de l'arc temporal des Monotrèmes. L'articulation de la mâchoire de ces animaux se fait d'après un mode qui rappelle les dispositions offertes par les Reptiles, c'est-à-dire par l'intermédiaire d'un os carré. Ce caractère confirme les affinités des Mammifères inférieurs avec les Reptiles Anomodontes.

MM. Durham et Kantaek ont étudié la mouche Tsé-tsé et la maladie, appelée *Nagara*, que la piqûre de cet insecte produit chez le bétail africain. Les recherches de ces auteurs confirment et complètent celles du docteur Bruce, faites en 1896, et il est prouvé maintenant que la Tsé-tsé n'agit pas par un venin spécial, mais qu'elle inocule, aux animaux sains, un parasite *préalablement puisé par elle* dans le sang des animaux malades: ce parasite est un Hématozoaire du genre *Trypanosoma*. Des expériences précises ont montré que la mouche ne provoquait d'accident par sa piqûre que si elle avait auparavant piqué un animal malade. Elle n'est donc que l'agent de transport du parasite d'un animal malade à un animal sain.

3^e et 4^e Sections. — M. Plate, dont les travaux sur les Chitons sont bien connus, a fait remarquer que, dans ces animaux, qui sont considérés généralement comme très inférieurs, on trouve une très grande diversité d'organisation, fait assez surprenant, car on devrait s'attendre à rencontrer au contraire une assez grande uniformité chez des types primitifs.

M. Janet a résumé ses recherches sur la constitution morphologique de la tête des Insectes adultes. Il a montré que l'étude de la musculature fournit un excellent critérium pour la détermination des différents somites qui entrent dans la constitution de cette tête. Il est arrivé à cette conclusion que la tête de l'Insecte adulte est formée de six somites: un prébuccal et cinq postbuccaux.

M. Heymons est arrivé au même résultat par l'étude de l'embryologie du système nerveux; il fait toutefois remarquer que, les muscles provenant des somites mésodermiques, il n'y a pas toujours correspondance entre leurs insertions et la segmentation de l'ectoderme.

MM. Piepers et Bordage ont rendu compte de leurs observations sur la coloration des Lépidoptères.

Je signalerai encore les communications de M. Sharp sur la classification des Insectes, de M. Bouvier sur les caractères extérieurs des Pérépates, de MM. Caullery et Mesnil sur les formes épitoques des Cirratuliers; je reviendrai plus loin sur le travail de ces deux derniers naturalistes.

Collections exposées. — Plusieurs savants avaient exposé dans le Laboratoire de Zoologie des collections et des préparations dont quelques-unes ont été très remarquées. Parmi ces dernières, je citerai plus particulièrement les Méduses de Millépores exposées par M. Hickson, les préparations de

¹ Voir la Revue annuelle de Zoologie de 1897.

M. Apathy sur la structure des éléments nerveux, les collections rapportées par M. Willey de la Nouvelle-Guinée (Nautilés, Péripates, etc.), une magnifique collection relative à la variation, due à M. Bateson. Enfin, une série tout à fait remarquable, représentant le *Lepidosiren* à tous les stades depuis l'œuf jusqu'à l'état adulte, avait été exposée par M. G. Kerr. Tous les membres du Congrès ont été frappés de la ressemblance étonnante qu'offraient les embryons munis de leurs branchies externes avec les Batraciens Gymnophiones.

5. *Discussions en séance plénière.* — Deux questions d'ordre général avaient été mises à l'ordre du jour par les organisateurs du Congrès pour être discutées en séance plénière : l'origine des Mammifères et la position des Spongiaires dans le Règne animal.

La première question a donné lieu à une communication très documentée de M. Seeley, qui fut suivie d'une discussion à laquelle prirent part MM. Osborn, Marsh et Sedgwick. Ces savants ont apporté des arguments nouveaux à l'hypothèse, assez récente, de l'origine reptilienne des Mammifères, et ils ont discuté les ressemblances offertes, dans la constitution du squelette, entre les Monotrèmes, les Marsupiaux et les autres Mammifères d'une part, et certains Reptiles fossiles, particulièrement les Anomodontes, d'autre part. Je ne puis pas insister plus longuement sur ces communications, qui rentrent d'ailleurs dans le cadre de l'Anatomie comparée plutôt que dans celui de la Zoologie.

Quant à la question de la position systématique des Eponges, elle a donné lieu à de très longues discussions, auxquelles prirent part MM. Delage, Minchin, Hæckel, Vosmaer et Saville Kent, sans d'ailleurs pouvoir se mettre d'accord. Il me paraît inutile d'entrer dans le détail de ces discussions; mais, comme cette question est tout à fait à l'ordre du jour en ce moment, et que les Eponges ont fait l'objet de nombreuses études en ces derniers temps, je commencerai la revision des travaux de Zoologie systématique publiés en 1898 par l'examen de ceux qui se rapportent à ce groupe.

II. — ZOOLOGIE SYSTÉMATIQUE.

§ 1. — Éponges.

J'ai déjà eu l'occasion, dans la Revue annuelle de 1895, de mentionner une particularité remarquable observée dans le développement de certaines espèces d'Eponges: je veux parler du renversement des deux feuilletts embryonnaires, ectoderme et endoderme, phénomène à la suite duquel les cellules antérieures (ou externes) de la larve, qui correspondent à l'ectoderme, s'enfoncent dans la profondeur,

tandis que les cellules postérieures (ou internes), chargées de vitellus, donneront naissance aux tissus dermiques de l'adulte. Ce phénomène extraordinaire n'avait alors été noté que dans quelques espèces isolées; mais des observations nouvelles, entreprises depuis cette époque, ont permis de généraliser les résultats et de considérer le renversement des feuilletts comme une phase normale du développement des Eponges. Tout récemment, Maas a même montré que, dans les formes comme l'*Oscarella*, dont la blastula passait pour être constituée par des cellules identiques et également ciliées, il y avait en réalité deux sortes d'éléments: les uns clairs, formant l'hémisphère antérieur de la larve et destinés à s'enfoncer dans la profondeur; les autres foncés, chargés de vitellus, occupant l'hémisphère postérieur et devant former les tissus externes de l'adulte.

D'après les travaux les plus récents, on peut distinguer quatre types principaux de développement chez les Éponges:

1^o Le type *Oscarella*: la blastula paraît formée de cellules toutes égales;

2^o Le type *Sycandra*: la blastula est creuse comme chez l'*Oscarella*, mais les cellules postérieures sont très différentes des cellules antérieures;

3^o Le type *Myxilla*: la larve pleine, ou *planula*, est formée d'une couche de cellules externes ciliées qui manquent à l'extrémité postérieure, où les cellules internes sont à nu;

4^o Le type *Ascetta*: la larve est encore une *planula*, mais les cellules externes ciliées entourent complètement les cellules internes.

Quelle que soit donc la forme de la larve, les cellules antérieures (ou externes) sont destinées à s'invaginer et à pénétrer dans la profondeur pour former les parois des corbeilles vibratiles, tandis que les cellules postérieures (ou internes) deviendront superficielles pour donner naissance à presque toute la masse du corps de l'Éponge adulte.

Quelles sont les relations de ces deux sortes d'éléments, cellules claires, antérieures ou externes, et cellules granuleuses, postérieures ou internes, avec les feuilletts primaires des autres Métazoaires? Différents auteurs ont abordé cette question: Maas, Heider, Minchin, Lendelfeld, Delage, Perrier, soit dans des travaux récents, soit au Congrès de Cambridge, mais, comme je le disais plus haut, sans parvenir à s'entendre. Le seul fait sur lequel tout le monde paraît d'accord actuellement, c'est que les Éponges ne possèdent pas les trois feuilletts qu'autrefois on leur avait attribués volontiers: la couche superficielle, que l'on distinguait, sous le nom d'ectoderme, des tissus sous-jacents, considérés comme représentant le *mésoderme*, ne doit pas être séparée de ces derniers; tous ces tissus

dermiques ne constituent qu'une seule et même formation. C'est pour ne pas préjuger de l'homologie des deux sortes d'éléments qui constituent la larve des Spongiaires avec les deux feuillettes primaires des autres Métazoaires, que certains auteurs ont distingué ces éléments sous les noms de *gastriques* et de *dermiques*. Les éléments gastriques ou choanocytes, qui forment les corbeilles vibratiles, dérivent des cellules superficielles ou antérieures de la larve, et les éléments dermiques proviennent des cellules internes ou postérieures de cette dernière.

La position que chaque zoologiste attribuera aux Spongiaires dans la classification, dépendra de la valeur morphologique qu'il appliquera à ces deux sortes de tissus; cette valeur dépendra à son tour du *criterium* que chacun entend choisir pour établir les homologies. Or, il me semble que les théories les plus importantes émises sur la position systématique des Éponges, peuvent être groupées en deux catégories. On peut soutenir que l'arrangement définitif des tissus n'a rien à voir avec les phénomènes embryogéniques: pour les auteurs qui admettent cette manière de voir, les cellules gastriques des Éponges sont, *quelle que soit leur origine*, homologues à l'endoderme des Coelentérés et des autres Métazoaires, et cela parce qu'elles tapissent les corbeilles vibratiles, tandis que les éléments dermiques sont homologues à l'ectoderme, *quand bien même ils renfermeraient du vitellus chez la larve*. Ces auteurs n'ont donc aucune raison pour séparer les Éponges des Coelentérés et ils les rangent effectivement dans cet embranchement, comme le fait Chun, par exemple. Pour d'autres zoologistes, les Éponges ont une blastula et une gastrula typiques et possèdent les deux feuillettes primaires, ectoderme et endoderme, avec leurs positions respectives ordinaires; mais l'évolution de ces feuillettes diffère de tout ce qui est connu ailleurs, et, au delà du stade gastrula, les Éponges n'ont plus rien de commun avec les autres Métazoaires dont il est nécessaire de les séparer d'une manière absolue. Cette opinion, présentée la première fois par Nöldeke, a été tout récemment soutenue par Delage¹ et paraît devoir rallier la majorité des zoologistes. J'ajouterai que plusieurs auteurs ont invoqué une descendance directe et immédiate des Protozoaires choano-flagellés, pour donner aux Éponges une place tout à fait à part dans le Règne animal. Le cadre très restreint de cette Revue ne me permet pas de discuter ces différentes opinions.

§ 2. — Orthonectidés.

Puisque je m'occupe en ce moment de formes

dont la position systématique est encore incertaine, je saisisrai cette occasion pour parler des Orthonectidés, groupe à affinités très douteuses, dont on ne s'était pas occupé depuis plusieurs années. MM. Caullery et Mesnil ont été assez heureux pour rencontrer ces curieux parasites chez les Annélides. Deux espèces, trouvées dans la cavité générale de certains Spionidiens, appartiennent au genre *Rhopalura* et ne diffèrent pas sensiblement des autres espèces déjà connues du même genre; mais une troisième espèce, parasite de la cavité générale d'un Aricien, le *Scoloplos Mülleri*, s'écarte considérablement de toutes les formes connues et offre un grand intérêt. Elle fait le type d'un genre nouveau, le genre *Stæcharthrum*. Cet Orthonectidé est hermaphrodite, et il n'y a par conséquent pas d'individu mâle. Le corps est allongé et il se présente sous forme d'une chaîne de soixante-dix à quatre-vingts anneaux ciliés dans leur région postérieure. Dans chacun des anneaux, sauf dans les dix ou douze premiers, se trouve un ovule unique et les testicules sont placés aux deux extrémités de la chaîne d'ovules,

En ce qui concerne le développement, MM. Caullery et Mesnil se sont surtout occupés de l'évolution des sacs plasmodiques, à l'intérieur desquels se développent, comme on sait, les embryons. On a toujours considéré que ces sacs étaient formés par la dissociation du corps de la femelle et que les ovules, ainsi mis en liberté, s'y développaient en embryons. Mais les choses se passent d'une manière toute différente chez le *Stæcharthrum Giardi*. Dans cette espèce, les sacs plasmodiques sont des masses de protoplasma à l'intérieur desquelles on trouve un certain nombre de petits noyaux libres; quelques-uns de ces noyaux s'entourent d'une couche assez mince de protoplasma chromophile pour devenir des cellules que les auteurs appellent *cellules-germes* et qui sont le point de départ des embryons. Or, les cellules-germes diffèrent absolument des ovules et on ne peut pas les confondre avec eux.

MM. Caullery et Mesnil considèrent donc les sacs plasmodiques comme une phase particulière du cycle évolutif de l'Orthonectidé, phase pendant laquelle se produisent les cellules-germes. Pour eux, le sac proviendrait d'un ovule; mais ils n'ont pu reconnaître son origine exacte, qui est d'ailleurs ignorée chez tous les Orthonectidés. Ils estiment qu'il y a là une lacune qui correspond à la fécondation et aux phénomènes qui suivent et que ces phénomènes doivent s'opérer pendant une période libre. Les cellules-germes du *Stæcharthrum* seraient l'équivalent morphologique des germes des Dicyémides, qui se multiplient dans la cellule axiale et sont aussi le point de départ des embryons. Chez les Dicyémides, d'ailleurs, comme

¹ Voyez la Revue du 15 octobre 1898.

chez les Orthonectidés, il y a dans nos connaissances une lacune qui correspond à la migration des parasites d'un hôte à l'autre, au rôle des Infusoriformes, etc., et qui embrasse également la période de reproduction sexuelle.

La conception des cellules-germes, établie par MM. Caullery et Mesnil, crée une nouvelle affinité entre les Dicyémides et les Orthonectidés.

§ 3. — Anthozoaires.

M. Van Beneden a profité des matériaux recueillis par l'expédition du *Plankton* pour faire une étude très détaillée de la larve du Cérianthe; il a pu fixer, d'une manière très précise, les affinités de ce type singulier et prouver qu'il s'éloignait de la manière la plus absolue des Anthozoaires avec lesquels on l'avait classé jusqu'à présent.

D'après les recherches de ce savant, le Cérianthe n'est pas seulement caractérisé par sa symétrie bilatérale, qui se manifeste déjà chez sa larve, mais il l'est aussi, et surtout, par le mode d'accroissement de cette dernière. Pendant la première période du développement, qui s'étend jusqu'au moment où la larve est pourvue de trois couples de sarcoseptes et de six loges, les organes se forment par une *complication* progressive de la gastrula, qui s'accroît dans toutes ses parties. Ces six loges comprennent une loge directrice, deux paires de loges latérales et une loge postérieure ou loge de multiplication. A partir de ce stade, l'accroissement se fait exclusivement par *addition* de parties nouvelles aux parties similaires déjà formées, et cela toujours en arrière de ces dernières. Cet accroissement s'opère aux dépens de la loge de multiplication, qui est constamment reportée à l'extrémité postérieure. Il résulte donc, de ce fait, que la partie antérieure du corps se forme pendant la première période du développement et la partie postérieure pendant la seconde. Van Beneden donne le nom de *Cerimula* à la larve du Cérianthe à la fin de la première période.

L'embryologie et l'organisation du Cérianthe l'écartent absolument des Hexactiniaires, et c'est à tort que certains auteurs, comme Carlgren, Faurot, etc., admettent qu'il existe dans le développement du Cérianthe des stades comparables aux stades *Edwardsia* et *Halcampula* des Hexactiniaires. En revanche, il existe des rapports manifestes entre le Cérianthe et les Antipathaires. Par leurs six cloisons primaires et par leur symétrie bilatérale, les Antipathaires rappellent la *Cerimula* d'une manière frappante. Aussi Van Beneden considère-t-il les Cérianthaires et les Antipathaires comme issus d'une même souche ancestrale, représentée par la larve *Cerimula*, et il les réunit dans une même division, les *Cériantipathaires*. D'un autre côté, le

développement de la *Cerimula* rappelle celui des Scyphopolypes, et ces ressemblances ont déjà été indiquées par Goette, dont le travail a été publié à peu près au même moment que celui de Van Beneden.

Pour ces différentes raisons, Van Beneden propose de diviser les Anthozoaires en trois groupes principaux : les *Zoanthactiniaires*, les *Octactiniaires* et les *Scyphactiniaires*, ces derniers renfermant notamment les Scyphoméduses et les Cériantipathaires.

§ 4. — Annélides.

Dans une précédente Revue, j'ai déjà eu occasion d'indiquer sommairement les intéressantes recherches de MM. Caullery et Mesnil sur les Annélides et de mentionner la découverte, faite par eux chez un Cirratulien (*Dodecaceria*), d'une forme épigame, que l'on ne connaissait jusqu'alors que chez les Annélides errantes. En poursuivant leurs recherches, les deux savants ont observé, dans l'évolution des *Dodecaceria*, des phénomènes extrêmement remarquables. Ils ont constaté, en effet, que des individus identiques dans des stades jeunes, aboutissaient, suivant les cas, à des formes terminales très différentes. Ils ont ainsi été conduits à distinguer trois séries d'individus : la première, qu'ils appellent forme A, atteint son état final sans métamorphose; elle comprend des individus qui restent toujours sédentaires et qui sont exclusivement femelles. Ces individus se reproduisent par parthénogénèse et, de plus, sont vivipares; le fait est d'autant plus intéressant à mentionner que nous connaissons tout au plus une demi-douzaine de cas de viviparité chez les Annélides. La deuxième série (B) se métamorphose en une forme épitoque nageuse; la troisième série (C) aboutit aussi à une forme épitoque, mais différente de B. Il y a donc ici un polymorphisme évolutif à la fois physiologique et morphologique. Ces phénomènes peuvent être rapprochés de faits analogues, et peut-être même plus compliqués, qui ont été constatés autrefois par Claparède chez la *Nereis Dumerilii*, mais sur lesquels nous ne possédons que des documents très incomplets.

Les changements externes que présentent les formes épitoques B et C ne sont pas les seuls qui caractérisent l'épigamie. MM. Caullery et Mesnil ont reconnu, en effet, des modifications internes parallèles à ces changements. C'est d'abord la disparition de certains matériaux de réserve, qui sont employés à la formation des produits génitaux; c'est aussi une diminution dans l'épaisseur de l'étui musculo-cutané, suivie de l'apparition des organes segmentaires et, enfin, c'est surtout une atrophie du tube digestif.

A en juger par des indications très sommaires

données par quelques auteurs, ces modifications internes des formes épitoques ne seraient pas particulières au *Dodecaceria*; ces indications, qui avaient passé à peu près inaperçues jusqu'ici, s'éclaircissent d'un jour tout nouveau à la suite des observations très précises de MM. Caullery et Mesnil. On peut supposer que des recherches ultérieures feront connaître d'autres cas de ce polymorphisme évolutif, qui se montre avec des caractères si remarquables chez les *Dodecaceria*.

Dans le même ordre d'idées, je mentionnerai les recherches de Friedländer sur le *Ver de Palolo*. Tous les zoologistes connaissent l'histoire curieuse de cette Annélide, observée dans certaines îles du Pacifique. Tous les ans et avec une régularité mathématique, on voit les vers apparaître dans la mer et en quantité innombrable, au moment de l'aurore, pendant les deux derniers jours du quartier de la lune en octobre et en novembre. Ces vers, dont il serait impossible de trouver un seul échantillon à d'autres époques, se montrent incomplets : ce sont des fragments, pouvant atteindre cinquante centimètres de longueur, dépourvus de tête, bourrés de produits sexuels et dont le tube digestif est atrophié. Ils nagent pendant quelques heures, puis ils se brisent en mettant en liberté les produits génitaux qui obscurcissent l'eau. Faute de pouvoir étudier la tête, la spécification exacte de ce ver n'avait pas pu être établie : on le désignait provisoirement sous le nom de *Palolo*. Friedländer a été assez heureux pour trouver, aux îles Samoa, l'animal complet et en place, et il a reconnu qu'il appartenait à la famille des Eunicien. Cette Annélide habite des galeries creusées dans les récifs coralliens, à une très faible profondeur. Quand l'époque de la maturité sexuelle est arrivée, la région postérieure, chargée de produits génitaux, se détache par autotomie et se porte à la surface de l'eau, où elle se dissocie rapidement. On sait que des phénomènes analogues d'autotomie reproductrice existent chez les Syllidiens. Quant à la périodicité remarquable de l'apparition du ver de Palolo, Friedländer l'explique en faisant remarquer que les mois d'octobre et de novembre de l'hémisphère austral correspondent à notre printemps et que la migration du ver à la surface de l'eau s'effectue au moment du lever du soleil, qui est en même temps l'heure de la plus basse mer.

Pour compléter ces renseignements sur le ver de Palolo, j'ajouterai que la détermination de Friedländer a été confirmée tout récemment par Ehlers, qui a appliqué à ce ver le nom d'*Eunice viridis*.

§ 5. — Mollusques.

Parmi les différentes publications dont les Mollusques ont été l'objet en 1898, je signalerai d'abord

les recherches de MM. Bouvier et Fischer sur l'organisation des Pleurotomaires actuels. Les auteurs ont eu la bonne fortune de pouvoir étudier un exemplaire du *Pl. quoyana*, provenant des dragages du Blake. Le spécimen était malheureusement incomplet, mais il a néanmoins permis l'étude du système nerveux, qui constitue un type intermédiaire entre le Chiton et les autres Diotocardes.

En effet, les cordons nerveux scalariformes du Pleurotomaire se font remarquer par la saillie ganglionnaire, en forme de corne allongée, qu'ils émettent l'un et l'autre en avant de leur commissure la plus antérieure. Cette corne offre, sur toute sa longueur, un sillon large et profond qui se continue sur les cordons et divise chacun d'eux en une partie supérieure palléale et une inférieure pédieuse. La partie palléale se comporte comme les cordons palléaux des Chitons et la partie pédieuse comme les cordons pédieux de ces derniers. Les idées de Lacaze-Duthiers, qui a considéré les cordons pédieux des Diotocardes comme formés par la fusion des centres pédieux et palléaux de chaque côté, se trouvent ainsi confirmées, mais il résulte, en outre, des observations de Bouvier et de Fischer que les Pleurotomaires offrent le premier stade de cette concentration ganglionnaire qui s'accroît de plus en plus quand on s'élève dans le groupe des Mollusques. Chez les *Haliotis*, les cordons du pied se composent aussi d'une partie supérieure palléale et d'une partie inférieure pédieuse, mais la partie palléale tend déjà à s'isoler sous la forme d'un renflement ganglionnaire situé en avant; ce renflement devient un ganglion distinct chez les Patelles, les Nérites, etc. On sait enfin que, chez les autres Gastéropodes, les cordons pédieux et palléaux se sont condensés en ganglions ovoïdes.

Le regretté F. Bernard avait entrepris des recherches fort importantes, qui occupèrent les dernières années de sa vie, et qu'il n'a pu terminer, sur la morphologie de la charnière des Lamellibranches. Si l'on considère que la division des Lamellibranches en familles et en genres est, en grande partie, fondée sur les caractères des dents et du ligament, on comprendra tout l'intérêt qu'il y avait à rechercher les homologues de ces formations qui n'avaient pas encore été définies. Le travail de Bernard, que viennent de publier les *Annales des Sciences Naturelles*, ne comprend malheureusement qu'une partie de ces intéressantes recherches. J'insisterai surtout sur celles qui offrent un caractère général.

Avant la formation de la coquille provisoire ou prodissoconque, le premier stade de la calcification donne naissance au *protostracum*, comprenant deux valves à charnière rectiligne, dépourvues de formations cardinales et de fossette ligamentaire.

Ce stade, auquel éclosent les Naïades, est commun à tous les Lamellibranches, car Bernard a retrouvé ce protostracum au sommet de toutes les prodissoconques qu'il a étudiées. La prodissoconque primitive, qui apparaît à la suite du protostracum, se dispose suivant deux valves symétriques à charnières complètement rectilignes; sa forme, au début, se montre la même partout, mais elle se modifie ensuite et la charnière acquiert des caractères spéciaux : c'est la prodissoconque définitive. Chez tous les Anisomyaires et les Taxodontes, on trouve un type uniforme de charnière que Dall a appelé *provinculum* : cette charnière est caractérisée par des crénelures perpendiculaires au bord cardinal et elle est creusée, au centre, de la fossette ligamentaire primitive. Chez les Hétérodontes, au contraire, les prodissoconques sont très simples, leur évolution étant en général si rapide que les crénelures n'ont pas le temps de se former.

Quelle est la signification de ce stade à prodissoconque? Il est manifeste que la fin de ce stade correspond à un temps d'arrêt dans la croissance, utilisé à l'épaississement de la coquille et au perfectionnement du *provinculum*. Bernard a vérifié, chez les formes incubatrices, qu'un travail analogue s'opérait pour l'ensemble des autres organes : à ce moment, l'animal peut se ramener à un type très simple et très schématique de Lamellibranche. C'est une larve pourvue du velum caractéristique, de deux muscles adducteurs et de deux muscles pédieux, de trois paires de ganglions nerveux, d'un pied propre à la reptation, d'un manteau à bords libres sans siphon et de branchies situées très en arrière. Cet état, commun à tous les Lamellibranches, représente pour Bernard la forme ancestrale : c'est de ce stade qu'on devra partir pour reconstituer la phylogénie de ce groupe.

Voici maintenant comment Bernard conçoit l'évolution des formations dentaires chez les Lamellibranches. Il prend comme point de départ des formes d'origine ancienne, comme les Mytilidés, et il désigne leurs dents, ainsi que celles des Anisomyaires, du nom de dysodontes. Le stade qui suit la prodissoconque est caractérisé par l'apparition subite des côtes externes; or, les dents dysodontes, qui se montrent en même temps, alternent avec ces côtes et se multiplient en corrélation avec elles; elles doivent donc être considérées comme des côtes internes limitées au bord de la coquille. Le plateau cardinal rudimentaire s'étend progressivement par-dessus ces crénelures, qu'il recouvre et fait disparaître momentanément; chacune d'elles reparait bientôt à la même place, mais cette fois, à la surface du plateau et sous forme de dent. Les dents de Taxodontes se forment exactement par le même processus.

Bernard arrive donc, et par une voie toute nouvelle, à une conception morphologique des dents des Lamellibranches déjà mise en lumière par Neumayer et par Conrath d'après des données paléontologiques. Un certain nombre de Lamellibranches anciens (Cryptodontes), considérés par ces deux auteurs comme très primitifs, ont précisément leurs dents formées par des côtes internes alternant avec les véritables côtes le long du bord cardinal. La concordance des résultats fournis par la Morphologie et par la Paléontologie est la preuve évidente que la valeur attribuée aux dents est exacte.

Chose curieuse, les Nuculidés, qui ont une organisation très primitive, présentent une accélération inattendue dans le développement de leur coquille, qui est caractérisé par l'absence du *provinculum* et l'apparition rapide du plateau. Toutefois l'évolution est peu compliquée, et l'on peut faire dériver les Nuculidés d'un type dysodonte à dents restées nombreuses.

Cette organisation primitive des Nuculidés, déjà mise en lumière par Pelseneer, vient d'être confirmée par Stempel, qui a étudié l'anatomie des genres *Leda*, *Malletia* et *Nucula*. Cet auteur insiste notamment sur la simplicité dans l'organisation des branchies, de l'appareil à byssus et de la coquille, à laquelle manque la couche des prismes, sur la présence d'une véritable sole rampante, sur la structure des reins, qui n'offrent pas encore de différenciation en un appareil sécréteur, sur la persistance du canal des otoeystes, etc.

Une autre forme de la même famille, le genre *Yoldia*, a été étudiée par Drew, qui a pu en suivre le développement. La larve offre une ressemblance assez curieuse avec celle du Dentale et du *Dondersia*. Je me bornerai à cette simple indication en attendant le travail définitif de l'auteur.

§ 6. — Insectes.

Je m'étendrai plus longuement sur un travail fort intéressant de M. Lécaillon, relatif au développement embryonnaire des Chrysomélides. Les recherches de cet auteur lui ont permis d'arriver à un certain nombre de conclusions générales, dont les plus importantes se rapportent aux homologies des trois feuillettes embryonnaires des Insectes, et notamment à la valeur morphologique de l'endoderme.

On sait que, lorsque la segmentation est terminée, il reste dans le vitellus des Insectes un certain nombre de cellules, dites vitellines ou vitellophages, dont la signification a été fortement discutée. On a considéré l'ensemble de ces éléments comme l'endoderme jusqu'en 1886, époque à laquelle Kowalevsky montra que ces cellules n'en-

traient pas dans la composition de l'intestin moyen. A partir de ce moment, tous les embryologistes furent d'accord pour retirer à ces dernières la signification d'éléments endodermiques et pour considérer comme tels ceux qui forment véritablement l'épithélium du mésentéron, l'origine de ce prétendu endoderme restant d'ailleurs assez obscure. Or, les observations de Lécaillon, chez les Chrysomélides, tout en confirmant les recherches récentes d'Heymons chez les Orthoptères, montrent de la manière la plus formelle que le mésentéron est formé par deux ébauches ou cordons cellulaires provenant, l'une du proctodeum et l'autre du stomodeum. Voici donc un fait fort important définitivement acquis : *le mésentéron des Insectes, ou du moins d'un grand nombre d'Insectes, est d'origine ectodermique.* Comme, ainsi que l'on sait, ce mésentéron est d'origine endodermique chez tous les autres animaux, il y a lieu de se demander si les Insectes possèdent un endoderme et quels sont les éléments qui forment ce feuillet.

Evidemment, il ne peut pas être question de donner cette valeur aux cordons cellulaires émanant du proctodeum et du stomodeum, car ils se produisent très tardivement : de plus, si on leur accordait la signification d'un feuillet, il faudrait en faire autant pour les ébauches des autres organes. Enfin, ces ébauches n'existent pas chez les Thysanoures et les Orthoptères, où, d'après les recherches récentes, le mésentéron est formé par les cellules vitellines. Aussi, à la question posée plus haut, Lécaillon répond sans hésiter : *l'endoderme est représenté chez tous les Insectes par les cellules vitellines.* En effet, chez les formes les plus inférieures du groupe, ces cellules forment véritablement l'épithélium du mésentéron, et il est à remarquer qu'il en est de même chez les Myriapodes, qui sont incontestablement plus anciens que les Insectes ; en dehors de cette fonction, les cellules vitellines en remplissent encore une autre chez ces formes inférieures, car elles servent à digérer le vitellus nutritif. Chez les autres Insectes, ces cellules conservent encore leurs fonctions digestives vis-à-vis du vitellus nutritif, mais *c'est là leur rôle exclusif*, car elles ne sont plus employées à la formation du mésentéron. Aussi leur existence se trouve limitée à la période embryonnaire et elles disparaissent bientôt après leur formation. Elles commencent déjà à dégénérer avant la fin de la segmentation, et le développement embryonnaire n'est pas terminé qu'elles sont toutes, ou presque toutes, en voie de disparition.

Il résulte de ce qui précède que le développement des Insectes offre deux anomalies remarquables : la première est, que chez eux, l'endo-

derme ne donne presque jamais naissance à l'épithélium de l'intestin moyen, et la deuxième est que le tube digestif est, dans la plupart des cas, d'origine ectodermique. Ces deux anomalies entraînent, en outre, cette conséquence qu'il n'existe aucun organe endodermique dans le corps des Insectes adultes autres que les Thysanoures et les Orthoptères.

On ne saurait raisonnablement conclure de ces constatations que les deux feuillettes primaires, ectoderme et endoderme, ne conservent pas, dans le groupe des Insectes, la même valeur morphologique que chez les autres Métazoaires : on peut seulement affirmer que le mésentéron ne reste pas homologue à lui-même chez les Thysanoures et chez les Insectes élevés. Si l'on envisage ces faits à un point de vue général, on doit poser en principe que l'endoderme ne donne pas toujours naissance à l'épithélium de l'intestin moyen. Cette assertion vient-elle infirmer le principe de l'homologie des feuillettes germinatifs chez les Métazoaires ? Evidemment non. Si l'anomalie offerte par les Insectes se retrouvait chez d'autres animaux et indifféremment chez des types primitifs, à embryogénie dilatée, et chez des formes à embryogénie condensée, cette homologie ne pourrait se soutenir, mais il n'en est pas ainsi. Une telle anomalie ne peut exister que dans les sommités de groupes, comme le dit Lécaillon, puisqu'elle est liée à une grande abondance de vitellus nutritif ; elle n'a pu exister chez les ancêtres directs des grands groupes actuels, et cela est si vrai que nous voyons précisément chez les formes primitives, Thysanoures et Myriapodes, l'endoderme donner naissance au mésentéron comme chez tous les autres Métazoaires.

La formation de l'intestin moyen des Insectes aux dépens de deux ébauches endodermiques nous fournit un exemple remarquable de l'hétéroblastie dont il était question au début de cet article.

III. — GÉOGRAPHIE ZOOLOGIQUE. — FAUNES.

§ 1 — La faune de la Manche occidentale.

Les naturalistes qui s'intéressent à la Zoologie marine ont certainement lu avec le plus grand intérêt l'important mémoire que M. Pruvot vient de publier sur les fonds et la faune de la Manche occidentale.

C'est qu'en effet les travaux concernant la faune de nos côtes de France sont fort rares, et, si l'on excepte les recherches de Marion sur les côtes de Provence et de Giard sur celles du Boulonnais, on peut dire que l'étude de la répartition des faunes sur la plus grande partie de notre littoral est à peine ébauchée.

Les observations de M. Pruvot concernent surtout la faune de Roscoff et de ses environs, mais l'intérêt qu'offre son travail ne réside pas seulement dans les documents très nombreux et très précis qu'il fournit sur la répartition et sur l'habitat des Invertébrés marins; il réside aussi, et surtout, dans les comparaisons que fait l'auteur entre les faunes des différentes régions de la Manche et celles des régions correspondantes de la Méditerranée, dont il a pu étudier lui-même la partie occidentale (Banyuls et environs).

Je laisse de côté les raisons qui ont déterminé les zoologistes à établir, d'après les caractères fauniques, la division, bien connue, en régions *littorale*, *côtière* et *profonde*. Je rappellerai que la région profonde, qui existe dans la Méditerranée et dans l'Atlantique, manque dans la Manche, où l'on n'observe que les deux régions littorale et côtière. A Roscoff, la ligne de séparation entre ces deux régions passe par 40 à 50 mètres de profondeur en moyenne. La région littorale y montre la même variété d'aspect, la même richesse de végétation, la même agitation des vagues que sa congénère en Méditerranée. L'obstacle principal à la comparaison de la faune littorale dans les deux mers a été, pour tous les auteurs, le phénomène océanien de la marée. Or, Pruvot s'élève, avec juste titre, contre l'importance exagérée accordée à la marée, et il fait remarquer qu'une classification basée uniquement sur ce phénomène est artificielle, car elle sépare des horizons parfaitement homogènes et réunit dans une même division des niveaux faunistiques très différents. Si on laisse de côté le phénomène de la marée pour ne considérer que le groupement rationnel des différentes stations bionomiques, caractérisées par la nature des fonds et les associations végétales ou animales qui les habitent, on aura tous les éléments d'une comparaison vraiment scientifique et l'on verra que quelques horizons concordent d'une manière tout à fait remarquable dans la Manche et dans la Méditerranée.

La région littorale offre d'abord, dans les deux mers, une zone subterrestre identique, avec des Balanes et des Ligyés sur les rochers, des Tablères sur le sable. Dans la zone littorale proprement dite, on ne trouve pas en Méditerranée les grandes algues, *Fucus*, Laminaires et *Himantalia*, qui forment un niveau si caractéristique dans l'Océan. Les seules formes dominantes qui puissent servir à caractériser ce niveau sont les Cystocires, qui tapissent les rochers à partir de quelques décimètres au-dessous du niveau ordinaire des eaux. Ces Cystocires se retrouvent également sur la côte de Bretagne, mais ils n'apparaissent que dans les points, quelle que soit leur hauteur absolue, que

l'eau n'abandonne jamais. Comme la zone subterrestre est manifestement comparable dans les deux mers, il s'ensuit que l'horizon des *Fucus*, qui lui succède dans la Manche, n'a d'équivalent, dans la Méditerranée, que cette bande de quelques décimètres tapissée d'Ulves et d'algues vertes qui précède les Cystocires. Cet horizon se montre aussi parfois à sec dans la Manche et il offre la même association faunique (*Littorines*, *Cérithes*, *Patelles*, etc.) qu'en Méditerranée. Quant aux herbiers de *Posidonies* qui recouvrent les régions vaseuses ou sableuses de la Méditerranée un peu au-dessous du niveau moyen des eaux, ils correspondent aux prairies de *Zostères* de la Manche. Ces Monocotylédones s'étendent dans les deux mers jusqu'à 10 ou 15 mètres de profondeur pour s'arrêter aux graviers à Bryozoaires, à ces amas coquilliers ou fonds corraligènes, qui constituent encore un troisième horizon identique dans la Manche et dans la Méditerranée : c'est l'horizon inférieur de cette zone littorale.

La région côtière, beaucoup moins variée, offre en Méditerranée une bordure de vase qui manque dans la Manche et, au delà de cette bordure, des sables et des graviers, parfois mêlés à des débris de coquilles, formant une zone identique à celle qu'on connaît dans la Manche. Le tableau I (page 246) résume la classification et la concordance des fonds établis par M. Pruvot.

J'ajouterai encore une remarque pour terminer. Au Cap Creus, dans la vase profonde, Pruvot et Robert ont étudié une faune de Lamellibranches qui comprend, outre des coquilles actuellement vivantes en Méditerranée, des types tels que *Pecten islandicus* et *septemradiatus*, *Cyprina islandica*, *Modiola modiolus*, qui caractérisent la région arctique à l'époque actuelle, mais qui aujourd'hui font complètement défaut en Méditerranée. Evidemment ces coquilles ont été chassées par les courants et accumulées dans cette région. La constatation de ce fait a une grande importance, car il montre que certains dépôts coquilliers ne sont pas en place. Or, on sait que les catalogues régionaux mentionnent les coquilles recueillies en un point donné, sans faire de distinction entre les coquilles vides et celles qui sont trouvées vivantes. En créant cette confusion, on peut être conduit à admettre des associations fauniques tout à fait erronées et en tirer des conclusions fausses sur la répartition des espèces.

§ 2. — La Faune des grands lacs d'Afrique.

Parmi les quelques travaux dont les faunes d'eau douce ont fait le sujet en 1898, je ne relèverai que les études faites par M. Moore sur la faune malacologique des grands lacs de l'Afrique équatoriale et particulièrement du lac Tanganyika,

études qui me paraissent offrir un intérêt de tout premier ordre.

La plupart des grands lacs de l'Afrique, tels que les lacs Nyanza et Victoria-Nyanza, renferment une faune qui comprend les formes ordinaires des eaux douces, appartenant à des genres vulgaires et ubiquistes. C'est ainsi qu'en allant du rivage vers la profondeur, on trouve d'abord les genres *Planorbis*, *Ampullaria*, *Lanistes*, qui ne dépassent pas 15 à 16 mètres de profondeur, plus loin les *Limnea*, *Isodora* et *Physopsis*, qui atteignent 35 mètres, ensuite les *Vivipara*, *Bithynia*, *Spatha*, *Unio*, *Iridina*, qui s'étendent jusqu'à

types très remarquables. Voici l'énumération des principaux représentants de cette faune, avec l'indication des profondeurs *maxima* auxquelles ces genres pénètrent :

<i>Nassopsis</i> , qui s'étend jusqu'à	35 mètres
<i>Niothamma</i>	75 —
<i>Syenolopsis</i> , <i>Limnotrochus</i> , <i>Chytra</i>	130 —
<i>Unio turtoni</i>	170 —
<i>Paramelania</i>	240 —
<i>Typhobia</i> , <i>Bithynalia</i>	300 —

Ces deux derniers genres ne commencent guère à faire leur apparition qu'entre 70 et 110 mètres. Le lac Tanganyika présente donc cette particu-

Tableau I. — Classification et concordance des fonds dans la Manche et la Méditerranée.

		MANCHE		GOLFE DU LION	
		Facies rocheux	Facies sableux	Facies rocheux	Facies sableux
Région littorale.	Zone subterrestre	Rochers et sables immergés.			
	Horizon supérieur	Rochers à Fucus.	Plage supérieure à <i>Cardium edule</i> .	Rochers couverts d'Ulves.	Plage supérieure.
	Horizon moyen	Cailloulis à <i>Cystocires</i> . <i>Himantalia</i> .	Zostères.	Rochers à <i>Cystocires</i> .	Posidonies.
	Horizon inférieur	Laminaires.	Graviers à Bryozoaires.	Fonds corraligènes vifs.	Graviers à Bryozoaires.
Région côtière.	Zone de la vase côtière	Manque.		Bordure de vase côtière.	
	Zone des sables du large	Sables et graviers.		Sables et graviers.	

une profondeur de 400 mètres. Au delà de cette limite, la faune disparaît complètement. Les dragages opérés dans le lac Tanganyika ont montré l'existence, au voisinage des côtes et dans les couches superficielles de ce lac, d'une faune malacologique analogue à celle que je viens d'indiquer et offrant la même distribution : c'est à peine si l'on peut relever quelques différences spécifiques entre les formes du lac Tanganyika et celles des autres lacs africains. Mais, dans le premier de ces lacs, on trouve, en outre, dans la profondeur et au large, une deuxième faune complètement différente de la première et qui s'étend jusqu'aux profondeurs énormes de 3 à 400 mètres. M. Moore désigne cette faune sous le nom de faune *halolimnique*; on en connaissait déjà autrefois quelques rares représentants, mais ses recherches sont venues ajouter à ces formes un grand nombre de

larité remarquable de posséder une faune différente par sa distribution géographique et bathymétrique de la faune typique des eaux douces qu'on trouve exclusivement dans les autres lacs africains et qui ne comprend que des formes ubiquistes. De plus, la faune *halolimnique* de ce lac présente un caractère *marin* absolument frappant, qui apparaît non seulement dans la forme extérieure des coquilles, mais encore dans l'organisation interne des genres dont l'anatomie a pu être faite. M. Moore a plus particulièrement étudié l'organisation du genre *Typhobia*, dont la coquille offre des pointes et des prolongements formant une ornementation qui rappelle celle de certains *Murex*, et il a reconnu : 1° que, par certains points de sa structure, le système nerveux rappelle celui des *Scalaria* et, *Solarium* et, par d'autres, celui des *Strombus*, *Pteroceras*, *Cancellaria* et *Voluta*; 2° que

le tube digestif est très voisin de celui des *Pteroceras*, etc. Cette conformité dans la structure anatomique a la plus grande importance, puisqu'elle nous prouve qu'il ne s'agit pas ici de ressemblances purement extérieures, qu'on pourrait expliquer par des phénomènes de convergence, mais d'une véritable parenté avec des Mollusques franchement marins.

Voici d'ailleurs quelles sont les familles de Gastéropodes qui se trouvent représentées dans le lac Tanganyika :

PURPURINIDÉES : *Paramelania*, *Nassopsis*, *Bithoceras*.

NATICIDÉES : *Spekia*.

XENOPHORIDÉES : *Chytrea*.

PLANAXIDÉES : *Tanganyicia*.

THYRPHOBIDÉES (famille nouvelle) : *Typhobia*, *Bathanalina*, *Limnotrochus*.

Comme je l'ai dit plus haut, quelques-uns de ces genres étaient déjà connus autrefois, mais ils avaient d'abord été placés dans la famille des Mélaniidés. M. Moore a pu leur assigner leur véritable place, et il a montré que cette famille très hétéromorphe des Mélaniidés devait disparaître, la plupart des genres dont elle était composée appartenant à des familles bien différentes. Or, je n'ai pas besoin de rappeler que les familles ci-dessus mentionnées sont franchement marines, qu'elles sont surtout développées dans l'Océan Indien et n'ont pas de représentant dans les eaux douces. J'ajouterai, enfin, pour compléter les renseignements que nous possédons sur la faune du lac Tanganyika, qu'on y a trouvé des types marins provenant de plusieurs autres embranchements : Éponges, Méduses, Crustacés, Décapodes, etc.

Quelle est l'origine de cette faune si spéciale du lac Tanganyika? Trois hypothèses peuvent être invoquées :

Ou bien la faune halolimnique serait le résultat de la transformation sur place de la faune d'eau douce ordinaire ubiquiste du lac à la suite de son isolement prolongé;

Ou bien cette faune serait le reste d'une très ancienne faune d'eau douce ayant existé dans le lac Tanganyika aux époques géologiques;

Ou bien enfin la faune halolimnique aurait été introduite dans le lac grâce à une communication de ce lac avec la mer.

Il est inutile d'exposer ici les raisons qui ont déterminé Moore à repousser les deux premières hypothèses et à admettre la troisième. Pour lui, il

est incontestable que les formes spéciales du lac sont d'origine marine et représentent les restes d'une faune laissée dans ce lac par la mer. Il y a donc lieu de se demander comment et quand cette communication du lac Tanganyika avec la mer s'est établie. D'après Moore, ce phénomène n'a pas pu se produire à l'époque actuelle et remonte à une date relativement éloignée. La constitution géologique du continent africain montre qu'il est impossible d'admettre que cette faune ait pénétré jusqu'au lac ou qu'elle y ait été abandonnée par la mer, à l'époque actuelle : le lac Tanganyika est, en effet, situé à une altitude de près de 1.000 mètres au-dessus du niveau de la mer; il est séparé par une distance de 700 milles de la côte; enfin il ne donne naissance qu'à un seul cours d'eau, qui présente des chutes et des rapides avant de se réunir au fleuve Congo; de plus, ce dernier se jette dans l'Atlantique, où précisément les analogues de la faune halolimnique font défaut à l'époque actuelle, sauf les Xénophoridés, qui sont répandus dans toutes les mers. La conclusion formulée par Moore s'impose donc et nous devons admettre que la faune halolimnique a une origine ancienne.

Or, il est facile d'indiquer à quelle époque l'origine de cette faune remonte. Il y a, en effet, parmi les Gastéropodes du lac Tanganyika, des formes génériquement identiques à des genres du terrain jurassique; il y en a même qui ne peuvent pas se distinguer spécifiquement des fossiles de cette époque. Par exemple, il y a la plus grande ressemblance entre le genre *Bathanalina* et le genre *Amberlia* du Jurassique, et sans doute ces deux genres devraient être confondus; on pourrait en dire autant pour les genres *Paramelania* et *Nassopsis*, qui sont presque identiques respectivement aux genres fossiles *Purpurina* et *Pyrgulifera*. De même, on pourrait indiquer des ressemblances spécifiques entre les *Spekia zonatus*, *Limnotrochus Thompsoni* et *Melania admirabilis* du lac Tanganyika et les formes fossiles *Neritoides minutus*, *Littorina sulcata* et *Cerithium subscalariforme*. La conclusion qui s'impose de la constatation de ces faits, est qu'il y a eu une communication à l'époque jurassique entre la mer et le lac Tanganyika, ou, comme le dit M. Moore, que ce lac est une ancienne mer jurassique (*an old jurassic sea*).

D^r R. Köhler,

Professeur de Zoologie à l'Université de Lyon.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Banet-Rivet (M.), *Professeur au Lycée Michelet. — L'Aéronautique.* — 1 vol. de 271 pages avec 111 figures. Henry May, éditeur. Paris, 1899.

De tout temps l'homme a tenté de s'élever dans les airs, et de tout temps un public nombreux et passionné s'est intéressé aux efforts accomplis dans ce but; l'invention des ballons n'a fait qu'augmenter encore la curiosité publique pour tous les problèmes qui se rattachent à l'aéronautique; aussi peut-on facilement prévoir que le livre de M. Banet-Rivet aura un grand nombre de lecteurs.

Ce livre mérite d'ailleurs tout à fait le succès; il est d'une lecture facile, attachante, et renferme des renseignements variés et instructifs. Après un historique court mais très net, l'auteur donne une théorie élémentaire, mais complète, du ballon libre; il examine comment se comporte un aérostat flasque ou plein, et démontre plusieurs propriétés importantes; par exemple, il fait voir que, pour un même poids de lest projeté, et à volume égal, de deux ballons pleins, d'où le gaz peut s'échapper, celui qui s'élèvera le plus haut est celui qui renferme le gaz le plus lourd. Ce résultat est facile à prévoir, puisque les deux ballons qui subissent toujours à la même attitude la même poussée, et qui avaient au niveau du sol le même poids initial, s'élèveront, après la projection du lest, en perdant pour la même élévation le même volume de gaz, et par suite, que celui qui est gonflé par le gaz le plus lourd perdra alors un poids plus considérable; aussi le nom de paradoxe aérostatique, donné par l'auteur à cette proposition, nous semble-t-il assez peu justifié.

M. Banet-Rivet décrit ensuite les procédés de construction, de gonflement des ballons; il parle de l'appareillage et des instruments d'observation dont l'aéronaute doit se munir. On trouvera dans les chapitres consacrés à ces questions des détails précis et des renseignements curieux.

L'auteur nous explique ensuite comment le ballon va se comporter dans les airs; il nous dit les merveilles de l'atmosphère, et les impressions du voyageur aérien. Viennent enfin des chapitres renfermant des données neuves et de nature à intéresser la curiosité du public savant sur les ballons dirigeables, les lois de l'aviation et les volateurs; à signaler, en particulier, la description du ballon d'Andrée, la théorie de M. Bertinet sur le cerf-volant, les travaux de Renard, les essais d'aviation depuis ceux de Cayley en 1796 jusqu'aux expériences récentes et malheureuses de Lilienthal. Le livre se termine par deux chapitres consacrés aux applications des ballons à la science (ballons-sonde, etc.) et à la guerre. Signalons enfin, et tout particulièrement, le nombre considérable des figures, toutes très claires et très artistiques.

LUCIEN POINCARÉ,

Chargé de Cours à la Sorbonne.

2° Sciences physiques

Dongier (R.), *Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris, Répétiteur à l'Institut agronomique. — Pouvoir rotatoire du quartz dans l'infra-rouge. — Variation de la biréfringence du quartz avec la direction de la compression.* (Thèses de la Faculté des Sciences de Paris.) — 1 vol. in-8°, de 144 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris, 1899.

Tous les physiciens qui se sont occupés d'optique expérimentale liront avec plaisir et profit les deux

thèses de M. Dongier; ils y trouveront une foule de détails précieux sur le montage, le réglage des appareils, et s'apercevront souvent que, des instruments même qu'ils ont entre les mains, ils peuvent tirer des résultats bien plus exacts qu'ils ne l'auraient imaginé: c'est ainsi que, pour déceler et mesurer de très faibles biréfringences, l'auteur décrit une méthode qui permettrait la mesure de la différence des indices ordinaire et extraordinaire du quartz avec une erreur relative ne dépassant pas $\frac{1}{160.000}$; et le maniement de cette méthode n'exige pas autre chose qu'un nicol, un quart d'onde bien étudiés et un analyseur à pénombre.

Quant aux résultats, le premier des deux mémoires de M. Dongier apporte une contribution importante, et probablement définitive, à un sujet déjà traité plusieurs fois, mais par des auteurs qui ne tombaient pas d'accord. Le second mémoire met en lumière un fait nouveau des plus curieux.

L. Depuis le travail classique de Soret et Sarasin, l'on connaît bien le pouvoir rotatoire du quartz dans l'ultra-violet; on était loin de le connaître aussi bien dans l'infra-rouge. De ce côté du spectre visible, les rotations sont beaucoup moindres, et l'on n'a, pour suppléer l'œil, ni la photographie ni l'oculaire fluorescent; on n'a que la pile thermo-électrique qui ne saisit jamais, dans la suite continue des radiations, qu'un point à la fois. D'ordinaire, on commence par se donner une radiation, dont il faut connaître la longueur d'onde: — première erreur possible, — puis on cherche de quel angle, pour cette radiation, un canon de quartz perpendiculaire fait tourner le plan de polarisation; — seconde erreur inévitable, car cette opération exige, en général, qu'on fasse tourner un nicol; et le meilleur usage qu'on puisse faire du nicol, dans des mesures précises, c'est de ne pas le faire tourner du tout. Encore faut-il trouver le moyen de s'en dispenser. C'est précisément ce que fait M. Dongier, qui réussit à mesurer les rotations d'une façon rigoureuse, sans aucune erreur possible. Sa lumière, venant d'une lampe à arc, est à la fois polarisée et dispersée par un prisme de spath; elle traverse le canon de quartz, puis un analyseur biréfringent, et donne ainsi deux spectres cannelés; l'analyseur biréfringent est réglé une fois pour toutes, de façon que les deux spectres soient verticalement l'un au-dessus de l'autre, leurs cannelures alternant entre elles. Pour les radiations éteintes dans l'un ou l'autre des deux spectres, la rotation est très bien déterminée: elle est ou un multiple entier de 180°, ou un multiple impair de 90°: resterait seulement à fixer quelles sont les radiations qui se trouvent à ces minima de lumière, ou, puisque nous sommes dans le spectre obscur, à ces minima de chaleur. Au lieu de choisir comme repères ces minima, dont la position est toujours mal déterminée, M. Dongier a choisi les radiations qui sont également intenses dans les deux spectres. L'égalité d'intensité sera décelée par une pile thermo-électrique différentielle, disposée suivant une ligne verticale très étroite et qu'on promènera dans le spectre. Quand elle donnera un courant nul, c'est que sa moitié supérieure et sa moitié inférieure recevront la même chaleur; pour peu qu'on la déplace à droite ou à gauche, on aura un courant dans un sens ou dans l'autre. Un zéro se détermine bien, tandis qu'un maximum ou un minimum se détermine mal. C'est ce qui distingue les mesures de M. Dongier de celles de M. Hupe.

Les radiations également intenses dans les deux spectres ont des rotations rigoureusement égales à 45°.

135°... d'une façon générale à un multiple impair de 45°. Pour les caractériser, il suffira de connaître leurs longueurs d'onde. Le spectroscopie employé, qui est un gonimètre pour radiations calorifiques, construit autrefois pour Mouton, donnera très aisément, sinon la longueur d'onde des radiations pour laquelle la pile produit un courant nul, du moins la valeur de l'indice (ordinaire ou extraordinaire) du spath pour chacune de ces radiations.

M. Dongier donne ainsi comme résultat immédiat de ses mesures le *pouvoir rotatoire des divers radiations infra-rouges en fonction de leur indice ordinaire dans le spath*; il sera facile de passer de ces indices aux longueurs d'onde si l'on connaît la loi de dispersion du spath. Vient-on à mieux connaître cette loi de dispersion, il en résulte naturellement une loi différente pour le pouvoir rotatoire en fonction de la longueur d'onde; mais les tableaux de M. Dongier gardent toute leur valeur et fournissent tous les éléments nécessaires au calcul de cette loi. C'est ainsi que M. Carvallo ayant repris, depuis, l'étude de la dispersion du spath et étant arrivé à des résultats un peu différents des résultats jusqu'alors admis, la relation entre le pouvoir rotatoire et la longueur d'onde qui se déduit des nombres de M. Dongier s'est trouvée modifiée par là même; et — résultat digne d'attention — cette relation concorde alors très bien avec la formule théorique qu'avait déduite M. Carvallo de la théorie de Ketteler.

II. Le verre comprimé devient biréfringent. Le quartz comprimé normalement à l'axe optique, à l'axe ternaire, devient biaxe, comme l'ont prouvé les belles expériences de M. Beaulard. A-t-on la même déformation de la surface d'onde pour des compressions ayant des directions quelconques dans le plan perpendiculaire à l'axe ternaire?

A cette question, M. Dongier répond : non. Le plan perpendiculaire à l'axe ternaire contient trois axes de symétrie binaire, faisant entre eux des angles de 120°; ces trois axes sont des directions ayant les mêmes propriétés, mais les trois droites de ce plan qui leur sont perpendiculaires peuvent avoir des propriétés différentes. On sait, depuis la découverte de la piézoélectricité, qu'un axe binaire et la droite perpendiculaire sont loin d'être équivalents au point de vue électrique. M. Dongier montre que, si leurs propriétés optiques sont identiques en l'absence de déformations mécaniques, la même déformation mécanique affecte les propriétés optiques de ces deux directions d'une manière dissymétrique. Citons une de ses expériences : un prisme de quartz ayant son arête dirigée suivant l'axe optique, a une base carrée dont les deux côtés font respectivement des angles de 7° et 97° avec l'un des axes binaires. Si on couche ce prisme et qu'on exerce une pression pouvant aller jusqu'à 200 atmosphères sur une des faces latérales, on a des résultats tout différents en passant d'une des faces latérales à la face latérale contiguë. On pourrait arriver ainsi à rendre le quartz biréfringent suivant l'axe optique (indépendamment du pouvoir rotatoire), par une simple compression normale s'exerçant uniformément sur toute sa surface. C'est un résultat inattendu qu'il y aurait grand intérêt à vérifier directement.

De ce qu'un corps a des propriétés identiques suivant trois directions rectangulaires de l'espace, il ne s'ensuit pas qu'il ait les mêmes propriétés suivant toute autre direction que celle-là : c'est ce qu'ont bien montré les expériences de M. Weiss sur l'aimantation de la magnétite. De ce qu'un corps a des propriétés identiques suivant trois droites d'un plan à 120°, il ne s'ensuit pas que toute droite de ce plan ait les mêmes propriétés : la piézoélectricité du quartz en est une preuve palpable. Cette distinction, si importante au point de vue de la cristallographie physique, entre l'*isotropie complète* (que ce soit dans l'espace ou dans le plan), et ce qu'on pourrait appeler une *fausse isotropie* ou isotropie apparente, était pourtant restée, jusqu'ici, à la porte du domaine de l'Optique; à M. Dongier revient le mérite

de l'avoir introduite — à la faveur, il est vrai, d'une déformation mécanique — en Optique même.

BERNARD BRUNHES,
Chargé de Cours
à la Faculté des Sciences de Dijon.

3° Sciences naturelles

De Launay (L.), *Professeur à l'École nationale supérieure des Mines, Ingénieur au corps des Mines. — Recherche, captage et aménagement des sources thermo-minérales. Origine des eaux thermo-minérales. Géologie. Propriétés physiques et chimiques. — 1 vol. in-8° de 633 pages. Baudry et Co, éditeurs. Paris, 1899.*

« On considère généralement les sources thermales avec un respect superstitieux, comme une sorte de produit pour ainsi dire miraculeux, auquel il serait dangereux et presque sacrilège d'oser toucher. » C'est sans doute à ce respect, dont parle M. de Launay, qu'il faut attribuer l'absence, complète jusqu'à ce jour, d'ouvrage général, d'ordre vraiment scientifique, sur cette sorte de sources. Cependant leur importance chaque jour croissante, par suite de causes multiples dont les plus immédiates sont du domaine de la Médecine, en impose une étude plus rigoureuse pour arriver à une exploitation plus rationnelle. Grâce à M. de Launay, cette lacune est comblée : il vient de nous donner un ouvrage qui, du premier coup, a mis la question au point, aussi bien dans le domaine de la théorie que dans celui de la pratique.

Dans une première partie, consacrée à la théorie, l'auteur établit les analogies qui existent entre les sources thermo-minérales et les sources ordinaires, en particulier les sources vauclusiennes; si la température de leurs eaux est plus élevée que celle des autres sources, cela tient à ce que, de même que les eaux artésiennes, elles reviennent à la surface du sol après avoir circulé à une certaine profondeur, et suivi dans leur remontée les fissures remplies le plus souvent par des filons minéraux. Telle est, en résumé, la théorie de M. de Launay. Mais, tout en l'exposant, il discute celles qui ont été émises antérieurement, et il fait preuve, en cette discussion, d'un très grand éclectisme, acceptant dans bien des cas des opinions qui paraissent en contradiction avec les siennes.

Nous regrettons de ne pouvoir suivre M. de Launay dans son étude de l'origine des eaux thermales, de leur composition chimique et du mode d'émergence de leurs sources; ce qui ressort de la lecture de ces chapitres, c'est la façon très ingénieuse dont l'auteur sait tirer parti des moindres faits qui peuvent étayer sa théorie. Même quand on n'est pas d'accord avec lui, il est impossible de ne pas reconnaître l'incontestable compétence de M. de Launay. Le chapitre relatif à la répartition géographique des sources thermales à la surface du globe, chapitre dont les lecteurs de la *Revue* ont eu la primeur¹, est non seulement le plus intéressant et le plus original de l'ouvrage, mais encore un des meilleurs qui aient été écrits sur les grandes lois qui régissent les phénomènes géologiques.

Ces considérations sont suivies d'une étude des eaux minérales par régions; ce mode de groupement, en relation avec les phénomènes géologiques, est très différent du groupement admis généralement et basé sur des affinités chimiques parfois bien difficiles à établir.

La seconde partie de l'ouvrage de M. de Launay est relative au captage. C'est l'application des principes théoriques exposés dans la première partie. Il y est dit comment il faut procéder sur le terrain pour trouver les points d'émergence des eaux thermales; puis les différents modes de captage et d'aménagement après captage sont passés en revue. Cette seconde partie n'est

¹ La distribution géographique des sources thermales. — *Revue générale des Sciences*, t. IX, p. 537.

pas traitée avec moins de compétence que la première; elle intéressera plus spécialement les ingénieurs, qu'ils aient à s'occuper des eaux thermales ou des eaux ordinaires.

L'ouvrage de M. de Launay, écrit — comme tous les livres du même auteur — dans un style très clair, est d'une lecture facile; aussi n'est-il pas douteux qu'il ne se répande rapidement et qu'il ne fasse faire de réels progrès à l'industrie des eaux minérales. Nous devons nous en réjouir, car notre pays est un des mieux dotés sous le rapport de cette richesse naturelle.

Memier (Stanislas), *Professeur de Géologie au Muséum.* — **Nos Terrains.** — 1 vol. in-4° de 192 pages avec 320 figures et 24 planches en couleurs. (Prix : 20 fr.) A. Collin et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1899.

Cet ouvrage, destiné à la jeunesse, et donc conçu par l'auteur comme très élémentaire, est l'un des plus luxueux que la librairie française ait jusqu'à présent consacrés à la Géologie; la façon dont il est illustré est tout à fait remarquable. Indépendamment des très nombreuses et très belles figures intercalées dans le texte, il comprend, en effet, une centaine de figures, tirées hors texte sous forme de planches en couleurs. Ces planches ont pour but de rendre immédiatement sensibles aux yeux les caractères des grands phénomènes naturels, comme aussi l'aspect extérieur des roches et des minéraux qu'il importe le plus de connaître. On ne saurait trop louer l'auteur d'avoir voulu montrer tout ce qu'il décrit, car c'est là la vraie manière pour faire facilement saisir aux débutants les faits qui sont à la base même de chaque science.

Ce procédé des *leçons de choses*, M. Stanislas Memier l'a très habilement mis en pratique dans son livre. Commencant par les aspects de la Nature qui nous sont les plus familiers, il attire d'abord notre attention sur la liaison du sol avec les formes bien connues de quelques paysages très typiques, puis le rapport qu'il y a entre la constitution du sol et le régime des eaux, la flore, la faune, la culture, l'industrie, la vie même des sociétés. Cette Introduction prépare utilement le lecteur à l'étude des phénomènes actuels, lesquels sont exposés suivant la même méthode et le même système d'illustration : l'érosion des roches cristallines par les divers agents naturels, le dépôt des strates fossilifères, la dénudation de ces terrains par la pluie, les cours d'eau, les vagues de la mer, etc., etc., sont en quelque sorte doublement dépeints dans le texte et les aquarelles qui l'accompagnent.

Viennent ensuite l'histoire, un peu rapide, de la formation des terrains primitifs et des roches ignées, puis la description, rapide aussi, des terrains stratifiés qui se sont succédé depuis l'époque silurienne jusqu'aux alluvions quaternaires.

Dans l'avant-dernier chapitre, le lecteur prend une vue, forcément sommaire, des principaux métaux, des minerais qui les contiennent et des gisements de ces minerais en France.

Le chapitre de clôture donne aux débutants une idée de l'outillage du géologue, des instruments qu'il emploie soit sur le terrain pour recueillir des échantillons, soit au laboratoire pour les déterminer.

Sans doute, l'ouvrage ne saurait avoir la prétention de satisfaire la curiosité des géologues, et peut-être en bien des points les professionnels de la science se trouveraient-ils en vive opposition d'idées avec l'auteur. Mais là n'est pas l'intérêt de ce livre : ce qui en fait le mérite, c'est le caractère très pédagogique que M. Stanislas Memier lui a donné. A. M.

Bigéard (R.) et **Jacquin** (A.). — **Flore des Champignons supérieurs du département de Saône-et-Loire.** (Publication de la Société des Sciences naturelles de Saône-et-Loire). — 1 vol. in-8 de 464 pages, avec figures. (Prix : 6 fr.) L. Marceau, éditeur. Chalon-sur-Saône, 1899.

Michel (Aug.), *Agrégé, Professeur au Collège Stanislas.* — **Recherches sur la Régénération chez les Annélides.** (Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris). — 1 vol. in-8° de 176 pages avec 7 planches. L. Danel, imprimeur. Lille, 1899.

Le travail de M. Michel comprend deux parties : dans la première, il recherche si les Annélides examinés (surtout Lombrics) sont capables de régénérer l'extrémité céphalique ou l'extrémité caudale lorsqu'on a enlevé celles-ci; dans la seconde, il étudie le processus histologique de la régénération caudale chez divers Polychètes et Oligochètes.

1° La première partie n'a plus d'intérêt maintenant, M. Michel ayant été devancé par les travaux autrement complets de Hescheler, Korschelt et Morgan sur le même sujet. Il confirme toutefois les résultats généralement admis : une extrémité antérieure, pourvu qu'elle ait au moins une trentaine de segments, régénère facilement une queue; une tête est régénérée d'autant plus difficilement que la section est plus éloignée de l'extrémité antérieure; il y a un optimum de température favorable à la régénération (22° pour *Allolobophora fetida*), etc.

2° Quand un Annélide est sectionné, la plaie se resserre et la cicatrisation se produit par soudure de la peau et de l'intestin; l'orifice intestinal dû à la section reste ouvert et forme un anus temporaire : c'est du bourrelet péri-anal que dérive le bourgeon de régénération, constitué exclusivement par la prolifération de l'épiderme, sans concours d'aucun autre tissu. Le bourrelet s'élève ainsi sur la surface de section : son épithélium interne, qui continue l'ancien intestin, ne tarde pas à prendre les caractères du revêtement intestinal; son épithélium extérieur continue naturellement l'ancien épiderme. Aux dépens de cet ectoderme nouveau, il se forme, à sa face profonde, un mésenchyme abondant qui s'intercale entre les deux épithéliums : ce mésenchyme est particulièrement abondant le long de la ligne médio-ventrale du bourgeon et constitue là une *bande germinale* plus ou moins bien limitée. On voit que l'épithélium intestinal ancien, le mésoderme ancien et les amibocytes ne prennent aucune part à la constitution du bourgeon caudal, contrairement aux assertions de divers auteurs.

Des faisceaux de fibrilles longitudinales, émanées sans doute de l'ectoderme, apparaissent dans la bande germinale; ils donneront le cordon fibrillaire nerveux au milieu, les rubans musculaires ventraux sur les côtés; le reste de la bande germinale se métamorphosera et se creusera de cavités colomiques qui s'étendent en refoulant le mésenchyme. Les vaisseaux proviennent de la régularisation des lacunes dans les restes intercœlomiques du mésenchyme; les néphridies et les bulbes sétigères se développent suivant des processus qui rappellent beaucoup ceux de l'organogénie normale.

Il est regrettable que ce travail consciencieux, sur un sujet intéressant et certainement assez difficile, soit passible de graves critiques de forme : Pourquoi n'avoir pas mis de lettres aux figures ? Cette innovation malheureuse rend la lecture des planches très fatigante, souvent presque impossible, vu l'obscurité des explications afférentes à chaque figure; pourquoi consacrer vingt-sept pages à décrire une technique aussi banale que celle de la confection des coupes ? Est-ce pour nous révéler que les couleurs d'aniline ne donnent pas d'élections nucléaires suffisantes et précises ? C'est d'autant plus piquant que M. Michel reproche aux auteurs qui l'ont précédé l'imprécision de leurs figures et leur technique défectueuse.

L. CUÉNOT,

Professeur de Zoologie à l'Université de Nancy.

Deschamps (Emile). — **La Vie mystérieuse des Mers.** — 1 vol. in-16 de 205 pages avec figures en noir et en couleurs. (Prix : 1 fr.) Schleicher frères, éditeurs, Paris, 1899.

4° Sciences médicales

Morat (J.-P.), Professeur, et **Doyon** (Maurice), Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Lyon. — **Traité de Physiologie. Fonctions de Nutrition. Circulation. Calorification.** — 1 vol. in-8° de 312 pages avec 173 figures noires et en couleurs. (Prix : 12 fr.) G. Masson et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1899.

MM. Morat et Doyon se sont proposé de fixer l'état actuel de la Physiologie dans un traité détaillé : ce sera le plus complet que nous ayons. Celui de M. Beaunis, qui a rendu et qui rend encore de si grands services, n'avait pas reçu autant de développements ; sa dernière édition remonte d'ailleurs à 1888, et, depuis lors, les ouvrages qui ont paru chez nous, quoique en général excellents, ne prétendent qu'à enseigner brièvement les éléments de la science. Les grands traités, de date récente, sont, il faut le dire, aussi rares à l'étranger qu'en France. Et cela s'explique : il se publie journellement tant de travaux sur toutes les questions qui sont du domaine de la Physiologie, sa technique s'enrichit constamment de tant de méthodes nouvelles, que c'est devenu une tâche bien lourde de réunir et d'exposer, dans un ouvrage d'enseignement, à côté des notions classiques, toutes les acquisitions nouvelles qui méritent d'être conservées.

Nous devons donc être reconnaissants à MM. Morat et Doyon de s'être imposé ce travail considérable. Pour l'entreprendre et pour y réussir, le professeur de Lyon se trouvait tout désigné et par une pratique déjà longue de l'enseignement, et par la part qu'il n'a cessé de prendre depuis un quart de siècle au mouvement de recherches physiologiques ; nul n'était plus apte à tracer le programme d'un ouvrage didactique, plus apte à le remplir. M. Morat a trouvé un digne collaborateur dans son élève, M. Doyon, qui a appliqué, à la rédaction des chapitres qui lui sont dus, la précision et la rigueur scientifique dont il a déjà donné les preuves dans d'importants travaux.

Le volume qui a paru le premier, mais qui est destiné à être le tome troisième dans le plan d'ensemble, est consacré à la Circulation (p. 1-276) et à la Calorification (p. 277-506). La première partie a été rédigée par M. Doyon, la deuxième par M. Morat.

L'étude générale de la Circulation, répartie en ses grandes divisions naturelles (circulation cardiaque, artérielle, etc.), se complète par celle des circulations locales, pulmonaire, cérébrale, musculaire et de la circulation lymphatique. Sans doute ce plan était tout indiqué ; mais il faut louer M. Doyon d'avoir su maintenir un juste équilibre dans les développements qu'il a donnés aux principales questions, et en particulier aux phénomènes physiques, d'un côté, aux phénomènes physiologiques, de l'autre : il a fait aux uns et aux autres la part qui leur revenait. Pour arriver à ce résultat, il a dû souvent s'astreindre à une concision très grande ; mais l'exposé n'en est pas moins toujours aussi clair que substantiel, et le lecteur y est tenu au courant des recherches les plus récentes.

La Calorification, par M. Morat, est une étude à la fois documentée et personnelle : on y remarquera non seulement la richesse des matériaux mis en œuvre, mais encore la forte dialectique d'un esprit accoutumé à démêler, dans la complexité des phénomènes physiologiques, l'enchaînement des faits et leur dépendance réciproque. La première partie traite de l'origine de la chaleur chez les animaux. Après avoir résumé les notions indispensables de thermométrie et de calorimétrie, l'auteur soumet à une analyse très pénétrante les procédés chimiques qu'emploie l'organisme pour produire la chaleur, en insistant surtout sur l'importance du rôle des hydrates de carbone, et sur les rapports de la glycolyse à la thermogénèse. Le chapitre II s'occupe de la distribution topographique de la température. Dans le chapitre III qui s'ouvre par les expériences de Berthelot sur l'oxydation du sang dans le poumon, se

trouve appréciée la part que les différents tissus, muscles, glandes, système nerveux, prennent à la calorification : les belles recherches de Chauveau et Kaufmann, sur les rapports du travail musculaire et de la chaleur, y tiennent une bonne place. Enfin, le chapitre IV précise comment il faut entendre la subordination de la thermogénèse à l'action du système nerveux.

Après avoir étudié la chaleur comme un effet de l'activité des éléments composants de l'organisme, il faut l'envisager aussi comme cause et comme condition de cette activité. La deuxième partie a donc pour objet l'action de la chaleur et du froid sur l'économie tout entière, sur chacun des tissus en particulier, et enfin sur les ferments.

La dernière partie est consacrée à la régulation de la température chez les animaux, par conséquent aux caractères qui différencient les poikilothermes, les hibernants et les homéothermes, aux influences diverses qui tendent à faire varier la température normale, et aux mécanismes physiologiques par lesquels certaines classes d'animaux maintiennent leur chaleur fixe et indépendante des écarts de la température extérieure.

Dans toutes les parties de l'ouvrage, la description des méthodes et de l'outillage physiologiques est présentée avec assez de précision et de sobriété à la fois, pour que le lecteur puisse se rendre compte aisément de la technique, sans se laisser rebuter par des détails qui n'intéressent que le physiologiste de profession. De nombreux schémas et dessins d'appareils, des figures de toutes sortes, des graphiques, dont beaucoup sont originaux et empruntés aux collections de M. Morat, facilitent d'ailleurs partout la lecture.

C'est avec le même et constant souci d'être clairs et de venir en aide à la mémoire que les auteurs ont multiplié les divisions des chapitres, qu'ils ont utilisé toutes les ressources de la typographie pour appeler, en tête de chaque paragraphe, l'attention sur la loi ou le fait qui va être développé, et pour mettre en vedette dans le courant même du texte les points essentiels ou intéressants. A la fin de chaque chapitre, une bibliographie très riche renvoie aux sources.

Espérons que MM. Morat et Doyon nous donneront bientôt la suite de leur ouvrage. Comme, sans nul doute, il répondra dans son ensemble au spécimen déjà paru, ce *Traité* présentera le tableau exact et complet de la Physiologie actuelle, et aura l'avantage de s'adresser à toutes les catégories de lecteurs : le débutant, que le Manuel ne satisfait pas, y trouvera un guide sûr et bien renseigné qu'il suivra sans nulle difficulté ; celui dont l'éducation élémentaire est déjà faite pourra s'y rendre compte des progrès de la science et y puiser non seulement des faits nouveaux, mais des aperçus originaux ; le physiologiste sera heureux d'y trouver rassemblés et condensés sous une forme doctrinale des travaux aujourd'hui disséminés un peu partout, et il aura souvent à mettre à contribution la bibliographie très complète de l'ouvrage.

E. WERTHEIMER,

Professeur de Physiologie à la Faculté de Médecine de Lille.

Bauby (D.), *Chef des travaux de Médecine opératoire à l'Université de Toulouse.* — **L'Occlusion intestinale.** — 1 vol. in-16 de 208 pages de l'Encyclopédie des Aide-Mémoire. (Prix : broché, 2 fr.50, cartonné, 3 fr.) G. Masson et Gauthier-Villars, éditeurs. Paris, 1899.

M. Bauby, dans ce petit volume, résume l'état actuel de la question encore si discutée de l'occlusion intestinale. La première partie a trait à l'étiologie et à la pathogénie de l'occlusion ; la deuxième est une étude clinique, dans laquelle l'auteur passe en revue les divers symptômes et expose la méthode à suivre dans l'examen des malades pour arriver au diagnostic. Dans la troisième, M. Bauby, après avoir donné un rapide aperçu des ressources que peut offrir la médication interne, insiste sur le traitement chirurgical, ses divers procédés et leurs applications. D^r H. HARTMANN,

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 27 Février 1899.

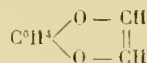
M. le Secrétaire perpétuel annonce la mort de M. Sophus Lie, Correspondant de la Section de Géométrie, décédé le 18 Février. — M. G. Darboux lit une notice sur la vie et les travaux du savant mathématicien. — L'Académie procède à l'élection de deux correspondants dans la Section d'Anatomie et de Zoologie. MM. Ray Lankester et Lortet sont élus.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. A. Laussedat présente un certain nombre de cartes représentant diverses parties des montagnes Rocheuses et du territoire du Klondike et exécutées entièrement d'après des photographies prises par le Service du cadastre au Canada. — M. E. Vessiot communique ses recherches sur l'intégration des équations linéaires à dérivées partielles.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. E.-H. Amagat a trouvé une forme nouvelle de la fonction $f(p, v, t) = 0$, relative aux fluides. Avec cette nouvelle forme, on arrive à représenter, avec assez d'exactitude, l'ensemble des données relatives à l'acide carbonique, jusque vers 450 atmosphères à 258°. — M. G. Sagnac montre que l'absorption des rayons secondaires dans l'air ou les différents milieux que ces rayons traversent, les affaiblit d'autant plus que le corps rayonnant transforme plus profondément les rayons X. L'ordre d'activité des rayons secondaires devient toutefois invariable au-dessous d'une épaisseur d'air limite. Pour caractériser avec précision le degré de transformation des rayons secondaires, on peut employer la méthode des filtrations successives. — MM. Auguste et Louis Lumière ont continué l'étude de l'influence des basses températures sur la phosphorescence. La température minimum nécessaire pour amener la suspension complète de la phosphorescence est d'autant plus basse que la phosphorescence initiale est plus intense; dans tous les cas observés, l'extinction s'est produite entre -10° et -190° . L'action, aux basses températures, des diverses radiations sur la phosphorescence est la même qu'à la température ordinaire. — M. F. Dussaud a montré que, dans un phonographe, le son ou la parole est d'autant plus intense que le sillon qui se produit est plus allongé. On a donc, par le diamètre ou la vitesse des cylindres, un moyen d'amplifier les sons à volonté.

— M. A. d'Arsonval décrit un interrupteur électrolytique dû à M. Wehnelt et donnant jusqu'à 1.700 interruptions par seconde. Il se compose d'un vase en plomb, relié au pôle négatif d'une batterie, et rempli d'eau acidulée dans laquelle on plonge un fil de platine, relié au pôle positif. Quand le courant passe, il se forme une gaine lumineuse autour du fil et on entend un bruit strident qui indique la production d'interruptions. Le phénomène se produit aussi bien avec un courant alternatif qu'avec un courant continu. — M. J.-R. Moureu a observé que le sulfate de strontium n'est pas également impressionné par les diverses radiations; ce sont les ondes de plus grande amplitude qui sont les plus efficaces. Lorsqu'une partie du sulfate a été rendue phosphorescente, la phosphorescence se transmet peu à peu à toute la masse, mais en décroissant d'intensité. — M. D. Berthelot montre que la relation qu'il a trouvée entre les poids moléculaires des gaz et leurs densités limites, prises sous une pression infiniment faible, s'étend au cas des liquides. Pour appliquer ce résultat au calcul du poids moléculaire des liquides, il faudrait connaître exactement l'équation caractéristique des fluides $f(p, v, t) = 0$. La formule imparfaite de Van

der Waals constitue cependant une première approximation. — MM. C. Friedel et E. Cumenge ont procédé à l'analyse d'un nouveau minéral venant du Colorado. C'est une poudre cristalline jaunâtre, mélangée généralement avec beaucoup de silice. Elle correspond à la composition $2U^2O_3.V^2O_5.K_2O.3H^2O$; elle renferme en outre, en faibles proportions, du fer, de l'alumine et des métaux radio-actifs. Le nouveau minéral sera appelé *carnotite*. — M. Ch. Moureu, en faisant réagir l'anhydride phosphorique sur l'orthoxyaldéhyde, a obtenu, par perte d'une molécule d'eau, l'éthène-pyrocatechine :



Ce corps absorbe facilement deux atomes de brome pour donner un dibromure, lequel, par saponification, se décompose en pyrocatechine et glyoxal. — MM. A. et P. Buisine indiquent les principaux essais qu'ils font subir aux huiles d'acétone de suint pour en déterminer approximativement la composition. Ce sont : la mesure de la densité, de la solubilité dans l'eau, de la solubilité dans le bisulfite de soude, et la distillation du produit. En résumé, ces huiles renferment au maximum 5 % de diméthylcétone; au minimum, 90 % de composés à fonction acétonique, dont 75 % solubles dans l'eau; cette portion est formée en très grande partie d'éthylméthylcétone. — MM. P. Genvresse et P. Bourcet, en faisant réagir l'iodeure de méthyle sur la phénylhydrazine en présence de dissolvants, ont obtenu un composé $C^6H^5.Az^2H^2(CH^3)^2I$, insoluble dans l'alcool absolu, et un composé $(C^6H^5 - AzH - AzH^3)^2CH^3I$, soluble dans l'alcool. Ce sont des corps bien cristallisés, possédant des propriétés particulières. Avec l'iodeure d'éthyle, on obtient deux composés analogues. — M. Dienert a confirmé les conclusions de M. Dubourg, montrant que la fermentation d'un sucre peut n'être qu'une question d'acclimatation. En effet, si une levure très active vis-à-vis du galactose est cultivée sur le même milieu dans deux ballons, contenant l'un du galactose, l'autre du saccharose, puis qu'après fermentation les levures des deux ballons soient de nouveau ensemencées dans du galactose, la levure du deuxième ballon aura une activité beaucoup plus faible que celle du premier. M. E. Demoussy a reproduit expérimentalement la transformation directe de l'ammoniaque en acide nitrique sous l'influence des ferments nitreux et nitrique, comme elle a lieu dans la terre. L'accumulation de nitrites, constatée auparavant dans les expériences sur le même sujet, provenant de l'activité moins grande du ferment nitrique. Mais lorsque les deux ferments ont la même activité, tout le nitrite produit est immédiatement transformé en nitrate.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. R. Fourtau établit que les Crustacés ostracodes fossiles tombés en grande masses à Oullins, près Lyon, le 24 septembre 1898, ne proviennent pas d'Égypte, comme M. Lortet avait tenté de le démontrer. En effet, dans les couches fossilifères qui affleurent en Égypte, on n'a pas trouvé jusqu'à présent d'Ostracodes fossiles, et, d'autre part, le vent pendant le mois de septembre a été constamment du nord, tandis qu'il aurait fallu un vent du sud-est pour transporter ces fossiles en France.

Séance du 6 Mars 1899.

L'Académie procède à l'élection d'un Correspondant dans la Section de Géographie et Navigation. M. Helmer est élu.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. O. Callandreau examine quelques particularités de la théorie des étoiles filantes : la possibilité de la répétition d'activité de certains points radiants, ainsi que l'existence de points radiants dits stationnaires. Ces deux faits, qui ont été mis en lumière à la suite des observations persévérantes de M. Demming, ne paraissent pas s'accorder avec la théorie. M. Callandreau montre qu'ils peuvent s'expliquer en admettant certaines conditions particulières. — M. Maurice Hamy a employé la méthode interférentielle décrite par Fizeau pour la mesure des diamètres de Vesta et des satellites de Jupiter, au grand équatorial coudé de l'Observatoire de Paris. Le nombre obtenu pour Vesta coïncide avec celui de M. Barnard; ceux relatifs aux satellites de Jupiter sont un peu inférieurs à ceux de M. Michelson. Le fait principal, c'est que la méthode a conduit à de bons résultats, dans des conditions atmosphériques où il eût été impossible d'utiliser la méthode micrométrique. — MM. J. Perchot et W. Ebert indiquent le principe d'un instrument, qui permet d'obtenir les lectures d'un cercle méridien correspondant aux directions inclinées de 45° sur l'horizon. Cet instrument présente un grand avantage dans la détermination des latitudes absolues, en éliminant sensiblement les corrections des flexions. — M. W. Stekloff, en combinant les méthodes de MM. Poincaré, Liapounoff, Le Roy, est parvenu à résoudre, d'une façon simple et rigoureuse, les problèmes fondamentaux de la Physique mathématique, sans aucune hypothèse douteuse et sans supposer connu le principe de Dirichlet. — M. E. Goursat étudie la question du prolongement analytique d'une fonction de deux variables complexes z, z' , représentée par un développement ordonné suivant les puissances positives de $z-a$ et de z' . — M. Cyparissos Stephanos indique quelques propriétés remarquables dont jouissent deux opérations sur les formes bilinéaires : la composition bialternée et la conjonction. — M. Emile Borel, en se proposant d'approcher du nombre e , soit par des nombres rationnels, soit par des nombres algébriques de degré déterminé, est arrivé au résultat suivant : Soit $P(x)$ un polynôme irréductible de degré n à coefficients entiers. Le nombre n étant donné, si l'on cherche à déterminer les coefficients du polynôme $P(x)$ de manière que $P(e)$ soit inférieur à ε (ε étant un nombre positif donné), la somme de leurs valeurs absolues est constamment supérieure à $M\varepsilon^{-\mu}$, M étant un nombre fixe et μ défini par la relation $\frac{k}{\mu} = \log \log \frac{1}{\varepsilon}$.

M. C. Guichard étudie les réseaux composés d'une série de géodésiques d'une surface et de leurs courbes conjuguées, ainsi que les congruences qui sont parallèles à ces réseaux. — M. Tzitzéica présente quelques considérations sur certains systèmes d'équations de Laplace. — M. Chessin recherche quelles hypothèses, sur l'existence ou la nature de $f'(z)$, sont nécessaires et suffisantes pour que $\int f(z) dz = 0$, l'intégrale étant formée le long du contour d'un domaine simplement connexe D , dans lequel $f(z)$ est uniforme et continue. Les conditions très générales obtenues permettent de simplifier la démonstration des théorèmes de Greene et de Cauchy.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Daniel Berthelot signale une relation simple donnant le poids moléculaire des liquides en fonction de leur densité et de leurs constantes critiques; elle se déduit des lois de MM. Sydney Young et Mathias. Dans un tableau, l'auteur compare les poids moléculaires théoriques et calculés. La conclusion est que la grande majorité des corps ont la même grandeur moléculaire à l'état liquide qu'à l'état gazeux; seuls, l'eau, les acides gras et les alcools gras sont nettement polymérisés. — M. Ed. Defacqz a préparé le bisulfure de tungstène TuS_2 par deux méthodes : 1^o l'action de l'hydrogène sulfuré sur l'hexachlorure de tungstène; on l'obtient à l'état d'écaillés noirs amorphes; 2^o par la méthode de M. Riche modifiée (action du carbonate de potasse et de la fleur de soufre sur

l'oxyde TuO_3 au four Perot); on l'obtient en petits cristaux à reflet bléuté. Sous l'action de la chaleur, à l'abri de l'air, il perd son soufre pour donner le métal libre.

— M. André Brochet a combiné l'aldéhyde formique avec certains alcools de la série terpénique, notamment le menthol et le bornéol. Les formals obtenus sont de la forme générale $CH^2(OR)^2$. — M. Dienert a constaté que le lactose peut remplacer le galactose lorsqu'il s'agit d'acclimater des levures à ce dernier sucre. Cela provient de ce que cette levure produit une lactase qui dédouble progressivement le lactose en glucose et galactose, de sorte que la levure s'acclimata progressivement à ce dernier sucre. — MM. Léo Vignon et Barrillot décrivent une méthode de dosage du cuivre et du mercure dans les raisins, les vins, les lies et les mares; on peut arriver à déceler moins d'un milligramme par litre de ces métaux, qui ont été apportés par les solutions métalliques destinées à combattre les maladies parasitaires de la vigne. — M. P. Pichard a constaté, dans la culture du tabac, que le chlore du sol tend à entrer dans la plante sous forme de chlorure de potassium; l'acide nitrique des nitrates tend également à entraîner la potasse et il y a un véritable antagonisme entre les deux radicaux. L'acide azotique ne l'emporte qu'à force de quantité.

3^o SCIENCES NATURELLES. — MM. J. Kunstler et A. Gruvel ont observé, dans le sang du *Merluccius vulgaris*, une déformation particulière de certaines hématies. Celles-ci sont pourvues d'une sorte d'axe central plus coloré, entouré d'une masse protoplasmique plus pâle et contenant le noyau. La forme générale est allongée. — M. Kunckel d'Herculelais a constaté que les mues répétées de certains Insectes ont pour résultat de débarrasser l'organisme de certains parasites et doivent être considérées comme un moyen de défense contre ceux-ci. Il faudra donc probablement renoncer à l'espérance qu'on avait fondée d'arrêter la multiplication de certains insectes déprédateurs en les contaminant par des parasites. — M. Fr. Dierckx a étudié les glandes défensives de certains Carabides. Chez le *Brachynus crepitans*, l'appareil glandulaire est double, situé de part et d'autre du rectum; chaque élément se compose d'une partie sécrétante, d'un canal collecteur et d'un réservoir. Le liquide sécrété est incolore, limpide, à odeur faible mais caractéristique, peu acide; il est très volatil. — M. Marcelin Boule fait l'énumération et la description d'un assez grand nombre de fossiles, envoyés récemment de diverses parties de Madagascar au Muséum. Ces fossiles dénotent l'existence du Cénomani ou du Gault supérieur dans le nord de l'île; du Jurassique, de l'Infracrétacé et du Crétacé dans la région de l'Isakondry; du Crétacé sur la côte orientale de l'île.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 21 Février 1899.

La séance est levée en signe de deuil par suite du décès du Président de la République.

Séance du 28 Février 1899.

M. le Président annonce le décès de M. Loir, associé national. — L'Académie procède à l'élection de deux associés étrangers. Sir Lister (de Londres) et M. R. Koch (de Berlin) sont élus. — MM. Le Dentu et Albarran ont observé un cas de rupture traumatique de l'urètre ayant déterminé un rétrécissement. A la suite de coliques néphrétiques, on pratiqua une néphrectomie, qui laissa une fistule lombaire. Un nouvel examen fit constater l'existence d'un papillome de l'urètre, à la suite duquel on fit l'urétérectomie totale. La guérison paraît aujourd'hui définitive. — MM. H. Hallopeau et Tostivint ont observé une maladie qui présentait une déformation considérable des pieds avec arrêt de développement. Cet arrêt paraît provenir de la rétraction du tissu de cicatrices provenant de brûlures que la malade aurait eues dans son enfance. — M. G. Dieulafoy, tout en ré-

pendant aux critiques adressées par M. Ferrand à l'intervention chirurgicale rapide dans l'appendicite, précise les éléments du diagnostic de cette maladie.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 6 Janvier 1899.

M. G. Sagnac montre comment les expériences sur la transformation des rayons X par les différents corps simples permettent de définir, pour chaque corps et pour un faisceau de rayons X donné, un coefficient C qui caractérise le degré de transformation des rayons secondaires S que le corps envoie dans la cage d'un électroscope. La méthode employée isole la transformation des rayons X de tout autre phénomène, même d'une diffusion élective simultanée. En général, la transformation est d'autant plus profonde que l'élément est plus lourd. L'absorption des rayons S par l'air, que M. Sagnac a mise en évidence par la photographie au début de ses recherches, se manifeste à toute distance quand on l'étudie par l'électroscope; elle est éminemment élective. Quelques centimètres d'air atmosphérique ne laissent passer, parmi les rayons secondaires émis par le plomb, que les rayons caractérisés par un coefficient C très faible; quelques millimètres d'air sont traversés par des rayons dont le coefficient est beaucoup plus élevé. L'hétérogénéité des rayons S ressort de ces expériences, comme celle des rayons X a été prouvée par les recherches de MM. Hurmuzescu et Benoit; elle est toujours beaucoup plus grande, pour un métal lourd, que celle des rayons X excitateurs. Ceci rapproche l'émission des rayons secondaires des phénomènes de luminescence; comme dans le cas de ces phénomènes, M. Sagnac a pu mettre en évidence l'activité particulière des groupes de rayons X qui sont le plus fortement absorbés, mais ces groupes sont beaucoup moins nettement définis que les rayons lumineux correspondant à chaque bande d'absorption. — M. Ch.-Ed. Guillaume décrit une illusion d'optique, consistant en une erreur dans l'estimation des distances lorsqu'un objet est vu au travers d'un réseau de mailles identiques plus petites que la distance des yeux. Si, par exemple, on regarde au travers d'un garde-feu en treillis mécanique un charbon incandescent dans le foyer, on voit, en maintenant la tête immobile, le treillis reculer souvent jusqu'au niveau de la plage rougeâtre et passer même parfois derrière elle. Cette illusion est due à une fautive interprétation des images des deux yeux. Les rayons allant du point postérieur à chacun des yeux passent par des mailles différentes, et les images sont interprétées comme si les rayons passaient dans la même maille. Un faible mouvement de la tête met fin à l'illusion en montrant la distance des deux plans. — M. Guillaume présente ensuite un mécanisme d'horlogerie, inventé par M. Guillerminet, horloger à Paris, et dans lequel une autre illusion d'optique est employée à l'observation d'intervalles de temps d'un cinquième ou d'un dixième de seconde. Un petit cadran additionnel remplace, sur la montre, le cadran des secondes. Il est constitué par un disque de couleur sombre, percé d'ouvertures radiales équidistantes, dix par exemple. Concentriquement au-dessous de ce disque s'en trouve un autre, portant neuf bras de couleur claire. Si ce dernier disque se met par saccades dans le sens rétrograde, les bras apparaissent dans les fenêtres successives, dans le sens direct. Lorsque le disque aura fait un neuvième de tour, l'aiguille figurée sera revenue à son point de départ. Ce procédé, inverse de celui qu'on emploie généralement en stroboscopie, permet de multiplier à volonté la vitesse apparente d'un objet et de diviser, dans un mécanisme, une seconde en dixièmes par des mouvements très petits qui semblent considérables. — Enfin, M. Guillaume rend compte: 1° des recherches récentes sur la radiation d'un corps noir, MM. Mendenhall et Saunders, aux Etats-Unis, et MM. Lummer et Kurlbaum, en Allemagne, ont cherché à déterminer la loi de l'émission totale d'un corps incandescent constitué par une

enveloppe creuse percée d'une petite ouverture. Ces derniers ont trouvé que la loi de la quatrième puissance de la température absolue (loi de Stefan) est vérifiée à 1 % près, depuis les températures ordinaires jusqu'à 1.500°. Les premiers n'avaient poussé la vérification que jusque vers 800°. 2° d'un travail de M. Rutherford, sur les radiations uraniumes. M. Rutherford n'a trouvé, dans les radiations de l'uranium et de ses sels, ni réfraction, ni polarisation, ni radiations secondaires. Ces radiations sont complexes, et on peut isoler de l'ensemble au moins deux radiations caractérisées par des pouvoirs pénétrants très différents. Les radiations des sels de thorium, découvertes par M^{me} Curie, semblent plus simples. Les radiations de l'uranium ne provoquent pas de radiations secondaires appréciables. Le pouvoir de pénétration des moins absorbés est comparable à celui des rayons X provenant d'un tube mou.

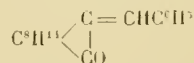
C. RAVEAU.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

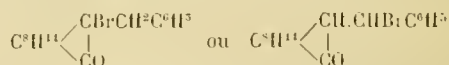
SECTION DE NANCY

Séance du 15 Mars 1899.

Le dérivé monobromé du benzylcamphre droit (p. f. 94-95, $(\alpha)_D^{20} = +61^\circ$), déjà signalé par MM. A. Haller et Minguin, traité par de la potasse alcoolique, donne naissance à du benzylidène-camphre droit :



qui possède le même point de fusion et le même pouvoir rotatoire que le benzylidène camphre obtenu par action directe de l'aldéhyde benzoinique sur le camphre sodé. Le dérivé bromé en question possède donc l'une ou l'autre des deux formules :



Quand on fait agir deux molécules de brome sur une molécule de benzylcamphre, on obtient un produit visqueux incristallisable qui, traité par la potasse alcoolique, donne naissance à deux dérivés monobromés du benzylidène camphre, l'un fondant à 129°-130° ($(\alpha)_D^{20} = +315^\circ$) et l'autre fondant à 103° ($(\alpha)_D^{20} = +283^\circ$). Ces deux dérivés se forment aussi quand on chauffe le benzylcamphre monobromé avec le brome et qu'on traite le produit de la réaction par de la potasse alcoolique. Dans ces deux dérivés, le brome est, sans aucun doute, soit dans le noyau benzénique, soit dans le noyau camphre. L'étude de ces corps est continuée. — MM. Férée et Guntz ont repris l'étude des amalgames de baryum et de strontium, dont l'existence avait été contestée par M. Kerp, et leurs nouveaux résultats confirment leurs anciennes recherches. La composition des amalgames varie, en effet, avec la pression à laquelle ils ont été soumis, variation faible pour les amalgames stables, formés avec grand dégagement de chaleur (Ba, Sr, Na, K, etc.), énorme, au contraire, avec un grand nombre d'amalgames, comme ceux de Fe, Cr, Ni, Co, Me, etc., et où la compression à la main dans la peau de chamois donne deux séries de produits de même constitution, FeHg^a , CrHg^a , CoHg^a et Mollg^b , NiHg^b .

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 24 Février 1899.

M. E.-F.-J. Love étudie les relations de l'effet de Joule-Thomson avec l'équation caractéristique des gaz. L'auteur rappelle que les résultats des recherches de Joule et Thomson sur les effets thermiques des fluides en mouvement ont été utilisés presque exclusivement, jusqu'à présent, dans le seul but de détermi-

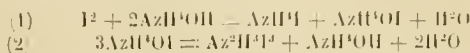
ner la relation entre les différentes échelles des thermomètres à gaz et à l'échelle absolue de température. D'autres conséquences peuvent en être déduites, qui montrent le rapport entre la formule adoptée pour l'effet de Joule-Thomson, regardé comme une fonction de la température, et la forme particulière de l'équation caractéristique d'un gaz. L'auteur cherche ainsi à faire reposer sur une base théorique les formules diverses de van der Waals, Rose-Innes, etc., en même temps qu'il insiste sur le haut degré d'exactitude des résultats expérimentaux de Joule et Thomson. Il discute ensuite la relation qui existe entre l'énergie intrinsèque d'un gaz et son volume et il donne une méthode pour le calcul du rapport des deux chaleurs spécifiques principales d'un gaz. Enfin, l'auteur considère quelques points de la thermodynamique des substances à leur température de densité maximum. Il montre : 1° que l'effet de Joule-Thomson est nul pour toute substance à son maximum de densité, de même qu'il l'est pour un gaz absolument parfait; 2° que le nombre infini des chaleurs spécifiques d'une substance est réduit à un à la température du maximum de densité. — M. Rose-Innes, tout en félicitant l'auteur sur la façon dont il a traité un sujet aussi difficile, croit qu'il est préférable de ne pas s'appuyer sur le phénomène de Joule-Thomson pour l'étude des gaz, vu les énormes difficultés expérimentales qui ont apparues dans les recherches et malgré la grande habileté des deux expérimentateurs. Il vaut mieux avoir recours autant que possible à des expériences comme celles de M. Amagat sur la compressibilité des gaz.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 2 Février 1899 (Suite).

M. Gerald T. Moody, par l'action de l'acide sulfurique sur le propylbenzène, a obtenu l'acide propylbenzène-4-sulfonique, dont l'amide fond à 109-110°. Les acides propylbenzène-2 et 3-sulfoniques ont été obtenus par réduction des dérivés bromés correspondants. Chauffés pendant plusieurs heures à 150°, ils n'éprouvent pas de changement isomérique. Leur stabilité est remarquable, comparée à celle de l'acide éthylbenzène-2-sulfonique. — MM. F. D. Chattaway et K. J. P. Orton ont préparé l'iodure d'azote par un nouveau procédé, qui consiste à faire réagir l'ammoniaque sur une solution diluée d'hypoiodite de potassium; on obtient ainsi des cristaux dichroïques, d'une densité 3,5. — MM. F. D. Chattaway et H. P. Stevens ont étudié l'action des agents réducteurs suivants sur l'iodure d'azote : sulfite de soude, acide sulfuroux, anhydrides arsénieux et antimoniaux, chlorure stanneux, hydrogène sulfuré; l'iodure d'azote est décomposé en ammoniaque et acide iodhydrique. — M. F. D. Chattaway a analysé, par une nouvelle méthode, divers échantillons d'iodure d'azote préparés par différents procédés; il a trouvé chaque fois le même composé, correspondant à la formule $Az^2H^2I^2$. — MM. F. D. Chattaway et K. J. P. Orton ont étudié l'influence de la lumière sur l'iodure d'azote en suspension dans l'ammoniaque; il est décomposé en azote et acide iodhydrique. En même temps, une petite partie est hydrolysée et fournit de l'ammoniaque et de l'hypoiodite d'ammonium; ce dernier corps, assez instable, se transforme en iodure et iodate d'ammonium. — Les mêmes auteurs ont cherché l'action des alcalis sur l'iodure d'azote; la potasse produit de l'ammoniaque et un hypoiodite, qui se décompose en iodure et iodate; en même temps, il se forme un peu d'azote et d'acide iodhydrique. L'eau a un effet analogue, mais l'acide hypoiodoux formé réagit sur l'acide iodhydrique et met en liberté de l'iode. — MM. F. D. Chattaway et H. P. Stevens ont étudié l'action des acides dilués sur l'iodure d'azote; celui-ci est décomposé d'abord en ammoniaque et acide hypoiodoux. Si l'acide employé ne réagit pas sur l'acide hypoiodoux, celui-ci se décompose simplement en acide iodhydrique et acide iodique, lesquels s'attaquent

en partie pour donner de l'iode libre. Si l'acide employé réagit sur l'acide hypoiodoux, on obtient : avec l'acide iodhydrique, de l'iode; avec l'acide chlorhydrique, du chlorure d'iode; avec l'acide cyanhydrique, de l'iodure de cyanogène. — MM. F. D. Chattaway et K. J. P. Orton expliquent ainsi la formation de l'iodure d'azote à partir de l'iode et de l'ammoniaque :



Dans la préparation à partir de l'ammoniaque et de l'hypoiodite de potassium, la première phase de la réaction est :



la seconde est la même que précédemment. Quant à la constitution du produit, elle est encore douteuse; mais elle est probablement $NH^2.NI^2$ ou $NH^2.NOH^2$. — MM. Lloyd Snape et Arthur Brooke ont isolé, des produits de distillation du mélange obtenu par l'action du cyanure d'ammonium sur la benzaldéhyde, une nouvelle base, isomère de l'amarine et fondant à 198°. — M. Sydney Young a constaté que l'acide chlorosulfonique, à la température ordinaire, agit beaucoup plus rapidement sur les iso-paraffines et sur les dérivés méthylés des hydrocarbures aromatiques que sur les paraffines mêmes; il y a là un moyen de purifier ces dernières. — MM. W. H. Mills et Thomas H. Easterfield ont préparé, par l'action du chlorure de benzoyle sur le mésitylène, le dibenzoylmésitylène. Celui-ci est réduit, sous l'influence de la poudre de zinc et de la potasse, d'abord en dihydroxydibenzoylmésitylène, puis en dibenzoylmésitylène. C'est un corps soluble dans l'alcool chaud, d'où il cristallise en beaux prismes, fondant à 89°. Lorsque le dibenzoylmésitylène est oxydé en tube fermé par l'acide nitrique, il est converti presque intégralement en deux acides dibenzoylmitiques isomères, en même temps qu'il se forme un peu d'acide dibenzoylmésitylénique. — MM. Frederick H. Lees et W. H. Perkin jun. ont montré que l'action du chloroforme sur l'anhydride camphorique en présence de chlorure d'aluminium produit, à côté de l'acide isolauronolique, une nouvelle lactone $C^9H^{10}O^2$, isomère de la campholactone, et appelée pseudo-campholactone. Celle-ci réagit sur le pentabromure de phosphore en présence d'alcool méthylique pour donner le bromo-dihydro-2-lauronolate de méthyle, d'où l'on prépare facilement l'acide 2-lauronolique. C'est une huile incolore, bouillant à 147-149°, légèrement lévogyre. Sous l'action de l'acide sulfurique, elle se convertit en pseudo-campholactone. — M. T. Martin Lowry a observé que le pouvoir rotatoire des solutions nouvellement préparées de nitrocamphre et de α -bromonitrocamphre varie, non seulement avec les divers dissolvants, mais encore avec le temps pour un même dissolvant. L'auteur attribue le fait à ce que la forme normale et la forme pseudonormale de ces deux substances sont isodynamiques et que le changement de structure du corps dissous entraîne une modification du pouvoir rotatoire. L'équilibre entre la forme normale et la pseudoforme finit par s'établir au bout d'un certain temps et le pouvoir rotatoire ne varie plus. — MM. Percy Frankland et Frederick Malcolm Wharton ont poursuivi l'étude de l'influence de l'isomérisation de position sur l'activité optique. La rotation à gauche du malate d'éthyle est diminuée par l'introduction des groupes benzoyle, ortho, méta-, et para-toyle; celle du malate de méthyle est diminuée par le premier et les deux derniers, mais elle est augmentée par le groupe orthotolyle. — M. Percy Frankland cherche à expliquer les résultats précédents en supposant que le pouvoir rotatoire dépend du degré d'association des molécules de malate de méthyle et d'éthyle et de leurs dérivés. La rotation est d'autant plus grande que le degré d'association est moindre. Dans une série homologue, le pouvoir rotatoire maximum correspondra au composé le moins associé (malate de propyle pour les malates), mais ce maximum peut

disparaître dans les séries substituées. — MM. A. W. Gilbody et W. H. Perkin jun. ont fait l'étude de deux matières colorantes naturelles, la brasiline et l'hématoxyline, et préparé un grand nombre de leurs dérivés. La triméthylbrasiline $\text{OH.C}^{16}\text{H}^{10}\text{O}(\text{OMe})^3$, oxydée par l'acide chromique, fournit la triméthylbrasilone, en cristaux jaune paille, fondant à 191° . Cette dernière, traitée par l'acide nitrique fumant, donne de l'acide nitroparaméthoxysalicylique et une substance $\text{C}^{14}\text{H}^{10}\text{O}^2(\text{OMe})^2$, soluble en pourpre dans les alcalis. La triméthylbrasiline, oxydée par le permanganate de potasse, donne un acide qui, par fusion avec la potasse, fournit du résorcinol. La tétraméthylhématoxyline, $\text{OH.C}^{14}\text{H}^{10}\text{O}(\text{OMe})^3$, donne de même, avec l'acide chromique, de la tétraméthylhématoxyline; celle-ci, traitée par l'acide nitrique, produit une substance non encore analysée, soluble en pourpre dans les alcalis.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 26 Janvier 1899 (Suite).

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. Cardinaal : « Représentation des vis de M. Ball qui passent par un point ou qui se trouvent dans un plan d'après la méthode de Caporali ». Cette communication fait suite à un discours tenu au Congrès de la « Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte » de Dusseldorf (sept. 1898) qui va paraître dans le *Jahresbericht der deutschen Mathematiker-Vereinigung*. M. J. de Vries : « Courbes planes quartiques trinodales ». Si les deux coniques :

$$\begin{aligned}\Phi_2 &= b_1 x_2 x_3 + b_2 x_3 x_1 + b_3 x_1 x_2 = 0, \\ \Psi_2 &= c_1 x_2 x_3 + c_2 x_3 x_1 + c_3 x_1 x_2 = 0,\end{aligned}$$

qui passent par les trois nœuds D_1, D_2, D_3 de la quartique donnée :

$$\begin{aligned}\Gamma_4 &= a_{11} x_2^2 x_3^2 + a_{22} x_3^2 x_1^2 + a_{33} x_1^2 x_2^2 \\ &+ 2 x_1 x_2 x_3 [a_{12} x_3 + a_{23} x_1 + a_{31} x_2] = 0,\end{aligned}$$

pris comme sommets du triangle des coordonnées homogènes, sont liées entre elles par les trois conditions : $b_1 c_1 = a_{11}$, $b_2 c_2 = a_{22}$, $b_3 c_3 = a_{33}$, l'identité :

$$\Phi_2 \Psi_2 - \Gamma_4 \equiv x_1 x_2 x_3 \Sigma (b_1 c_2 + b_2 c_1 - 2 a_{12}) x_3$$

montre que les deux couples de points d'intersection libres de Γ_4 avec les coniques associées Φ_2 et Ψ_2 se trouvent sur la droite :

$$\Sigma (b_1 c_2 + b_2 c_1 - 2 a_{12}) x_3 = 0.$$

Au contraire, si les coefficients b et c ne satisfont qu'aux deux conditions : $b_2 c_2 = a_{22}$, $b_3 c_3 = a_{33}$, on prouve, à l'aide de l'identité :

$$\Phi_2 \Psi_2 - \Gamma_4 = x_2 x_3 \Omega_2,$$

qu'on peut faire passer une conique Ω_2 , représentée par

$$(b_1 c_1 - a_{11}) x_2 x_3 + x_1 \Sigma (b_1 c_2 + b_2 c_1 - 2 a_{12}) x_3 = 0,$$

par les nœuds D_2, D_3 et les couples de points d'intersection libres B_1, B_2 et C_1, C_2 de Γ_4 avec Φ_2 et Ψ_2 ; alors Φ_2 et Ψ_2 sont nommées complémentaires par rapport à D_2, D_3 . Et la conique Ω_2 , dont

$4 a_{11} (b_2 x_3 + b_3 x_1) (c_2 x_3 + c_3 x_1) = [(b_2 c_3 + b_3 c_2) x_1 - 2 \Sigma a_{12} x_3]^2$ est l'équation, est l'enveloppe des droites $B_1 B_2$ et $C_1 C_2$ à la fois; à leur tour toutes ces coniques sont enveloppées par la quartique originale Γ_4 . En continuant de cette manière l'auteur parvient à trois coniques remarquables, la conique τ , par les trois couples de points tangenciaux des nœuds, la conique ζ des trois couples de points antitangenciaux des nœuds et la conique ω de Brill par les six points d'inflexion. Ces trois coniques passent par les deux points d'intersection libres de la conique :

$$a_{11} a_{23} x_2 x_3 + a_{22} a_{31} x_3 x_1 + a_{33} a_{12} x_1 x_2 = 0$$

avec Γ_4 , etc. — M. J. D. van der Waals présente au nom de M. J. J. van Laar une « Evaluation de la seconde correction de la quantité b de l'équation de l'état de van der Waals » voir *Rev. gén. des Sc.*, t. VII, p. 1170, t. IX, p. 919). A l'aide d'une série d'intégrations qui paraîtront *in extenso* dans les « Archives du Musée Teyler, Harlem », l'auteur trouve la valeur 0,0958, précise à quatre décimales. — M. van der Waals fait savoir que les « Archives de l'Académie » ont été enrichies d'une collection de manuscrits de feu van Swinden, ayant trait à l'introduction du mètre. Ces manuscrits formant un complément considérable à d'autres documents non encore inventoriés, se rapportant au même sujet et en possession de l'Académie, M. H. G. van de Sande Bakhuizen nommé en commission à cet effet MM. J. A. C. Oudemans, D. J. Korteweg et P. Zeeman. — M. P. H. Schoute présente, au nom de M. S. L. van Oss, une communication : « Das regelmässige Sechshundertzell und seine selbstdeckenden Bewegungen » (L'hexakosièdre droit régulier et ses déplacements anallagmatiques). Sont nommés rapporteurs : MM. Schoute et Korteweg.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. M. van Bemmelen. « Sur l'hydrate de l'oxyde de fer ». Dans un mémoire publié récemment dans le *Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas*, M. W. Spring, de Liège, communique qu'il a préparé un hydrate d'oxyde de fer « d'une composition définie ». Il l'avait obtenu en lavant et desséchant à l'air le précipité gélatineux engendré par l'addition d'ammoniaque à une solution diluée de l'oxyde. Après soixante-douze jours le poids spécifique avait atteint une limite; pendant les cinq mois suivants, ce poids ne subissait pas la moindre altération. Cet hydrate avait la constitution $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Au contraire, d'après les recherches de M. van Bemmelen, qui datent de 1888 et 1892, l'oxyde gélatineux de fer doit être considéré comme une combinaison d'absorption de Fe_2O_3 et H_2O , ce qui implique qu'il n'est pas permis de parler d'une combinaison chimique. Toutefois le résultat de M. Spring a provoqué M. van Bemmelen à de nouvelles recherches, surtout en rapport avec l'isotherme de 15° et avec la manière dont se comporte l'hydrate exposé à l'air dont la tension de vapeur varie. Ses résultats sont déposés en des tableaux et sur un graphique. — Ensuite M. van Bemmelen présente au nom de M. B. de Bruyn : « L'équilibre de systèmes à trois composantes admettant deux phases liquides. » Dans le cas de trois composantes A, B, C à deux phases liquides, on distingue quatre cas bien différents à mesure que, des couples (B, C), (C, A), (A, B) compris dans le triple A, B, C, trois, deux, un seul ou aucun admettent deux phases liquides. Tous ces cas, à l'exception du dernier, ont été étudiés par M. F. A. H. Schreinemakers; pendant l'impression du travail de l'auteur, M. Snell a publié une étude sur le cas chlorure de potasse, acétone, eau appartenant à la quatrième catégorie. Les systèmes étudiés ici sont : 1^o sulfate d'ammonium, éthylalcool, eau; 2^o carbonate de potasse, méthylalcool, eau; 3^o carbonate de potasse, éthylalcool, eau; 4^o sulfate de soude, éthylalcool, eau.

3. SCIENCES NATURELLES. — M. K. Martin : Les formations géologiques de la rivière Melawi sur l'île de Bornéo. Communication en rapport avec une collection de fossiles envoyés à Leyde par l'ingénieur des mines M. N. Wing Easton. Ces fossiles démontrent l'existence d'une formation jurassique à Bornéo. — M. C. Winkler présente, au nom de M. G. C. van Walsem, un « Spécimen d'une méthode systématique de recherche anthropologique et microscopique de l'anatomie normale et pathologique du système central des nerfs ». Sont nommés rapporteurs, MM. C. A. Pekelharing et C. Winkler.

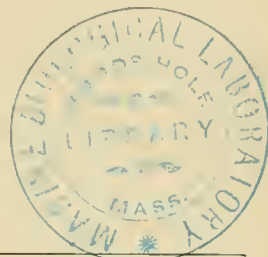
P. H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER



CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Génie civil

L'état actuel de l'automobilisme. — Au cours de la publication de l'étude de M. G. Lavergne sur l'*Etat actuel de l'Automobilisme*¹, quelques recherches et inventions nouvelles ont vu le jour. L'auteur nous adresse, à ce sujet, quelques renseignements que nous publions ci-dessous et qui compléteront trèsheureusement ses précédents articles :

« Dans notre premier article sur l'*Etat actuel de l'Automobilisme* (n^o du 28 février 1899, p. 130), nous avons dit que MM. Delamare-Deboutteville et Malandin avaient pris, le 12 février 1884, un brevet pour une automobile à l'essence de pétrole. M. Ed. Delamare-Deboutteville nous écrit que cette automobile, réellement construite, avait fonctionné dès 1884, un an avant celle de Daimler.

« Dans le même article (p. 131), nous avons relaté les résultats fort pessimistes des expériences de M. Ringelmann sur l'application de l'alcool aux automobiles. Ce dernier a opéré avec des moteurs qui n'avaient pas été spécialement étudiés pour consommer de l'alcool, et a eu recours, pour la préparation du mélange carburé, à un stratagème parfaitement inadmissible pour une pratique journalière.

« Plus récemment, M. Petréano, avec un moteur à gaz Otto, muni d'un carburateur spécial, qu'il assure être sans danger, a obtenu le cheval-heure indiqué à raison de 0,662 litre d'alcool à la densité de 0,813. Postérieurement, la maison Körting, de Hanovre, avec un moteur spécialement construit pour ces essais, sur le type de son moteur à benzine, a obtenu le cheval-heure indiqué moyennant 0,49 litre d'alcool à 0,814. En somme, le volume d'alcool est à peu près égal à celui de l'essence qu'il faut consommer pour avoir le cheval-heure, au lieu d'être de 1,3 à 2,3 fois ce volume, comme l'avait trouvé M. Ringelmann.

« Ces résultats sont peut-être de nature à changer le sort réservé à l'application de l'alcool à l'automobilisme, tout au moins en Allemagne, où l'alcool dénaturé coûte

bien moins cher qu'en France. Il faut cependant se défier, jusqu'à nouvel ordre, d'un optimisme exagéré, et considérer la question comme réservée.

« Le Salon du Cycle et de l'Automobilisme, tenu, en décembre 1898, à la galerie des Machines, a fait connaître au public les louables efforts que font certains constructeurs pour atténuer les trépidations du moteur, soit en attelant, comme M. Henriod, deux cylindres horizontaux face à face, leurs pistons agissant, par des manivelles calées à 180°, sur l'arbre moteur placé entre eux et les deux explosions se produisant en même temps pour s'équilibrer; soit en enfermant dans chaque cylindre deux pistons, entre lesquels se produit la détonation, et qui, allant en sens inverse l'un de l'autre, exercent sur l'arbre des actions égales et opposées. C'est la solution adoptée par MM. Gobron et Brillé, avec leurs deux cylindres verticaux accolés, qui actionnent une automobile à direction épicycloïdale fort bien étudiée; et par MM. de Riancey et Gévin, avec leur unique cylindre horizontal, base d'un ingénieux avant-train moteur-directeur.

« Ce dernier est destiné à une voiturette: la création d'une bonne voiturette à deux places, d'un prix abordable, est le but que beaucoup de constructeurs poursuivent, fort justement d'ailleurs. Il faut, en effet, reconnaître que la voiture automobile de dimensions ordinaires est chère d'achat, d'entretien et de consommation, et par suite reste trop l'apanage des riches amateurs. Une clientèle nombreuse serait assurée à un véhicule ne pesant guère que 300 kilogrammes à vide, marchant à une vitesse moyenne de 20 ou 25 kilomètres à l'heure, et ne coûtant que 3.000 francs. Mais sa réalisation est plus difficile que celle d'une grande voiture, à cause de l'énorme proportion qu'elle requiert entre le poids utile et le poids mort, le premier devant être presque la moitié du second.

« Jusqu'ici on avait cherché à simplifier sa construction par la suppression du courant d'eau destiné à refroidir les cylindres. C'est ainsi que, dans la voiturette Decauville, qui a fait son apparition aux Tuileries en juin 1898, le moteur de trois chevaux (à deux cylindres verticaux, genre de Dion, à parois très amincies et à ailettes dégagées de la masse à la fraise), n'est

¹ *Revue générale des Sciences* des 28 février, 13 et 30 mars.

refroidi que par le courant d'air. Depuis cette époque, nous avons vu apparaître la voiturette des établissements Panhard, dans laquelle le commandant Krebs a eu recours, pour le refroidissement de la seule soupape d'échappement, à un courant d'eau circulant sous l'action des différences de densité de sa masse. Allant plus loin, MM. de Dion et Bouton mettent la dernière main à une voiturette, dans laquelle tout le cylindre sera refroidi par un courant d'eau, dont une pompe assurera la circulation. Ils ne sont pas seuls à trouver que le refroidissement par l'air est insuffisant pour un moteur de quatre chevaux. Mais s'il faut enlever à la voiturette l'une des rares simplifications qu'on avait jusqu'ici admises pour elle, on ne se facilite guère la besogne.

« Mentionnons, en terminant, les efforts faits par quelques constructeurs de voitures électriques pour assurer à leurs véhicules le record du kilomètre. Jusqu'à nouvel ordre, il est détenu par M. Chasseloup-Laubat, qui, avec sa voiture Jeantaud, a parcouru le kilomètre, départ lancé, en 38" 4/5. Rappelons que celui des motocycles à pétrole appartient à M. Rigal (57" 3/5), et celui des voitures à pétrole à M. Loysel (1' 3"), avec sa voiture Amédée Bollée.

« Sans attacher à ces résultats plus d'importance qu'ils n'en méritent, car la voiture électrique qui détient le record est trop exclusivement faite pour ce genre de sport bien spécial, nous ne pouvons nous empêcher de trouver fort remarquable cette vitesse de 94 kilomètres à l'heure réalisée sur cette route. Et, dans cette forme de voiture torpille, qu'après celle d'Amédée Bollée, la voiture de Jeantaud vient de prendre, sans se préoccuper beaucoup du confort des voyageurs ou de la beauté du véhicule, nous ne pouvons nous empêcher de trouver la juste influence de cet amincissement que nous voudrions tant voir donner au moins à l'avant des automobiles ordinaires. »

Gérard Lavergne,
Ingénieur civil des Mines.

§ 2. — Physique industrielle

L'enseignement de la Physique industrielle dans nos Facultés des Sciences. — A propos de la lettre de M. A. Pérot sur l'enseignement de la Physique industrielle à la Faculté des Sciences de Marseille, nous recevons de M. P. Weiss les intéressantes remarques qui suivent :

« Dans une lettre publiée par la *Revue*¹, M. Pérot donne la composition du public qui suit l'enseignement de la Physique industrielle à la Faculté des Sciences de Marseille. Ce public se compose de :

25 ouvriers ou contre-maîtres;

8 élèves de l'École d'ingénieurs de la ville de Marseille;

1 ingénieur;

11 étudiants;

16 auditeurs de professions variées,

Soit, au total, 61 auditeurs.

« Voilà incontestablement un public nombreux et intéressant auquel un cours de Physique industrielle peut être des plus utiles. Mais il me semble que sa composition vient à l'appui de la thèse que j'ai développée dans ce journal : à savoir que pour ambitionner une carrière pratique dans laquelle la haute science ait sa place, il faut unir aux qualités du physicien celles de l'ingénieur. Il faut donc, avant tout, dans l'organisation de notre enseignement technique, nous préoccuper d'une préparation spéciale indispensable. Cette préparation, les auditeurs plus âgés, déjà en fonction dans l'industrie, la possèdent, par le fait même, plus ou moins complète. Les ouvriers et contre-maîtres appartiennent à cette catégorie d'auditeurs, et M. Pérot abonde dans mon sens quand il se félicite d'avoir pu

attirer ce public. Mais quelque intéressant qu'il soit, il ne doit pas, à mon avis, être l'objet principal de notre attention. Nous devons nous proposer d'armer complètement pour la lutte industrielle les élèves sortant de l'enseignement secondaire. Or, ceci, les Facultés ne peuvent le faire seules; chargées de dispenser la science seulement, elles ont besoin du concours des établissements où l'on enseigne l'art de la construction. C'est à ce point de vue que j'ai vivement recommandé le rapprochement et la pénétration des Ecoles des Arts et Métiers et des Facultés des Sciences, et je note avec plaisir, dans la liste de M. Pérot, les huit élèves de l'École d'ingénieurs de la ville de Marseille; c'est un heureux symptôme pour l'avenir.

« La Faculté des Sciences de Rennes a été moins favorisée que celle de Marseille. Il n'a été possible de consacrer qu'un cours d'une heure par semaine à la Physique industrielle sans l'appui d'aucune conférence. Dans cette région essentiellement agricole, les auditeurs réguliers, continuant à suivre le cours après l'affluence de l'ouverture, ont été moins nombreux: une vingtaine; mais les travaux pratiques sont proportionnellement plus suivis. Sept élèves, un tiers par conséquent des auditeurs, y prennent part régulièrement. Une après-midi est plus spécialement consacrée à ces travaux, mais chaque étudiant ayant dans le laboratoire une place qui lui est attribuée à demeure, les opérations peuvent être continuées dans l'intervalle des séances, facilité dont quelques-uns usent largement. Ces sept élèves comprennent quatre étudiants, le directeur et un professeur de l'École pratique d'Industrie de Rennes et un ingénieur des chemins de fer. Ces trois derniers sont le plus à même de profiter de l'enseignement, malgré une préparation mathématique très inégale. Les quatre premiers, qui seraient dignes de toute l'attention de l'Université, ne peuvent, dans l'état actuel des choses, être dirigés vers une carrière pratique déterminée. Qu'il me soit permis de rappeler ici, qu'à mon avis, les conditions de développement imposées par la nature des choses sont différentes pour la Physique et la Chimie industrielles, et qu'il ne convient pas d'étendre à cette dernière ce qui précède.

Pierre Weiss,
*Maître de Conférences de Physique
à la Faculté des Sciences de Rennes.*

§ 3. — Histoire des Sciences

Un point de l'histoire des Sciences : la Synthèse de l'Alcool. — L'histoire de cette synthèse est aujourd'hui présentée dans divers Recueils sous une forme légendaire, d'après laquelle elle aurait été faite par Hennell en 1828. Cette légende, insinuée après coup et anti-datée, est erronée, ainsi que je demande la permission de le rappeler : la question est intéressante pour l'histoire des Sciences.

Elle tendrait à substituer, dans l'attribution d'une découverte fondée sur des expériences positives, une conjecture émise en passant et qui avait été écartée depuis longtemps, après examen, par les auteurs les plus autorisés des Traités de Chimie organique publiés de 1833 à 1854, tels que Liebig, Berzélius et Gerhardt, comme ne reposant sur aucune démonstration expérimentale.

Rappelons les faits.

Hennell, dans le seul Mémoire où il ait publié quelques résultats relatifs à la combinaison du gaz oléfiant avec l'acide sulfurique, n'y consacre qu'une douzaine de lignes¹. Il examine une portion d'acide sulfurique à laquelle Faraday avait fait absorber du gaz oléfiant, sans s'en occuper davantage; Hennell en forme un sel de potasse, dont il se borne à dire, d'une manière vague et en une ligne, que ce sel avait les propriétés de celui qu'il avait déjà obtenu avec l'alcool, c'est-à-

¹ *Revue gén. des Sciences*, du 30 mars 1899, page 209.

¹ *Ann. de Chim. et de Phys.*, 2^e série, t. XXXV, p. 159; 1827.

dire du sulfovinat, sans définir davantage ces propriétés. Rien de plus, sans doute parce que la chose avait à ses yeux peu d'importance. En effet, Hennell n'a fait d'ailleurs aucune analyse, aucune étude sérieuse du sel ainsi obtenu avec le gaz oléfiant et surtout, ce qui est essentiel, il n'a eu aucune façon cherché à régénérer de l'alcool avec le gaz oléfiant. Bref, Hennell n'a jamais fait l'expérience qu'on lui attribue gratuitement et n'a jamais prétendu l'avoir faite.

Quant au sel dont il a parlé si brièvement, ni l'origine véritable, ni la constitution n'en sont connues; et elles ont donné lieu de la part des chimistes contemporains à des doutes, insolubles en l'absence de tous détails précis. En premier lieu, ils se sont demandé jusqu'à quel point le gaz oléfiant préparé à cette époque si éloignée de nous était exempt de vapeur d'éther, auquel cas le sulfovinat, si c'en était, dériverait de l'éther et non du gaz oléfiant: ce doute a été soulevé dans les écrits de Chevreul et de Liebig et il ôte toute valeur concluante aux essais de Hennell. En outre, la constitution même du sel qu'il avait entrevu a été jugée incertaine, parce que Hennell et ses contemporains ignoraient l'existence de plusieurs combinaisons sulfuriques du gaz oléfiant, autres que l'acide sulfovinique, telles que les acides éthionique et iséthionique, découverts et étudiés plus tard par Magnus et Regnault, acides destitués de la propriété de régénérer l'alcool sous l'influence de l'eau.

A la suite de ces recherches plus précises et de ses propres travaux sur la très faible solubilité du gaz oléfiant dans l'acide sulfurique¹, Liebig supprima dans ses livres toute mention des essais imparfaits de Hennell. Berzélius depuis, et Gerhardt, en 1834, en ont fait autant dans leurs *Traité classiques*.

Tel était l'état de la Science, lorsque j'ai réussi à faire la synthèse de l'alcool, en m'appuyant sur des faits jusque-là inconnus, tels que les conditions exceptionnelles d'agitation violente et prolongée, qui sont indispensables pour déterminer l'absorption, c'est-à-dire la combinaison du gaz oléfiant pur avec l'acide sulfurique; cet acide absorbant au contraire presque immédiatement la vapeur d'éther. Cette première combinaison étant réalisée dans des conditions certaines, j'ai fait l'expérience décisive, c'est-à-dire que j'ai démontré expérimentalement la régénération de l'alcool au moyen du gaz oléfiant pur et j'ai établi que le corps obtenu par moi avait les mêmes propriétés physiques et chimiques que l'alcool ordinaire, qu'il formait les mêmes éthers, ainsi que le même aldéhyde, etc.

Je l'ai confirmée d'une façon plus nette encore par la synthèse directe des combinaisons du gaz oléfiant avec les hydracides, c'est-à-dire des éthers chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique, avec leurs propriétés connues, et j'en ai tiré une méthode générale de synthèse d'alcools, dérivés de tous les carbures de la même série.

Enfin, la synthèse directe de l'acétylène par les éléments, carbone et hydrogène, puis la synthèse du gaz oléfiant par l'acétylène m'ont permis de réaliser expérimentalement la synthèse totale de l'alcool par les éléments, objet fondamental de toute cette recherche.

Toutes ces réactions sont devenues aujourd'hui simples et évidentes: elles ne l'étaient, ni en théorie, ni en pratique, à l'époque où elles ont été réalisées expérimentalement².

M. Berthelot,

Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.
Professeur au Collège de France.

§ 4. — Sciences médicales

Des dangers de contamination par la tuberculose. — Dans la discussion qui, depuis quinze jours, occupe la Société de Médecine berlinoise, M. Furbringer, un des meilleurs cliniciens berlinois, a cité quelques faits qui semblent montrer que les dangers de contamination par les tuberculeux sont moins grands qu'on ne le croit.

Il a notamment dressé une statistique d'où il résulte qu'à l'hôpital de Friedrichshain, sur 408 infirmières, 3 seulement sont devenues tuberculeuses. Et encore faut-il tenir compte de ce fait qu'une d'elles était issue de parents tuberculeux et qu'une autre était tuberculeuse avant de venir à l'hôpital.

D'après une autre statistique, sur 708 sœurs de charité, dont 94 sont restées de 5 à 15 ans dans les hôpitaux où pendant ce temps il est passé 9.000 tuberculeux, 13 sont devenues tuberculeuses. Mais chez 6 d'entre elles il existait des antécédents tuberculeux, et chez 6 autres le début de l'affection était antérieur à leur entrée dans les hôpitaux.

M. Furbringer estime donc que l'isolement des tuberculeux est une mesure complètement inutile, car ce qui, d'après lui, domine l'étiologie de la tuberculose, c'est l'hérédité et la question du terrain.

Mortalité des marins des grandes pêches (campagne de 1898). — Grâce aux renseignements qu'ont bien voulu leur fournir les commissaires de l'inscription maritime, les docteurs du Bois Saint-Sevrin et Chastang¹ ont pu dresser le bilan des pertes subies par nos pêcheurs de Terre-Neuve et d'Islande, pendant la campagne de pêche de 1898.

1^o *Campagne de Terre-Neuve.* — Le nombre total des pêcheurs s'est élevé à 10.650 hommes.

De ces 10.650 pêcheurs, 213 ont péri dans les circonstances suivantes :

1 ^o Disparus en mer :	
a) Naufrages (6 navires)	77
b) Doris en dérive (13)	28
c) Chute à la mer	37
2 ^o Décédés par suite de traumatisme ou de maladie	71
Total	213

Ce qui donne comme mortalité 20 ‰.

2^o *Campagne d'Islande.* — 3.440 marins ont pris part à la campagne; ils ont perdu 14 hommes, à savoir :

Par accidents de mer	4
Par maladie	10
Total	14

Ce qui donne comme mortalité 4,06 ‰.

C'est, au dire de tous les Islandais, un résultat exceptionnel qui ne s'était peut-être jamais observé encore; les tempêtes, cette année, ont été relativement rares et on n'a eu à déplorer la perte d'aucun homme par suite de naufrage.

§ 5. — Géographie et Colonisation

Le chemin de fer de Konakry au Niger navigable. — Les deux missions remplies en 1895-1896, puis en 1897-1898, dans la Guinée française, par M. E. Salesses, capitaine du génie, lui ont permis d'étudier le tracé d'une voie ferrée entre Konakry et le Haut-Niger, et de donner des conclusions parfaitement nettes au sujet de l'utilité de cette ligne. Nous rappelons qu'on étudie actuellement les moyens financiers permettant de l'établir sur les bases du tracé établi par le capitaine Salesses. Partant de Konakry (fig. 1), dont l'importance comme port ne fait que grandir, la voie ferrée

¹ *Annalen der Chemie und Pharm.*, t. IX, p. 8.

² Cette note a été communiquée par M. Berthelot à l'Académie des Sciences dans sa séance du 4 avril; nous remercions l'éminent savant d'avoir bien voulu nous en communiquer préalablement la copie à l'intention de nos lecteurs.

¹ *Arch. de méd. navale*, 1899, n^o 2, p. 153.

irait rejoindre le Niger au point où il devient navigable, bien en amont par conséquent de Bammako où doit aboutir la ligne de Kayes-Bafoulabé prolongée, avec laquelle elle ne fera pas double emploi.

Dès 1888, le capitaine Brosselard-Faidherbe avait été chargé de procéder à des reconnaissances préliminaires pour se rendre compte de l'opportunité d'une semblable voie de communication. Le point de départ choisi était alors Benty, à l'embouchure de la Mellacocé et à proximité de celles des deux Scarcies, la Kolenté ou grande Scarcie et la Kaba ou petite Scarcie. La mission fut arrêtée dans sa marche par les lieutenants de Samory, alors maître du pays. Il fallut, en 1889, la campagne du colonel Combes pour chasser les Sofas.

été poussée que jusqu'à une centaine de kilomètres. Elle aboutit actuellement à Mambia, au delà des monts Oulouma.

En 1897, le capitaine Salesses fut chargé d'étudier non plus une route, mais un chemin de fer; le point d'arrivée devait être pris sur le Niger, à la tête de navigation sur ce fleuve.

La Mission comprenait, outre son chef, deux officiers: le capitaine Millot, déjà connu par ses explorations et levés en Guinée, précédemment membre de la mission Passaga en 1895-1896, et auteur d'une carte inédite de la colonie; et l'adjoint du génie Naudé, qui avait été membre des missions Marnier et Joffre pour le chemin de fer de Kayes à Bammako, et avait cons-



Gravé par Borrenans 17 rue St-Sulpice Paris.

Fig. 1. — Tracés du chemin de fer et de la route de

Mais le résultat de la convention franco-anglaise de délimitation du 21 janvier 1893 fut de nous obliger à abandonner le tracé primitif.

M. Chaulemps, alors ministre des colonies, fit reprendre à nouveau le projet d'établissement d'une route. C'est alors que le capitaine Salesses fut envoyé en Guinée pour faire de nouvelles études. En 1895-1896, aidé du sous-officier de Bernis, depuis assassiné à Ilo, sur le Bas-Niger, il procéda au levé à grande échelle de la chaîne qui sépare les bassins côtiers de l'Atlantique du bassin du Haut-Niger, en vue de l'établissement d'une route carrossable que pourrait ultérieurement emprunter un Decauville. Le point de départ de Benty n'ayant plus sa raison d'être, puisqu'on ne pouvait plus utiliser le tracé Brosselard-Faidherbe, on choisit Konakry. Quant au point terminus, on avait provisoirement indiqué Faranna, chef-lieu d'un cercle et point de croisement de routes importantes. On a depuis commencé l'exécution de cette route, mais elle n'a

truit la route de Bammako à Bougounie. Le personnel de la mission comptait en outre cinq sous-officiers.

Arrivée à Konakry le 14 octobre 1897, la mission se mit en marche le 9 novembre. Après l'étude en détail et de concert des solutions à adopter pour franchir la montée de Tangbaïa, celle des monts Oulouma, la descente de Gouléah et la montée de Bambaïa, l'adjoint du génie Naudé exécuta le levé détaillé de la première moitié du tracé entre Konakry et Bambaïa. Pendant ce temps, le capitaine Millot prenait les devants jusqu'à Faranna par un chemin assez difficile, et le chef de la mission se rendait à Timbo. M. Salesses se dirigea de là vers le Niger par Kouanta et Toumania où il retrouva le capitaine Millot qui levait le cours du Niger et de son affluent le Koba, de Toumania à Kouroussa. De son côté, M. Salesses leva le cours du Niantan; puis franchissant le Niger à Soia Moreïa, il se rendit à Kouroussa par Dembasiria, Serekoro et Diaragbelé.

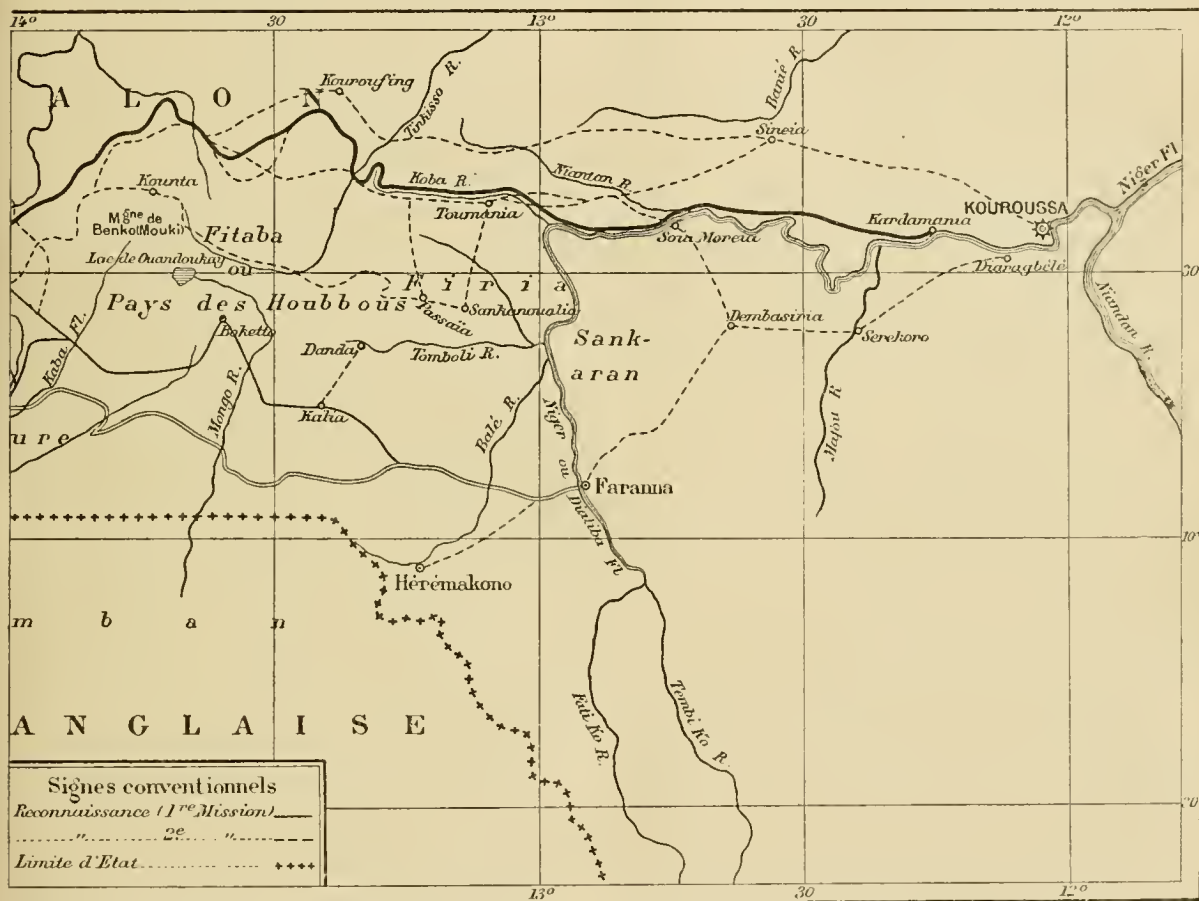
Le gros de la mission était réuni à Kouroussa le

1^{er} janvier 1898, ayant dès lors éclairci la question du terminus de la voie sur le Niger. Le capitaine Salesses avait cru, d'après les renseignements indigènes, pouvoir trouver ce terminus aux environs de Soia Moreia, mais le cours du fleuve est encore là trop sinueux et il est embarrassé de barrières granitiques presque infranchissable aux basses eaux en aval de Soia Moreia. Le lit ne devient libre qu'à 30 kilomètres, en amont de Kouroussa, près d'un village nommé Kardamania que Samory a brûlé. En aval de Kouroussa, le Niger est tout à fait navigable comme le montrent les relevés hydrographiques du commandant Hourst.

Le point terminus qui a été choisi est avantageux à tous égards. Kouroussa est un marché de première

étape au sud de Timbo et de Kouroussa. Le point culminant est à 800 mètres au col de Koumi, à une trentaine de kilomètres au sud-ouest de Timbo. L'ouvrage d'art le plus important sera un pont de 60 mètres, en deux travées, sur la Kolenté, que l'on franchira à Forecariah. Les pentes ne doivent pas dépasser 25 millimètres par mètre. Les courbes ont toutes plus de 100 mètres de rayon, à l'exception d'une seule qui n'a que 75 mètres. Les principales difficultés de construction de la ligne sont la montée des monts Oulouma, la descente de Gouléah, la montée de Bambaïa et la descente de Simbacounian.

La ligne desservira les régions peuplées du Kanéah, du Fouta méridional, du Firia, du Oulada, et les gros



Konakry au Niger et reconnaissances des diverses missions.

importance, un centre de commerce pour le caoutchouc, l'or et autres objets d'échange. Kardamania est un magnifique emplacement pour une ville, au confluent du Niger et d'un affluent, dans une plaine fertile.

Les résultats de la Mission ont été un levé détaillé au 1/5000 d'une bande de 550 kilomètres de longueur sur 400 mètres de largeur, des itinéraires nouveaux de 3.500 kilomètres qui, joints à ceux de la première mission, donnent un parcours total de 5.500 kilomètres, les déterminations des déclinaisons magnétiques, latitudes et longitudes de 36 points, des observations météorologiques, géologiques, botaniques, ethnologiques, etc. Ces résultats, combinés avec les travaux de M. Paroisse et ceux de la Mission de délimitation Passaga, fournissent une base mathématique pour l'établissement d'une carte détaillée de la Guinée française.

Enfin, en ce qui concerne le chemin de fer, la Mission conclut à l'établissement d'un tracé de 550 kilomètres, sans viaduc ni tunnel. La voie passera à une

marchés indigènes de Friguigbé, Téliko, Kouroufing Banko, Toumania, Passaïa, Kouroussa. On a reproché à ce tracé de laisser de côté les marchés de Démokoulima et Kébalé, tout le pays de Labé et les provinces peuplées qui avoisinent le Kon-Kouré. Pour ce motif, on étudie actuellement une variante qui, partant de Friguigbé, emprunterait les vallées de l'Oua-Oua, du Méon-Kouré et du haut Kon-Kouré, et rejoindrait le tracé actuel vers Aindé-Koumkouré ou Koumi-Oumaré. Ce tracé, qui n'entraînerait qu'un allongement de 20 kilomètres, aurait en plus l'avantage d'éviter les difficultés de Gouléah et de Bambaïa, et de supprimer le pont sur la Kolenté. L'adjoint du génie Naudé est parti le 23 octobre dernier pour étudier cette variante.

Le principal avantage de la ligne de Konakry sera d'être courte et d'aboutir directement à la mer. Elle part d'un port dont la rade est suffisamment grande et sûre, et elle traversera de riches pays producteurs.

Gustave Regelsperger.

RÉFLEXIONS SUR LE CALCUL DES PROBABILITÉS

Le nom seul de calcul des probabilités est un paradoxe : la probabilité, opposée à la certitude, c'est ce qu'on ne sait pas, et comment peut-on calculer ce que l'on ne connaît pas? Cependant, beaucoup de savants éminents se sont occupés de ce calcul, et l'on ne saurait nier que la science n'en ait tiré quelque profit. Comment expliquer cette apparente contradiction?

La probabilité a-t-elle été définie? Peut-elle même être définie? Et, si elle ne peut l'être, comment ose-t-on en raisonner? La définition, dira-t-on, est bien simple : la probabilité d'un événement est le rapport du nombre des cas favorables à cet événement au nombre total des cas possibles.

Un exemple simple va faire comprendre combien cette définition est incomplète. Je jette deux dés : quelle est la probabilité pour que l'un des deux dés au moins amène un six? Chaque dé peut amener six points différents : le nombre des cas possibles est $6 \times 6 = 36$; le nombre des cas favorables est 11 ; la probabilité est $\frac{11}{36}$.

C'est là la solution correcte. Mais ne pourrais-je pas dire tout aussi bien : Les points amenés par les deux dés peuvent former $\frac{6 \times 7}{2} = 21$ combinaisons différentes? Parmi ces combinaisons, 6 sont favorables ; la probabilité est $\frac{6}{21}$.

Pourquoi la première manière d'énumérer les cas possibles est-elle plus légitime que la seconde? En tous cas, ce n'est pas notre définition qui nous l'apprend.

On est donc réduit à compléter cette définition en disant : «... au nombre total des cas possibles, pourvu que ces cas soient également probables. » Nous voilà donc réduits à définir le probable par le probable.

Comment saurons-nous que deux cas possibles sont également probables? Sera-ce par une convention? Si nous plaçons au début de chaque problème une convention explicite, tout ira bien ; nous n'aurons plus qu'à appliquer les règles de l'arithmétique et de l'algèbre et nous irons jusqu'au bout du calcul sans que notre résultat puisse laisser place au doute. Mais, si nous voulons en faire la moindre application, il faudra démontrer que notre convention était légitime, et nous nous retrouverons en face de la difficulté que nous avons cru éluder.

Dira-t-on que le bon sens suffit pour nous apprendre quelle convention il faut faire? Hélas! M. Bertrand s'est amusé à traiter un problème

simple : « Quelle est la probabilité pour que, dans une circonférence, une corde soit plus grande que le côté du triangle équilatéral inscrit? » L'illustre géomètre a adopté successivement deux conventions que le bon sens semblait également imposer, et il a trouvé avec l'une $\frac{1}{2}$, avec l'autre $\frac{1}{3}$.

La conclusion qui semble résulter de tout cela, c'est que le calcul des probabilités est une science vaine, qu'il faut se défier de cet instinct obscur que nous nommons bon sens et auquel nous demandons de légitimer nos conventions.

Mais, cette conclusion, nous ne pouvons non plus y souscrire ; cet instinct obscur, nous ne pouvons nous en passer ; sans lui la science serait impossible, sans lui nous ne pourrions ni découvrir une loi, ni l'appliquer. Avons-nous le droit, par exemple, d'énoncer la loi de Newton? Sans doute, de nombreuses observations sont en concordance avec elle ; mais n'est-ce pas là un simple effet du hasard? comment savons-nous d'ailleurs si cette loi, vraie depuis tant de siècles, le sera encore l'an prochain? A cette objection, vous ne trouverez rien à répondre, sinon : « Cela est bien peu probable ».

Mais admettons la loi ; grâce à elle, je crois pouvoir calculer la position de Jupiter dans un an. En ai-je le droit? qui me dit qu'une masse gigantesque, animée d'une vitesse énorme, ne va pas d'ici-là passer près du système solaire et produire des perturbations imprévues? Ici encore il n'y a rien à répondre, sinon : « Cela est bien peu probable ».

A ce compte, toutes les sciences ne seraient que des applications inconscientes du calcul des probabilités ; condamner ce calcul, ce serait condamner la science tout entière.

J'insisterai moins sur les problèmes scientifiques où l'intervention du calcul des probabilités est plus évidente. Tel est en première ligne celui de l'interpolation, où, connaissant un certain nombre de valeurs d'une fonction, on cherche à deviner les valeurs intermédiaires.

Je citerai également : la célèbre théorie des erreurs d'observation, sur laquelle je reviendrai plus loin ; la théorie cinétique des gaz, hypothèse bien connue, où chaque molécule gazeuse est supposée décrire une trajectoire extrêmement compliquée, mais où, par l'effet des grands nombres, les phénomènes moyens, seuls observables, obéissent à des lois simples qui sont celles de Mariotte et de Gay-Lussac.

Toutes ces théories reposent sur les lois des grands nombres, et le calcul des probabilités les

entraînerait évidemment dans sa ruine. Il est vrai qu'elles n'ont qu'un intérêt particulier et que, sauf en ce qui concerne l'interpolation, ce sont là des sacrifices auxquels on pourrait se résigner.

Mais, je l'ai dit plus haut, ce ne serait pas seulement de ces sacrifices partiels qu'il s'agirait, ce serait la science tout entière dont la légitimité serait révoquée en doute.

Je vois bien ce qu'on pourrait dire : « Nous sommes ignorants et pourtant nous devons agir. Pour agir, nous n'avons pas le temps de nous livrer à une enquête suffisante pour dissiper notre ignorance ; d'ailleurs, une pareille enquête exigerait un temps infini. Nous devons donc nous décider sans savoir ; il faut bien le faire au petit bonheur et suivre des règles sans trop y croire. Ce que je sais, ce n'est pas que telle chose est vraie, mais que le mieux pour moi est encore d'agir comme si elle était vraie ». Le calcul des probabilités, et par conséquent la science, n'aurait plus qu'une valeur pratique.

Malheureusement la difficulté ne disparaît pas ainsi : Un joueur veut tenter un coup ; il me demande conseil. Si je le lui donne, je m'inspirerai du calcul des probabilités, mais je ne lui garantirai pas le succès. C'est là ce que j'appellerai la *probabilité subjective*. Dans ce cas, on pourrait se contenter de l'explication que je viens d'esquisser. Mais je suppose qu'un observateur assiste au jeu, qu'il en note tous les coups et que le jeu se prolonge longtemps ; quand il fera le relevé de son carnet, il constatera que les événements se sont répartis conformément aux lois du calcul des probabilités. C'est là ce que j'appellerai la *probabilité objective*, et c'est ce phénomène qu'il faudrait expliquer.

Il existe de nombreuses sociétés d'assurances qui appliquent les règles du calcul des probabilités, et elles distribuent à leurs actionnaires des dividendes dont la réalité objective ne saurait être contestée. Il ne suffit pas, pour les expliquer, d'invoquer notre ignorance et la nécessité d'agir.

Ainsi, le scepticisme absolu n'est pas de mise ; nous devons nous méfier, mais nous ne pouvons condamner en bloc ; il est nécessaire de discuter.

I. — CLASSIFICATION DES PROBLÈMES DE PROBABILITÉ.

Pour classer les problèmes qui se présentent à propos des probabilités, on peut se placer à plusieurs points de vue différents, et d'abord au *point de vue de la généralité*. J'ai dit plus haut que la probabilité est le rapport du nombre des cas favorables au nombre des cas possibles. Ce que, faute d'un meilleur terme, j'appelle la généralité, croîtra avec le nombre des cas possibles. Ce nombre peut être fini ; comme, par exemple, si l'on envisage un coup de dés où le nombre des cas possibles

est 36. C'est là le premier degré de généralité.

Mais, si nous demandons, par exemple, quelle est la probabilité pour qu'un point intérieur à un cercle soit intérieur au carré inscrit, il y a autant de cas possibles que de points dans le cercle, c'est-à-dire une infinité. C'est le second degré de généralité. La généralité peut être poussée plus loin encore : on peut se demander la probabilité pour qu'une fonction satisfasse à une condition donnée ; il y a alors autant de cas possibles qu'on peut imaginer de fonctions différentes. C'est le troisième degré de généralité, auquel on s'élève, par exemple, quand on cherche à deviner la loi la plus probable d'après un nombre fini d'observations.

On peut se placer à un point de vue tout différent. Si nous n'étions pas ignorants, il n'y aurait pas de probabilité, il n'y aurait de place que pour la certitude ; mais notre ignorance ne peut être absolue, sans quoi il n'y aurait pas non plus de probabilité, puisqu'il faut encore un peu de lumière pour parvenir même à cette science incertaine. Les problèmes de probabilité peuvent ainsi se classer d'après la profondeur plus ou moins grande de cette ignorance.

En Mathématiques, on peut déjà se proposer des problèmes de probabilité. Quelle est la probabilité pour que la 5^e décimale d'un logarithme pris au hasard dans une table soit un 9 ? On n'hésitera pas à répondre que cette probabilité est $\frac{1}{10}$. Ici nous

possédons toutes les données du problème ; nous saurions calculer notre logarithme sans recourir à la table ; mais nous ne voulons pas nous en donner la peine. C'est le premier degré de l'ignorance.

Dans les sciences physiques, notre ignorance est déjà plus grande. L'état d'un système, à un instant donné, dépend de deux choses : son état initial et la loi d'après laquelle cet état varie. Si nous connaissions à la fois cette loi et cet état initial, nous n'aurions plus qu'un problème mathématique à résoudre et nous retomberions sur le premier degré d'ignorance.

Mais il arrive souvent qu'on connaît la loi et qu'on ne connaît pas l'état initial. On demande, par exemple, quelle est la distribution actuelle des petites planètes ; nous savons que, de tout temps, elles ont obéi aux lois de Képler, mais nous ignorons quelle était leur distribution initiale.

Dans la théorie cinétique des gaz, on suppose que les molécules gazeuses suivent des trajectoires rectilignes et obéissent aux lois du choc des corps élastiques ; mais, comme on ne sait rien de leurs vitesses initiales, on ne sait rien de leurs vitesses actuelles.

Seul, le calcul des probabilités permet de prévoir les phénomènes moyens qui résulteront de

la combinaison de ces vitesses. C'est là le second degré d'ignorance.

Il est possible, enfin, que non seulement les conditions initiales, mais les lois elles-mêmes, soient inconnues; on atteint alors le troisième degré de l'ignorance et, généralement, on ne peut plus rien affirmer du tout au sujet de la probabilité d'un phénomène.

Il arrive souvent qu'au lieu de chercher à deviner un événement d'après une connaissance plus ou moins imparfaite de la loi, on connaisse les événements et qu'on cherche à deviner la loi; qu'au lieu de déduire les effets des causes, on veuille déduire les causes des effets. Ce sont là les problèmes dits de *probabilité des causes*, les plus intéressants au point de vue de leurs applications scientifiques.

Je joue à l'écarté avec un monsieur que je sais parfaitement honnête; il va donner; quelle est la probabilité pour qu'il tourne le roi? c'est $\frac{1}{8}$: c'est là un problème de probabilité des effets. Je joue avec un monsieur que je ne connais pas; il a donné 10 fois et il a tourné 6 fois le roi; quelle est la probabilité pour que ce soit un grec? c'est là un problème de probabilité des causes.

On peut dire que c'est le problème essentiel de la méthode expérimentale. J'ai observé n valeurs de x et les valeurs correspondantes de y ; j'ai constaté que le rapport des secondes aux premières est sensiblement constant. Voilà l'événement; quelle est la cause?

Est-il probable qu'il y ait une loi générale d'après laquelle y serait proportionnel à x et que les petites divergences soient dues à des erreurs d'observations? Voilà un genre de question qu'on est sans cesse amené à se poser et qu'on résout inconsciemment toutes les fois que l'on fait de la science.

Je vais maintenant passer en revue ces différentes catégories de problèmes en envisageant successivement ce que j'ai appelé plus haut la probabilité subjective et ce que j'ai appelé la probabilité objective.

II. — LA PROBABILITÉ DANS LES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

L'impossibilité de la quadrature du cercle est démontrée depuis 1885; mais, bien avant cette date récente, tous les géomètres considéraient cette impossibilité comme tellement « probable », que l'Académie des Sciences rejetait sans examen les mémoires, hélas! trop nombreux, que quelques malheureux fous lui envoyaient tous les ans sur ce sujet.

L'Académie avait-elle tort? Evidemment non, et elle savait bien qu'en agissant ainsi, elle ne ris-

quait nullement d'étouffer une découverte sérieuse. Elle n'aurait pu démontrer qu'elle avait raison; mais elle savait bien que son instinct ne la trompait pas. Si vous aviez interrogé les académiciens, ils vous auraient répondu : « Nous avons comparé la probabilité pour qu'un savant inconnu ait trouvé ce qu'on cherche vainement depuis si longtemps, et celle pour qu'il y ait un fou de plus sur la terre; la seconde nous a paru plus grande. » Ce sont là de très bonnes raisons, mais elles n'ont rien de mathématique, elles sont purement psychologiques.

Et si vous les aviez pressés davantage, ils auraient ajouté : « Pourquoi voulez-vous qu'une valeur particulière d'une fonction transcendante soit un nombre algébrique; et si π était racine d'une équation algébrique, pourquoi voulez-vous que cette racine soit une période de la fonction $\sin 2x$ et qu'il n'en soit pas de même des autres racines de cette même équation? » En somme, ils auraient invoqué le principe de raison suffisante sous sa forme la plus vague.

Mais que pouvaient-ils en tirer? Tout au plus une règle de conduite pour l'emploi de leur temps, plus utilement dépensé à leurs travaux ordinaires qu'à la lecture d'une élucubration qui leur inspirait une légitime défiance. Mais ce que j'appelais plus haut la probabilité objective n'a rien à voir avec ce premier problème.

Il en est autrement du second problème.

Envisageons les nombres :

$$\log \left(1 + \frac{x}{100.000} \right),$$

où je donne successivement à x les valeurs 1, 2, ... jusqu'à 10.000. Parmi ces 10.000 nombres, j'en prends un au hasard; quelle est la probabilité pour que sa troisième décimale soit un nombre pair?

Vous n'hésitez pas à répondre $\frac{1}{2}$, et, en effet, si vous relevez dans une table les troisièmes décimales de ces 10.000 nombres, vous trouverez à peu près autant de chiffres pairs que de chiffres impairs.

Il sera plus simple d'examiner un problème un peu différent, mais analogue. Ce que je dirai de l'un s'appliquerait également à l'autre. Considérons les 10.000 expressions :

$$\sin \left[1.000 \pi \log \left(1 + \frac{x}{100.000} \right) \right]$$

Je n'hésiterai pas à dire que la moyenne de ces 10.000 expressions est probablement nulle, et, si je la calculais effectivement, je vérifierais qu'elle est très petite¹.

¹ L'analogie des deux problèmes est évidente; celui que

Au lieu de faire la somme et de diviser par 10.000, je calcule l'intégrale de notre expression depuis $\frac{1}{2}$ jusqu'à $10.000 + \frac{1}{2}$ et je divise par 10.000. Je démontrerais aisément que l'erreur ainsi commise est plus petite que :

$$\frac{\pi^2}{10.000} + \frac{\pi}{10.000.000} < \frac{1}{1.000},$$

et ensuite, en intégrant par parties, que l'intégrale divisée par 10.000 est elle-même plus petite que :

$$\frac{22}{1.000 \pi \log e} + \frac{1,1}{1.000 \pi \log^2 e} < \frac{1}{500}.$$

Pour établir ce double résultat, je n'ai besoin que de m'appuyer sur deux faits, à savoir que les dérivées première et seconde du logarithme restent, dans l'intervalle considéré, comprises entre certaines limites.

D'où cette première conséquence que la propriété est vraie non seulement du logarithme, mais d'une fonction continue quelconque, puisque les dérivées de toute fonction continue sont limitées.

Si j'étais certain d'avance du résultat, c'est d'abord que j'avais souvent observé des faits analogues pour d'autres fonctions continues; c'est ensuite parce que je faisais dans mon for intérieur, d'une façon plus ou moins inconsciente et imparfaite, le raisonnement qui m'a conduit aux inégalités précédentes, comme un calculateur qui, avant d'avoir achevé une multiplication, se rend compte que « cela va faire à peu près tant ».

Et d'ailleurs, comme ce que j'appelais mon intuition n'était qu'un aperçu incomplet d'un véritable raisonnement, on s'explique que l'observation ait confirmé mes prévisions, que la probabilité objective ait été d'accord avec la probabilité subjective.

Comme troisième exemple, je choisirai le problème suivant : Un nombre u est pris au hasard, n est un entier donné très grand; quelle est la valeur probable de $\sin nu$? Ce problème n'a aucun sens par lui-même. Pour lui en donner un, il faut une convention; nous *conviendrons* que la probabilité pour que le nombre u soit compris entre les limites a et b est :

$$\int_a^b \varphi(u) du,$$

$\varphi(u)$ étant une fonction que je choisis arbitraire-

j'avais d'abord posé se ramène à la recherche de la valeur moyenne de l'expression :

$$F \left[\log \left(1 + \frac{x}{100.000} \right) \right],$$

$F(y)$ étant une fonction qui est égale à $+1$, si la troisième décimale de y est paire, et à -1 si elle est impaire. Or, cette fonction, comme $\sin 1.000 \pi y$, est une fonction périodique dont la période est $\frac{1}{500}$.

ment, mais que je suppose continue. La valeur de $\sin nu$ restant la même quand u augmente de 2π , je puis, sans restreindre la généralité, supposer que u est compris entre 0 et 2π et je serai ainsi conduit à supposer que $\varphi(u)$ est une fonction périodique dont la période est 2π . Comme je suis *certain* que u est compris entre 0 et 2π , comme, en d'autres termes, la probabilité de cet événement est égale à 1, j'aurai :

$$\int_0^{2\pi} \varphi(u) du = 1.$$

La valeur probable cherchée est :

$$\int_0^{2\pi} \varphi(u) \sin nu du,$$

et il est aisé de montrer que cette intégrale est plus petite que :

$$\frac{2\pi M_k}{n^k},$$

M_k étant la plus grande valeur de la dérivée k^e de $\varphi(u)$. On voit donc que, si la dérivée k^e est finie, notre valeur probable tendra vers zéro quand n croîtra indéfiniment et cela plus vite que $\frac{1}{n^{k-1}}$.

La valeur probable de $\sin nu$ pour n très grand est donc nulle; pour définir cette valeur, j'ai eu besoin d'une convention; mais le résultat reste le même *quelle que soit cette convention*. Je ne me suis imposé que de faibles restrictions en supposant que la fonction $\varphi(u)$ est continue et périodique, et ces hypothèses sont tellement naturelles qu'on se demande comment on pourrait y échapper.

L'examen des trois exemples précédents, si différents à tous égards, nous a fait déjà entrevoir d'une part le rôle de ce que les philosophes appellent le principe de raison suffisante, et d'autre part l'importance de ce fait que certaines propriétés sont communes à toutes les fonctions continues. L'étude de la probabilité dans les sciences physiques nous conduira au même résultat.

III. — LA PROBABILITÉ DANS LES SCIENCES PHYSIQUES.

Arrivons maintenant aux problèmes qui se rapportent à ce que j'ai appelé plus haut le second degré d'ignorance; ce sont ceux où l'on connaît la loi, mais où on ignore l'état initial du système. Je pourrais multiplier les exemples, je n'en prendrai qu'un : Quelle est la distribution actuelle probable des petites planètes sur le zodiaque?

Nous savons qu'elles obéissent aux lois de Képler; nous pouvons même, sans rien changer à la nature du problème, supposer que leurs orbites sont toutes circulaires et situées dans un même plan et que nous le sachions. En revanche, nous ignorons absolument quelle était leur distribution initiale. Cepen-

dant nous n'hésitons pas à affirmer qu'aujourd'hui cette distribution est à peu près uniforme. Pourquoi?

Soit b la longitude d'une petite planète à l'époque initiale, c'est-à-dire à l'époque 0; soit a son moyen mouvement; sa longitude à l'époque actuelle, c'est-à-dire à l'époque t , sera $at + b$. Dire que la distribution actuelle est uniforme, c'est dire que la valeur moyenne des sinus et des cosinus des multiples de $at + b$ est nulle. Pourquoi l'affirmons-nous?

Soit $\varphi(a, b) da db$ la probabilité pour que le moyen mouvement d'une petite planète soit compris entre a et $a + da$ et que sa longitude initiale soit comprise entre b et $b + db$. La valeur moyenne de $\sin(at + b)$ sera donnée par l'intégrale double :

$$\iint \varphi(a, b) \sin(at + b) da db.$$

Ne sachant rien de la distribution initiale, je ne sais rien de la fonction $\varphi(a, b)$; je n'ai pas plus de raison pour choisir telle fonction plutôt que telle autre; je serai cependant conduit à choisir une fonction continue. Si je suppose, par conséquent, que la fonction φ a des dérivées, notre intégrale double deviendra, en intégrant successivement par parties :

$$\frac{1}{t} \iint \frac{d\varphi}{da} \cos(at + b) da db, -\frac{1}{t^2} \iint \frac{d^2\varphi}{da^2} \sin(at + b) da db, \dots$$

La présence des facteurs $\frac{1}{t}$, $\frac{1}{t^2}$ nous montre qu'elle tend vers zéro quand t augmente.

Ainsi, je ne savais trop quelle hypothèse faire au sujet de la probabilité de telle ou telle distribution initiale; mais, quelle que soit l'hypothèse faite, le résultat sera le même et c'est ce qui me tire d'embarras.

Quelle que soit la fonction φ , la valeur moyenne tend vers zéro quand t augmente, et comme les petites planètes ont certainement accompli un très grand nombre de révolutions, je puis affirmer que cette valeur moyenne est très petite.

Je puis choisir φ comme je le veux, sauf une restriction toutefois : cette fonction doit être continue; et, en effet, au point de vue de la probabilité subjective, le choix d'une fonction discontinue aurait été déraisonnable; quelle raison pourrai-je avoir, par exemple, de supposer que la longitude initiale peut être égale à 0° juste, mais qu'elle ne peut être comprise entre 0° et 1° ?

Mais la difficulté reparaît si l'on se place au point de vue de la probabilité objective.

La valeur moyenne de $\sin(at + b)$ sera représentée tout simplement par :

$$\frac{1}{n} \sum \sin(at + b),$$

n étant le nombre des petites planètes. Au lieu d'une intégrale double portant sur une fonction continue, nous avons une somme de termes discrets. Et pourtant personne ne doutera sérieusement que cette valeur moyenne ne soit effectivement très petite.

C'est que notre somme discrète différera en général très peu d'une intégrale.

Une intégrale est la limite vers laquelle tend une somme de termes quand le nombre de ces termes croît indéfiniment. Si les termes sont très nombreux, la somme différera très peu de sa limite, c'est-à-dire de l'intégrale, et ce que j'ai dit de cette dernière sera encore vrai de la somme elle-même.

Il y a des cas d'exception néanmoins. Si, par exemple, l'on avait pour toutes les petites planètes :

$$b = \frac{\pi}{2} - at,$$

la valeur moyenne serait évidemment égale à 1. Pour cela, il faudrait qu'à l'époque 0, les petites planètes eussent été toutes placées sur une sorte de spirale d'une forme particulière à spires extrêmement serrées. Tout le monde jugera qu'une pareille distribution initiale est extrêmement improbable (et, même en la supposant réalisée, la distribution ne serait pas uniforme à l'époque actuelle, par exemple le 1^{er} janvier 1900, mais elle le redeviendrait quelques années plus tard).

Toutefois, pourquoi jugeons-nous cette distribution initiale improbable? Il est nécessaire de l'expliquer, car, si nous n'avions pas de raison de rejeter comme invraisemblable cette hypothèse saugrenue, tout s'écroulerait et nous ne pourrions plus rien affirmer au sujet de la probabilité de telle ou telle distribution actuelle.

Ce que nous invoquerons, c'est encore le principe de raison suffisante, auquel il faut toujours revenir. Nous pourrions admettre qu'à l'origine les planètes étaient distribuées à peu près en ligne droite; nous pourrions admettre qu'elles étaient irrégulièrement distribuées; mais il nous semble qu'il n'y a pas de raison suffisante pour que la cause inconnue qui leur a donné naissance, ait agi suivant une courbe si régulière et pourtant si compliquée, et qui paraîtrait précisément avoir été choisie exprès pour que la distribution actuelle ne fût pas uniforme.

IV. — ROUGE ET NOIR.

Les questions soulevées par les jeux de hasard, comme celui de la roulette, sont, au fond, tout à fait analogues à celles que nous venons de traiter.

Par exemple, un cadran est partagé en un grand nombre de subdivisions égales, alternativement

rouges et noires; une aiguille est lancée avec force, et, après avoir fait un grand nombre de tours, elle s'arrête devant une de ces subdivisions. La probabilité, pour que cette division soit rouge, est évidemment $\frac{1}{2}$.

L'aiguille va tourner d'un angle θ , comprenant plusieurs circonférences; j'ignore quelle est la probabilité pour que l'aiguille soit lancée avec une force telle que cet angle soit compris entre θ et $\theta + d\theta$; mais, je puis faire une convention; je puis supposer que cette probabilité est $\varphi(\theta)d\theta$; quant à la fonction $\varphi(\theta)$, je puis la choisir d'une façon entièrement arbitraire; il n'y a rien qui puisse me guider dans mon choix; cependant, je suis naturellement conduit à supposer cette fonction continue.

Soit ε la longueur (comptée sur la circonférence de rayon 1) de chaque subdivision rouge ou noire. Il faut calculer l'intégrale $\int \varphi(\theta)d\theta$ en l'étendant, d'une part, à toutes les divisions rouges, d'autre part, à toutes les divisions noires, et comparer les résultats.

Considérons un intervalle 2ε , comprenant une division rouge et la division noire qui la suit. Soit M et m , la plus grande et la plus petite valeur de la fonction $\varphi(\theta)$ dans cet intervalle. L'intégrale étendue aux divisions rouges sera plus petite que $\Sigma M\varepsilon$; l'intégrale étendue aux divisions noires sera plus grande que $\Sigma m\varepsilon$; la différence sera donc plus petite que $\Sigma(M - m)\varepsilon$. Mais, si la fonction φ est supposée continue; si, d'autre part, l'intervalle ε est très petit par rapport à l'angle total parcouru par l'aiguille, la différence $M - m$ sera très petite. La différence des deux intégrales sera donc très petite, et la probabilité sera très voisine de $\frac{1}{2}$.

On comprend que, sans rien savoir de la fonction φ , je dois agir comme si la probabilité était $\frac{1}{2}$. On s'explique, d'autre part, pourquoi, si, me plaçant au point de vue objectif, j'observe un certain nombre de coups, l'observation me donnera à peu près autant de coups noirs que de coups rouges.

Tous les joueurs connaissent cette loi objective; mais elle les entraîne dans une singulière erreur, qui a été souvent relevée, et dans laquelle ils retombent toujours. Quand la rouge est sortie, par exemple, six fois de suite, ils mettent sur la noire, croyant jouer à coup sûr; parce que, disent-ils, il est bien rare que la rouge sorte sept fois de suite.

En réalité, leur probabilité de gain reste $\frac{1}{2}$. L'observation montre, il est vrai, que les séries de sept rouges consécutives sont très rares; mais, les séries de six rouges suivies d'une noire sont tout

aussi rares. Ils ont remarqué la rareté des séries de sept rouges; s'ils n'ont pas remarqué la rareté des séries de six rouges et une noire, c'est uniquement parce que de pareilles séries frappent moins l'attention.

V. — LA PROBABILITÉ DES CAUSES.

J'arrive aux problèmes de probabilité des causes, les plus importants au point de vue des applications scientifiques. Deux étoiles, par exemple, sont très rapprochées sur la sphère céleste; ce rapprochement apparent est-il un pur effet de hasard, et ces étoiles, quoique à peu près sur un même rayon visuel, sont-elles placées à des distances très différentes de la Terre et, par conséquent, très éloignées l'une de l'autre? Ou bien, correspond-il à un rapprochement réel? C'est là un problème de probabilité des causes.

Je rappelle d'abord qu'au début de tous les problèmes de probabilité des effets qui nous ont occupés jusqu'ici, nous avons toujours dû placer une convention plus ou moins justifiée. Et, si le plus souvent le résultat était, dans une certaine mesure, indépendant de cette convention, ce n'était qu'à la condition de certaines hypothèses qui nous permettaient de rejeter *a priori* les fonctions discontinues, par exemple, ou certaines conventions saugrenues.

Nous retrouverons quelque chose d'analogue, en nous occupant de la probabilité des causes. Un effet peut être produit par la cause A ou par la cause B. L'effet vient d'être observé; on demande la probabilité pour qu'il soit dû à la cause A; c'est la probabilité de la cause *a posteriori*. Mais, je ne pourrais la calculer, si une convention plus ou moins justifiée ne me faisait connaître *d'avance* quelle est la probabilité *a priori*, pour que la cause A entre en action; je veux dire la probabilité de cet événement, pour quelqu'un qui n'aurait pas encore observé l'effet.

Pour mieux m'expliquer, je reviens à l'exemple du jeu d'écarté, cité plus haut; mon adversaire donne pour la première fois et il tourne le roi; quelle est la probabilité pour que ce soit un grec?

Les formules ordinairement enseignées donnent $\frac{8}{9}$, résultat évidemment bien surprenant. Si on les examine de plus près, on voit qu'on fait le calcul comme si, *avant de nous asseoir à la table de jeu*, j'avais considéré qu'il y avait une chance sur deux pour que mon adversaire ne fût pas honnête. Hypothèse absurde, puisque, dans ce cas, je n'aurais certainement pas joué avec lui; et c'est ce qui explique l'absurdité de la conclusion.

La convention sur la probabilité *a priori* était

injustifiée; c'est pour cela que le calcul de la probabilité *a posteriori* m'avait conduit à un résultat inadmissible. On voit l'importance de cette convention préalable; j'ajouterai même que, si l'on n'en faisait aucune, le problème de la probabilité *a posteriori* n'aurait aucun sens; il faut toujours le faire, soit explicitement, soit tacitement.

Passons à un exemple d'un caractère plus scientifique. Je veux déterminer une loi expérimentale: cette loi, quand je la connaîtrai, pourra être représentée par une courbe; je fais un certain nombre d'observations isolées; chacune d'elles sera représentée par un point. Quand j'ai obtenu ces différents points, je fais passer une courbe entre ces points en m'efforçant de m'en écarter le moins possible et, cependant, de conserver à ma courbe une forme régulière, sans points anguleux, sans inflexions trop accentuées, sans variation brusque du rayon de courbure. Cette courbe me représentera la loi probable, et j'admets, non seulement qu'elle me fait connaître les valeurs de la fonction intermédiaires entre celles qui ont été observées, mais encore qu'elle me fait connaître les valeurs observées elles-mêmes plus exactement que l'observation directe (c'est pour cela que je la fais passer près de mes points et non pas par ces points eux-mêmes).

C'est là un problème de probabilité des causes. Les effets, ce sont les mesures que j'ai enregistrées; ils dépendent de la combinaison de deux causes: la loi véritable du phénomène et les erreurs d'observation. Il s'agit, connaissant les effets, de chercher la probabilité pour que le phénomène obéisse à telle loi, et pour que les observations aient été affectées de telle erreur. La loi la plus probable correspond alors à la courbe tracée, et l'erreur la plus probable d'une observation est représentée par la distance du point correspondant à cette courbe.

Mais, le problème n'aurait aucun sens si, avant toute observation, je ne me faisais une idée *a priori* de la probabilité de telle ou telle loi, et des chances d'erreur auxquelles je suis exposé.

Si mes instruments sont bons (et cela, je le savais avant d'avoir observé), je ne permettrai pas à ma courbe de s'écarter beaucoup des points qui représentent les mesures brutes. S'ils sont mauvais, je pourrai m'en éloigner un peu plus, afin d'obtenir une courbe moins sinueuse; je sacrifierai d'avantage à la régularité.

Pourquoi donc est-ce que je cherche à tracer une courbe sans sinuosités? C'est parce que je considère *a priori* une loi représentée par une fonction continue (ou par une fonction dont les dérivées d'ordre élevé sont petites), comme plus probable qu'une loi ne satisfaisant pas à ces conditions. Sans

cette croyance, le problème dont nous parlons n'aurait aucun sens; l'interpolation serait impossible; on ne pourrait déduire une loi d'un nombre fini d'observations; la science n'existerait pas.

Il y a cinquante ans, les physiciens considéraient une loi simple comme plus probable qu'une loi compliquée, toutes choses égales d'ailleurs. Ils invoquaient même ce principe en faveur de la loi de Mariotte contre les expériences de Regnaut. Aujourd'hui, ils ont répudié cette croyance; que de fois pourtant ne sont-ils pas obligés d'agir comme s'ils l'avaient conservée! Quoi qu'il en soit, ce qui reste de cette tendance, c'est la croyance à la continuité, et nous venons de voir que, si cette croyance disparaissait à son tour, la science expérimentale deviendrait impossible.

VI. — LA THÉORIE DES ERREURS.

Nous sommes ainsi amenés à parler de la théorie des erreurs, qui se rattache directement au problème de la probabilité des causes. Ici encore nous constatons des *effets*, à savoir un certain nombre d'observations discordantes, et nous cherchons à deviner les *causes*, qui sont d'une part la véritable valeur de la quantité à mesurer, d'autre part l'erreur commise dans chaque observation isolée. Il faudrait calculer quelle est *a posteriori* la grandeur probable de chaque erreur, et, par conséquent, la valeur probable de la quantité à mesurer.

Mais, ainsi que je viens de l'expliquer, on ne saurait entreprendre ce calcul, si l'on n'admettait *a priori*, c'est-à-dire avant toute observation, une loi de probabilité des erreurs. Y a-t-il une loi des erreurs?

La loi des erreurs admise par tous les calculateurs est la loi de Gauss, qui est représentée par une certaine courbe transcendante connue sous le nom de « courbe en cloche ».

Mais d'abord il convient de rappeler la distinction classique entre les erreurs systématiques et accidentelles. Si nous mesurons une longueur avec un mètre trop long, nous trouverons toujours un nombre trop faible et il ne servira à rien de recommencer la mesure plusieurs fois; c'est là une erreur systématique. Si nous la mesurons avec un mètre exact, nous pourrions nous tromper cependant, mais nous nous tromperons tantôt en plus, tantôt en moins, et, quand nous ferons la moyenne d'un grand nombre de mesures, l'erreur tendra à s'atténuer. Ce sont là des erreurs accidentelles.

Il est évident d'abord que les erreurs systématiques ne peuvent satisfaire à la loi de Gauss; mais les erreurs accidentelles y satisfont-elles? On a tenté un grand nombre de démonstrations; presque toutes sont de grossiers paralogismes.

On peut néanmoins démontrer la loi de Gauss en partant des hypothèses suivantes : l'erreur commise est la résultante d'un très grand nombre d'erreurs partielles et indépendantes ; chacune des erreurs partielles est très petite et obéit d'ailleurs à une loi de probabilité quelconque, sauf que la probabilité d'une erreur positive est la même que celle d'une erreur égale et de signe contraire. Il est évident que ces conditions seront remplies souvent, mais pas toujours, et nous pourrions réserver le nom d'accidentelles aux erreurs qui y satisfont.

On voit que la méthode des moindres carrés n'est pas légitime dans tous les cas ; en général, les physiciens s'en défient plus que les astronomes. Cela tient sans doute à ce que ces derniers, outre les erreurs systématiques qu'ils rencontrent comme les physiciens, ont à lutter avec une cause d'erreur extrêmement importante et qui est tout à fait accidentelle ; je veux parler des ondulations atmosphériques. Aussi, il est très curieux d'entendre un physicien discuter avec un astronome au sujet d'une méthode d'observation : le physicien, persuadé qu'une bonne mesure vaut mieux que beaucoup de mauvaises, se préoccupe avant tout d'éliminer à force de précautions les dernières erreurs systématiques, et l'astronome lui répond : « Mais vous ne pourrez observer ainsi qu'un petit nombre d'étoiles ; les erreurs accidentelles ne disparaîtront pas ».

Que devons-nous conclure ? Faut-il continuer à appliquer la méthode des moindres carrés ? Nous devons distinguer : nous avons éliminé toutes les erreurs systématiques que nous avons pu soupçonner ; nous savons bien qu'il y en a encore, mais nous ne pouvons les découvrir ; cependant il faut prendre un parti et adopter une valeur définitive, qui sera regardée comme la valeur probable ; pour cela, il est évident que ce que nous avons de mieux à faire, c'est d'appliquer la méthode de Gauss. Nous n'avons fait qu'appliquer une règle pratique se rapportant à la « probabilité subjective ». Il n'y a rien à dire.

Mais l'on veut aller plus loin, et affirmer que non seulement la valeur probable est de tant, mais que l'erreur probable commise sur le résultat est de tant. *Cela est absolument illégitime* ; cela ne serait vrai que si nous étions sûrs que toutes les erreurs systématiques sont éliminées, et nous n'en savons

absolument rien. Nous avons deux séries d'observations ; en appliquant la règle des moindres carrés, nous trouvons que l'erreur probable sur la première série est deux fois plus faible que sur la seconde. La seconde série peut cependant être meilleure que la première, parce que la première est peut-être affectée d'une grosse erreur systématique. Tout ce que nous pouvons dire, c'est que la première série est *probablement* meilleure que la seconde, puisque son erreur accidentelle est plus faible, et que nous n'avons aucune raison d'affirmer que l'erreur systématique est plus grande pour une des séries que pour l'autre, notre ignorance à ce sujet étant absolue.

VII. — CONCLUSIONS.

Dans les lignes qui précèdent, j'ai posé bien des problèmes sans en résoudre aucun. Je ne regrette pas cependant de les avoir écrites, car elles inviteront peut-être le lecteur à réfléchir sur ces délicates questions.

Quoi qu'il en soit, il y a certains points qui semblent bien établis. Pour entreprendre un calcul quelconque de probabilité, et même pour que ce calcul ait un sens, il faut admettre, comme point de départ, une hypothèse ou une convention qui comporte toujours un certain degré d'arbitraire. Dans le choix de cette convention, nous ne pouvons être guidés que par le principe de raison suffisante. Malheureusement ce principe est bien vague et bien élastique et, dans l'examen rapide que nous venons de faire, nous l'avons vu prendre bien des formes différentes. La forme sous laquelle nous l'avons rencontré le plus souvent, c'est la croyance à la continuité, croyance qu'il serait difficile de justifier par un raisonnement apodictique, mais sans laquelle toute science serait impossible. Enfin, les problèmes où le calcul des probabilités peut être appliqué avec profit sont ceux où le résultat est indépendant de l'hypothèse faite au début, pourvu seulement que cette hypothèse satisfasse à la condition de continuité.

H. Poincaré,

de l'Académie des Sciences,
Président du Bureau des Longitudes,
Professeur de Mécanique Céleste
à la Sorbonne.

LES NOUVELLES VOIES DE COMMUNICATION BRITANNIQUES

La nécessité de disposer de marchés nouveaux domine la politique étrangère de la Grande-Bretagne. Le chiffre de ses exportations, qui, depuis cinquante ans, grandissait avec la régularité d'une sorte de loi naturelle, n'augmente plus. Sur tous les points du globe, les produits de l'industrie anglaise ont à lutter avec ceux de l'Allemagne et de la Belgique, avec ceux des États-Unis surtout. La victoire ne leur reste pas toujours : les rapports des consuls le constatent avec mélancolie. Où placer désormais ces machines, ces rails, ces armes, ces couteaux, ces serrures, ces verres, ces cotonnades, ces toiles, dont l'Angleterre fut si longtemps seule à pourvoir le monde ? A tout prix, il faut des marchés nouveaux.

Voilà pourquoi, depuis dix ans, on dispute si âprement aux autres nations les territoires africains, pourquoi, en dépit d'affirmations réitérées, on n'évacue pas l'Égypte, pourquoi on s'installe à Khartoum, non provisoirement, mais visiblement pour une longue durée, pourquoi enfin on surveille avec tant d'intérêt les spasmes d'agonie de l'Empire Chinois.

Mais, pendant le même temps qu'il est si jaloux d'acquérir des territoires nouveaux et de faire non seulement une « Bretagne plus grande » — *Greater Britain*, — mais encore la « Bretagne la plus grande possible », — *The greatest Britain*, — le Gouvernement anglais s'ingénie à réveiller dans les anciennes colonies ces sentiments d'union et de solidarité avec la mère patrie, qui, le temps et l'éloignement aidant, s'y sont un peu endormis.

Pour rendre au commerce et à l'industrie britanniques leurs beaux jours d'antan, M. Joseph Chamberlain, Ministre des Colonies, propose le remède suivant : Unir par des liens très solides toutes les parties de l'Empire britannique, raviver partout les sentiments de patriotisme, en Australie comme au Cap, à Hong-Kong comme au Canada, dans l'Inde comme en Afrique orientale ou occidentale, renverser les barrières douanières par lesquelles les colonies se défendent contre les produits industriels de la métropole, et établir, par conséquent, un régime général de libre échange. Aux marchés nouveaux des pays jaunes et des pays noirs, de la Chine et de l'Afrique, joindre les marchés, jadis ouverts, maintenant fermés, des pays blancs : Australie, Nouvelle-Zélande, Canada. Tel est le dessein des promoteurs et des défenseurs de l'impérialisme britannique.

Le courant de l'opinion publique est si violent que les chefs de tous les partis politiques se laissent

entraîner. Que lord Salisbury, collaborateur, ami et successeur de lord Beaconsfield, imite son maître et se fasse le champion d'une politique d'expansion, on le conçoit ; que M. Joseph Chamberlain, député de Birmingham et défenseur attitré des intérêts de l'Angleterre industrielle de l'ouest, ait faussé compagnie à M. Gladstone, le jour où il crut s'apercevoir que le Home-Rule irlandais l'entraînait hors de sa route, passe encore ; mais que les chefs du parti libéral, Lord Rosebery et Lord Kimberley, Sir Edward Grey et M. Asquith soutiennent, quelques mois seulement après la mort de leur vénéré doyen, une politique que, vivant, il aurait certainement désapprouvée, voilà vraiment de quoi surprendre. Pourtant, il en est ainsi, et quand M. John Morley, resté, lui, le disciple fidèle de Gladstone, s'écrie : « L'impérialisme amène avec lui le militarisme, et militarisme signifie prédominance des classes privilégiées et aristocratiques, gaspillage de l'argent des contribuables, guerre ; les libéraux d'Écosse savent que ce n'est pas l'odieuse démon de la guerre, mais la Paix aux blanches ailes qui a donné aisance, liberté, justice, à cette immense foule de travailleurs, sur les labeurs et les privations desquels sont fondées la grandeur et la force des États¹ », ces belles et fortes paroles ne sont plus applaudies que par une minorité dans la patrie même des Cobden et des John Bright.

Que cet état d'esprit de l'opinion publique anglaise ne soit pas une simple mode passagère, mais puisse donner naissance à des actes très graves, c'est ce que démontrent amplement les événements de septembre et d'octobre 1898. Suivre attentivement les manifestations diverses de l'impérialisme britannique est pour nous, Français, une obligation : nous savons maintenant que les ignorer ou les dédaigner peut devenir périlleux.

Or, des voies de communication nombreuses et rapides entre les divers pays britanniques paraissent aux promoteurs de l'impérialisme particulièrement aptes à entretenir et à développer les sentiments de solidarité. Ils leur reconnaissent non seulement une utilité stratégique et commerciale, mais encore le pouvoir d'évoquer, aux yeux des Anglais répandus sur la surface du globe, une image concrète de l'unité de l'Empire. Il y en a actuellement plusieurs à l'essai, en construction ou en projet.

¹ Discours de M. John Morley devant ses électeurs, à Brechin (Écosse), 17 janvier 1899.

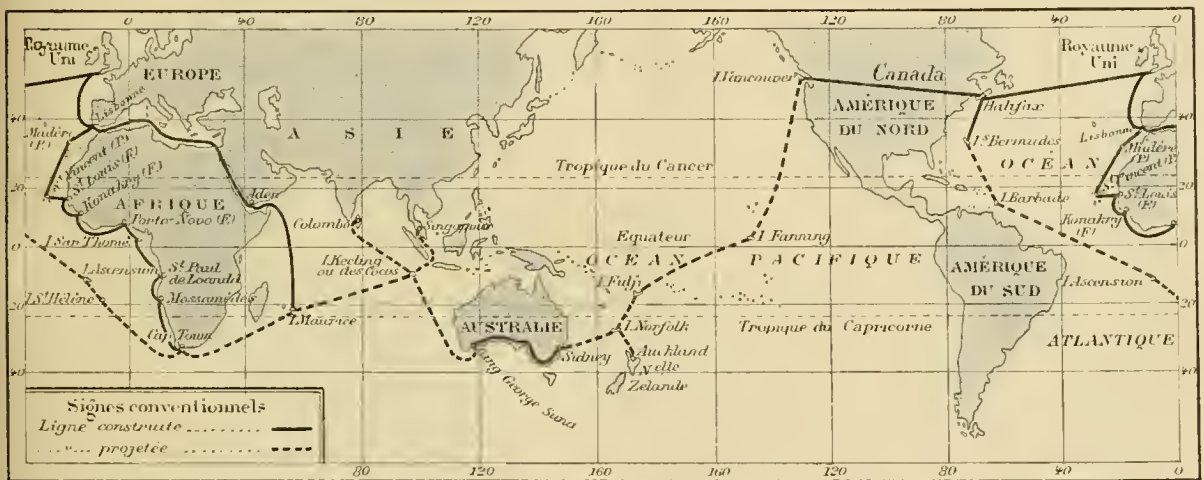
I

Le jour de Noël 1898, un *imperial penny postage*, c'est-à-dire un timbre-poste impérial à dix centimes, a été mis à la disposition du public. Jusqu'ici, les lettres envoyées de la métropole dans les colonies ou réciproquement étaient affranchies à 2 1/2 pences (25 centimes). Lettres pour les colonies anglaises et lettres pour les pays étrangers étaient donc soumises au même régime. Désormais, les premières jouissent d'un traitement de faveur. Toutes les colonies, il est vrai, n'ont pas adhéré à cette réforme. L'Australie, la Nouvelle-Zélande, le Cap se sont jusqu'ici tenus à l'écart. Mais le Canada et l'Inde, les colonies d'Extrême-Orient et des Indes occidentales, les colonies africaines sont entrées dans cette union postale britannique, dont

d'interrompre les communications entre l'Angleterre et le Cap. Il ne serait guère plus difficile d'isoler l'Inde et l'Australie; le câble télégraphique d'Extrême-Orient, étant immergé, en certains points de la Méditerranée, à une profondeur de 350 mètres tout au plus, pourrait aisément être relevé et coupé.

Sir Sandford Fleming propose donc la création d'un câble qui traverserait les trois océans, n'émergerait qu'en territoire britannique, et réunirait ainsi toutes les parties de l'Empire.

Déjà plusieurs lignes télégraphiques mettent le Royaume-Uni en rapport avec le Canada. De Vancouver, le câble projeté traverserait le Pacifique et aboutirait à Sidney, après avoir touché aux îles Fanning, Fidji, Norfolk. A l'extrémité occidentale de l'Australie, à King George's Sund, il redescendrait dans les profondeurs de l'océan Indien, et



Gravé par F. Ferrereaux, 17 rue St-Sulpice Paris

Fig. 1. — Câbles sous-marins anglais actuellement en service et câbles projetés par Sir Sandford Fleming.

le *Times* a, en termes pompeux, célébré l'inauguration. Le câble télégraphique impérial, dont Sir Sandford Fleming a proposé la création au Ministre des Colonies, contribuerait encore davantage à l'union rêvée. Le réseau sous-marin anglais actuellement en service est, sans doute, plus développé que celui de toute autre Puissance, mais il est vulnérable en plus d'un point.

Le câble (fig. 1) qui longe la côte occidentale d'Afrique et met en rapport la presqu'île de Cornouailles et le Cap, émerge en territoire portugais à Madère, Saint-Vincent, Bissagos, île du Prince, San Thomé, Saint-Paul-de-Loanda, Benguela, Mossamédès, et en territoire français à Saint-Louis, Konakry et Porto-Novo¹. Il serait donc assez aisé

n'émergerait plus qu'à l'île des Cocos ou Keeling (à 60 milles au sud de Sumatra). De là, un fil se dirigerait vers Singapour, un autre vers Ceylan, un troisième vers le Cap par Maurice. Enfin, le Cap communiquerait avec les Bermudes par Sainte-Hélène, l'Ascension, Barbade. Aux Bermudes, le nouveau câble se rattacherait à celui qui les relie déjà à Halifax.

En faveur de son projet, Sir Sandford Fleming fait valoir la supériorité navale que ce câble universel donnerait en cas de guerre à la Grande-Bretagne. Les flottes anglaises seraient constamment renseignées sur les mouvements de l'adversaire. De Londres, le Ministre de la Marine pourrait à volonté les concentrer en tel ou tel point et répéter en toute sécurité la manœuvre exécutée en avril 1897, qui réunit inopinément à Durban (Natal) huit bâtiments des stations de la Méditerranée, de l'Inde et du Cap.

Le câble universel faciliterait aussi considérable-

¹ Pour simplifier la figure 1, nous y avons indiqué seulement les colonies non britanniques, dans lesquelles émerge le câble de l'Afrique occidentale; il est probablement superflu d'ajouter qu'il émerge aussi à Sainte-Marie de Bathurst, Freetown, et autres ports anglais.

ment les transactions commerciales entre les diverses contrées britanniques, si, toutefois, il était construit non par une Compagnie, mais par l'État. Une compagnie privée, obligée de donner des dividendes et d'amortir son capital, maintiendrait nécessairement le prix des dépêches trop élevé pour permettre aux négociants de se servir couramment du télégraphe. L'État, au contraire, cherchant moins les profits pécuniaires que l'intérêt public, aura la faculté d'établir un tarif bas, dont le commerce bénéficiera.

Ainsi, la pensée britannique circulerait sans interruption tout autour du globe. Ce projet de Sir Sandford Fleming séduit beaucoup d'Anglais, dont il servirait les intérêts et flatterait l'orgueil :

il entr'ouvre des perspectives de domination universelle.

Les projets de M. Cecil Rhodes, quoique ne visant qu'un seul continent, l'Afrique, sont caractérisés, eux aussi, par une certaine audace de conception. Il se propose, on le sait, d'établir une voie télégraphique et un chemin de fer entre le Cap et le Caire (fig. 2).

Il y a quelque dix ans, quand M. Cecil Rhodes développait ses plans grandioses, bien des gens se demandaient s'il disposait entièrement de son bon sens. Le terrain sur lequel il prétendait opérer était à peine connu. On avait seulement entr'aperçu le lac Albert-Édouard, la Semliki, les monts Rouvenzori et

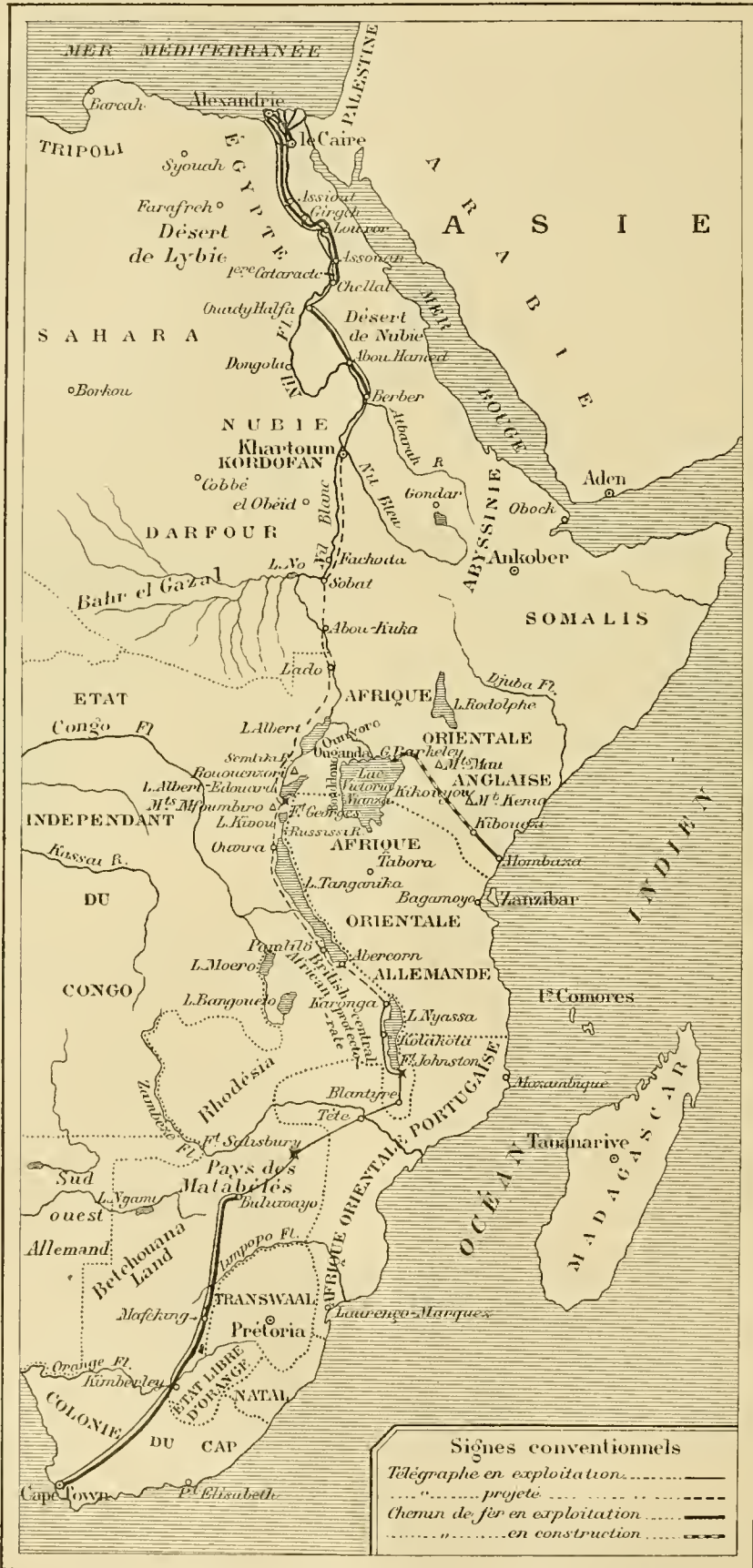


Fig. 2. — Projet de télégraphe transafricain de M. Cecil Rhodes.

Mfoumbiro. De la contrée située au nord du Tanganika, on ne savait rien. Ni le lac Kivou, ni le Russissi, son émissaire, ne figuraient sur les cartes.

Les difficultés politiques paraissaient insurmontables. Lobengula et ses belliqueux Matabélés dominaient tout le pays qui s'étend au nord du Betchouanaland, et le Mahdi, ou plutôt le Khalife Abdullah, occupait l'immense espace qui sépare Dongola de Fachoda. Et cependant, on a fait brèche dans tous les obstacles. Oscar Baumann, Von Goetzen ont exploré la région inconnue, et en ont déterminé les principaux traits géographiques. La puissance des Matabélés a été brisée en 1893, celle des Mahdistes en 1898. On ne discute même plus la possibilité d'établir un télégraphe et un chemin de fer transafricains, mais les voies et moyens, les frais de l'entreprise, la durée des travaux.

Les principales stations de la future ligne télégraphique le Cap-Alexandrie sont déjà fixées. Ce sont, du sud au nord : Mafeking, Salisbury, Blantyre, Karunga, Abercorn, Pamlilo, Uvira, Fort George, deux points à déterminer, aux extrémités sud et nord du lac Albert, Lado, Abukuka, Sobat, Khartoum, Berber, Ouadi Halfa, Assouan, le Caire. La ligne aura une longueur de 10.700 kilomètres environ. Deux sections sont déjà en exploitation : au sud, la section le Cap-Karunga; au nord, la section Alexandrie-Khartoum. Les travaux de la section Karunga-Pamlilo, qui réunira les lacs Nyassa et Tanganika, sont fort avancés. On compte que la ligne entière sera achevée dans trois ans. De Capetown à Mafeking, elle a été construite par la Colonie du Cap; de Mafeking à Salisbury par la Chartered British South African Company; de Salisbury à Fachoda, elle le sera par l'African Transcontinental Telegraph Company, fondée par M. Cecil Rhodes. C'est le Gouvernement égyptien qui a supporté les frais de la ligne Alexandrie-Khartoum; il paiera les dépenses de la section Khartoum-Fachoda. Comme M. Cecil Rhodes est un gros actionnaire de la Chartered et possède la presque totalité des actions de l'African Transcontinental Telegraph Company, on peut dire qu'une partie importante de la future ligne sera sa propriété personnelle.

L'établissement d'une voie ferrée du Cap à Alexandrie constituera nécessairement une œuvre autrement difficile et coûteuse que celle du télégraphe. Actuellement, le chemin de fer traverse déjà une part notable de l'Afrique australe : il unit Capetown à Buluwayo. Dans la vallée du Nil, trois lignes existent déjà : 1° Alexandrie-Assouan; 2° la petite ligne Assouan-Chellal, qui contourne la première cataracte du Nil; 3° la ligne Ouady-Halfa-Berber. Longtemps la ligne qui remonte le long du Nil s'est arrêtée à Assiout. En janvier 1896, nous en vîmes à Girgeh le point terminus. Depuis, elle

a été continuée jusqu'à Assouan. La ligne Ouady-Halfa-Berber a été construite pendant la dernière campagne anglo-égyptienne, pour amener rapidement d'Égypte au Soudan des troupes, des vivres, des munitions.

L'immense voie qui, un jour peut-être, traversera l'Afrique équatoriale, n'existe encore qu'à l'état de projet lointain. Pour l'instant, on se propose seulement de prolonger de 400 kilomètres vers le Zambèze la ligne qui se termine à Buluwayo. La dépense est estimée à 900.000 livres sterling, et le dernier voyage de M. Cecil Rhodes en Europe a eu pour objet d'obtenir du Gouvernement anglais qu'il consentit à garantir l'intérêt du capital qu'il va emprunter.

Quand la voie ferrée aura atteint l'extrémité sud du Tanganika, des difficultés diplomatiques surgiront. Les territoires anglais administrés par la Chartered South African Company et nommés couramment *Rhodesia* sont séparés des territoires anglais de l'Ouganda par ceux de l'Etat indépendant du Congo et de l'Afrique orientale allemande. En 1889, les coloniaux anglais et en particulier M. (depuis Sir) Harry H. Johnston, maintenant commissaire impérial dans le British Central African Protectorate, tentèrent de réunir les territoires anglais du sud à ceux du nord. Ils échouèrent; le traité anglo-allemand du 1^{er} juillet 1890, en étendant l'Afrique orientale allemande jusqu'à l'Etat indépendant du Congo, mit fin à leurs espérances.

En 1894, Lord Rosebery, alors président du Conseil des Ministres, essaya par un subterfuge d'établir cette jonction, et, dans la convention qu'il signa le 12 mai avec le gouvernement de l'Etat indépendant du Congo, un certain article III était ainsi libellé : « L'Etat indépendant du Congo donne à bail à la Grande-Bretagne une bande de territoire d'une étendue de 25 kilomètres de largeur se prolongeant du port le plus septentrional du lac Tanganika jusqu'au point le plus méridional du lac Albert-Edouard. »

Mais cet accord était en opposition avec l'esprit de la convention anglo-allemande du 1^{er} juillet 1890. Il irrita vivement l'Empereur Guillaume II. Fort penauds d'avoir mécontenté un aussi important personnage, le souverain de l'Etat indépendant du Congo et Lord Rosebery biffèrent de leur traité du 12 mai ce malencontreux article III.

M. Cecil Rhodes devra donc, pour mener à bien son entreprise, obtenir l'agrément de l'Empereur d'Allemagne. Il semble, il est vrai, n'être pas homme à s'embarasser aisément. Quand, avant la prise de Khartoum du 2 septembre 1898, on lui demandait comment il ferait passer son télégraphe sur les territoires du Mahdi : « Bah ! répondait-il,

je n'ai pas encore rencontré d'homme avec qui je n'aie réussi à m'entendre¹. »

III

S'il est impossible de prévoir la date à laquelle le chemin de fer transafricain sera terminé, on n'en saurait dire autant d'une autre voie ferrée britannique qui doit réunir la côte orientale d'Afrique à l'Ouganda, ou plutôt à la rive orientale du lac Victoria. Ce chemin de fer est en construction et déjà en exploitation sur une partie de son parcours.

Les projets d'établissement remontent à quatorze ans, et il en est déjà fait mention dans le premier document diplomatique par lequel le Gouvernement britannique manifestait son intention d'occuper une partie de l'Afrique orientale. Le 25 mai 1884, en effet, Lord Granville, ministre des Affaires étrangères, informait le prince de Bismarck que « quelques capitalistes considérables avaient formé le dessein de créer un établissement britannique dans la région située entre la côte et les lacs qui sont la source du Nil-Blanc, et de les rattacher au littoral par un chemin de fer ».

La Compagnie à charte, l'Imperial British East African Company, qu'on nommait par abréviation l'*Ibea* et à laquelle le Gouvernement britannique avait abandonné l'immense superficie de terrain dont Lord Granville esquissait les limites approximatives dans sa dépêche, se préoccupa très activement de la construction d'un chemin de fer. Une mission commandée par le capitaine Mac Donald fut chargée d'un levé de terrain et d'un premier tracé. Le capitaine Pringle, l'un des membres de l'expédition, a publié une relation du voyage dans le *Geographical Journal* d'août 1893.

Mais l'*Ibea* n'eut qu'une durée éphémère. Elle s'était constituée dans un but de négoce.

Les circonstances l'entraînèrent à faire beaucoup de politique et peu de commerce. Elle supporta les frais très lourds d'expéditions militaires, si bien

¹ La présente étude était composée, quand nous avons appris que M. Cecil Rhodes se rendait à Berlin et était reçu en audience par l'Empereur Guillaume II.

Les résultats de cette entrevue n'ont point encore été divulgués. Toutefois, M. de Bülow, secrétaire d'État, a déclaré le 21 mars devant le Reichstag « qu'une convention a été conclue par l'Angleterre avec la Compagnie télégraphique transafricaine et le Gouvernement allemand, concernant l'établissement d'une ligne télégraphique qui traversera l'Afrique orientale allemande et sera reliée à la ligne télégraphique du sud de l'Afrique ». Dans ces conditions, la ligne bifurquera-t-elle à Abercorn, un fil longeant la rive orientale du Tanganika et un autre la rive occidentale? L'État indépendant du Congo renoncera-t-il, au contraire, à l'avantage que devait lui procurer le passage du télégraphe sur son territoire? C'est ce que l'on saura prochainement.

Le secrétaire d'État a ajouté que les pourparlers relatifs à l'établissement du chemin de fer transafricain sur le territoire allemand n'avaient pas encore abouti.

qu'en peu d'années ses ressources furent épuisées. Le Gouvernement britannique reprit à sa charge, en 1894, l'administration des territoires auxquels l'*Ibea* renonçait.

Mais les projets de voie ferrée ne furent pas abandonnés, bien au contraire.

Peut-être se souvient-on qu'en 1893, le Gouvernement, désireux de se faire une idée précise de la situation politique exacte de l'Ouganda, avait envoyé pour l'examiner Sir Gerald Portal, qui, d'ailleurs, malheureusement pour son pays, mourut en revenant à Londres. Il avait cependant eu le temps d'achever son Rapport¹, et il s'y prononce très énergiquement pour la construction du chemin de fer : « On n'occupera effectivement l'Afrique orientale qu'en construisant un chemin de fer », affirma-t-il.

Forts de cette autorité, les coloniaux impérialistes insistèrent sans trêve auprès du Gouvernement pour qu'il commençât les travaux. Ils faisaient valoir que cette voie ferrée détournerait vers l'Afrique orientale anglaise les produits de l'Ouganda, du Bouddou, et de l'Ounyorou, qui actuellement passent par Tabora et l'Afrique orientale allemande; qu'elle contribuerait à entraver le trafic des esclaves; enfin et surtout qu'elle assurerait à l'Angleterre une prépondérance indiscutable non seulement sur l'Ouganda et les pays adjacents, mais sur toute la région du Haut-Nil.

En 1895, la construction de la voie ferrée fut décidée; une somme de 3 millions de livres sterling fut votée par le Parlement. On compléta les études laissées inachevées par les fonctionnaires de l'*Ibea*, les premières traverses furent bientôt posées. La ligne aura une longueur totale de 1.200 kilomètres environ. Elle part de Mombaza sur l'Océan Indien et aboutit sur la rive nord du lac Victoria, dans le golfe de Berkeley. Un service de vapeur mettra l'Ouganda en communication avec la station terminus du chemin de fer. La ligne suit, sauf dans sa dernière partie, une direction constamment sud-est-nord-ouest. Elle s'élève d'abord à 500 mètres (Kibonez), puis à 2.400 mètres (monts Kikouyou), puis à 2.900 mètres (monts Mau), pour redescendre à 1.200 mètres.

En novembre 1898, elle était posée sur une longueur de 377 kilomètres et exploitée sur 350 kilomètres.

IV

L'impérialisme rencontre de l'opposition dans les colonies anglaises qui jouissent du self-government. Elles n'en conçoivent pas nettement les

¹ SIR GERALD PORTAL. *Reports relating to Uganda*, 1894; Blue books, C. 7303.

avantages. Leurs produits bruts entrent déjà en Angleterre sans payer de droits; les produits de leurs propres manufactures lutteraient difficilement contre les produits industriels anglais si elles en admettaient librement l'entrée.

Au contraire, dans le Royaume-Uni, cette même théorie politique est fort goûtée. Ses partisans ont déjà remporté des succès. C'est l'impérialisme qui a contraint le Gouvernement à conserver l'Ouganda, que l'*Ibca*, à bout de ressources, se résignait à évacuer; c'est lui aussi qui a obligé le Gouvernement à supporter les frais de la construction du chemin de fer de l'Afrique orientale; c'est lui enfin qui a

fait prendre en considération les audacieux projets que nous venons d'exposer.

Jusqu'à présent, le Gouvernement anglais évitait de se mêler directement de l'administration de ses colonies et de leurs entreprises de travaux publics. Un état d'esprit très différent de celui que l'École libérale de 1845 avait fait prévaloir semble donc l'emporter actuellement, et peut-être assistons-nous aux débuts d'une période nouvelle de l'histoire coloniale de la Grande-Bretagne.

Henri Dehérain.

Docteur ès lettres.

COCCIDIES ET PALUDISME

DEUXIÈME PARTIE : L'HÉMATOZOAIRE DU PALUDISME¹

Dans une première partie², nous avons étudié le cycle évolutif des Coccidies; nous allons maintenant examiner le rapport de ces organismes avec l'agent d'une maladie bien connue: le Paludisme.

C'est en 1880 que Laveran annonça qu'il avait trouvé, dans le sang des individus atteints de Paludisme, l'agent de cette maladie. Ce n'était, à aucun point de vue, une découverte banale. Ce microbe ne ressemble, en effet, à aucun des agents pathogènes connus avant lui. Aussi ce n'est qu'en 1887³ que Metchnikoff, tout en confirmant les observations de Laveran, assigna une place à son hématozoaire; il le regarde comme une Coccidie, très aberrante d'ailleurs.

De plus, la découverte de Laveran survenait au moment des premiers travaux de Pasteur et de Koch, qui nous révélaient l'importance considérable des bactéries en pathogénie, au moment où l'on prétendait démontrer le rôle du *Bacillus Malariae* de Klebs et Tommasi-Crudeli; aussi fut-elle accueillie avec scepticisme par le monde médical.

Le microbe du Paludisme ne se *cultive* pas dans nos milieux artificiels; il ne se développe pas dans le corps des animaux de laboratoire; aucune des nombreuses formes sous lesquelles on le rencontre chez l'homme ne se conserve dans le milieu extérieur. En un mot, jusqu'à ces derniers temps, on ignorait tout de son évolution en dehors du corps

humain, et en particulier comment il pénètre dans notre organisme. — On conçoit ainsi facilement quelles difficultés a rencontrées l'étude de ce parasite, et pourquoi il a été jusqu'ici impossible de découvrir une prophylaxie rationnelle du Paludisme. Et pourtant, il est peu de questions ayant une importance aussi grande que celle-là. Le Paludisme est une maladie si répandue, surtout dans les pays chauds et marécageux, il cause de tels ravages, que l'on peut dire, sans crainte d'exagérer, qu'il constitue l'un des obstacles les plus sérieux à la colonisation des pays tropicaux.

La découverte, par Danilewsky, en 1886, d'hématozoaires des Oiseaux extrêmement voisins de celui de l'homme, a immédiatement donné l'espoir d'approfondir l'histoire naturelle de ces organismes. Cette espérance a mis longtemps à se réaliser. Mais enfin, l'année 1898 marquera, croyons-nous, par les progrès d'une importance extrême accomplis dans nos connaissances sur ces parasites. — On a, en effet, établi sur des bases positives: 1° la signification et le rôle des singuliers « corps à flagelles »; 2° le développement des hématozoaires des oiseaux dans le corps des moustiques et le rôle de ces derniers comme agents de propagation de la maladie.

Nous désirons surtout, dans les pages qui vont suivre, nous placer à un point de vue zoologique. Nous voulons examiner si les faits nouveaux amassés dans ces dernières années corroborent l'affirmation ancienne de Metchnikoff, que le parasite du Paludisme est voisin des Coccidies. Ces derniers organismes étaient encore bien mal connus en 1887; nous avons montré, dans un précédent article, quels progrès considérables

¹ On trouvera la bibliographie complète de la question dans le *Traité du Paludisme* de Laveran (Paris, Masson et Co, éditeurs, 1897). Nous ne citerons ici que les travaux récents.

² Voyez la première partie de cette étude dans la *Revue* du 30 mars 1899.

³ METCHNIKOFF: *Russkaia Meditzina*, n° 12, 1887, analysé dans *London Medical Record*.

ont été réalisés dans leur étude depuis dix ans.

Nous rechercherons donc si les particularités d'évolution du parasite palustre, si les formes variées sous lesquelles il se présente, et chez le Vertébré supérieur et chez l'Insecte, cadrent bien avec l'idée que c'est une Coccidie. Le cycle évolutif de ces organismes, maintenant fixé d'une façon que nous croyons définitive, nous servira de guide dans la revue que nous allons passer de ce que nous savons de l'histoire des hématozoaires de l'homme et des oiseaux. Peut-être cette comparaison nous aidera-t-elle à mieux marquer les lacunes dans nos connaissances et nous indiquera-t-elle dans quelle direction les recherches nouvelles doivent être poussées.

I. — L'HÉMATOZOIRE DE LAVERAN DANS LE CORPS HUMAIN ¹.

Si nous prenons un individu atteint de fièvre palustre, et si nous examinons son sang aux différentes périodes de la maladie, nous pourrions rencontrer toutes les formes suivantes.

§ 1. — Corps amœboïdes.

Les parasites les plus petits sont ou libres dans le plasma sanguin, ou accolés aux hématies, ou inclus dans ces éléments du sang. Ce sont des corps dont le diamètre peut ne pas dépasser $1\ \mu$, sphériques, très transparents (fig. 1, A). Les colorants révèlent une structure très spéciale; les couleurs basiques imprègnent surtout le contour du petit élément; on a donc une sorte de bague chromatique dont un point se fait particulièrement remarquer: c'est sans doute un karyosome (fig. 1, B).

Ces corps, s'ils ne sont pas encore à l'intérieur du globule rouge, ne tardent pas à y pénétrer, et désormais ils évoluent en se nourrissant aux dépens de l'hémoglobine.

Aussi voit-on bientôt apparaître à leur intérieur, à mesure qu'ils grossissent, un pigment brun foncé, tantôt en grains plus ou moins régulièrement arrondis, dont les plus gros ne dépassent pas $\frac{1}{2}\ \mu$ de diamètre, tantôt en petits éléments bacillaires (p. fig. 1, B-F.). Ce pigment, tout à fait caractéristique du Paludisme, dont l'observation, constante chez tous les individus atteints de cette maladie, a conduit Laveran à sa découverte, est incontestablement un produit de désassimilation de l'hémoglobine, un *excretum* du parasite; on le nomme *mélanine*, ou encore *pigment palustre*. Il est généra-

lement disséminé sans ordre à l'intérieur de l'hématozoaire.

Les parasites croissent donc en détruisant l'hémoglobine, et arrivent à occuper presque tout le globule rouge. Celui-ci est d'ailleurs distendu par son parasite (ex.: fig. 1, F); on le remarque, dans le sang frais, à cette taille plus considérable et surtout à sa teinte particulièrement pâle; l'hémoglobine tient en effet peu de place dans le complexe formé par l'hôte et son hématozoaire.

Une particularité très remarquable du parasite endoglobulaire est sa mobilité; il change de forme en effet à la façon d'une amibe, généralement avec une extrême lenteur; il faut l'observer longtemps au microscope, en prendre des croquis répétés pour s'en rendre bien compte; les pseudopodes qu'il émet sont alors gros et courts (fig. 1, B, E, F). Mais quelquefois ses mouvements sont plus vifs

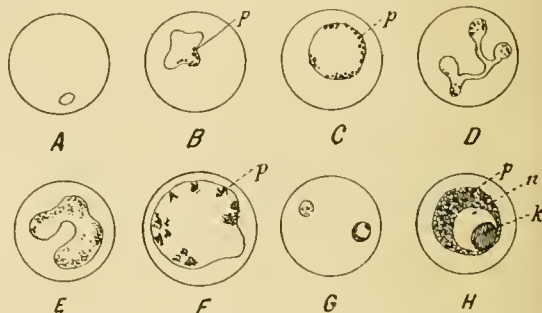


Fig. 1. — Corps amœboïdes de l'hématozoaire humain dans les hématies. — A-F, parasites vus à l'état frais; G-H, parasites colorés; — p, pigment; n, noyau; k, karyosome.

et il envoie dans diverses directions des prolongements assez grêles (fig. 1, D).

A partir d'une certaine grosseur, les couleurs basiques mettent en évidence la structure chromatique suivante: un cytoplasme faiblement colorable, renfermant le pigment et une grande vacuole claire qui reste incolore sauf un amas à sa périphérie (fig. 1, H). Cette grande vacuole est un noyau, et l'amas, très difficile à bien colorer (il l'a été, pour la première fois, par Grassi et Feletti en 1890), un karyosome. On reconnaît à cette structure un noyau de sporozoaire.

Arrivés à une certaine taille, les parasites ne croissent plus. Les uns se segmentent, les autres restent immuables jusqu'à ce que des circonstances que nous aurons à préciser déterminent leur évolution ultérieure.

§ 2. — Corps segmentés.

A un moment donné, on voit des corps amœboïdes, d'un volume qui peut varier de celui d'un demi-globule jusqu'à celui d'une hématie entière, dont la vacuole nucléaire n'est plus visible, dont le

¹ Tous nos figures de l'hématozoaire humain ont été copiées dans les mémoires de Laveran, Mannberg, Thayer et Hevelson.

pigment se réunit au centre et forme bientôt une grosse tache noire (fig. 2). Ce parasite est en voie de segmentation. On aperçoit bientôt des encoches à sa surface externe (fig. 2, A et D); ces divisions gagnent peu à peu le centre, et finalement le corps sphérique se trouve fragmenté en un nombre variable d'éléments (fig. 2, B et E). Quand l'observation est faite dans le champ du microscope, on voit ces « germes », en se séparant, faire éclater le globule et se disséminer dans le plasma. Le gros grain de pigment reste seul à côté des débris de l'hématie : c'est un reliquat de segmentation (fig. 2, C et F).

Sur des préparations colorées, on reconnaît que chacun des petits éléments ainsi formés renferme une boule chromatique. Il y a eu multiplication du parasite, sans enkystement préalable, sans formation de la moindre membrane.

Ces phénomènes ne se passent pas seulement

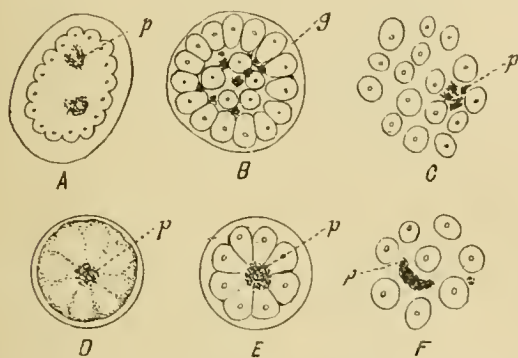


Fig. 2. — Corps segmentés de l'hématozoaire humain. — A, début de la segmentation; B, morula dans un globule rouge; C, éléments morulaires libres dans le plasma, après dislocation de l'hématie; D, début de la segmentation; E, forme en *marquerite*; F, éléments de la *marquerite*; — g, hématie; p, pigment.

dans le sang périphérique; les corps segmentés sont surtout abondants dans le sang des organes internes qui, par suite de la complication du système capillaire, constituent des lieux de stase sanguine (rate, foie, moelle des os, cerveau).

D'après les auteurs italiens qui ont les premiers décrit cette segmentation, et en particulier Golgi, les corps segmentés se présenteraient uniquement au moment de l'accès de fièvre, tous les trois jours, par exemple, chez les malades atteints de fièvre quarte, tous les deux jours chez ceux malades de tierce. Comme il est incontestable que les « germes » qui proviennent des corps segmentés donnent de nouveau des corps sphériques, capables de se diviser à leur tour, le cycle évolutif de ces éléments durerait donc, suivant les cas, deux jours, trois jours, etc...

Le nombre des éléments d'un corps segmenté est variable; la figure 2 en donne une idée. Quand ils sont peu nombreux (6 à 10), on a un corps en *rosace*

ou en *marquerite* (fig. 2, E); s'ils sont plus nombreux et plus petits (15-20) on a une *morula* (fig. 2, B).

On a prétendu aussi que tel de ces types est caractéristique d'une forme de fièvre déterminée; et on s'est basé sur ces concordances pour créer des variétés du parasite palustre en rapport avec les divers types de fièvre. Il y a eu exagération dans cette voie, car les concordances sont loin d'être absolues.

Toutes ces particularités d'évolution du parasite palustre, ce pléomorphisme, s'expliquent admirablement dans l'hypothèse coccidienne. Les corps segmentés correspondent évidemment aux formes de multiplication endogène, asexuée, des Coccidies. Et nous avons mis en évidence l'étonnante plasticité de ces formes (voir fig. 3, F-G de notre précédent article), le nombre variable des générations précédant la reproduction sexuée, avec germes durables, qui ferme le cycle évolutif de l'espèce.

Mais ce nombre de générations est beaucoup

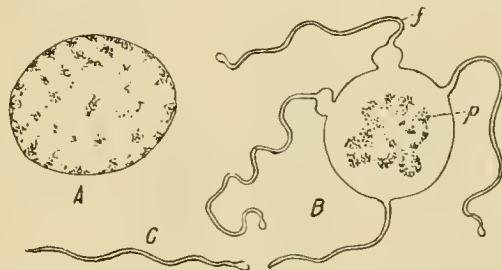


Fig. 3. Formation des corps à flagelles. — A, corps sphérique; B, le même, transformé en corps à flagelles f; C, flagelle libre; — p, pigment.

plus considérable chez les hématozoaires: il suffit, pour s'en convaincre, d'observer un malade non traité par la quinine, et placé en dehors d'un milieu palustre. Toutes les nouvelles poussées de fièvre ne peuvent être produites que par la multiplication endogène des parasites existant déjà dans le sang.

§ 3. — Corps à flagelles et croissants.

Il est, nous l'avons déjà dit, des corps sphériques qui, malgré leur taille, ne se multiplient pas dans l'intérieur du globule. Pour suivre leur évolution, il faut faire une prise de sang et l'observer dans le champ du microscope entre lame et lamelle.

On voit alors les globules rouges, contenant ces gros éléments parasitaires, se désagréger, et les corps sphériques se trouver ainsi libres dans le plasma, au milieu des débris de l'hématie. Il en est d'ailleurs qui sont déjà libres au moment de la saignée (fig. 3, A).

Bientôt, dans les cinq minutes qui suivent la prise de sang, on voit, chez certains de ces corps, le pigment agité d'un mouvement extrêmement vif; puis, au bout de très peu de temps, il sort de l'in-

térieur de la masse des filaments minces de 25 à 30 μ de long, qui restent attachés par une de leurs extrémités à la surface du corps sphérique (fig. 3, B). Le corps sphérique est transformé en *corps à flagelles* (Laveran).

Ces filaments, généralement au nombre de 4 ou 5, sont extrêmement mobiles. Bientôt ils se détachent de la masse qui leur a donné naissance, et, grâce à un double mouvement, serpentiforme et hélicoïdal, ils s'éloignent dans le plasma sanguin (fig. 3, C), et on ne tarde pas à les perdre de vue. Les « flagelles » sont d'une épaisseur sensiblement constante; ils présentent néanmoins quelques renflements. Ils ont un aspect homogène et ne renferment jamais de grains de pigment. La masse sphérique, débarrassée de ses flagelles, dégénère.

Mais ce ne sont pas seulement des corps sphériques, qui donnent les flagelles. On trouve encore,

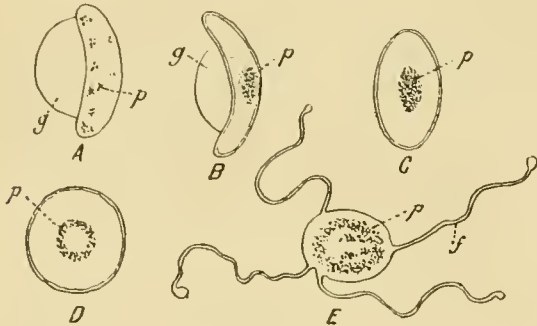


Fig. 4. — *Croissants*. — A, croissant jeune. — B, croissant adulte. — C, corps en croissant devenu ovoïde. — D, le même devenu sphérique. — E, le même avec flagelles *f*. — *g*, reste de l'hématie; *p*, pigment.

chez les malades atteints de Paludisme (surtout dans les cas de cachexie palustre, ou encore dans les fièvres estivo-automnales), des corps singuliers qu'à cause de leur forme Laveran a appelés *croissants*.

Les premiers stades de leur évolution rappellent ceux des corps déjà décrits. Mais on constate bientôt qu'ils n'ont pas de mouvements amœboïdes et que le pigment est ordinairement localisé en leur milieu. Dans le globule, ils se développent marginalement en respectant la partie centrale, plus mince, du disque d'hémoglobine. Ils acquièrent donc peu à peu (fig. 4, A) la forme de croissants; leur côté convexe moule exactement la circonférence du globule. Arrivés à leur développement complet (fig. 4, B), ils ont 8 à 9 μ de long sur 2 μ de large, et on constate, par quelques artifices, qu'ils ont un double contour; ils ont donc l'apparence de corps enkystés. En leur milieu, on observe le pigment aggloméré; là, se trouverait aussi le noyau, d'après certains auteurs. Parvenu à ce stade, le croissant a absorbé presque toute l'hémoglobine

du globule rouge, et ce qui en reste s'observe généralement dans la concavité de l'élément (*g*, fig. 4, A et B). Enfin, on trouve des croissants libres dans le sang.

Ils ne paraissent subir une évolution qu'en dehors du corps humain. Si on les observe au microscope, dans une goutte de sang frais placée entre lame et lamelle, on les voit se transformer d'abord en corps ovoïdes (fig. 4, C) (le côté concave du croissant devient convexe), puis en corps sphériques (fig. 4, D). Ce processus demande quinze à vingt minutes pour s'accomplir. Au bout de ce temps, un certain nombre de croissants transformés donnent des « flagelles », exactement comme les corps sphériques dont nous avons précédemment parlé (fig. 4, E).

Les prétendus flagelles ne se comportent nullement comme les appendices moteurs du corps sphérique. Les recherches récentes de Manson, de Bignami et Bastianelli¹, de Koch², ont montré qu'ils sont presque uniquement formés de chromatine. Il y a d'ailleurs déjà longtemps que cette structure a été mise en évidence pour les flagelles des Oiseaux par Sakharoff. De plus, il est incontestablement une existence autonome, comme Laveran l'a parfaitement reconnu. Le nom de *flagelles*, que ce savant leur a donné dans ses premiers travaux, paraît donc impropre. Quand, à propos des parasites des oiseaux, nous aurons décrit avec détails leur formation, leur structure et leur rôle, nous pourrons, en toute connaissance de cause, leur attribuer un nom mieux approprié à leurs fonctions.

Corps sphériques ne se segmentant pas et corps en croissant paraissent appartenir à la même catégorie d'éléments. Deviennent-ils tous des corps à flagelles? Ce sont encore là des notions que nous ne pourrions préciser qu'après avoir étudié les hématozoaires des Oiseaux³.

¹ BIGNAMI et BASTIANELLI : *The Lancet*, 17 déc. 1898.

² KOCH : *Deutsche medic. Wochenschr.*, 2 févr. 1899.

³ Un certain nombre d'hématozoaires, voisins de celui du Paludisme, ont été signalés chez les Mammifères. — TH. SMITH et KILBORNE (*Bureau of animal Industry*, Washington, 1893) ont montré que l'agent de la fièvre du Texas (maladie des Bovidés également répandue dans l'Est-africain, dans la campagne romaine, en Sicile, dans la vallée du Danube) est un hématozoaire sans pigment, souvent en forme de poire; fréquemment, on trouve deux parasites dans le même globule. — PIANA et GALLI-VALERIO (*Moderne zoologia*, 1895, n° 9) ont observé un hématozoaire très voisin du précédent chez le chien; KOCH (*Reiseberichte*, etc., Berlin, 1898) l'a retrouvé en Afrique. Le savant bactériologiste allemand a également observé un hématozoaire du singe africain.

BONOME (*Virchow's Archiv*, 1895) en a décrit un chez les moutons.

KOLLE (*Zeitschr. f. Hygiene*, 27, 1898) a trouvé, chez les Bovidés de la République d'Orange, un parasite du sang qui serait différent de celui de la fièvre du Texas.

Enfin, LIONISI (*Acad. d. Lincei*, 6 nov. 1898) vient de faire

II. — LES HÉMATOZOAIRES DE DANILEWSKY
DANS LE SANG DES OISEAUX.

Ces parasites, que l'on rencontre chez un très grand nombre d'Oiseaux, surtout dans les endroits marécageux, ont donné lieu à un grand nombre de travaux, au premier rang desquels il convient de placer ceux de Danilewsky, qui les a fait connaître, de Sakharoff qui a élucidé la structure des « flagelles », de Mac Callum qui a saisi leur rôle, et enfin de Ross, qui a découvert leur évolution chez le monstique.

Ces hématozoaires se présentent sous deux formes, *Hæmamaeba* et *Lavrania*, de Grassi et Feletti, correspondant exactement aux *Proteosoma* et *Halteridium*, de Labbé ¹. Bien que ces derniers

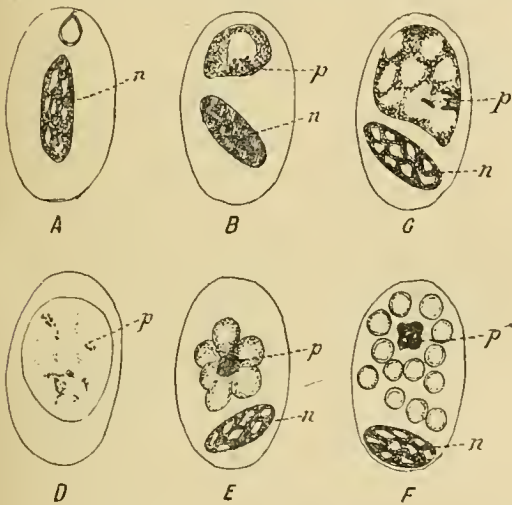


Fig. 5. — *Proteosoma* des Oiseaux, dans les hématies. — A, parasite jeune. — B-C, parasites plus âgés à structure granuleuse. — D, parasite à contenu clair (le noyau de l'hématie a disparu). — E-F, formes de multiplication. — n, noyau du globule; p, pigment (d'après Opie).

noms n'aient pas la priorité, nous les emploierons, les auteurs des travaux que nous devons surtout analyser s'en étant servis.

Les *Proteosoma* ont une forme essentiellement variable (d'où leur nom); ils émettent souvent des digitations; leurs mouvements amœboïdes sont assez nets. De plus, ils se développent à un des pôles du globule rouge (fig. 5, A-C) de l'Oiseau et ils exercent une action mécanique manifeste sur le

connaître un hématozoaire des chauves-souris de la campagne romaine.

L'évolution de tous ces parasites est à peine connue. Celui de la fièvre du Texas présente des particularités étiologiques très intéressantes dont nous parlerons plus loin.

¹ Nous ne croyons pas devoir attacher, au moins dans l'état actuel de nos connaissances, à ces noms, de signification générique, comme l'ont fait Grassi et Feletti d'une part, Labbé de l'autre. — Cette question des distinctions génériques et même spécifiques ne nous paraît pas encore mûre pour une solution.

noyau : il abandonne sa position axiale et va se placer au pôle non infecté (mêmes figures); il peut même quitter complètement l'hématie (ex.: fig. 5, D). Le parasite contient du pigment comme l'hématozoaire humain, auquel il ressemble beaucoup.

On rencontre les mêmes formes (sauf toutefois les croissants), on observe la même évolution que pour le parasite humain. On trouve les *corps segmentés* à l'intérieur de l'hématie avec le pigment aggloméré au centre de la masse morulaire (fig. 5, E-F).

Cette multiplication des germes, qui se fait souvent dans le sang circulant, produit naturellement l'auto-infection de l'Oiseau. Certains auteurs ont prétendu que l'Oiseau (qui présente souvent des signes non équivoques de maladie) manifeste une fièvre récidivant tous les trois ou quatre jours, et qu'à chaque période correspond une poussée intense d'éléments morulaires.

Ces parasites, qui se multiplient ainsi, sont généralement assez fortement colorables. D'autres, à

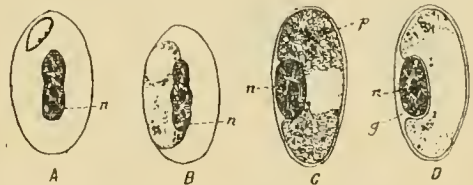


Fig. 6. — *Halteridium* des Oiseaux, dans les hématies. — A, parasite jeune. — B, parasite plus développé. — C, parasite adulte à contenu granuleux. — D, parasite adulte à contenu clair. — g, reste de l'hémoglobine de l'hématie; n, noyau du globule; p, pigment (d'après Opie).

contenu plus clair (fig. 5, D), donneraient naissance aux corps à flagelles, après leur sortie du globule rouge. Auparavant, le parasite et le globule s'arrondissent; puis l'ensemble se désagrège et il reste un corps sphérique libre, qui émettra des flagelles, et, à côté, le noyau de l'hématie.

Dans le cas des *Halteridium*, l'évolution du parasite durerait sept à huit jours; l'Oiseau paraît bien portant. Les formes jeunes du parasite (fig. 6, A) ressemblent tout à fait à celles des *Proteosoma*. Mais l'hématozoaire, au lieu de chasser le noyau de l'hématie, se développe parallèlement à lui. Il occupe ainsi toute une moitié du globule et a, par suite, la forme d'une ellipse allongée, dont le côté accolé au noyau est quelquefois légèrement concave (fig. 6, B). Bientôt, le parasite dépasse en longueur le noyau, et alors il se courbe à ses deux extrémités de façon à l'entourer. Il peut ainsi atteindre une taille considérable et l'on observe des globules hypertrophiés où le parasite a remplacé toute l'hémoglobine; il entoure le noyau, seul reste de l'hématie, qui se trouve alors refoulé latéralement et occupe une position marginale (fig. 6, C et D).

On a une sorte de haricot dont le noyau serait placé au hile.

Parmi les *Halteridium* de grande taille, Opie et Mac Callum¹ en distinguent, avec la plus grande netteté, deux catégories. Les uns ont un aspect granuleux, ils prennent assez fortement les couleurs basiques d'aniline (fig. 6, C); les autres sont très transparents et se colorent à peine (fig. 6, D). D'après Mac Callum, ces deux sortes d'éléments ont un rôle très différent. Après leur sortie du globe rouge, les corps clairs donnent des flagelles; les corps granuleux sont fécondés par ces flagelles.

III. — LES « FLAGELLES » SONT DES ÉLÉMENTS MÂLES.

Nos connaissances sur la formation et la structure des flagelles de l'hématozoaire humain sont, nous l'avons dit, récentes et assez incomplètes. Il

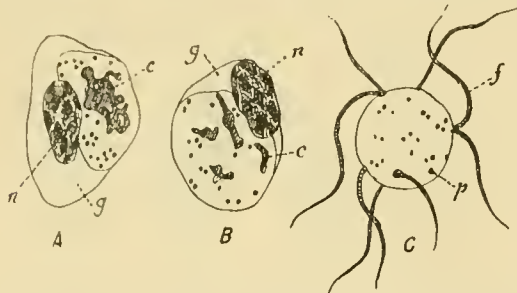


Fig. 7. — Formation des flagelles (microgamètes). — A, le noyau *c* du parasite n'est pas encore divisé. — B, la chromatine nucléaire *c* est fragmentée. — C, la flagellation est terminée (toute la chromatine est passée dans les flagelles). — *g*, reste de l'hémoglobine de l'hématie; *n*, son noyau; *c*, chromatine du parasite; *p*, pigment; *f*, flagelles (d'après Sakharoff).

n'en est pas de même pour l'hématozoaire des Oiseaux. Les recherches de Sakharoff sont très précises à cet égard².

Il a vu, sur des préparations de sang, colorées à l'éosine et au bleu de méthylène d'après une méthode particulière, la masse chromatique centrale du parasite (fig. 7, A) se fragmenter en un certain nombre de parties (quatre généralement), qu'il considère, sans preuves bien convaincantes d'ailleurs, comme des chromosomes (fig. 7, B, *c*); ces parties ont la forme de bâtonnets. Elles se portent à la périphérie, s'allongent, font saillie à la surface de la masse sphérique, en s'entourant d'une mince couche de protoplasme (d'après Bignami et Bastianelli pour l'hématozoaire humain). Les « flagelles » sont constitués (fig. 7, C): ils se composent donc presque uniquement de chromatine; toute celle du

noyau du parasite a été employée à leur formation.

Donc, par leur constitution chromatique et leur mobilité, les prétendus flagelles font songer à des éléments mâles, et la comparaison avec les microgamètes des coccidies s'impose.

C'est à Metchnikoff que revient le mérite d'avoir, dans un article publié par cette *Revue*³, appelé l'attention sur l'existence, chez les Coccidies, d'un stade homologue au stade à flagelles du Paludisme. Sur ses indications, Simond² a retrouvé ces « flagelles » des Coccidies, a mis en évidence leur structure chromatique et ainsi rendu plus étroite l'homologie entrevue par Metchnikoff.

Au moment même où Metchnikoff et Simond développaient leurs idées sur le rôle des flagelles, ou Schaudinn et Siedlecki établissaient, par des faits

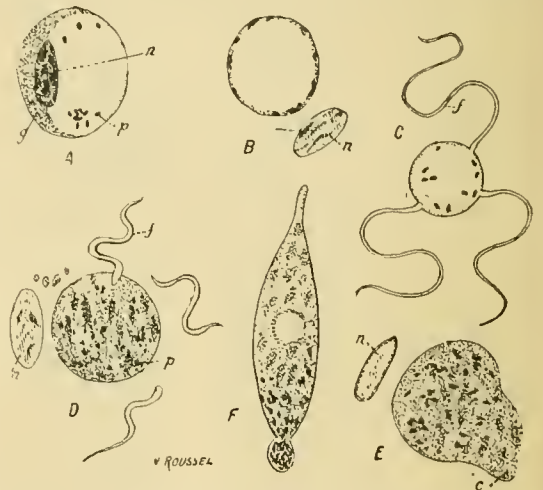


Fig. 8. — Processus sexué chez une forme d'*Halteridium* (état frais). — A, le globe parasite s'arrondit. — B, le parasite devient libre. — C, corps à flagelles. — D, pénétration d'un flagelle dans la sphère granuleuse femelle. — E, la sphère femelle fécondée émet un processus conique *c*. — F, la sphère est transformée en pseudo vermicule. — *g*, reste de l'hémoglobine de l'hématie; *n*, son noyau; *p*, pigment; *f*, flagelles. — Les fig. A-C, d'après Opie; D-F, d'après Mac Callum).

positifs, que ce sont les éléments mâles des Coccidies (microgamètes), un auteur américain, Mac Callum³, montrait également que les « flagelles » du Paludisme jouent le rôle d'éléments fécondateurs. Ce sont les recherches de ce dernier savant que nous allons maintenant exposer.

Si l'on prend une goutte de sang de corbeau (*Corvus americanus*), renfermant beaucoup de grosses formes *Halteridium*, et qu'on l'observe, au microscope, entre lame et lamelle, on constate les faits suivants. Très rapidement, les globules remplis avec les *Halteridium*, s'arrondissent (fig. 8, A);

¹ OPIE et MAC CALLUM : *The Journal of experimental medicine*, II, 1898.

² SAKHAROFF : *Ann. Inst. Pasteur*, 1893 et *Centr. f. Bakter.*, Abth. I, 1893, vol. 23.

³ METCHNIKOFF : *Revue générale des Sciences*, 1892 et in LAFERAN, *Arch. méd. expérim.*, 1890.

² SIMOND : *C. R. Soc. Biologie et Ann. Inst. Pasteur*, 1898.

³ MAC CALLUM : *Centr. f. Bakter.*, Abth. I, 1897, 2^e semestre et l. e.

puis, le parasite rompt l'enveloppe de l'hématic et devient libre (fig. 8, B). Portons notre attention sur les corps sphériques provenant des *Halteridium* à contenu clair. Ils vont, en deux ou trois minutes, donner naissance à des flagelles (fig. 8, C).

Ces éléments se détachent rapidement du corps sphérique qui les a produits et se déplacent très vivement dans le plasma sanguin. Si nous avons, dans le même champ de microscope, une sphère hyaline et une sphère provenant d'un *Halteridium* granuleux, nous observerons bientôt les phénomènes suivants. La sphère granuleuse ne donne jamais de flagelles. Son rôle est en effet tout autre. Les flagelles viennent tourner autour; bientôt l'un d'eux pénètre à son intérieur (fig. 8, D); la pénétration demande quelques secondes pour être complète. Le pigment est agité vivement, puis tout revient au repos. Les flagelles, qui n'ont joué aucun rôle fécondateur, continuent à se mouvoir pendant un certain temps, puis dégénèrent.

Les sphères granuleuses sont donc des corps femelles susceptibles d'être fécondés par les flagelles, c'est-à-dire par des éléments que leur structure chromatique et leur mobilité avaient fait considérer *a priori* comme des éléments mâles. Ces observations de Mac Callum ont été contrôlées, pour l'*Halteridium* du pigeon, par Marchoux¹.

Au Sénégal, cet hématozoaire, tous les huit ou neuf jours, est apte à produire des flagelles qui fécondent de grosses sphères granuleuses femelles. Marchoux a même vu le noyau femelle, reconnaissable à l'absence de pigment, aller à la rencontre de la chromatine mâle. Koch a observé le même processus chez le *Proteosoma* des moineaux.

En examinant au microscope le sang d'une femme renfermant de nombreux croissants, Mac Callum a vu ces éléments se transformer, au bout d'un certain temps, en corps sphériques; certains donnent des flagelles et vont féconder les autres, reconnaissables d'emblée à une certaine disposition du pigment.

De toutes ces considérations et de toutes ces observations, nous pensons qu'on est en droit de conclure que les flagelles sont des éléments mâles. Désormais on devra les appeler des *microgamètes*. Ils ont une structure comparable à celle des microgamètes des Coccidies; ils sont mobiles comme eux; les uns et les autres se forment à la surface d'une grosse masse plasmique qui devient un reliquat de différenciation. Examinons les différences:

1° Un corps sphérique donne un petit nombre de « flagelles ». Ce nombre est souvent 4. Est-il fixe? C'est ce qu'il est difficile de dire. Certains auteurs en ont compté jusqu'à 40. Cette observation n'est

pas facile sur les préparations fraîches. Mais on peut avoir une plus grande confiance dans les dessins de Sakharoff, faits d'après des préparations colorées, et ils montrent souvent plus de quatre flagelles. Si le nombre 4 était établi, une homologie apparaîtrait immédiatement entre les corps à flagelles et les microgamètes de *Adelea ovata* et de *Klossia helicina*¹.

Peut-être les corps à flagelles proviennent-ils d'éléments morulaires déjà *sexués*, comme c'est le cas pour les stades à microgamètes d'*Adelea*. Ce ne sont là que des hypothèses. Mais les faits, en tout cas, montrent qu'il existe, chez les Coccidies, des corps qui ne donnent qu'un petit nombre de microgamètes.

2° Les flagelles sont beaucoup plus longs que les microgamètes des Coccidies en général. Mais ils sont plus courts que ceux du *Benedenia octopiana* et il est probable que, comme ces derniers, ils n'ont pas de cils.

En résumé, nous pouvons dire que les flagelles du Paludisme sont les seuls éléments des Protozoaires qui soient comparables aux microgamètes des Coccidies.

Cette ressemblance constitue donc un argument de première importance en faveur des affinités des Hématozoaires de Laveran et Danilewsky et des Coccidies.

IV. — OU SE PRODUIT LE PHÉNOMÈNE SEXUÉ ET QUE DEVIENT LE MACROGAMÈTE FÉCONDÉ ?

Une question préalable se pose. Les flagelles se produisent-ils normalement dans le sang circulant?

Tous les observateurs s'accordent sur ce point qu'ils n'existent pas ou au moins qu'ils sont très rares (Laveran) au moment de la sortie du sang des vaisseaux. Il semble donc probable qu'ils ne se produisent pas normalement dans le sang circulant. Une objection à cette manière de voir réside dans le fait que les flagelles apparaissent déjà deux ou trois minutes après la prise de sang. Or, dit Laveran, il est difficile d'admettre que les flagelles ne sont pas préformés dans les vaisseaux. La sortie du sang hâte simplement leur mise en liberté.

D'autre part, Councilman a montré qu'alors que le sang périphérique donne peu de corps à flagelles, le sang de la rate peut en donner beaucoup. Mais les flagelles y deviennent-ils libres? Pour résoudre définitivement la question, il faudrait pouvoir retrouver ces éléments sur des coupes, et on n'y a pas encore réussi.

¹ MARCHOUX : C. R. Soc. Biologie, 11 mars 1899.

¹ Voyez la première partie de cette étude dans la *Revue* du 30 mars dernier, p. 213 et suiv.

Avec la plupart des observateurs, nous admettons que les flagelles ne se développent normalement qu'en dehors du corps de l'homme et de l'Oiseau. Par suite, la fécondation n'a pas lieu chez les hôtes Vertébrés supérieurs. Et nous arrivons à cette conclusion que les éléments renfermés dans leur sang peuvent se diviser en deux catégories.

1° Des corps en voie d'évolution, asexués, dont le cycle se fait complètement dans le sang de l'homme et de l'Oiseau, et correspond peut-être avec les poussées fébriles; — ces éléments se multiplient par simple division sans enkystement préalable (corps segmentés); la persistance du parasite pendant un temps très long, même en dehors des foyers d'infection, est ainsi assurée;

2° Des corps sexués, — à l'état d'arrêt de développement; ce sont, en puissance, les uns des macrogamètes, les autres des microgamétogènes, pour employer l'expression de Grassi et Dionisi¹ (peut-être même des microgamétocytes). Ces éléments ne peuvent évoluer qu'en dehors du corps de l'homme ou de l'Oiseau, quand une circonstance fortuite, une saignée par exemple, se produit. Sinon, ils restent sans remplir leur rôle; le globule qui les contient se rompt et ils deviennent au bout d'un certain temps la proie des phagocytes.

Pourtant, au moins chez l'homme, il existe une forme qui n'est pas atteinte par le phagocyte: c'est le croissant. Son enveloppe kystique le protège sans doute.

Il est capable ainsi d'attendre très longtemps la circonstance qui lui permettra d'évoluer. Et nous ne pouvons nous empêcher de faire la comparaison avec les jeunes Nématodes ou Distomes qu'on trouve enkystés dans le corps de certains animaux et qui ne subiront une évolution ultérieure, ne deviendront adultes, que si leur hôte est mangé par un autre animal, généralement d'espèce déterminée.

Le croissant est donc une forme sexuée enkystée; le corps à flagelles représente un certain nombre de microgamètes attachés à la masse cytoplasmique qui leur a donné naissance.

Ainsi se trouvent expliquées ces deux formes si curieuses, si énigmatiques, dont la signification a tant exercé la sagacité des observateurs, dont Laveran, dès le premier jour de sa découverte, a prévu l'importance, et dont il a toujours défendu la nature vivante contre toutes les critiques.

Nous avons décrit le processus de la fécondation; mais nous n'avons pas dit ce que devient le macrogamète fécondé. Mac Callum a observé (Koch vient de confirmer cette observation pour des

formes *Proteosoma*), toujours chez le corbeau américain, que, quinze à vingt-cinq minutes après la fécondation, les sphères granuleuses subissent une transformation. On voit apparaître à leur surface un processus conique *c* (fig. 8, E) qui s'allonge peu à peu, et on a bientôt un vermicule mobile (fig. 8, F) qui abandonne parfois sa partie postérieure où se trouve accumulé presque tout le pigment, et qui se déplace dans le champ du microscope en se frayant facilement un chemin entre les globules ou même à travers. Ce corps avait déjà été vu autrefois par Danilewsky et Kruse qui avaient constaté sa formation aux dépens de gros parasites sphériques sortis des globules rouges. Danilewsky l'avait appelé *pseudo vermiculus sanguinis*.

Il semble probable que cette transformation des macrogamètes fécondés en pseudo-vermiculi ne se produit que chez quelques espèces d'hématozoaires. Elle n'existe vraisemblablement pas dans le cas du parasite de Laveran.

Quelles sont maintenant les conditions pour que cette sphère fécondée ou ce vermicule poursuivent leur évolution? Elle ne peut avoir lieu dans le milieu extérieur, puisque l'on sait depuis longtemps que dans ces conditions toutes les formes parasitaires finissent par mourir. C'est même cette constatation qui avait amené Laveran, dès 1884¹, à penser que l'hématozoaire humain doit continuer son évolution dans le corps d'un autre être vivant; et, étant donné l'abondance des moustiques dans les endroits palustres, leur rôle démontré dans une autre maladie humaine, la filariose, il avait soupçonné ces Insectes de jouer également un rôle dans l'étiologie du Paludisme.

La comparaison avec les Coccidies nous conduit à une conception identique. Nous savons que la fécondation, chez ces êtres, précède toujours la formation des germes de résistance. Dans le cas des hématozoaires, ces germes, ne se développant pas dans le milieu extérieur, doivent se former chez un autre être vivant.

Toutes ces considérations, naturellement très hypothétiques, nous amènent donc à soupçonner l'existence d'un second hôte pour les hématozoaires de Laveran et Danilewsky.

Ces parasites passeraient donc de l'homme dans le moustique. Mais la question du moustique se présente sous une autre face. L'insecte est-il capable de donner, par inoculation, le Paludisme à l'homme?

Il y a longtemps (1883) qu'un médecin américain, King, a exposé que l'étiologie du Paludisme pouvait fort bien s'expliquer en admettant que les

¹ Les idées que nous développons ici sont très voisines de celles de Grassi et Dionisi (*Rendi Conti di Accad. dei Lincei*, déc. 1898).

¹ *Traité des Fièvres palustres.*

moustiques sont les agents inoculateurs. Cette idée a été depuis développée par Bignami (1896).

Une manière de concevoir le rôle des moustiques était de supposer que l'insecte, allant d'une personne malade à une saine, lui inocule les quelques germes qui peuvent se trouver sur sa trompe. Or, cette hypothèse est inadmissible, car l'on sait que, pour conférer la maladie, il faut inoculer, sous la peau ou dans la veine, une quantité de sang bien supérieure à celle que peut transporter l'insecte.

Pour que le moustique soit un agent inoculateur, il faut nécessairement que le parasite subisse une évolution à son intérieur. Le passage de l'hématozoaire du moustique à l'homme ne peut donc se faire que si l'hypothèse émise par Laveran est exacte. C'est ce que Koch¹, qui vient d'appuyer la « théorie du moustique » de sa haute autorité, a parfaitement compris. Mais il a surtout raisonné d'analogie.

Pendant son séjour dans l'Est-africain, il a eu l'occasion de confirmer les observations de Smith et Kilborne sur le rôle des Tiques (*Boophilus Bovis*) dans la propagation de la fièvre du Texas. Lorsqu'une Tique a vécu pendant un certain temps sur un bovidé, elle meurt en produisant un certain nombre d'œufs. Considérons un de ces Acariens qui a sucé le sang d'un bovidé malade, et recueillons avec soin sa progéniture. Les Tiques de nouvelle génération sont capables, en piquant un bœuf certainement indemne de la fièvre du Texas (habitant, par exemple, une région où cette maladie ne sévit pas), de faire apparaître dans le sang l'hématozoaire de Smith et Kilborne. Le passage des germes a donc dû se faire par les œufs de la première Tique et, par conséquent, il y a eu évolution du parasite à son intérieur.

Les faits connus nous conduisent donc à soupçonner le moustique d'être l'agent de transmission du Paludisme. Quittons maintenant le domaine des hypothèses, et examinons les faits positifs apportés dans ces derniers temps par Ross et d'autres savants.

V. — LES HÉMATOZOAIRES DANS LE CORPS DES MOUSTIQUES.

La théorie de l'évolution de l'hématozoaire humain dans le moustique a surtout été défendue par Patrick Manson, le savant anglais qui a fait connaître le développement de la *Filaria Sanguinis Hominis*, à partir de l'homme, dans le corps du moustique.

Un de ses élèves, le major Ronald Ross¹, du Service médical indien, a cherché à trouver les stades de l'hématozoaire chez l'insecte. Il a d'abord constaté que, dans l'estomac d'un moustique nourri de sang palustre avec nombreux croissants, les corps à flagelles apparaissent en quantité beaucoup plus considérable que dans le milieu extérieur.

Il est donc vraisemblable que les fécondations y sont fréquentes² et que les macrogamètes fécondés sont le point de départ de l'évolution vne, dans ses détails essentiels, par Ross.

Il a surtout opéré avec des Oiseaux (en particulier des moineaux) des environs de Calcutta. Il a constaté que, pour arriver à des résultats positifs, il devait opérer avec une certaine espèce de moustiques, qu'il appelle *Moustique gris* (Grassi prétend que c'est le vulgaire *Culex pipiens*); c'est la même

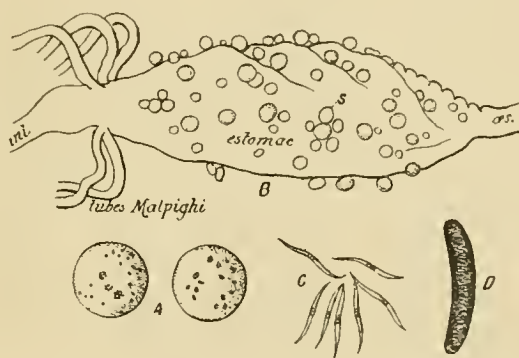


Fig. 9. — Evolution des *Proteosoma* des Oiseaux dans le moustique (état frais). — A, deux sphères pigmentées du second jour. — B, tube digestif du moustique avec, à sa surface, les sphères pigmentées du 6^e jour. — C, filaments-germes. — D, black-spore D'après Ross.

espèce qui, d'après Manson, joue un rôle dans l'évolution de la bilariose.

Si l'on fait sucer à ces moustiques le sang d'Oiseaux renfermant dans leur sang des formes *Proteosoma*, on observe, de vingt-quatre à trente heures après l'opération, dans la paroi musculaire externe de l'intestin moyen, de petites sphères de 6 μ de diamètre environ, avec un contour très net, et, à leur intérieur, du pigment tout à fait identique au pigment palustre (fig. 9, A). D'autres moustiques, nourris dans les mêmes conditions, mais sacrifiés deux, trois, ... huit jours après, montrent des sphères semblables, mais avec un volume qui va continuellement en augmentant; en même temps, le pigment disparaît; les parois deviennent plus

¹ Voir MANSON : *British Medical Journal*, 18 juin et 24 septembre 1898, Ross : *Report on the cultivation of Proteosoma tubé in Grey Mosquitos*, Calcutta, 1898, et *Ann. Institut Pasteur*, février 1899.

² En fait, Koch tout dernièrement (*Deutsche med. Wochenschr.* 2 févr. 1899) déclare avoir observé ce phénomène chez des formes *Proteosoma* et vu la transformation en *vermiculi* dans l'estomac des moustiques.

¹ KOCH : *Aerztliche Beobacht. in den Tropen. Verhandl. d. Deutsche-Kolonial-Gesellsch.*, juin 1893 et *Reiseberichte*, etc. Dès 1892, Koch avait émis l'hypothèse que le Paludisme se transmettait par la piqûre du moustique (in R. PFEIFFER : *Beiträge zur Protozoenforchung*, Berlin, 1892).

épaisses; la sphère atteint finalement 60 et même 70 μ de diamètre. Cette évolution dure six à sept jours, dans la saison chaude, deux semaines et plus dans la saison froide de l'Inde.

A la fin de cette période, les sphères font hernie à la surface de l'estomac, dans la cavité du corps de l'Insecte (fig. 9, B) et leur contenu se divise. Il se produit à leur intérieur, suivant les cas, deux sortes d'éléments : 1° des *filaments germes* (*germinal threads*), petits corps de 12 à 16 μ de long, très minces, pointus aux deux extrémités, *très délicats* (fig. 9, C); 2° des corps foncés d'assez grande taille, plus ou moins incurvés (fig. 9, D), et *très résistants* (*black spores* de Ross).

Ces deux sortes d'organismes se répandent, après rupture des sphères qui les ont produits, dans la cavité du corps du moustique, qui en est quelquefois gonflé. Nous verrons bientôt leur rôle.

Ces faits ont été établis par Ross d'une façon inattaquable. Les sphères pigmentées représentent évidemment des organismes parasites du moustique; et il est certain qu'ils proviennent des *Protozoa* de l'Oiseau. Les statistiques à cet égard parlent clair. De 245 moustiques nourris de la façon indiquée, 178 (soit 72 %) ont montré les sphères; 249 insectes de la même espèce, nourris sur des Oiseaux sains ou avec des formes *Halteridium* dans le sang, n'ont présenté aucun corps pigmenté. Ross a donc réussi à communiquer aux moustiques les parasites de l'Oiseau.

Peut-on également passer du moustique à l'Oiseau? Ross a encore pu répondre par l'affirmative. Revenons aux *filaments germes* répandus dans la cavité sanguine de l'Insecte. Ross les a également rencontrés dans les grosses cellules sécrétantes de glandes qu'il a reconnues être les glandes venim-salivaires du moustique; leur canal débouche à la base de certains stylets de la trompe. Comment les filaments germes arrivent-ils dans les glandes salivaires? Ross ne l'explique pas et il reste là une lacune à combler. Mais le point essentiel est bien établi : c'est qu'ils arrivent dans les cellules de la glande, et de là tombent dans le canal. Il est maintenant facile de supposer qu'ils sont introduits sous la peau de l'Oiseau, avec le contenu de la glande, quand l'Insecte le pique.

Ces filaments germes sont-ils capables de produire l'infection de l'Oiseau? Dans une expérience, Ross a pris 28 moineaux sains, sans hématozoaires, et il les a exposés toute une nuit aux piqûres de moustiques nourris avec du sang d'oiseau, contenant des *Protozoa*, depuis un temps tel que leurs glandes salivaires devaient renfermer des filaments-germes. De ces 28 moineaux, 22 ont montré, après une période d'incubation de cinq à neuf jours, des *Protozoa* dans le sang.

Le premier jour de leur apparition dans le sang, les parasites sont excessivement rares; mais ils augmentent rapidement en nombre et on arrive quelquefois à en trouver de 10 à 60 dans le champ d'une lentille à immersion homogène. La plupart des Oiseaux ont succombé. Tous les Oiseaux sains conservés dans le laboratoire, mais mis à l'abri des piqûres de moustiques, n'ont jamais présenté d'hématozoaires.

Enfin, Ross a noté deux faits intéressants : 1° les moustiques nourris sur des moineaux malades sont capables d'infecter des Oiseaux d'une autre espèce, par exemple des corbeaux; 2° les moineaux avec une faible infection naturelle à *Protozoa* peuvent montrer, après piqûres de moustiques préparés, une nouvelle poussée d'hématozoaires, mais elle est toujours beaucoup moins intense que chez les moineaux préalablement sains.

Il est donc démontré que les moustiques sont capables d'inoculer les hématozoaires aux Oiseaux; et ce sont vraisemblablement les filaments germes qui sont les agents de transmission.

Quel est le rôle des *black spores*? Il n'est pas encore établi. Ces éléments restent inaltérés dans l'eau pendant longtemps; ce sont peut-être des germes de résistance. Nous examinerons cette hypothèse dans le paragraphe suivant.

Le rôle des moustiques, dans le Paludisme humain, est loin d'être aussi bien établi que pour les Oiseaux. Néanmoins, certaines observations de Ross¹ semblent établir que certains moustiques, à *ailes tachetées*, présentent des sphères pigmentées quand on les nourrit sur des malades ayant des croissants dans le sang. Tout dernièrement, Grassi, Bignami et Bastianelli² sont arrivés aux mêmes résultats; ils ont retrouvé les stades de *filaments germes* et de *black spores* (ces derniers contiendraient à leur intérieur un filament germe). Le moustique où l'hématozoaire humain cultive est l'*Anopheles Claviger* F. (= *A. maculipennis* Meig.).

Bignami³, dans une expérience qui paraît avoir été conduite avec soin, a réussi à communiquer le Paludisme à une personne saine en la faisant piquer par des moustiques apportés d'une localité palustre. Cette expérience unique aurait besoin d'être multipliée. Quoi qu'il en soit, on est au moins en droit, raisonnant d'analogie, d'appliquer au Paludisme humain les conclusions tirées des faits observés sur les Oiseaux.

Un fait d'une extrême importance se dégage de ces observations : c'est que tous les moustiques ne sont pas aptes à être les agents d'inoculation. Une ou

¹ ROSS : *British Med. Journ.*, 18 déc. 1897 et 26 fév. 1898.

² GRASSI, BIGNAMI et BASTIANELLI : *Rendì Conti di Acad. d. Lincei*, 4 et 22 décembre 1898.

³ BIGNAMI : *The Lancet*, décembre 1898.

un petit nombre d'espèces cultivent l'hématozoaire des Oiseaux; une ou plusieurs autres l'hématozoaire humain. Grassi¹, en examinant avec beaucoup de soin la répartition géographique des moustiques, la concordance de certaines espèces avec les localités palustres, est arrivé à la même conclusion. Donc, le moustique peut prendre à l'homme l'hématozoaire de Laveran, et, après qu'il a subi une certaine évolution, l'inoculer à une personne saine.

La prophylaxie du Paludisme doit donc entrer dans une voie nouvelle. Il faudra d'abord se mettre à l'abri des moustiques et éviter avec soin leurs morsures dans les endroits palustres. Quant à détruire ces Insectes, il faudra surtout chercher à agir sur les larves; les hygiénistes et les entomologistes devront combiner leurs efforts.

Mais est-ce là le seul mode d'introduction du parasite dans notre organisme? Ross le pense; mais c'est loin d'être démontré. N'est-il pas possible que les *black spores*, dont le rôle est encore inconnu, après avoir été introduites dans notre tube digestif avec l'eau de boisson, n'y évoluent en parasites que l'on trouvera ensuite dans le sang? La nouvelle théorie de l'inoculation ne doit pas faire rejeter, sans autre forme de procès, la vieille théorie hydrique en faveur de laquelle plaident tant de faits qui paraissent avoir été bien observés.

VI. — CYCLE ÉVOLUTIF DE L'HÉMATOZOIRE DU PALUDISME. COMPARAISON AVEC LES COCCIDIES.

Grassi et Dionisi (*l. c.*), se basant sur les observations récentes, considèrent le parasite du Paludisme comme un être dont le cycle évolutif présente deux générations se succédant, l'une chez l'homme qui serait l'hôte *intermédiaire*, l'autre chez le moustique, qui serait l'hôte *définitif*.

L'homme et le moustique joueraient respectivement le même rôle que le mouton et le chien dans l'évolution du cœnure, ou que la lymnée et le mouton dans celle de la douve du foie.

Nous aurions ainsi le premier exemple de Sporozoaires ayant besoin, pour accomplir leur développement, de deux êtres vivants. Il est, en effet, parfaitement démontré que les Grégaires, les Coccidies et les Myxosporidies n'ont besoin que d'un animal-hôte. Ce serait donc là un fait biologique intéressant. Mais, la *nécessité* de deux hôtes pour les hématozoaires de l'homme et des Oiseaux ne paraît pas être en rapport avec certains faits connus. Ainsi, on sait depuis longtemps que le Paludisme existe à l'état *latent* dans des lieux inhabités. Il est donc probable que là le parasite se propage indéfiniment de moustique à moustique.

Le cycle pourrait donc s'accomplir uniquement dans le moustique. En revanche, de nombreux faits, sur lesquels nous avons insisté, paraissent démontrer que l'homme ne suffit pas pour un cycle complet de l'hématozoaire de Laveran.

Nous arrivons donc à cette conclusion que le moustique est l'hôte *normal* de l'hématozoaire de l'homme et des Oiseaux, qu'il peut y accomplir toute son évolution (sauf peut-être la maturation des sporocystes), et que chez les Vertébrés supérieurs il est un hôte *occasionnel*. Cette manière de voir a déjà été formulée par Manson et Laveran.

Comment se fait l'infection de moustique à moustique? Peut-être, les *black spores* de Ross, après être tombées dans l'eau à la surface de laquelle meurt le moustique, sont-elles capables de contaminer les larves. Peut-être aussi les œufs de l'insecte infecté contiennent-ils eux-mêmes les germes du parasite (Cf. tiques dans la fièvre du Texas, vers à soie atteints de pébrine); et il est possible que, dans ce cas, les *filaments-germes* soient les agents de transmission. Mais, ce ne sont encore là que des hypothèses fort vagues.

Revenons à la comparaison avec les Coccidies. Les formes sous lesquelles se présente l'hématozoaire, dans le sang de l'homme et des Oiseaux, sont facilement homologables, les unes (corps segmentés) aux formes à multiplication asexuée des Coccidies, les autres (gros parasites granuleux des Oiseaux, parasites clairs donnant des corps à flagelles, croissants) à leurs éléments sexués. Il y a là des ressemblances extrêmement étroites sur lesquelles nous avons déjà insisté; les différences peuvent simplement tenir à des adaptations à des cellules-hôtes très différentes (globule sanguin, épithélium intestinal.)

Chez les Coccidies, l'élément fécondé donne naissance, *sans nouvelle période de croissance*, à des formes reproductrices. Chez les hématozoaires, il ne paraît pas en être ainsi: il y aurait *croissance* dans la paroi du tube digestif du moustique. Mais il est bien difficile de poursuivre la comparaison plus loin: Ross a établi indiscutablement le rôle des moustiques; mais l'étude zoologique et cytologique des stades vus par lui chez l'insecte reste tout entière à faire. Peut-être les *black spores* sont-elles homologues aux sporocystes des Coccidies. Quant aux *filaments-germes*, il est possible qu'ils n'aient pas leurs correspondants chez les Coccidies.

Malgré ces incertitudes, on en sait assez aujourd'hui pour affirmer que les hématozoaires que nous venons d'étudier n'ont pas de plus proches parents que les Coccidies, auxquels ils sont intimement alliés.

F. Mesnil,

Docteur ès sciences,
Chef de Laboratoire à l'Institut Pasteur.

¹ GRASSI: *Il policlinico*, octobre 1898 et *Acad. d. Lincei*, 6 novembre 1898.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Vallier (Commandant E.). — *L'Artillerie. MATÉRIEL. ORGANISATION.* — 1 vol. in-8° de 272 pages avec 43 figures. (Prix cartonné : 5 fr.) G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris, 1899.

Le commandant Vallier a divisé son ouvrage en deux parties dont nous aurions souhaité que la première fût plus développée, dût la seconde être écourtée d'autant. Car, s'il n'est assurément pas sans intérêt de connaître l'organisation de l'artillerie au Japon, d'être renseigné sur le matériel des Etats Unis et, notamment, sur les canons pneumatiques qui ont « fait merveille » au bombardement de Santiago, de savoir que les Turcs ont une « grande-maîtrise » de l'artillerie indépendante du ministère de la Guerre, ou que la Serbie a adopté le système de Bange, tandis que la Bulgarie et la Roumanie se fournissent à Essen, dans la maison Krupp, combien nous préférierions avoir des idées nettes sur le mode de construction des bouches à feu, sur la question si intéressante du fretage, sur la révolution amenée par l'adoption des nouveaux explosifs, sur l'organisation intérieure et les effets des projectiles, sur les principes fondamentaux de la balistique tant intérieure qu'extérieure, sur les méthodes de réglage du tir, sur la constitution même de l'arme et la nature des éléments qui la composent ! C'est cet ensemble de « généralités » que nous eussions souhaité voir plus amplement présenté. C'est par lui que débute le volume, et il en représente moins du tiers : la proportion nous paraît un peu faible.

Eh quoi ? Pas un mot de la si intéressante *Note sur les effets et l'emploi des projectiles tirés par les canons de campagne*, Note approuvée par le ministre de la Guerre à la date du 7 novembre 1896 ! Pas un mot de l'observation des coups, sur quoi repose la détermination de la bonne hausse ! Le parallèle classique, et qui s'imposait, entre le tir fusant et le tir percuteur, je l'ai cherché en vain. Et je n'ai pas trouvé non plus l'histoire des idées, des efforts qui, du canon à âme lisse et à boulets ronds, ont conduit à l'engin merveilleux qu'ont réalisé les constructeurs modernes et dont l'expression dernière stupéfiera les connaisseurs en même temps qu'elle révolutionnera l'art de la guerre. Car l'influence, sur la tactique, de l'adoption de la poudre sans fumée n'est rien à côté de l'effet que produira, sur le champ de bataille, un canon tout aussi puissant que l'ancien et dont la vitesse de tir est, pour le moins, décuplée. La genèse de cette invention méritait qu'on la mentionnât.

Quant à l'invention elle-même, elle est tenue secrète, et il était impossible d'en parler. Par contre, rien n'empêchait de donner, sur le canon allemand modèle 1896, du calibre de 77 millimètres, des renseignements que tous les journaux techniques ont publiés au commencement de 1898. Ces journaux ont également fait connaître, vers la même époque, la transformation que l'Autriche-Hongrie a fait subir à son matériel en vue d'en accélérer le tir. Ces détails auraient pu trouver place à la page 178. Au surplus, la France elle-même a introduit, dans ses batteries de 90 (système de Bange) des améliorations qui ont le même objet et dont l'introduction n'a rien de confidentiel. Par la substitution d'un goniomètre à la hausse, par l'adoption de débouchoirs pour percer mécaniquement la fusée du projectile, par une meilleure division du travail entre les servants de la pièce, par certaines dispositions prises pour le transport des munitions, on a presque doublé la vitesse de tir du matériel ancien, et l'ensemble de ces

mesures peu onéreuses a constitué un progrès considérable, dont il eût été bon que l'auteur dit un mot.

A ces accroissements successifs dans la puissance du matériel correspond la nécessité de modifier l'emploi de ce matériel. Si la puissance du canon va se trouver, à certains égards, décuplée, on est amené à se demander, en effet, s'il ne convient pas de transférer à l'artillerie la prépotence attribuée jusqu'à présent à l'infanterie. Et cette thèse a été soutenue par des écrivains qui font autorité. Que si nous admettons que les deux armes doivent continuer à contribuer, pour la même part proportionnelle, au gain des batailles, c'est donc qu'il faut réduire le nombre des bouches à feu, puisqu'une seule fera la besogne de dix des anciennes. Et, dès lors, les colonnes seront singulièrement allégées. Non point autant, toutefois, qu'il pourrait le sembler au premier abord, car, si l'on faut moins de pièces pour produire un effet déterminé, il faut tout autant de munitions, sinon davantage, et, par conséquent, loin de réduire le nombre des caissons en même temps que celui des pièces, on peut être amené à l'augmenter ; mais alors, en alourdissant les convois de ravitaillement de l'armée, on aura allégé ses trains de combat ; on aura, si j'ose dire, déplacé le centre de gravité des colonnes, modifié les conditions d'équilibre et la répartition des éléments que le commandement tient dans sa main. Bref, la réforme qui s'effectue présentement ne peut manquer d'avoir des répercussions considérables sur l'art militaire : les règles de la logistique en seront changées, et la physionomie des batailles se transformera. Sans se mêler de prophétiser, ce qui, en pareille matière, est toujours délicat, on aurait pu résumer ce que les gens du métier ont écrit sur cette métamorphose ; on aurait pu parler brièvement de la polémique qui agite la presse militaire, et dont l'objet est de savoir s'il convient de conserver conjointement l'artillerie divisionnaire et l'artillerie du corps, ou s'il n'est pas opportun de sacrifier l'une d'elles, et laquelle. Il est vraiment dommage que des questions aussi importantes aient été passées sous silence et que, parlant des équipages de campagne, on n'ait pas soufflé mot de leurs attelages, pas plus que, parlant des batteries de côte et des pièces de bord, on n'a indiqué les principes de la défense du littoral et du tir à la mer.

Mais, à quoi bon insister sur ce que l'auteur n'a pas fait ? Puisqu'il n'a pas compris son livre comme nous l'aurions souhaité, prenons le tel qu'il est, c'est-à-dire comme un tableau statistique et descriptif de l'état des diverses artilleries européennes à la veille de la grande révolution qui se prépare, à ce tournant que marque la création d'un matériel à tir rapide. Ne voulant que dresser cet inventaire, encore le commandant Vallier eût-il dû le donner parfaitement exact. Or, il suffit de jeter les yeux sur les figures 23 et 24 pour constater que la tête mobile et le frein représentés sont, l'un et l'autre, d'un modèle depuis longtemps abandonné. Si de telles erreurs ont été commises au sujet du matériel français, quelle sécurité peuvent nous inspirer les renseignements relatifs aux artilleries étrangères ? Les omissions risquent de nous tromper non moins que des inexactitudes. Par exemple, il n'est rien dit des caissons, lesquels ont pourtant, dans les batteries, une importance qu'un avenir rapproché mettra en relief ; car on sait aujourd'hui que c'est l'organisation originale de cette voiture accessoire qui a permis de donner au « canon de l'avenir » sa prodigieuse vitesse de tir. Dans l'énumération des projectiles français ne figure pas l'obus à balles de 80, modèle 1893, dont la description se trouve au § 206 du Règlement sur le service des canons.

Bref, dans ce volume bien imprimé et d'une lecture agréable, on trouvera beaucoup de choses, mais qui ne sont peut-être pas précisément celles qu'on y voudrait le plus trouver; dans ce grand nombre de chiffres et de détails, on regrettera l'omission de chiffres importants et de données essentielles. A. B.

2° Sciences physiques

Fabry (Ch.), *Professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.* — **Leçons élémentaires d'Acoustique et d'Optique.** — 1 vol. in-8° de 356 pages avec 265 figures. (Prix : 7 fr. 50.) Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris, 1899.

Voilà un ouvrage excellent : en un nombre de pages relativement restreint, l'auteur expose, avec une clarté remarquable et une précision rigoureuse, tous les éléments de l'Acoustique et de l'Optique. Il ne suppose à ses lecteurs que des connaissances mathématiques rudimentaires, attendu qu'il se croit même obligé de leur apprendre, dans une note, ce qu'est un sinus; d'autre part, il fait du calcul arithmétique et algébrique l'usage le plus modéré; et cette contrainte qu'il s'est imposée, et dont ses habitudes d'ancien polytechnicien ont dû souffrir, ne nuit en rien à la limpidité et à la rigueur de son exposé. Les élèves du P. C. N., auquel ce livre est destiné, apprécieront assurément la méthode de leur maître.

Le chapitre I est consacré à l'étude générale des phénomènes périodiques; c'est l'introduction obligée d'un traité d'Acoustique et d'Optique. L'Acoustique offre une première application de ces notions et elle prépare le lecteur aux considérations plus abstraites et plus difficiles de l'Optique physique. Les cinq paragraphes du chapitre II traitent de ces questions d'Acoustique. L'Optique géométrique forme la matière des neuf premiers paragraphes du chapitre III; il reste environ 70 pages pour l'Optique physique. L'histoire de l'Optique termine l'ouvrage et constitue une sorte de synthèse des questions traitées dans le livre.

M. Fabry dit, dans sa préface, qu'il s'est moins attaché à la description détaillée des phénomènes et des appareils propres à les produire qu'à indiquer l'enchaînement logique des faits et des lois qui les régissent. C'est la meilleure manière de procéder dans l'enseignement du P. C. N., et nous félicitons l'auteur du programme qu'il s'est tracé et de l'art parfait avec lequel il l'a rempli.

A. WITZ,

Professeur à la Faculté libre
des Sciences de Lille.

Hummel (J.), *Directeur du Collège de Teinture de Leeds.* — **Manuel pratique du Teinturier. Traduction française de M. F. Dommer, Professeur à l'École de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris.** — 1 vol. in-12 de 550 pages avec 78 figures. (Prix : 7 fr. 50.) B. Tignot, éditeur, Paris, 1899.

Le Traité de Teinture du professeur Hummel est considéré à l'Étranger comme un ouvrage classique sur cette matière. De nombreuses éditions publiées en Angleterre, des traductions en allemand, italien, japonais, ont fait connaître un peu partout, dans le monde industriel, cet excellent ouvrage dont l'éloge n'est plus à faire.

L'édition française publiée aujourd'hui par M. Dommer, d'après la dernière édition anglaise, est donc certainement appelée à rendre de réels services aux industriels français.

Le succès obtenu par le traité de M. Hummel nous dispense d'en faire ici une longue analyse; il suffira d'en rappeler sommairement les grandes lignes.

Les quatre premiers chapitres sont consacrés à l'étude des propriétés du coton, du lin, du jute, de la ramie, de la laine et de la soie; l'action des divers agents sur ces différents tissus est soigneusement passée en revue.

Les chapitres suivants concernent les opérations

préliminaires précédant la teinture : blanchiment, dégraissage de la laine et décreusage de la soie; l'auteur rappelle ensuite les conditions que doit remplir l'eau employée en teinture, et les diverses méthodes d'épuration utilisées dans ce but.

Un chapitre spécial est consacré aux diverses théories de la teinture; un autre aux mordants; un, enfin, qui termine les généralités, traite des méthodes et appareils les plus usités.

Dans la seconde partie de l'ouvrage, l'auteur donne les détails relatifs à l'emploi des colorants naturels et artificiels, et décrit, à propos de chacun d'eux, les précautions spéciales enseignées par la pratique.

Telle est en quelques mots, la substance du *Manuel pratique du Teinturier*, dont M. Dommer vient de publier l'édition française.

Nous ne saurions trop la recommander soit aux praticiens qui désirent suivre les progrès de l'art de la teinture, soit aux personnes chargées de l'enseignement de la Chimie industrielle.

PHILIPPE-A. GUYE,

Professeur de Chimie à l'Université de Genève.

3° Sciences naturelles

Labbé (Alphonse), *Conservateur des Collections de Zoologie à la Sorbonne.* — **La Cytologie expérimentale.** — 1 vol. in-12 de 188 pages avec 56 figures de la Bibliothèque de la Revue générale des Sciences. (Prix cartonné : 5 fr.) G. Carré et C. Naud, éditeurs, Paris, 1899.

Tandis qu'à l'étranger les résultats principaux et les lois de la Biomécanique (*Entwickelungsmechanik*) ont été déjà exposés dans plusieurs importants ouvrages, cette science nouvelle n'a encore été chez nous (à part le livre de M. Delage, fait à un point de vue spécial) l'objet d'aucun exposé méthodique. Aussi tout biologiste français a-t-il salué certainement avec joie l'apparition d'un petit livre qui, s'il n'est pas la Biomécanique entière, en est du moins le premier et le plus important chapitre : c'est le livre de M. Labbé, *La Cytologie expérimentale, essai de Cytomécanique*.

M. Labbé était bien placé pour écrire ce livre. Sans être cytomécaniste de profession et risquer de trop « pénétrer le livre de ses idées personnelles », il avait approché d'assez près les questions de Cytomécanique pour s'être pénétré de leur intérêt, et pour s'être fait d'elles une conception d'ensemble, solidement appuyée sur de nombreux documents, tant personnels que d'emprunt, qu'il a rassemblés et qu'il nous livre dans son ouvrage. Cette conception générale de la Biomécanique, ou tout au moins de la Cytomécanique, fait à son auteur le plus grand bonheur. Les documents consignés dans cet ouvrage en font un très utile compendium, ou les gens du métier puiseront avec profit, et, en tout cas, témoignent des connaissances très étendues que l'auteur a sur la question. Ce sont là des qualités surtout subjectives de l'œuvre de M. Labbé.

Il est regrettable de ne pouvoir en dire autant de bien au point de vue objectif. Il est peu probable que cet ouvrage puisse servir véritablement, comme le prédit M. Delage, à la culture générale de ceux que ces questions intéressent, à moins qu'ils ne soient gens du métier, biologistes déjà formés; cela, à cause d'imperfections didactiques de diverses natures. Si les conclusions, placées à la suite de presque tous les chapitres, donnent de l'ensemble de la Cytomécanique une idée générale précise, parce qu'elles sont la représentation extérieure d'un plan de rédaction nettement tracé, il s'en faut que les documents qui constituent la substance des chapitres successifs, forment à ces conclusions générales un commentaire satisfaisant et explicite. En réalité, ce livre paraît se composer de deux parties. L'une est représentée par la somme des conclusions partielles des chapitres, formant dans leur ensemble un article parfait, quoique difficile à lire à cause de sa condensation même et de l'absence de faits

concrets et d'exemples, et ne pouvant être compris que des initiés. L'autre partie, qui enferme les faits et les exemples décrits au cours des chapitres mêmes, paraît presque avoir été surajoutée à la précédente, à la perfection de laquelle elle est loin d'atteindre. Les matériaux qui la composent ne sont pas, en général, suffisamment ordonnés et souvent ne figurent pas à la place qui leur convient. Les faits exposés, les lois interprétées ne le sont pas d'une façon assez explicite; trop souvent, l'auteur déclare qu'il ne peut entrer dans les détails, que le sujet demanderait de trop longues explications (p. 32, p. 85, etc.), et abandonne le lecteur sans lui avoir rien fait comprendre : la théorie de Jensen, par exemple. Il y a des obscurités et même des impénétrabilités absolues dans certains pas-ages, tels que l'action de l'acide CO² sur la segmentation, la post-régénération de Roux, la loi de segmentation d'Heitwig, etc. (p. 73, 84, 87). Les obscurités proviennent parfois d'un défaut de concordance entre le texte et les figures, celles-ci n'étant pas toujours expliquées; ainsi sont associés dans la figure 42, dont la légende est « flagellés artificiels », des cas naturels et des cas artificiels de transformation flagellaire; la figure 44 est incompréhensible pour qui n'en connaissait pas auparavant la légende explicative. Les obscurités résultent le plus souvent d'imperfections plus ou moins graves de rédaction. Laisant de côté « l'essence de tremeštine » (*escencia de trementina* de Gallardo) et autres imperfections qui ne gênent pas l'intelligence du texte, mais indiquent tout au moins une rédaction hâtive, les suivantes, qu'on peut sans doute aussi attribuer à des lapsus, sont plus graves : décrivant (p. 2) le procédé de Bütschli pour la création d'un protoplasme artificiel, l'auteur oublie l'indispensable goutte d'eau et confond ensuite à tel point goutte et gouttelettes que l'émulsion devient incompréhensible; il insère (p. 5) les fibrilles du système centré de Heidenhain « sur la membrane nucléaire, le noyau restant interfilaire »; il dit nucléoplasme à la place de cytoplasme (p. 64), ce qui rend inintelligible l'expérience de Lillie; il oppose l'excitant du protoplasma au coagulant protoplasmique (p. 71); il fait du cytochorisme (p. 92) une fusion, alors que c'est une séparation. Les imperfections enfin que contient le dernier chapitre « la différenciation cellulaire », font souvent l'effet de véritables erreurs; il est très contestable que la différenciation de la cellule nerveuse « porte surtout sur le noyau, dont la quantité de chromatine diminue corrélativement et s'effrite »; la partie distale ou basale des cellules de l'épithélium rénal des vertébrés est loin d'être formée de cytoplasme peu ou point différencié; le paragraphe des différenciations intracellulaires est fait d'une cytologie très approximative et vue de si haut, que les détails ne sont plus perçus exactement.

Ces diverses imperfections sont regrettables, enlevant à l'ouvrage une grande partie de sa valeur didactique. Il eût fallu cependant très peu de chose pour en faire sinon un Traité, du moins un Précis de Cytomécanique excellent, étant déjà richement documenté et fortement pensé. Tel qu'il est, ce livre sera consulté avec fruit, pour les documents nombreux (figures, descriptions et tableaux) qu'il renferme. Et les conclusions générales demeureront une vigoureuse esquisse de la ligne d'évolution de la Cytomécanique future.

A. PRENANT,

Professeur à la Faculté de Médecine de Nancy.

4° Sciences médicales

Déga (Mlle Georgette). — *Essai sur la cure préventive de l'hystérie féminine par l'éducation. (Thèse de la Faculté de Médecine de Bordeaux).* — 1 vol. in-8° de 96 pages. F. Alcan, éditeur. Paris, 1899.

M^{lle} Déga, dans une thèse intéressante, développe quelques idées générales relatives à l'éducation des enfants nerveux. Parmi les conditions qui déterminent

l'écllosion des maladies hystériques, il est évidemment juste de faire une grande part à certains troubles de caractère, émotivité exagérée, faiblesse de l'attention et de la volonté, défaut d'unité dans la personnalité. Une éducation intelligente et sévère peut modifier ces tendances et permettre à un esprit sinon déjà malade, mais au moins trop faible, de se reconstituer et d'échapper à la maladie confirmée.

Sans doute, ces réflexions sont justes dans leur généralité, mais l'auteur conviendra qu'elles sont d'une application bien difficile. Bien des causes déterminent cet affaiblissement cérébral de l'hystérique et il ne sera pas toujours possible de soumettre de pareils esprits à une éducation rationnelle. Il n'en est pas moins juste de l'essayer et ce serait rendre service à ces malades que de préciser un peu plus l'éducation qui leur serait la plus favorable.

D^r PIERRE JANET,

Professeur remplaçant au Collège de France.
Chargé de cours à la Sorbonne.

5° Sciences diverses

Charles-Roux, ancien député. — *Notre Marine marchande.* — 1 vol. in-18 de 410 pages (Prix : 4 fr.) Armand Colin et C^o, éditeurs, 5, rue de Mézières. Paris, 1899.

La décadence de notre marine marchande s'accroît malheureusement d'année en année. Personne ne peut plus la nier; mais beaucoup de ceux qui la constatent et la déplorent n'en connaissent pas les causes multiples. Il faut savoir gré à M. Charles-Roux de les avoir exposées avec méthode et clarté dans un livre accessible à tous. Le grand public s'est jusqu'à présent trop peu préoccupé d'une des questions qui touchent de plus près aux intérêts généraux du pays, et il a un rôle à remplir à côté des commissions techniques où domine souvent la représentation d'intérêts particuliers. S'il y était poussé par un puissant mouvement d'opinion, le Parlement hésiterait peut-être moins à prendre les mesures législatives nécessaires pour remédier à une situation dont il est en partie l'auteur responsable.

Au début de son ouvrage, M. Charles-Roux montre la transformation qu'a subie la marine de commerce depuis qu'elle fait usage de la vapeur et que les navires en fer de 6.000 à 10.000 tonneaux ont remplacé les légères goélettes en bois de 500 à 600. L'instrument est devenu plus coûteux, et certains pays se trouvent dans de meilleures conditions que la France pour l'établir à bon marché. C'est ainsi qu'en Angleterre, le bas prix du charbon et du fer favorise beaucoup la construction maritime. Par suite du développement qu'elle y a pris, les chantiers disposent maintenant d'un personnel habile et nombreux; ils font les navires économiquement et ils les livrent vite. Au contraire, en France, les constructeurs, qui visent surtout les commandes de la marine militaire, écartent fréquemment leurs clients particuliers en leur proposant des devis et des délais inacceptables.

D'autres causes contribuent encore à mettre notre marine dans un état précaire : ce sont notamment les charges qu'imposent les lois sur l'inscription maritime, les règles trop restrictives concernant la composition des équipages, le manque d'un fret de sortie assuré, la difficulté de trouver des capitaux pour les entreprises de navigation. Il en résulte que, du second rang qu'elle occupait autrefois, la marine française, aujourd'hui au troisième, est menacée de reculer encore. Dans les mers lointaines, on ne voit plus jamais le pavillon français, ou il ne s'y montre que sur les paquebots de nos compagnies subventionnées.

Pour enrayer le mal, la loi de 1881 accorda une prime à la navigation aux bâtiments de construction française et la moitié de cette prime aux bâtiments de construction étrangère. Cette loi, qui produisit d'excellents effets, eut une trop courte durée. Sous le régime inauguré en 1893 et encore aujourd'hui en vigueur, ont seuls droit à une prime, les navires sortant des chan-

tiers français. Quoique ces navires bénéficient également d'une prime à la construction, ils reviennent à un prix bien supérieur au prix anglais. L'armateur ne fait donc construire ni en France à cause de la cherté, ni à l'étranger à cause de la suppression de la prime. Notre flotte s'amoindrit et vieillit au moment précis où, pour soutenir la concurrence, elle devrait être nombreuse et se composer d'éléments perfectionnés.

Dans ces conditions, M. Charles Roux, estimant qu'il vaudrait mieux posséder des navires provenant du dehors que de n'en avoir aucun, demande le rétablissement de la demi-prime pour les navires de construction étrangère françaisés. Disons, en passant, que ce n'est pas cette solution qu'a adoptée la Commission extra-parlementaire de la marine marchande. Après de longues discussions entre armateurs et constructeurs, elle s'est ralliée à un système transactionnel assez compliqué : il comporte une allocation, dite compensation d'armement, à tous les navires battant pavillon français, quelle que soit leur origine, et une prime à la navigation pour les navires construits dans les chantiers nationaux. La compensation d'armement et la prime à la navigation ne se cumuleraient pas.

La deuxième partie de l'ouvrage est consacrée à la navigation postale, que des nécessités d'ordre supérieur forcent le gouvernement à subventionner. A ce propos, l'auteur, dans une étude intéressante sur la vitesse et son prix de revient, fait voir, par des tableaux et des graphiques, que quand on veut augmenter dans une certaine proportion la rapidité de la marche, les dépenses de construction, de personnel et de combustible croissent dans une proportion beaucoup plus grande. Pour les vitesses de 20 nœuds et plus que fournissent les paquebots les plus récents, les frais d'établissement et d'exploitation deviennent énormes. De là l'augmentation des subventions. Elles mettent les navires postaux, qui sont en même temps navires de commerce, dans une situation tellement privilégiée que la marine libre peut difficilement supporter la concurrence. C'est un grave inconvénient. Puisqu'on est obligé de le subir, il serait au moins désirable que le sacrifice de 26 millions consenti en faveur de la navigation postale eût pour résultat de conduire le pavillon français dans toutes les mers où nous avons des intérêts commerciaux. Passant en revue nos lignes subventionnées, M. Charles-Roux constate que de nombreuses régions restent en dehors de leur tracé. Le Canada, le bassin de l'Amazone, la côte du Pacifique, les îles Hawaï, la Nouvelle-Zélande, les ports de la Chine et bien d'autres stations importantes ne sont pas desservis.

M. Charles-Roux expose ensuite le régime auquel sont soumis les ports français. Les droits de quai, très lourds, établis en 1872, à une époque où l'on cherchait partout des ressources, en éloignaient les navires qui étaient taxés en raison de leur capacité totale, sans aucune considération des opérations effectuées. Ce système avait pour résultat de détourner le trafic vers les ports étrangers. Il a été heureusement modifié en 1897, de manière à favoriser la navigation d'escale : aujourd'hui, la taxe est sensiblement proportionnelle au tonnage des marchandises embarquées ou débarquées. La réforme était d'autant plus urgente qu'aux droits de quai s'ajoutent, pour l'armateur, les taxes locales qui représentent les dépenses occasionnées par les travaux exécutés dans les ports. Avant 1893, ces péages locaux étaient établis uniquement sur le tonnage. Afin de permettre de proportionner dans chaque cas la charge de l'impôt à la capacité de paiement de la matière imposée, une plus grande latitude pour la détermination de la base de perception est laissée maintenant aux Chambres de commerce qui ont la gestion des ports. Elles peuvent tenir compte de toutes les nécessités et sauvegarder tous les intérêts en graduant les taxes suivant, par exemple, l'espèce du navire, son tirant d'eau, la durée de son stationnement, l'éloignement du pays d'expédition ou de destination.

D'autres réformes restent à accomplir. Une des plus

utiles que propose M. Charles-Roux serait certainement de constituer les ports en organismes indépendants bénéficiant de toutes les ressources qu'ils doivent à leur prospérité et supportant toutes les charges de nature à la maintenir ou à l'augmenter. Ils se développeraient alors d'une façon normale, et quelques-uns d'entre eux prendraient rapidement une extension qui leur est interdite aujourd'hui. En effet, avec un budget central dont nos nombreux petits ports absorbent en pure perte une partie pour des améliorations sans résultat utile, il reste trop peu pour les dépenses productives qui rendraient nos grands ports comparables à ceux de l'étranger. Les travaux les plus urgents s'exécutent chez nous avec une telle lenteur que l'installation et l'outillage ne se trouvent jamais en rapport avec les besoins actuels de la navigation. L'exemple de ce qui se passe pour le Havre est caractéristique : dans une récente convention entre l'État et la Compagnie transatlantique, on a dû spécifier que cette Compagnie ne serait astreinte à construire les navires de grandes dimensions, permettant de réaliser les vitesses qu'atteignent les paquebots concurrents, que si les bassins étaient assez vastes pour les recevoir.

Si nous avions en France moins de goût pour la symétrie et les règles uniformes, on pourrait aussi tenter une expérience qui semble avoir réussi à l'étranger en créant quelques ports francs, à l'exemple de ceux qui existent en Allemagne, en Russie, en Italie et en Angleterre. A chacun d'eux est annexé un territoire plus ou moins vaste où les marchandises, avant d'être réexportées ou livrées à la consommation intérieure, peuvent être introduites, manipulées et transformées sans aucune ingérence de la douane.

Il serait difficile en France de l'éviter complètement, à cause de la multiplicité des tarifs auxquels, suivant leur provenance, sont soumises les marchandises ; si, après avoir été transformées, elles pouvaient pénétrer dans le marché intérieur, l'intervention de la douane serait toujours nécessaire pour empêcher les fraudes. Il faudrait donc limiter la franchise aux marchandises destinées à être réexportées. Même avec cette restriction, les ports francs contribueraient certainement beaucoup à développer les transactions maritimes et permettraient de reconstituer des industries dont le régime douanier actuel rend l'existence impossible.

Le dernier chapitre traite des questions maritimes internationales et spécialement de la sécurité de la navigation, des mesures sanitaires relatives aux épidémies et de la jauge des navires. Sur ces matières et beaucoup d'autres, chaque nation a des règlements spéciaux, qu'elle interprète plus ou moins strictement suivant qu'il s'agit de sa propre marine ou des marines étrangères. De là bien des incertitudes et des contestations que supprimerait l'unification du droit maritime. Les moyens de la réaliser ont été en partie élucidés dans plusieurs importants congrès tenus à Anvers, Washington, Liverpool et Gènes.

Dans ses conclusions, M. Charles Roux présente le tableau d'ensemble des mesures à prendre pour relever notre marine marchande. La plupart des réformes qu'il indique semblent justifiées, et il est à désirer que le Parlement s'occupe bientôt de les faire aboutir. Toutefois — et c'est un point sur lequel l'auteur n'a peut-être pas assez insisté — il ne faut pas attribuer au législateur une puissance qu'il ne possède pas. A lui seul il est incapable de changer une situation qui ne résulte pas uniquement d'entraves légales, mais qui tient aussi à la situation générale des affaires. Si notre industrie était plus active, si notre commerce devenait plus entreprenant, si de plus nombreux Français allaient s'établir à l'étranger pour y faire connaître et répandre nos produits, le fret destiné à nos ports ou en provenant, s'accroîtrait dans une grande proportion, et une flotte se créerait forcément pour le transporter. Un organe ne peut se développer complètement que lorsqu'il a une fonction à remplir.

GEORGES FOLCART,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 13 Mars 1899.

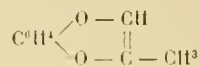
L'Académie procède à l'élection d'un Correspondant dans la Section de Géographie et Navigation. Le R. P. Colin est élu.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. F. Courty envoie ses observations de la comète de Swift (1899, a) faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux. — M. D. Eginitis a retrouvé, dans les écrits de deux historiens byzantins, la description de deux pluies d'étoiles filantes très abondantes ayant eu lieu en 532 et en 538. La discussion des phénomènes conduit l'auteur à les identifier avec des pluies de Biélides, provenant de deux fragments différents de la comète de Biéla. Ces faits confirmeraient l'hypothèse de la lente désagrégation de la comète de Biéla et la théorie de M. Schiaparelli sur l'origine des courants météoriques. — M. H. Poincaré montre que son théorème, d'après lequel, dans toute variété fermée, les nombres de Betti également distants des extrêmes sont égaux, théorème qui a été considéré comme inexact par M. Heegard, n'est, en effet, pas vrai pour les nombres de Betti tels que Betti les définit, mais qu'il est juste, au contraire, avec la définition adoptée par M. Poincaré. — M. L. Crelier adresse une note sur une nouvelle démonstration

du développement de Legendre pour \sqrt{A} . — M. E. Valier montre que, lorsqu'on ne dispose, pour faire une moyenne, que d'un nombre très restreint d'observations, et que, parmi les mesures relevées, il s'en présente une différant notablement des autres, sans cause vraisemblable et intrinsèque d'élimination, il convient, au lieu de l'écartier purement et simplement, d'ajouter à la moyenne arithmétique, en grandeur et en signe, la quantité $-\frac{1}{2} \frac{S_3}{S_2}$, S_3 et S_2 étant respectivement les sommes algébriques des cubes et des carrés des écarts pris par rapport à la moyenne. — M. H. Le Chatelier a étudié le mécanisme de la désagrégation des mortiers hydrauliques, due généralement à l'hydratation de la chaux et de la magnésie non combinées. Mais alors que cette extinction ne demande que quelques jours, l'action expansive ne se fait parfois sentir qu'après des mois et des années. L'explication de ce retard semble résulter de ce fait : les tensions développées par l'extinction, lorsqu'elles sont insuffisantes pour produire une rupture immédiate, font croître la solubilité des éléments actifs du ciment. Ceux-ci se dissolvent pour recristalliser sur place hors tension ; il s'ensuit des déformations permanentes qui ne se développent que très lentement.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. E.-H. Amagat recherche les résultats auxquels on arrive, dans le cas de l'état de saturation, avec la forme nouvelle de l'équation $f(p, r, t) = 0$ qu'il a donnée précédemment. Pour l'acide carbonique, les écarts entre les pressions calculées et observées sont parfaitement tolérables, étant donnée la difficulté de calculer les valeurs numériques des volumes liquides et l'insuffisance même de la formule. — M. C. Féry a déterminé le rapport r'/r des résistances du fil de torsion et de la bobine d'un galvanomètre à cadre qui met l'appareil dans les conditions du maximum de sensibilité. Lorsque $r' = \text{const.}$ (fil de torsion donné, ou a un maximum pour $r = r' + \rho$, ρ étant la résistance intérieure de la source d'électricité. Lorsque la résistance totale $R = r + r'$ est donnée, le maximum a lieu pour $r' = 2r$. Pour que ces formules puissent être appliquées, il faut annuler complètement

l'effet perturbateur dû au magnétisme de la bobine. — M. Thomas Tommasina est parvenu à réaliser des cohéreurs à poudre de charbon doués d'une extrême sensibilité et régénérables par le plus léger choc. Au moyen de ces derniers, il a mis en évidence la production d'extra-courants induits dans le corps humain par des ondes électriques. — M. Marage montre que les voyelles sont des sons produits, dans l'intérieur des résonateurs supra-laryngiens, par une double vibration aérienne. La première est une vibration ordinaire due à l'échappement discontinu de l'air à travers la glotte (note fondamentale). La seconde est formée par les cyclones de Loontens, c'est-à-dire par des mouvements circulaires très rapides, produits dans les cavités supra-laryngiennes par la sortie de l'air. — M. Armand Gautier a recherché la présence de l'iode dans l'air provenant de diverses localités. Sous la forme d'iode libre ou de gaz iodés, l'iode n'existe pas, ou n'existe pas en quantité sensible, dans l'air de Paris, ni dans celui des bois, de la montagne ou de la mer ; il en est de même de l'iode, qui pourrait, à la rigueur, se trouver dans l'air à l'état de sels solubles en poussières extrêmement ténues. Au contraire, à l'état organique, insoluble dans l'eau, en suspension dans l'air, l'iode se trouve dans 1.000 litres à la dose de $0^{\text{mgr}}0013$ à Paris, et de $0^{\text{mgr}}0167$ au bord de la mer. Cet iode paraît même à l'état organisé et se trouve probablement contenu dans les spores du plankton, qui sont en suspension dans l'air marin. — M. M. Berthelot communique un mémoire sur les cyanures doubles. Dans la première partie, il a déterminé les équilibres qui résultent de l'opposition des acides chlorhydrique, acétique, borique, carbonique, sulfurique, avec l'acide cyanhydrique dans leurs sels alcalins. Dans la seconde partie, il définit la chaleur de formation et la constitution des cyanures doubles de potassium avec l'argent, le mercure et le zinc. L'action des acides forts sur ces cyanures doubles ne s'explique bien que si l'on admet l'existence d'acides argento, hydrargyro et zinco-cyanhydriques, en général peu stables et dont la chaleur de formation est négative. — M. A. Berg a constaté que le bioxyde de manganèse est susceptible de former un iodate très peu stable, décomposable par l'eau, et qui ne peut exister qu'à la faveur d'un excès d'acide iodique. Mais si sa formation a lieu en présence d'autres iodates métalliques, il se produit des sels doubles plus stables qui répondent à la formule générale $(IO_3)_2Mn, 2IO_3^M$ ou $(IO_3)_2Mn (IO_3)_2M'$, M' et M'' représentant des métaux uni ou bivalents. — M. Ch. Moureu a préparé la méthyléthènyprocatéchine :



par deux méthodes différentes : 1^o la déshydratation de l'orthoxyphénoxyacétone par l'anhydride phosphorique en présence de la quinoléine ; 2^o la réaction du chlorure d'acétyle sur l'orthoxyphénoxyacétone en présence d'éther orthoformique. Le composé obtenu fixe facilement un molécule de brome pour donner un bibromure qui, chauffé avec l'eau, régénère de la pyrocatechine et du méthylglyoxal. — M. E.-E. Blaise a établi d'une façon indiscutable la constitution de l'acide α -diméthylglutarique en le transformant dans la pyrrolidone correspondante, corps qu'il avait déjà préparé synthétiquement. Les carboxyles de l'acide diméthylglutarique possèdent des énergies très différentes puisque, lorsqu'on le chauffe avec l'alcool absolu et un

peu d'acide chlorhydrique, on obtient 99 % d'éther acide. — M. **Cchsner de Coninek** a étudié le mode de décomposition, par le mélange chromique, des chlorhydrates de di et de triméthylamine, de quelques bases pyridiques et quinoléiques et de l'azobenzol. — M. **G. Denigès** a constaté que l'acide acétone-dicarbonique contracte avec le sulfate de mercure une combinaison du même ordre que celles déjà décrites pour les acétones de la série grasse. Cette réaction est très sensible et permet de déceler, à la rigueur, jusqu'à 1 milligramme de produit par litre. — MM. **Léo Vignon** et **Meunier** communiquent une méthode analytique qui permet de déterminer rapidement et avec exactitude, la quantité d'éléments nécessaires à l'épuration chimique d'une eau donnée. Cette méthode consiste à doser l'acide carbonique libre ou à demi combiné (d'où la quantité de chaux nécessaire à sa précipitation), puis la quantité de carbonate de sodium nécessaire à la transformation des chlorures et sulfates. — MM. **C.-E. Guignet** et **Em. David** ont constaté que les couleurs artificielles, teignant directement la laine dans un bain acide, prennent beaucoup mieux sur la laine passée à la chaux que sur la laine simplement dégraissée au carbonate de soude. Ce procédé, déjà employé aux Gobelins, pourrait avantageusement passer dans l'industrie. — MM. **P. Cazeneuve** et **P. Breteau** ont préparé, à l'état chimiquement pur, l'hématine du sang de plusieurs animaux : bœuf, cheval, mouton ; ils ont ensuite analysé ces différents produits et ont trouvé des différences de composition absolument caractérisées. Les teneurs en azote et en fer des hématines de cheval et de mouton nous autorisent, en particulier, à les regarder comme des espèces chimiques distinctes. — M. **Henri Hélier** a déterminé le pouvoir réducteur du muscle gastrocnémien de la grenouille. Il a une certaine valeur pour le muscle au repos, puis il diminue lorsque le muscle travaille, pour augmenter de nouveau lorsque le muscle assimile les produits de la digestion. En général, le pouvoir réducteur est d'autant plus grand que le muscle travaille plus.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. **E. Puscarin**, en examinant les lésions du système nerveux dans la rage, a trouvé des formations spéciales dont la nature parasitaire ne laisse aucun doute. Elles constitueraient d'après l'auteur l'agent pathogène de la rage. — M. **Gabriel Roux** a étudié la production, par le coli-bacille, d'un pigment vert lorsqu'on le cultive sur des tranches d'artichaut. La cause du phénomène est la sécrétion par le bacille d'une diastase oxydante ; celle-ci ne peut produire son effet qu'en présence de l'oxygène, et si l'on empêche l'accès de l'air le pigment vert ne se forme plus. — MM. **J.-L. Prévost** et **F. Battelli** ont étudié sur divers animaux le mécanisme de la mort par les courants électriques alternatifs. Avec les courants de haute fréquence, les oreillettes du cœur s'arrêtent en diastole pendant que les contractions ventriculaires persistent. Avec les courants à faible tension, l'accident le plus important est l'apparition de trémulations fibrillaires des ventricules du cœur. On peut, en sommant l'animal dont le cœur a été mis en trémulations fibrillaires par un courant de faible tension à un courant de haute tension, voir le cœur reprendre ses contractions ventriculaires. — M. **C. Sauvageau** a constaté qu'un certain nombre d'algues croissent sur la carapace de l'araignée de mer (*Maia squinado*). En examinant ces animaux dans le golfe de Gascogne, il a observé l'existence de certaines algues qui n'avaient pas été trouvées sur les rochers à mer basse. — M. **A. Trillat** a étudié l'emploi des matières colorantes pour la recherche de l'origine des sources et des eaux d'infiltration. L'intensité des colorations diminue avec le degré hydrotimétrique de l'eau et peut complètement disparaître sous l'influence des carbonates alcalins. La filtration à travers des sols calcaires précipite les couleurs à l'état de base, excepté la fluorescéine ; les colorations ne peuvent être régénérées, excepté celle de la fuchsine acide.

Séance du 20 Mars 1899.

M. le Président annonce le décès de M. Naudin, doyen de la Section de Botanique, mort à Antibes le 17 mars, à l'âge de quatre-vingt-trois ans.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **F. Rossard** communique ses observations de la comète Swift (1899, *a*) faites à l'équatorial Brunner de l'Observatoire de Toulouse. — M. **L.-J. Gruy** envoie ses observations de la comète Swift, faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Besançon, avec M. P. Chofardet. — Le R. P. **Colin** a déterminé la longitude et la latitude de six stations de la côte occidentale de Madagascar, de Majunga à Morondava, ainsi que la déclinaison en chacun de ces points. — M. **E. Blutel** montre qu'il existe une infinité de surfaces (S) dépendant d'une fonction arbitraire $\varphi(r)$. Les développables normales aux lignes de première courbure correspondantes sur ces surfaces sont homothétiques entre elles. — M. **C. Guichard** étudie quelques applications de la loi de parallélisme des réseaux et des congruences. Il montre, en particulier, que les surfaces doublement cylindrées suivant leurs lignes de courbure sont celles qui admettent la même représentation sphérique des lignes de courbure que les surfaces déterminées par M. Bonnet, qui ont pour lignes de courbure des géodésiques. — M. **Paul Staedel** montre qu'il existe une infinité de fonctions transcendentes y de l'argument x possédant la propriété de donner, pour chaque valeur algébrique de x , seulement des valeurs algébriques de y et vice versa.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. **A. Blondel** a étudié les arcs à courants alternatifs dissymétriques qui peuvent s'établir entre un métal (cuivre, aluminium, fer) et le charbon. Il y a deux types d'arcs : l'arc court, avec un faible écart des électrodes, assez stable, et l'arc long, se présentant quand on augmente l'écart, et caractérisé par un son vibratoire criard et par la suppression d'une alternance sur deux. — M. **H. Pellat**, en étudiant l'intercepteur électrolytique Wehnelt, a constaté que l'intensité moyenne du courant est plus forte dans le cas où le circuit contient le primaire de la bobine que dans le cas où le circuit est fermé sans que le primaire en fasse partie. — M. **Armand Gautier** a déterminé la quantité maximum de chlorures contenus dans l'air de la mer. L'expérience a été faite sur 341 litres aspirés en pleine mer, au phare de Rochecouves ; le résultat obtenu correspond à 0^m022 de chlorure de sodium par mètre cube d'air. — M. **M. Berthelot** a étudié l'action de l'hydrogène sulfuré et des sulfures alcalins sur les cyanures doubles. Toutes les expériences s'accordent à établir l'existence de sels doubles et triples, dérivés à la fois des deux acides cyanhydrique et sulfurique et des deux oxydes de zinc et de potassium, dans un cas, ou d'argent et de potassium dans l'autre cas. Ces sels triples, de l'ordre des chlorocyanures et iococyanures, sont appelés par l'auteur cyanosulfures. Ces sels mettent en défaut les données élémentaires de l'analyse. — M. **Georges Leser** a obtenu, par l'action de l'acide sulfurique sur l'acétylméthylhepténone, une β -dicétone cyclique, laquelle, traitée par la potasse aqueuse, donne un acide C¹⁰H¹⁸O³ qui serait l'acide isopropyl-4-heptanone-6-oique, isomère de l'acide menthoxylique. — M. **Ernest Charon** a constaté que le radical R—CH=CH a un caractère électro-négatif bien caractérisé. Divers faits confirment cette manière de voir. Ainsi, l'aldéhyde crotonylique, qui renferme ce radical, hydrogénée par le couple zinc-cuivre, donne, avec 60 % de rendement, la pinacone correspondante. D'autre part, l'alcool crotonylique se combine très facilement à froid aux acides halogénés pour donner les dérivés correspondants. — M. **Charles Lepierre** a étudié l'action de la formaldéhyde sur les produits résultant de l'action des sucs digestifs sur les albumines : hétéro, proto et deutéro-albumoses et peptones. A chaud, les premiers de ces corps sont insolubilisés ; les seconds sont d'abord transformés dans les premiers, puis insolubilisés à leur tour. Ces corps

insolubilisés, chauffés en autoclave à 110°, s'hydratent et redevenant solubles. — M. Gabriel Bertrand propose de prendre comme réactif général des alcaloïdes l'acide silico-tungstique : $12\text{TuO}^3 \cdot \text{SiO}^2 \cdot 2\text{H}^2\text{O}$. Il donne des sels bien définis, insolubles, absolument stables, dont l'analyse peut être faite avec exactitude. Les alcaloïdes peuvent être régénérés très facilement en traitant la combinaison à froid par un alcali étendu.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. Th. Boudouy a recherché la valeur physiologique des tubes pyloriques de quelques Téléostéens. Il en a préparé des macérations aqueuses, qu'il a fait agir sur différents composés. La conclusion est que les tubes pyloriques jouent un rôle actif dans la digestion. Il est à remarquer que, chez une espèce herbivore, le suc des caecums ne digère pas la fibrine, tandis que cette digestion s'effectue chez des espèces carnivores. — M. Stanislas Meunier a examiné, près d'Oustoungue (gouvernement de Wologda), une contrée couverte de blocs étranges, attribués à une pluie météorique d'après une légende du pays, datant d'il y a six siècles. L'auteur a reconnu qu'il s'agissait là de blocs erratiques.

Séance du 27 Mars 1899.

M. Ed. Bornet lit une notice sur la vie et les travaux de M. Ch. Naudin. — M. A. Gaudry annonce le décès de M. Marsh, Correspondant pour la Section de Minéralogie, et rappelle les magnifiques découvertes de Vertébrés fossiles qui ont illustré ce savant. — M. le Secrétaire perpétuel annonce le décès de M. G.-H. Wiedemann, Correspondant pour la Section de Physique. M. Mascart lit une notice sur la vie et les travaux de ce savant.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — MM. G. Rayet et F. Courty communiquent leurs observations de la comète Swift (1899, *a*) faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux. — M. J. Guillaume adresse ses observations du Soleil faites à l'équatorial Brunner de l'Observatoire de Lyon pendant le quatrième trimestre de 1898. Le nombre des groupes de taches a peu varié, mais leur surface totale a diminué d'un peu plus d'un quart. Le nombre des facules a beaucoup diminué dans l'hémisphère austral, tandis qu'il est resté sensiblement stationnaire dans l'autre hémisphère. — M. G. Darboux étudie la déformation des surfaces du second degré. Il établit en particulier le résultat suivant : Quand une quadrique (Q) tangente en un point au cercle de l'infini roule sur une surface applicable (θ), les deux génératrices isotropes qui passent par le point de contact de la quadrique et du cercle de l'infini coupent le plan de contact suivant deux points *a*, *a'* qui décrivent des surfaces normales à aa' et de courbure moyenne constante $\frac{2}{aa'}$. Par suite, d'après un théorème de M. Bonnet, le milieu *c* de aa' qui se trouve sur la droite isotrope passant par le centre de (Q) et son point de contact avec le cercle de l'infini, décrit une surface (c) dont la courbure totale est constante et égale à $\frac{1}{aa'^2}$. — M. L. Leau montre que la méthode dont il a indiqué le principe pour l'étude d'une fonction sur le cercle de convergence de la série de Taylor qui la représente, s'applique également à la recherche des régions du plan où cette fonction est holomorphe. — M. Paul Staeckel établit qu'il existe des fonctions analytiques transcendentes *y* de *x* telles que toutes les valeurs de *y* qui sont obtenues par des valeurs algébriques de *x* sont également algébriques et vice versa. — M. W. Stekloff montre que l'existence des fonctions fondamentales de M. Poincaré pour toute surface fermée (S), qui admet à la fois la transformation ponctuelle de M. Le Roy et celle de M. Poincaré, est une conséquence immédiate du théorème (A) qu'il a établi précédemment et indépendamment du principe de Dirichlet. — M. H. Lebesgue, en s'appuyant sur les

résultats de M. Baire, établit la proposition suivante : Pour qu'une fonction de plusieurs variables soit développable en série continue de polynômes, il faut et il suffit qu'elle soit ponctuellement discontinue dans tout ensemble parfait. — M. J. Boussinesq étudie l'effet produit, sur le mouvement d'inclinaison d'une bicyclette en marche, par les déplacements latéraux que s'imprime le cavalier, en particulier dans les virages. Quand les époques des déplacements spontanés du bicycliste se rapprochent de plus en plus, on peut admettre que les mouvements moyens du cadre se confondent sensiblement avec ce qu'ils seraient sous une action continue du cavalier, le moment total des inerties conservant sans cesse la même expression, grâce à des déformations appropriées. La manière de réaliser ces déplacements avec continuité est une question de sentiment ou d'expérimentation pour le bicycliste.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. D. Negreano a établi les éléments magnétiques pour Bucarest au 1^{er} janvier 1895. Il donne la formule qui permet de calculer avec une approximation suffisante un élément magnétique, à une époque quelconque, en fonction des éléments de Bucarest, si l'on connaît la latitude et la longitude du lieu. — M. L. Teisserenc de Bort communique les résultats des trois ascensions de ballons-sondes lancés à Trappes le 24 mars. L'un d'eux, tombé à Meix-Saint-Epoing (Marne), a atteint une altitude de 8.600 mètres et une température minima de - 52°. — M. Henri Becquerel communique ses dernières recherches sur le rayonnement de l'uranium et des corps radio-actifs. Les trois propriétés fondamentales de ces substances : la spontanéité du rayonnement, sa permanence et la propriété de rendre les gaz conducteurs de l'électricité, ont été complètement vérifiées. Les expériences sur la polarisation ont été négatives. Il n'y a pas de réflexion régulière ; un certain nombre de faits sont en faveur d'une réflexion diffuse, d'autres en faveur d'une émission de rayons secondaires. Pour la réfraction, les résultats ont été généralement négatifs. L'absorption est variable suivant les corps traversés. — M. D. Negreano rappelle que la formule dite de Mossotti-Clausius entre la constante diélectrique et la densité a été établie théoriquement par Lorentz et expérimentalement par lui-même pour la première fois. — M. H. Pellat a constaté que, pour un voltage élevé, l'interrupteur de Wehnelt peut présenter deux régimes, l'un caractérisé par une grande intensité moyenne de courant, l'autre par une faible intensité. Le premier se produit pendant quelques secondes quand on met brusquement le primaire en court circuit par un pont ; le second prend naissance lorsqu'on enlève le pont ; il peut persister indéfiniment. — M. A. Londe décrit un nouvel appareil, appelé radioscope explorateur, destiné à l'orientation des radiographies et à la recherche des corps étrangers. — M. le colonel G. Humbert indique un procédé permettant de transformer les jumelles de Galilée en instrument stadimétrique, c'est-à-dire destiné à mesurer la distance d'un objet de hauteur connue. — M. Daniel Berthelot et Paul Sacerdote, en vue d'augmenter le nombre des données expérimentales relatives au mélange des gaz et à leur compressibilité, ont fait des expériences sur les mélanges de SO^2 et CO^2 , d'oxygène et d'azote, d'oxygène et d'hydrogène, dont ils communiquent les résultats. — MM. M. Berthelot et P. Vieille ont fait des essais sur l'aptitude explosive de l'acétylène mélangé à des gaz inertes. Les gaz choisis ont été l'hydrogène et le gaz d'éclairage. Les expériences montrent que les pressions limites, assurant l'explosibilité des mélanges d'acétylène et des gaz inertes, convergent avec une extrême rapidité vers les valeurs correspondant à l'acétylène pur, au fur et à mesure que la teneur de ce gaz dans les mélanges augmente. La loi de cette croissance est essentiellement variable avec la nature du gaz inerte utilisé. Les gaz décomposables avec absorption de chaleur paraissent aptes à diminuer le risque d'explosion de l'acétylène auquel ils sont

mélangés, en absorbant pour leur propre compte une portion de l'énergie interne du composé endothermique et explosif. Mais, par là même, ils abaissent la température développée dans la combustion propre de l'acétylène, aussi bien que dans sa combustion, et ils en amoindrissent dès lors les propriétés éclairantes. C'est entre ces deux ordres de phénomènes que l'industrie doit se tenir. — M. H. Moissan, en réduisant le phosphate tricalcique par le charbon, a obtenu dans certaines conditions un phosphure de calcium cristallisé, de couleur rouge foncé, répondant à la formule P^2Ca^3 . La réaction la plus curieuse de ce nouveau composé est sa facile décomposition par l'eau froide, avec formation d'hydrate de chaux et d'hydrogène phosphoré. — M. A. Ditte a étudié les propriétés de deux tôles d'aluminium à 3 et 6 % de cuivre et 1 % environ d'impuretés. Ces alliages sont très facilement attaquables à la température ordinaire par les solutions alcalines étendues et l'eau de mer; il se forme une couche d'alumine gélatineuse qui se transforme peu à peu en grumeaux d'alumine trihydratée; ceux-ci retiennent des sels alcalins qui continuent à attaquer le métal au contact de l'air et le rongent profondément. Lorsque l'alliage a été trempé, il prend une structure à gros grains et se craquelle, ce qui facilite l'altération. Ces détériorations se retrouvent sur tous les objets et ustensiles de cuisine fabriqués avec ces alliages et semblent difficiles à empêcher. — M. O. Boudouard a étudié la décomposition de l'oxyde de carbone par les oxydes métalliques à 650°. Comme à 445°, elle est fonction du temps et dépend de la quantité d'oxyde métallique présent; mais la réaction, au lieu d'être totale, est limitée; avec l'oxyde de cobalt, elle s'arrête lorsque le mélange gazeux contient 61 % de CO^2 et 39 % de CO . — Le même auteur a étudié la décomposition de l'hydride carbonique par le charbon (préparé de diverses manières) à 650°. La vitesse de la réaction n'est pas la même pour les divers charbons, mais dans tous les cas la décomposition n'est pas totale. La limite à laquelle on arrive est la même que celle de la décomposition de l'oxyde de carbone par les oxydes métalliques (61 % CO^2 et 39 % CO). — M. H. Pélabon communique ses recherches sur la dissociation de l'oxyde de mercure. L'état auquel on arrive quand on maintient pendant un temps suffisamment long de l'oxyde de mercure en présence d'oxygène et de mercure liquide dépend de la température seule. Si le mercure est à l'état de vapeur non saturée, le produit de la pression de l'oxygène par le carré de la pression de la vapeur de mercure est un nombre positif, dont la valeur dépend de la température seule. — M. G. Favrel, en faisant réagir les chlorures bis-diazoïques de la benzidine, de l'orthotolidine et de la dianisidine sur les malonates d'éthyle et de méthyle, a obtenu les diphényl, ditolyl, et dianisyl-dihydrazone-malonates d'éthyle et de méthyle. — MM. Léo Vignon et J. Perraud ont recherché le mercure dans les produits des vignes soumises au traitement du black-rot par les bouillies mercurielles. Les quantités trouvées sont si minimes que ces produits peuvent être livrés sans danger à la consommation. Mais le mercure a, d'autre part, l'inconvénient d'exercer une action néfaste sur la végétation de la vigne. — M. Elophe Bénéch a retiré de la chair d'anguille, par macération, une albumine toxique, contenant des traces de fer, mais pas de phosphore, ni de manganèse. Cette albumine est précipitable par la chaleur à partir de 35°. En injection intra-veineuse, elle retarde la coagulation du sang; *in vitro*, elle paraît plutôt la favoriser.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. A. Charrin a constaté que les prédispositions morbides qui s'accusent chez la femme avant l'accouchement sont dues à des causes bien précises. Il en signale deux : l'hyperglycémie, due au ralentissement de la consommation du sucre, et la déminéralisation, provenant d'un passage de proportions variables d'éléments au fœtus en formation. Il n'est pas douteux que ces deux facteurs ne soient des

causes d'affaiblissement. — MM. Charrin et Levaditi communiquent un certain nombre d'expériences montrant l'action exercée par les sécrétions du pancréas sur les toxines microbiennes introduites dans l'intestin; ces sécrétions font subir aux produits microbiens une véritable digestion; les bactéries de l'intestin les altèrent ensuite. — MM. J.-L. Prevost et F. Battelli ont étudié le mécanisme de la mort par les courants continus; il est semblable dans ses grandes lignes à celui que l'on constate avec les courants alternatifs. La mort n'est pas due à l'extra-courant de rupture, comme l'a prétendu M. d'Arsonval; ce dernier agit seulement en provoquant des convulsions. — M. D. Pouloumordwinoff a découvert, d'abord chez les Torpilles, puis chez la Grenouille, puis chez divers Mammifères, des terminaisons des muscles striés volontaires qui ne sont pas des terminaisons motrices, mais qui, au contraire, sont des appareils sensitifs. — M. Beauverie est parvenu à transformer la forme conidienne saprophyte du *Botrytis cinerea* en une forme stérile parasite; c'est celle-là même qui cause la maladie dite de la *toile*, qui ravage les serres. Le *Botrytis* est amené dans les serres par le terreau; celui-ci devra donc être soumis à une stérilisation préalable. — M. P. Termier a déterminé quelques esquilles de roche arrachées à des affleurements du fond de l'océan Atlantique par un grappin dans le repêchage d'un câble. Cette roche a tous les caractères d'une tachylite, espèce de verre basaltique.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 7 Mars 1899.

M. le Président annonce le décès de M. Bouchard (de Bordeaux), correspondant de l'Académie. — M. Landouzy signale le cas d'une malade guérie depuis quatre mois d'un épithélioma pylorique par excision des trois cinquièmes de l'estomac et jéjunostomie. Il insiste sur le rôle de l'intervention chirurgicale comme traitement du cancer de l'estomac; elle doit être plus que palliative; elle peut se faire curative si elle sait être hâlive. — MM. Paul Reclus et Tillaux exposent leurs idées sur l'intervention chirurgicale et le traitement médical dans l'appendicite. — M. Albarran lit un mémoire sur un cas de capitonnage de la poche et anastomose latérale de l'uretère au bassinot dans un cas d'hydronéphrose. — M. Barette (de Caen) donne lecture d'une note sur un cas de fœtus monstrueux double monophalien.

Séance du 14 Mars 1899.

L'Académie procède à l'élection d'un associé libre. M. Fihol est élu. — MM. A. Pinard et Segond rapportent un cas de grossesse extra-utérine, diagnostiquée au sixième mois, et opérée à une époque rapprochée du terme. La mère et l'enfant se portent aujourd'hui très bien. — M. G. Dieulafoy signale de nouveaux cas d'appendicite dans lesquels l'intervention immédiate a enrayé une péritonite à ses débuts et permis de sauver les malades, tandis que la temporisation et le traitement médical auraient infailliblement entraîné la mort. — M. Lucas-Championnière expose ses idées sur le traitement de l'appendicite. — M. P. Budin a constaté que les enfants débiles se refroidissent très facilement et que ceux qui ont une température bien inférieure à la normale succombent toujours au bout de quelque temps. On doit donc éviter soigneusement toute cause de refroidissement pour les nouveau-nés. — M. Gérard Marchant lit une note sur un cas d'anévrisme de l'artère sous-clavière et du tronc innominé, guéri par la méthode de Bradow.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 25 Février 1899.

MM. Hallion et Carrion ont produit expérimentalement des œdèmes considérables par l'injection dans le

sang de solutions de chlorure de sodium très concentrées. Ils pensent que l'augmentation de la pression sanguine a agrandi les pores des parois vasculaires. Ce fait est à rapprocher de l'existence d'œdèmes chez les cardiaques et les brightiques, dont le sang est fortement chargé et concentré. — M. Henriot a trouvé que la dialyse et la filtration sont deux phénomènes identiques, différant simplement par la nature de la membrane filtrante ou dialysante (la dimension de ses orifices en particulier). — M. Castaigne a constaté que la glycosurie alimentaire négative dans l'ictère infectieux est le signe d'une guérison rapide, tandis qu'une glycosurie positive indique une évolution lente ou même une rechute. — M. Nicolle a décelé le bacille d'Eberth dans de l'eau de puits servant à la boisson des soldats d'un régiment où s'était déclarée la fièvre typhoïde. — MM. Guinard et Martin envoient une note relative à l'action de l'extrait thyroïdien frais de l'homme sur la tension cardio-vasculaire. — MM. Bardier et Fränkel ont constaté que, si l'on injecte simultanément de l'antipyrine et du salicylate de soude, l'action de la première prédomine et empêche toute action diurétique du salicylate.

Séance du 4 Mars 1899.

M. Dominici a constaté que les éléments de la moelle osseuse du lapin qui subissent un processus de multiplicité sous l'influence de l'infection par le bacille d'Eberth sont les myélocytes, souche de polynucléaires, et les éléments de la série hémoglobineuse, souche de globules rouges ordinaires. Ainsi sont assurées l'hyperleucocytose de défense et l'intégrité du sang circulant. — MM. Ramon et Picou ont remarqué que la macération de tœnia inerme dans le sérum physiologique possède un pouvoir bactéricide considérable vis-à-vis des microbes de l'intestin. — M. P. Bonnier cite un cas d'hémi-paracousie chez un malade atteint de fracture des deux rochers. — MM. Phisalix et Claude ont observé, chez des lapins ayant reçu des injections successives du microbe de la septicémie des cobayes, des lésions hépatiques typiques : dégénérescence graisseuse, nécrose et atrophie de la cellule, rétraction du noyau. — MM. Toulouse et Marchand ont mesuré la température chez des mélancoliques alternativement debout et alités. Elle est au-dessous de la normale pendant les périodes de lever. L'alitement la relève et augmente les variations journalières.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 20 Janvier 1899.

La Société procède au renouvellement de son bureau pour 1899. M. le colonel Bassot, vice-président en 1898, devient président. Sont élus : vice-président, M. A. Cornu ; secrétaire général, M. Lucien Poincaré ; vice-secrétaire, M. Abraham. — M. René Benoit, président sortant, rend compte des travaux de la Société pendant l'année écoulée. — M. Edouard Branly présente un radioconducteur à limaille de fer qui lui a été adressé par M. Olivier Lodge. L'éminent physicien anglais, auquel sont dus plusieurs des dispositifs employés par Marconi dans ses remarquables expériences de télégraphie sans fil, n'a pas construit ce tube comme le modèle figuré dans son Mémoire : *The Work of Hertz* (1894). Le spécimen mis sous les yeux de la Société a la forme d'une ampoule, contenant de la limaille de fer comprise entre deux fils de platine qui servent d'électrodes. Le vide a été fait sur l'hydrogène. Ne disposant pas d'un relais assez délicat pour mettre en évidence le fonctionnement de ce radioconducteur, on l'intercale dans le circuit d'un élément de pile et d'un galvanomètre. Les radiations électriques sont produites par une petite bobine d'induction de 2 centimètres d'étincelle dont le fil induit est relié à un excitateur ordinaire à deux boules. Une décharge très courte et très faible produit immédiatement la déviation du galvanomètre. — M. Branly présente ensuite quelques autres radio-

conducteurs à limaille préparés sur le modèle des appareils qu'il avait employés en 1891. Ce sont de simples tubes de verre dans lesquels glissent à frottement doux deux tiges métalliques entre lesquelles la limaille est intercalée. Les tiges ne sont pas scellées dans le verre, et le vide n'est pas fait dans les tubes. Le réglage s'opère en poussant très doucement les tiges à la main ; avec un peu d'habitude, on arrive vite à établir le degré de contact qui détermine une légère conductibilité. On rétablit la résistance par un léger choc, et l'on se trouve dans de bonnes conditions pour faire agir efficacement la radiation électrique. Malgré cette grande simplicité de construction, on obtient ainsi des tubes extrêmement sensibles. L'expérience est faite successivement avec plusieurs tubes, notamment avec un tube à limaille d'aluminium, puis avec un tube à limaille d'argent. M. Branly insiste également sur le bon parti qu'il a tiré de l'emploi des limailles d'or ou d'alliages d'or. Il termine en faisant remarquer que les conditions dans lesquelles il convient d'opérer varient avec chaque métal et qu'avant de se prononcer il est prudent de faire varier la pression, l'âge et le grain de la limaille, la section du tube et la force électromotrice de l'élément de pile dans le circuit duquel le radioconducteur est intercalé. — M. H. Pellat rappelle que plusieurs météorologistes (Peltier, Exner) ont fait jouer, dans leur théorie de l'électricité atmosphérique, un grand rôle au transport dans l'atmosphère de l'électricité qui couvre le sol par la vapeur d'eau qu'il émet. Pourtant, les expériences faites jusqu'ici laissent très douteuse l'électrification de la vapeur émise par un liquide faiblement électrisé. M. Pellat a réussi à montrer que la vapeur qui s'échappe d'une nappe d'eau, même faiblement chargée d'électricité, emporte une certaine quantité de cette électricité, et il est parvenu à mesurer celle-ci. Pour cela, il a étudié la déperdition spontanée d'un système électrisé, isolé à la paraffine, comprenant un vase plat en laiton et un électromètre à quadrants du système de M. Boudréaux. Chaque série comprenait au moins deux expériences comparatives, l'une faite avec le vase vide d'eau, l'autre avec le vase plein d'eau jusqu'au bord, à la température ordinaire. La charge initiale (fournie par une pile de 155 ou 116 volts) était exactement la même dans les expériences comparatives, ainsi que la durée d'observation (1 heure 25 minutes à 1 heure 45 minutes). Le résultat des expériences a été que toujours la déperdition est plus grande quand le vase est plein d'eau. Si la charge de l'eau n'est pas renouvelée, en une heure une fraction égale ou supérieure à la moitié de la charge initiale a disparu, emportée par la vapeur. Il résulte de là que nécessairement la vapeur qui se forme sur le sol par l'action du Soleil doit entraîner dans l'atmosphère une fraction notable de la charge de celui-ci ; on doit en conclure, d'après les lois de l'électrostatique, qu'une diminution proportionnelle se produira pour le champ électrique près de la surface du sol, quantité mesurée par les appareils des observatoires. C'est précisément le résultat donné par les courbes moyennes dans la saison ensoleillée : il y a un minimum du champ dans les heures chaudes de la journée. M. Pellat appelle aussi l'attention sur la production de l'électricité par les combustions : les fumées qui sortent des cheminées sont chargées (négativement le plus souvent). Il y a là une cause perturbatrice pour les observations faites dans les villes. — MM. Pellin et Broca présentent un spectroscopie à grande dispersion et lunette fixe dans lequel la déviation minima est remplacée par une déviation fixe. Ceci avait été déjà réalisé en mettant à la suite du prisme un miroir. La propriété tient à ce que, si on prend la symétrique d'une droite par rapport à une autre droite, puis la symétrique de cette première symétrique par rapport à une autre droite, les deux droites initiale et finale font entre elles un angle double de celui des deux droites de symétrie. Or, un rayon réfracté au minimum est symétrique de l'incident par rapport à la base du prisme ; si donc on lui ajoute une réflexion, les rayons extrêmes feront un

angle double de celui du miroir et de la base. Le système ainsi construit est peu commode. On peut le rendre pratique en produisant une réflexion totale à l'intérieur du verre et prenant comme face de sortie l'image dans ce miroir de la seconde face du prisme à 60° d'où l'instrument dérive. Dans ces conditions, on peut donner au rayon qui jouit des propriétés du minimum telle déviation qu'on veut. La plus pratique est celle à 90°. Dans cette condition, la lunette est à 90° du collimateur; il suffira de faire tourner le prisme pour voir défilé le spectre au réticule. On peut placer à la suite l'un de l'autre une série de ces prismes, le second donnant la vision directe avec parallaxe, le troisième la vision à 90°, le quatrième la vision directe sans parallaxe. Il suffira, comme mouvement, de faire tourner les prismes autour de centres placés aux sommets d'un rectangle, les pairs dans un sens, les impairs en sens inverse. Un simple parallélogramme suffit donc. Dans cet instrument, toute l'étendue des faces est toujours utilisée. Il se prête aussi à l'adaptation d'un système de lecture très simple. En faisant porter à chaque prisme un miroir convenable, on peut faire subir à l'image du micromètre autant de réflexions qu'il y a de réfractions au minimum. Dans ces conditions, la vitesse de rotation d'une raie sera égale à celle du micromètre et si un des prismes a un temps perdu, l'erreur sur le micromètre sera identique à celle sur la raie, la lecture ne changera donc pas. Le micromètre et la raie vont en sens inverse, à cause de certaines nécessités de construction. Mais cela n'empêche aucunement l'emploi commode de l'instrument, la lecture se faisant quand une raie est à la croisée des fils du réticule. Il suffit, pour l'y amener, de tourner un bouton qui commande à la fois tous les prismes et les miroirs. Chacun des prismes peut se démonter facilement par une seule vis. On peut alors, en plaçant la lunette à des repères fixes, opérer successivement avec un, deux, trois ou quatre prismes. En employant une lunette auto-collimateur et plaçant un miroir à la place de l'objectif du collimateur, on peut, en conservant à l'instrument ses propriétés, opérer avec la dispersion de huit prismes.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 10 Février 1899.

M. Blondel décrit divers composés d'acide titanique et d'acide sulfurique, ainsi qu'un sel ammoniacal dérivé d'une de ces combinaisons et de formule : $TiO_2 \cdot 2SO_3$. $AzH^3O + 3H^2O$. — M. Verlet communique les résultats qu'il a obtenus dans la synthèse de l'essence de jasmin. Il a également isolé le principe odorant de la tubéreuse; c'est une cétone de formule $C^{13}H^{20}O$. — M. Charabot, contrairement à une opinion émise par M. Verlet, affirme que les fleurs de jasmin fournissent de l'essence soit par distillation avec la vapeur d'eau, soit par épuisement. — M. O. Boudonard a étudié la décomposition de l'oxyde de carbone à 445°, en présence des oxydes de fer, de nickel et de cobalt. Cette décomposition est fonction du temps, et dépend à la fois de la nature et de la quantité des oxydes en présence. — M. Mouneyrat, en faisant réagir le protochlorure d'iode sur le monochlorobenzène, en présence du chlorure d'aluminium, a obtenu le parachloroiodobenzène. — Par l'action de la potasse alcoolique sur la carvone, M. Labbé a obtenu un acide $C^{11}H^{16}O_2$ dont il poursuit l'étude. L'action du chlorure d'acétyle sur le limonène, en présence du chlorure d'aluminium, a permis au même auteur d'obtenir une méthyllimonylacétone $C^{10}H^{15} \cdot CO \cdot Cl$, bouillant à 205-208° sous 35 millimètres. Parmi les dérivés de cette acétone, la semicarbazone fond à 253-256°; l'oxime est huileuse, il en est de même de la phénylhydrazone. — M. Henri Vittenet a envoyé un mémoire sur les dinitrodiphénylcarbamides symétriques.

Séance du 24 Février 1899.

M. Hausser a étudié la filtration des liquides à travers des parois de porosités différentes. Il signale les résultats

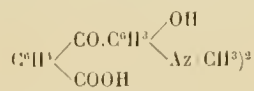
très curieux qu'il a obtenus avec divers liquides. — M. Cazeneuve a préparé les carbazides en faisant réagir le carbonate de phénol sur l'hydrazine et sur les hydrazines primaires et secondaires asymétriques. En conformité avec leur caractère non basique, les hydrazines secondaires symétriques, tertiaires ou quaternaires ne réagissent pas. L'auteur a également constaté que la carbazide de la phénylhydrazine était un réactif extrêmement sensible des sels de cuivre et de mercure. — MM. Cazeneuve et P. Breteau ont repris l'étude de la salamine. Ils signalent le mode de préparation qui leur a donné les meilleurs résultats. Ils ont obtenu un produit blanc, bien cristallisé, fondant à 250° et ne donnant pas les réactions de coloration signalées comme caractéristiques. La solanine se dédouble en un sucre donnant une osazone et en un dérivé cristallisé fondant à 190°, qui est la solandine. MM. Cazeneuve et P. Breteau ont repris l'étude de l'hématine, pigment ferrugineux provenant du dédoublement de l'hémoglobine du sang. Par l'analyse, ils montrent que les hématines provenant du sang de divers animaux n'ont pas la même composition. Ce sont donc des corps différents que l'on a confondus à tort. — M. Béhal présente une note de MM. Friedel et Cumenge sur la carnotite, nouveau minéral originaire du Colorado et essentiellement composé par un urano-vanadate de potassium hydraté $2U^2O_3 \cdot V_2O_5 \cdot K_2O \cdot 3H^2O$. Ce composé renferme en outre du fer, de l'alumine, des traces de cuivre et de plomb, et une certaine proportion de métaux radiants. — M. Belugou a adressé une note sur la vitesse et la limite d'éthérisation de l'acide phosphorique par l'alcool méthylique. — M. Vèzes a étudié une série de sels complexes du palladium : les palladoxalates. — M. G.-F. Jaubert donne l'ensemble de ses recherches sur la constitution des matières colorantes de la safranine. — M. Tiemann a adressé un long mémoire sur les acides hydrosulfoniques dérivés de l'aldéhyde cinammique, du citronellal et du citral. — M. Denigès signale un nouveau mode de recherche et de dosage de l'acétone dans l'eau et les alcools méthylique et éthylique. — Enfin, M. Porcher a analysé les lésions pulmonaires de l'entéqué.

E. CHARON.

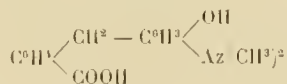
SECTION DE NANCY

Séance du 15 Mars 1899 (suite).

MM. A. Haller et A. Guyot ont appliqué à l'acide diméthylamidométhoxybenzoylbenzoïque :



le procédé général de transformation des acides amidobenzoylbenzoïques en anthraquinones : réduction de l'acide benzoylé en acide benzylé



fondant à 204°, et condensation de ce dernier en anthraquinone correspondante au moyen de l'acide sulfurique à 30 % d'anhydride. On obtient, après traitement approprié, des petites aiguilles bronzées qui sont constituées par l'antraquinone hydroxylée, diméthylamidée, sulfonée. Les deux groupes OH et $Az(C^6H^3)^2$ occupent les positions 1-3 du même noyau; quant au groupe sulfoné, sa position reste encore à déterminer. — M. P.-Th. Muller démontre qu'on peut remplacer par une formule simple les tableaux de Bredig (*Zeit. physik. Chem.*, 1894, t. XIII, p. 198) et de F. Kohlrausch (*Med. ann.*, 1898, t. LVI, p. 794), relatifs à la conductibilité électrique des solutions étendues des sels monovalents. Il est ainsi possible de calculer en partant d'une conductibilité μ (conductibilité moléculaire

exprimée en inverse d'ohm) prise à une dilution quelconque v (nombre de litres tenant en dissolution une mol. gramme du sel), la conductibilité μ_x des solutions infiniment diluées, aux températures de 18° et de 25°. Cette formule est :

$$\mu = \mu_\infty - Av^{-(0,41504)},$$

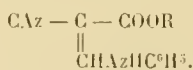
Les valeurs de A sont, à 18° et 25°, égales respectivement à 52,72 et 62,13. Si l'on remarque que l'exposant de v est pratiquement égal à $\sqrt{2}-1$, on peut exprimer la précédente formule en disant que le nombre des molécules non ionisées

$$\frac{1}{v} \left(1 - \frac{\mu}{\mu_\infty}\right),$$

contenues dans un litre de la solution, est égal à

$$\frac{A}{\mu_\infty} \left(\frac{1}{v}\right)^{\sqrt{2}},$$

c'est-à-dire est proportionnel à la puissance $\sqrt{2}$ de la normalité de la liqueur. — Dans ses études cristallographiques sur un certain nombre de composés du camphre, mis très obliquement à sa disposition par M. Italer, M. Minguin¹ n'a jamais constaté de facettes hémihédres et cependant tous ces corps jouissent du pouvoir rotatoire à l'état de dissolution (Loi de Pasteur). Il a alors appliqué la méthode de corrosion, et ce sont les résultats qu'il a obtenus avec le benzol-camphre droit et gauche qu'il expose à la Société. Plongé dans le toluène ou la benzine pendant une minute environ, le benzol-camphre se recouvre sur les faces m de belles figures de corrosion dissymétriques, pour la plupart dirigées de l'angle e vers l'angle a du prisme orthorhombique. On remarque des plages où elles sont parallèles aux arêtes verticales, ce qui montre que les éléments cristallins, par leur assemblage, essayent de corriger la dissymétrie de l'élément primordial, de la molécule chimique, de façon à former un individu parfait géométriquement. Les figures formées sur le gauche sont énantiomorphes avec celles formées sur le droit. Sur les autres faces, on n'a jusqu'à présent rien obtenu de net, ce qui n'a rien d'étonnant, car la zone m est la zone de plus grande solubilité. Un cristal de benzol-camphre, en effet, plongé dans du toluène se creuse suivant la zone m et à un moment donné, les faces p subsistent presque seules. — M. Grégoire de Bollemont montre que les éthers méthoxy et éthoxy-méthylèneacyanacétiques, traités par l'aniline, donnent, avec rendement théorique, une série unique de dérivés anilidométhylèneacyanacétiques



Ce sont des composés très stables, à points de fusion élevés, insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool et l'éther. L'anilidométhylèneacyanacétate d'éthyle constitue de longues aiguilles transparentes fondant vers 105°. Le dérivé méthylé fond à 175°. Il a également préparé les anilidométhylèneacyanacétates de propyle et d'amyle.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 16 Février 1899.

M. W. N. Hartley a examiné de nouveau le spectre d'absorption de l'acide cyanurique et a reconnu qu'il ne possédait pas de bande d'absorption entre les longueurs d'onde 2747 et 2572. Le spectre correspond à la formule $(\text{H} - \text{N} = \text{C} = \text{O})^3$, et non à la formule cyclique primitivement admise. La présence de la bande d'absorption dans le premier cas est probablement due à l'existence d'une impureté. — MM. W. N. Hartley et

James J. Dobbie ont étudié les spectres d'absorption du carbostyryle et de l'isatine, de leurs isomères et de leurs dérivés alcoylés. Le spectre et les courbes d'absorption moléculaire du carbostyryle et du méthylpseudo-carbostyryle, de l'isatine et de la méthylpseudoisatine sont analogues, tandis que ceux du méthylcarbostyryle et de la méthylisatine en diffèrent beaucoup. Les auteurs concluent que les premières de ces substances ont la même constitution; le méthylpseudo-carbostyryle et la méthylpseudoisatine étant des lactames, le carbostyryle et l'isatine sont aussi des lactames. M. J. H. Gladstone fait ressortir, à ce sujet, l'importance de l'étude de l'absorption par différents corps comme méthode de recherche chimique. On pourra adjoindre, au spectre ordinaire, les rayons ultra-violet et infrarouges et peut-être plus tard les rayons X. M. J. Dewar rappelle, comme exemple, qu'on peut prouver la présence de vapeur d'eau dans un gaz par l'étude de son spectre ultra-violet, alors que la quantité de celle-ci est trop faible pour être mise en évidence par les méthodes analytiques ordinaires. — M. A. Wynter Blyth décrit un appareil qui permet de doser les nitrates et les nitrites par le chlorure ferreux à l'état de bioxyde d'azote. L'opération est conduite de telle façon que le bioxyde d'azote se dégage d'abord des nitrites, puis après quelques minutes d'intervalle des nitrates. — Le même auteur indique diverses méthodes physiques pour le dosage de l'acide borique. L'une consiste à déterminer l'augmentation de pouvoir rotatoire qu'il produit sur une solution donnée d'acide tartrique dextrogyre par son mélange avec elle. L'autre consiste à le faire bouillir avec une solution de carbonate de soude pour le transformer en borate et à mesurer la diminution de la résistance électrique du liquide ramené à un volume donné. — M. Arthur W. Crossley a appris que le produit de la réaction du sodiomalonate d'éthyle sur l'oxyde de mésityle a déjà été étudié et déterminé; ce n'est autre chose que la diméthylhydrorésorcine $\text{C}^6\text{H}^2\text{O}^2$. — M. Aug. Edward Dixon a trouvé que le corps obtenu par Lössner dans la réaction du chlorure de benzoyle sur le thiocyanate de potassium est l'imidobenzoylthiocarbonate d'éthyle $\text{COC}^6\text{H}^5 - \text{Az} = \text{C}(\text{OC}^2\text{H}^5)\text{SH}$. Ce dernier donne un dérivé potassé, puis un dérivé éthylé, qui est décomposé par l'ammoniaque en mercaptan et en benzoylimidocarbamate d'éthyle $\text{COC}^6\text{H}^5 - \text{Az} = \text{C}(\text{OC}^2\text{H}^5)\text{AzH}^2$; l'auteur considère ce corps comme une pseudourée et l'appelle encore pseudoéthylbenzoylurée. L'auteur a préparé de la même façon l'imidoanisoylthiocarbonate d'éthyle, et à partir de ce dernier la pseudoéthylanisoylurée, et des dérivés analogues. — M. A. E. Dixon a obtenu, par l'action de la phénylthiocarbimide sur la méthylbenzylamine, une thiourée tertiaire, la phénylméthylbenzylthiourée $\text{C}^6\text{H}^5\text{Az} = \text{C}(\text{SH})\text{AzCH}^3\text{CH}^2\text{C}^6\text{H}^5$, et il a préparé aussi ses deux isomères. Toutes ces thiourées sont insolubles dans l'eau et désulfurées par le nitrate d'argent.

ERRATUM

Dans la première partie de l'article de M. F. Mesnil, Coccidies et Paludisme, parue dans le numéro du 30 mars dernier, il y a lieu de rétablir comme suit les passages suivants :

P. 213, 1^{re} colonne, 27^e ligne, supprimer le mot *dernier*.

P. 220, figure 8, dernière ligne de la légende, lire *éparation* au lieu de *operation*.

P. 224, 4^{re} colonne, 13^e ligne, lire *distincte* au lieu de *diffuse*.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

¹ C. R., 1895-1899; *Bull. de la Soc. chim.*, 1895-1899.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Savants récemment décédés. — Au retour de la VIII^e Croisière de la *Revue*, nous apprenons avec douleur la mort de plusieurs savants éminents : Sophus Lie, Naudin, G. Wiedemann, Marsh, Charles Friedel, et d'un jeune et très distingué naturaliste, Charles Brongnart, prématurément enlevé à la science.

La *Revue* consacrera prochainement des notices détaillées à la vie et à l'œuvre de nos illustres compatriotes Friedel et Naudin, comme aussi des grands savants étrangers qui viennent de disparaître.

L. O.

§ 2. — Physique

La vitesse des particules métalliques dans l'étincelle électrique. — Deux savants anglais, MM. Schuster et Hemsalech, ont récemment présenté sur ce sujet, à la Société Royale de Londres, une intéressante communication dont voici le résumé :

Lorsqu'une étincelle électrique jaillit entre deux électrodes métalliques, le spectre du métal n'apparaît pas seulement à leur contact immédiat, mais il s'étend le plus souvent dans tout l'espace qui les sépare. Il en résulte immédiatement que, pendant la durée très courte de la décharge, les vapeurs métalliques ont diffusé de quantités appréciables à travers cet espace. En 1862, Feddersen avait déjà essayé de photographier l'étincelle, après réflexion sur un miroir tournant, dans le but de mesurer la vitesse de diffusion des particules métalliques ; mais il était également nécessaire pour cela de faire passer la lumière à travers un spectroscopie afin de distinguer les particules d'air lumineuses de celles du métal des électrodes.

MM. Schuster et Hemsalech ont repris ces expériences en employant une méthode différente. Elle consiste à fixer, en forme d'anneau, vers le bord extérieur d'un disque tournant, une pellicule photographique qui reçoit l'image des étincelles. Si ces dernières étaient absolument instantanées, les images prises sur le disque tournant seraient identiques à celles reçues sur une plaque stationnaire ; mais ce n'est pas le cas :

les lignes du métal sont inclinées et courbées quand le disque tourne, et cette inclinaison sert précisément à mesurer le degré de diffusion des particules métalliques pendant la durée de l'étincelle. Les décharges électriques sont produites par une batterie de six bouteilles de Leyde, ayant une capacité totale de 0,033 microfarad, et chargées par une machine d'induction de Wimshurst. L'image de l'étincelle est projetée sur la fente d'un spectroscopie placé à une distance telle que la largeur de l'image soit égale à celle de l'étincelle.

Le métal qui donne les résultats les plus nets est le zinc. Les deux principales lignes du zinc qui apparaissent sur la photographie sont la ligne double (dont la plus réfrangible a une longueur d'onde de 4.924,8) et le triplet bleu (dont la ligne dominante a une longueur d'onde de 4.810,7). Toutes ces lignes sont incurvées sur la photographie ; mais les déplacements, surtout près des pôles, sont sujets à des variations assez grandes. Cela tient, en partie, à ce que la trajectoire des particules métalliques n'est pas toujours droite, en partie à ce que l'image ne coïncide pas toujours avec la fente. Il en résulte une incertitude assez grande en ce qui concerne la vitesse près des pôles.

Pour comparer entre elles différentes photographies, les auteurs procèdent comme suit : On mesure les déplacements d'un certain nombre de points à peu près équidistants, et de ces mesures on déduit le temps moyen que prend une molécule métallique pour aller du pôle à un point distant de 2 millimètres. Quand les lignes sont diffuses, près des pôles et que cette méthode ne peut être appliquée, on prend les vitesses moléculaires à différents points généralement équidistants de la photographie, et la moyenne représentera la vitesse moyenne d'une particule.

Le tableau 1 (p. 298) donne les résultats obtenus avec le zinc par la première méthode (vitesse moyenne en mètres par seconde des molécules entre le pôle et un point distant de 2 millimètres).

Le résultat qui se dégage de l'examen de ce tableau, c'est l'influence de la capacité et de la distance des électrodes sur la vitesse moyenne des molécules. Pour une faible distance d'électrodes, la vitesse diminue quand la capacité augmente ; il semblerait, au contraire,

qu'un plus grand nombre de bouteilles, en élevant la température, doit produire une augmentation de vitesse. Pour une distance moyenne, la capacité a peu d'influence; pour une distance assez grande, les étincelles deviennent irrégulières, et on ne peut tirer de conclu-

Tableau I

DISTANCE entre les électrodes	LONGUEUR d'onde	NOMBRE DE BOUTEILLES		
		2	4	6
0 ^m 51	4.925	814	556	416
	4.811	1.014	668	529
1, 03	4.925	400	499	415
	4.811	501	548	545
1, 54	4.925	723	1.061	435?
	4.811	1.210	1.526	492?

sions certaines de l'examen de chiffres dont plusieurs sont problématiques. En somme, la distance de 1 centimètre et la capacité de 6 bouteilles semblent donner la valeur la plus probable de la vitesse, et c'est dans ces conditions qu'ont été faites les expériences avec tous les autres métaux, excepté le bismuth.

Parmi ces métaux, ceux qui ont des poids atomiques relativement faibles, comme le magnésium et l'aluminium, possèdent les vitesses moléculaires les plus élevées. Celle du magnésium n'a pas pu être déterminée exactement à cause de sa grandeur; celle de l'aluminium dépasse le triple de celle du zinc. Le cadmium donne des valeurs à peu près identiques à celles du zinc. Le bismuth présente des particularités remarquables; malgré son grand poids atomique, quelques lignes indiquent une vitesse moléculaire moyenne de 1.420 mètres par seconde; mais, pour la plupart des autres lignes, la vitesse est inférieure à celle du zinc et du cadmium. Il n'y a donc pas de relations simples entre les vitesses et les poids atomiques; mais les expériences semblent confirmer une hypothèse déjà émise, c'est que les molécules produisant les différentes lignes d'un même spectre n'ont pas nécessairement la même masse.

Les auteurs concluent de leurs expériences que le mécanisme de l'étincelle a lieu de la façon suivante: La décharge initiale de la bouteille passe à travers l'air; il doit en être ainsi, puisque au commencement il n'y a pas de vapeurs métalliques. La chaleur intense engendrée par le passage du courant volatilise le métal, qui commence à diffuser autour des pôles; les autres oscillations de la décharge ont alors lieu à travers la vapeur métallique et non à travers l'air. Et, en effet, si l'on augmente la self-induction du système de façon à prolonger la durée de la décharge et à permettre aux vapeurs métalliques de diffuser entièrement dans l'espace qui sépare les électrodes, on voit disparaître presque complètement du spectre les lignes de l'air, les lignes métalliques demeurant seules.

§ 3. — Industrie chimique

Emploi de l'huile de maïs pour la fabrication d'un caoutchouc mi-artificiel. — Nous avons déjà parlé, ici-même, des résultats obtenus en Amérique pour la fabrication du caoutchouc artificiel. Il s'agit aujourd'hui d'un produit mixte dont M. le directeur de « l'Office national du Commerce extérieur » a entrepris récemment la Société nationale d'Agriculture. Après avoir extrait l'huile de maïs, on la vulcanise avec une quantité égale de caoutchouc brut et l'on obtient ainsi une substance qui, pour certains usages, vaudrait les meilleurs caoutchoucs tout en étant à bien meilleur marché. Comme l'huile de maïs ne s'oxyde pas facilement, le produit manufacturé avec cette huile resterait souple et ne se gerçerait pas comme les autres caoutchoucs.

§ 4. — Sciences médicales

Les nouvelles expériences sur la transmission de la tuberculose. — Il est admis, presque avec l'autorité d'un dogme, que la contamination de la tuberculose s'effectue, en très grande partie, par les crachats tuberculeux desséchés. Cette notion s'appuie sur les recherches, aujourd'hui classiques, du Professeur Cornet (de Berlin). Il avait montré que, lorsque les phthisiques crachent par terre, leurs crachats se dessèchent et sont ensuite pulvérisés par le va-et-vient des personnes, par le balai ou la brosse du domestique qui fait le nettoyage de la pièce; la poussière qui renferme des bacilles tuberculeux virulents des crachats est soulevée, voltige dans l'air et est aspirée par les personnes de l'entourage du tuberculeux, qui introduisent dans leurs poumons les agents spécifiques de la tuberculose. C'est de cette façon qu'on s'expliquait la propagation de la tuberculose dans les casernes, les bureaux, les ateliers, etc., où l'on voit souvent un ouvrier ou un employé tuberculeux communiquer la maladie à ses voisins. Ces faits sont aujourd'hui bien connus, et la théorie de Cornet les paraissait expliquer d'autant mieux que d'innombrables recherches avaient montré que l'air expiré par les phthisiques ne renferme pas de bacilles tuberculeux. Pour éviter la propagation de la tuberculose par les crachats desséchés, Cornet proposa une série de mesures prophylactiques (défense de cracher sur les parquets, emploi des crachoirs publics ou individuels, nettoyage des chambres avec des chiffons mouillés, etc.), qui, au bout de quelque temps, furent adoptées dans la plupart des pays.

La question en était là lorsque, il y a deux ans, le Professeur Flügge (de Breslau), au cours de ses recherches sur l'infection des plaies chirurgicales par les bactéries de l'air, constata que, lorsqu'on parle fort ou à voix basse et, à plus forte raison, lorsqu'on tousse ou lorsqu'on éternue, il se fait une projection, dans l'air, de gouttelettes microscopiques de salive, lesquelles gouttelettes, chargées de bactéries qui se trouvent normalement dans la bouche, flottent pendant quelque temps dans l'air, sont même transportées au loin par les courants d'air et finissent par se déposer à terre. Par des expériences d'une précision rigoureuse¹, il a pu déterminer le temps pendant lequel les gouttelettes microscopiques flottent dans l'air, la vitesse minima des courants d'air nécessaires à leur transport, la distance à laquelle elles sont transportées, etc. On voit de suite quel jour ces expériences jetaient sur la question, encore si obscure, de la transmission de certaines maladies de l'appareil respiratoire. Il ressortait très nettement qu'un pneumonique ou influenzaïque ou un phthisique tuberculeux, qui crachent beaucoup, créent autour d'eux, quand ils parlent ou quand ils toussent, une zone remplie de gouttelettes microscopiques contenant les agents spécifiques de la pneumonie, de l'influenza, de la tuberculose; et que, par conséquent, les personnes qui se trouvent dans le voisinage de ces malades sont exposées à introduire dans leurs poumons, avec l'air, les gouttelettes microscopiques contenant les bacilles spécifiques.

M. Flügge entreprit de vérifier tous ces points, et les recherches faites dans son laboratoire et sous sa direction par quatre de ses élèves — lesquelles recherches viennent d'être publiées² — montrent très nettement

¹ Il se rinçait la bouche avec une culture de *Bacillus prodigiosus*, puis il parlait bas ou à haute voix, toussait, éternuait, etc., à une certaine distance de soucoupes remplies de bouillon de culture sur lequel se développaient les bacilles qui étaient projetés de la bouche.

² *Zeitschr. f. Hygiene*, mars 1899, vol. XXX, fasc. 1: LASCHTSCHENKO: Ueber Luft infection durch beim Husten, Niesen und Sprechen verspritzte Tröpfchen, p. 125. — B. HEYMANN: Ueber die Austreuung infect. Tröpfchen beim Husten der Phthisiker, p. 139. — R. SIEBER: Ueber die Infect. in die Luft übergef. Tuberkelbacillenhalt. Staubes,

que le danger de contamination par les crachats liquides (gouttelettes microscopiques) est plus grand que celui par les crachats desséchés, et que la prophylaxie de la tuberculose, telle qu'elle a été établie d'après les recherches de Cornet, doit être modifiée et complétée. Ces recherches sont de deux ordres : les unes destinées à vérifier les expériences de Cornet sur la virulence des crachats desséchés, les autres faites pour établir la théorie de la transmission possible de la tuberculose par les crachats liquides. Nous allons les exposer très brièvement.

Pour vérifier la théorie de Cornet, M. Sticher fit deux séries d'expériences. Dans l'une, il procéda de la façon classique : Une poussière fine, préalablement stérilisée, était triturée jusqu'à siccité avec des crachats tuberculeux et mise dans un ballon en caoutchouc qui communiquait d'un côté avec une soufflerie, de l'autre avec un masque qui entourait la tête et se fixait au cou d'un cobaye ; en sortant du masque, l'air traversait un flacon contenant une solution de chlorure de sodium. Dans ces conditions, malgré la vitesse du courant d'air fournie par la soufflerie (cette vitesse était chaque fois exactement déterminée), et bien qu'on secouât violemment le ballon contenant les crachats desséchés — *aucun des cobayes mis en expérience n'est devenu tuberculeux.*

Dans une autre série d'expériences, M. Sticher remplaça les crachats triturés avec de la poussière, par des crachats étendus sur des presses et préalablement desséchés dans un dessiccateur. En procédant comme dans les expériences précédentes, c'est-à-dire en secouant et en froissant le ballon au moment où il faisait marcher la soufflerie, il constata que *tous les cobayes devenaient tuberculeux* quand la vitesse du courant d'air fourni par la soufflerie était de 1 mètre par seconde, et en tout cas n'était pas inférieure à 30 centimètres par seconde.

Ainsi donc, quand la dessiccation des crachats n'était pas parfaite, n'était pas obtenue dans un appareil spécial, ou quand la vitesse du courant d'air n'était pas très notable, la tuberculose par inhalation ne se produisait pas malgré la manipulation violente du ballon qui contenait la poussière bacillifère.

Pour se rapprocher davantage des conditions ordinaires de la vie, M. Beninde fit des expériences identiques à celles de M. Sticher, mais en utilisant les mouchoirs ayant servi à des phtisiques, et il constata ceci :

Si le mouchoir dans lequel avait craché le phtisique était préalablement desséché dans un dessiccateur, les cobayes mis dans le masque devenaient tuberculeux, tout comme dans les expériences de M. Sticher. Mais si on employait des mouchoirs qui, après avoir été employés par des phtisiques, avaient été abandonnés dans leurs poches (où ils se sont desséchés) pendant vingt-quatre ou quarante-huit heures, on pouvait employer des courants d'air d'une vitesse dépassant même 1 mètre par seconde, on pouvait froisser, secouer, comprimer le mouchoir renfermé dans le ballon : aucun des cobayes masqués ne devenait tuberculeux.

Que montrent donc ces expériences ? Elles prouvent que la contamination par les crachats tuberculeux desséchés *peut* se faire ; mais que, pour se réaliser, elle exige un concours de circonstances (dessiccation parfaite des crachats courants d'air d'une vitesse notable, manipulation violente de la poussière bacillifère) qui doit se rencontrer rarement, si ce n'est exceptionnellement, dans la vie ordinaire.

Les expériences de M. Laschtschenko et celles de M. Heymann nous font connaître les conditions de contamination par les crachats liquides, par les crachats tuberculeux en nature.

Dans une première série de recherches, M. Laschtschenko faisait passer des courants d'air, dont la vitesse était déterminée, à la surface et à travers des crachats tuberculeux liquides. Il constata qu'il *suffit d'un courant d'air d'une vitesse de 3 millimètres pour emporter à 1 mètre de distance des parcelles liquides chargées de bacilles.* Ainsi donc, la dissémination de la poussière liquide se fait plus aisément que celle de la poussière solide. — Dans une seconde série d'expériences, M. Laschtschenko faisait parler, tousser et cracher des phtisiques à une distance déterminée de soucoupes remplies d'un bouillon de culture ; sur 6 phtisiques, il en trouva 4 qui, dans ces conditions, ensemencèrent les bouillons de culture, c'est-à-dire qui, en parlant ou en toussant, projetèrent au loin des gouttelettes microscopiques contenant des bacilles tuberculeux virulents.

Ces expériences furent reprises par M. Heymann avec le même succès : sur 35 phtisiques, il en trouva 14, soit 40 %, qui, dans ces conditions, projetaient à 50 centimètres de distance et plus loin encore une poussière liquide remplie de bacilles. Mais M. Heymann poussa l'étude de la question encore plus avant, en instituant des expériences que voici :

Des phtisiques venaient s'asseoir à une certaine distance des cages dans lesquelles se trouvaient des cobayes, dont les têtes étaient fixées de manière à regarder bien en face les tuberculeux qui se trouvaient devant eux ; ceux-ci parlaient, toussaient, crachaient quand ils en éprouvaient le besoin. Ces expériences, continuées pendant plusieurs mois, ont donné ce résultat que, *sur les 25 cobayes mis en expérience, 6 sont devenus tuberculeux pulmonaires.* Pour apprécier toute la valeur de ces chiffres, il ne faut pas oublier que la quantité d'air qui pénètre dans les poumons des cobayes est relativement minime et que la force des mouvements inspiratoires de ces animaux, comparée à celle de l'homme, est extrêmement faible.

Les expériences de M. Laschtschenko et de M. Heymann établissent l'existence d'une nouvelle source de contamination : la zone chargée de poussière liquide bacillifère qui se forme autour du phtisique au moment où il toussé ou crache. Quelle est l'importance réelle de ce danger ?

En analysant les travaux de ses élèves, M. Flügge nous dit que l'importance de ce danger ne doit pas être exagérée.

Tout d'abord, tous les phtisiques ne projettent pas de gouttelettes bacillifères ; d'après les recherches de Sticher, la projection de gouttelettes virulentes ne se rencontrerait que dans 40 % des cas. En second lieu, il faut prendre en considération la distance à laquelle l'air reste contaminé par ces gouttelettes : la zone dangereuse, d'après les recherches de M. Laschtschenko et de M. Sticher, a un rayon de 50 centimètres ; à 1 mètre ou à 1 m. 1/2, on ne trouve plus de gouttelettes bacillifères. Il faut, enfin, faire entrer en ligne de compte la durée de séjour dans la zone dangereuse.

Une prophylaxie simple permet, du reste, de diminuer les chances de contamination par les poussières liquides. Il suffit que le tuberculeux mette devant sa bouche sa main ou son mouchoir quand il toussé ou crache, pour réduire presque à zéro la projection de poussière bacillifère liquide. Les personnes de l'entourage ne devront pas s'approcher sans nécessité du phtisique pendant qu'il toussé ou crache. Enfin, dans les bureaux et les ateliers, il faudra veiller à ce que la distance entre les têtes des employés ou des ouvriers ne soit pas inférieure à 1 mètre, distance qui est la limite de la zone dangereuse.

Quant à la prophylaxie basée sur les recherches de Cornet (crachats publics ou individuels, balayage humide), elle doit être conservée dans toute sa rigueur dans les casernes, les bureaux, les ateliers, les voitures publiques, les wagons, bref, partout où le va-et-vient du public peut réaliser, quoique rarement, le danger de la contamination par les crachats desséchés.

p. 163. — M. BENINDE: Beitrag zur Kenntniss der Verbreitung der Phtisie durch verstaubtes Sputum, p. 193.

Les lecteurs que cette question intéresse d'une façon particulière, trouveront dans ces mémoires les détails techniques dont nous ne pouvons parler ici.

§ 5. — Géographie et Colonisation

La production du caoutchouc. — La production totale du caoutchouc dans le monde entier atteint 50.000 tonnes. L'Afrique, à elle seule, en fournit 20.000 tonnes, alors qu'il y a cinquante ans elle l'exportait seulement à l'état d'échantillons botaniques. Bien que cette production augmente dans des proportions considérables d'année en année, elle est tellement insuffisante en présence de demandes qui croissent plus rapidement encore, que depuis quatre ans les cours se sont élevés de 20%. Cette hausse continue est d'autant plus significative que le prix de revient n'y est pour rien. En effet, les meilleures sortes d'Afrique, celles qui se cotent actuellement 8 à 9 francs le kilo, se paient sur place 2 à 3 francs.

Terre privilégiée du caoutchouc, l'Afrique pourrait doubler ses envois du jour au lendemain, sans que les cours de vente fléchissent sensiblement. Il y a là, pour nos colonies, des perspectives de richesse qui demandent à être envisagées avec l'attention qu'elles méritent.

Le jour où nos capitaux, moins timides ou plutôt mieux renseignés, se rendront compte que les grandes plantations dans lesquelles ils s'engagent volontiers au Brésil, aux Indes anglaises et néerlandaises, peuvent se créer à meilleur compte dans nos colonies africaines, celles-ci ne regretteront pas de s'être prêtées à la constitution de vastes domaines particuliers. Il se formera alors de puissantes entreprises culturelles, qui suffiront à assurer la prospérité de ces colonies. Mais ce mouvement dépend un peu des administrations locales, dont les errements ne sont malheureusement pas toujours de nature à encourager les capitaux.

En attendant qu'il s'établisse ainsi, de part et d'autre, le double courant d'idées nécessaire pour substituer en Afrique l'exploitation industrielle à l'ancienne exploitation commerciale, celle-ci pourrait se développer singulièrement, en ce qui concerne le caoutchouc, au prix d'efforts bien minimes, comparativement aux résultats à prévoir.

Les forêts africaines renferment, en effet, une quantité prodigieuse d'arbres ou de lianes à latex fournissant des produits de coagulation semblables à tous les caoutchoucs ou dérivés d'eux, et qui ne sont ni exploités ni connus.

Étudiés pratiquement, ces produits pourraient, en très grand nombre, prendre une place commerciale en deux catégories: d'une part, comme caoutchoucs courants, par une préparation spéciale, au moment de la récolte; d'autre part, comme sortes secondaires.

La colonie anglaise de Lagos fournit un exemple remarquable de ce qui peut être fait dans le premier cas. Bien que les essences à latex y fussent nombreuses, elle ne produisait pas de caoutchouc il y a quelques années, lorsque son gouvernement fit étudier la coagulation du latex du *Kiria africana*, qui ne donnait spontanément qu'un produit gluant et mou. Ces recherches aboutirent à la détermination d'un procédé approprié aux caractères de ce latex, et en deux ans les exportations de la colonie, en caoutchouc, nulles jusqu'alors, s'élevèrent à 6 millions de francs. Elles ont au moins doublé depuis.

Au Congo français ou sur la côte, le caoutchouc provient surtout des *Laudolphia*. Telle de ces lianes ne fournit qu'un latex, fort abondant d'ailleurs, mais inutilisable sans mélange: si on lui ajoute, en proportions assez faibles, un autre latex, qui produit lui-même un caoutchouc de première qualité valant 8 à 9 francs, on obtient une sorte commerciale de 7 à 8 francs. Avec la quantité de latex nécessaire pour un kilo de caoutchouc de premier choix et un autre latex sans valeur par lui-même, on prépare 8 à 10 kilos de caoutchouc de second choix, soit environ 70 francs de marchandise.

Ces exemples ne permettent pas de douter qu'en

donnant aux études de botanique pratique, aux recherches relatives à l'emploi du latex, un peu de développement, les gouvernements de nos diverses colonies mettraient rapidement à la disposition du commerce de nouvelles ressources considérables.

Sans même aller jusque-là, il y a beaucoup à faire avec les caoutchoucs qui, trop mous ou trop cassants, ne sont pas classés actuellement comme commerciaux. Pour l'Afrique au moins, le commerce du caoutchouc se fait surtout par courtage en raison de l'éparpillement de la production. L'industriel ne peut guère acheter directement au producteur, et l'intermédiaire élimine nécessairement la marchandise dont les caractères ne sont pas spécifiques. Beaucoup de gommés qui pourraient être obtenues et vendues à très bon compte, restent ainsi inemployées, quoique contenant 50, 60, 80 % de caoutchouc.

Rien n'empêche les gouvernements de nos colonies de faire connaître eux-mêmes ces variétés aux industriels, comme vient de le faire celui du Congo français. Soumis sur sa demande à l'examen d'industriels autorisés, un caoutchouc de la Sangha, que sa dureté relative, son manque d'élasticité avaient empêché d'exploiter jusqu'ici, a été coté, à la suite d'études minutieuses, comme valant 7 francs, prix d'achat en usine.

C'est donc une qualité de 6 fr. 50 sur marché. Or, d'après les renseignements fournis par la colonie, n'étant pas demandé, ce produit ne vaut pas plus de 0 fr. 50, soit 500 francs la tonne, sur place, dans la Sangha.

Grevée de 800 francs, frais de transports et manutention jusqu'en Europe, la tonne y arriverait sur marché avec un prix de revient de 1.300 francs, contre un prix de vente de 6.500 francs.

Ces exemples montrent combien la productivité de nos colonies d'Afrique en caoutchouc peut se développer, et tracent d'eux-mêmes la voie à suivre pour assurer ce développement.

Il faudrait, d'une part, constituer pour chaque colonie un catalogue des diverses essences à latex par noms botaniques avec la liste des noms indigènes, qui varient d'une région à l'autre; d'autre part, déterminer pour les essences les plus abondantes, les produits de coagulation naturelle ou artificielle les plus usuels, puis soumettre ces produits aux industries intéressées.

Point n'est besoin pour cela de missions coûteuses, mais seulement de l'établissement et de l'application méthodique d'un programme simple, transmis dans chaque colonie, avec des instructions claires, aux agents des différents postes.

Partout ceux-ci peuvent aisément faire récolter les spécimens botaniques nécessaires et en constituer des herbiers, sans autres frais que des achats de papier. Partout il est facile de faire recueillir sans frais quelques litres des principaux latex et d'en essayer la coagulation par évaporation, par mélanges, par les acides ou par l'alcool, au prix de dépenses tout à fait minimes.

Il serait évidemment chimérique de s'attendre à voir se réaliser du premier coup, de tous les côtés, ce qui s'est produit à Lagos. Mais si ces recherches botaniques et ces essais de coagulation se trouvent soigneusement répertoriés de manière à permettre des comparaisons précises, nul doute qu'en consultant le Jardin colonial de Vincennes, ou l'Office colonial, les gouvernements locaux ne puissent être rapidement fixés dans bien des cas sur la marche à suivre pour arriver à des résultats décisifs.

Quelle que soit, au reste, la modalité d'une enquête en ce sens, la reconnaissance des richesses latentes de nos colonies africaines en caoutchouc s'impose évidemment, quand on constate un fait comme celui qui ressort de l'examen du nouveau caoutchouc de la Sangha, l'existence d'un produit inutilisé jusqu'ici et valant 7 francs le kilo.

A. Le Châtelier.

LA FORMATION DES RAYONS CATHODIQUES

La découverte des rayons cathodiques est due à Hittorf. Malgré les moyens imparfaits dont il disposait, l'éminent physicien a fait sur les gaz raréfiés un grand nombre d'observations, intéressantes encore aujourd'hui et souvent très justes; on aurait évilé certainement bien des tâtonnements inutiles si on les avait appréciées à leur valeur.

Dans la lueur bleue qui entoure l'électrode négative d'un tube à gaz raréfié, Hittorf avait reconnu l'existence d'un rayonnement nouveau, capable d'exciter la fluorescence du verre, déviable par un aimant, et suivant lequel l'électricité semblait se transporter rectilignement. Les travaux de M. Jean Perrin nous ont appris que ce transport d'électricité constitue la propriété fondamentale des rayons cathodiques, et qu'au point de vue exclusivement physique de tels rayons peuvent être considérés comme les trajectoires de charges négatives lancées par une cathode.

Il est aujourd'hui facile d'obtenir des rayons cathodiques intenses et d'observer leurs principales propriétés.

Supposons qu'une ampoule V (fig. 1), en verre ou en cristal, soit munie de deux électrodes métalliques A et C, dont l'une C, que nous prendrons comme cathode, ait, par exemple, la forme d'une coupe évasée ou d'un miroir concave, forme qui permet un plus grand nombre d'observations. Faisons le vide dans cet appareil au moyen d'une trompe à mercure et par l'intermédiaire de tubes remplis de substances desséchantes. Nous arriverons ainsi rapidement à une pression très faible, de l'ordre du centième de millimètre. Relions maintenant la cathode C au pôle négatif d'une bobine de Ruhmkorff en activité et l'électrode A au pôle positif. L'ampoule s'emplit d'une lueur diffuse si le vide n'est pas très avancé; mais, près de la cathode, il existe un espace sombre dont la limite figure assez exactement une surface équipotentielle. Dans cet espace, on distingue nettement une sorte de faisceau, comparable comme aspect à un cône de lumière traversant de l'air chargé de poussières. En franchissant la surface qui limite l'espace obscur, ce faisceau devient



Fig. 1. — Production du faisceau cathodique et de l'espace obscur dans une ampoule de Crookes. — V, ampoule dans laquelle on a fait le vide; A, anode reliée au pôle positif, et C, cathode reliée au pôle négatif d'une bobine de Ruhmkorff.

subitement plus brillant, comme si les rayons dont il paraît formé traversaient alors un milieu différent de celui qui entoure la cathode. Ce changement d'éclat est extrêmement marqué lorsque le vide a été fait sur de l'oxygène pur.

Ces rayons cathodiques sont caractérisés par un ensemble de propriétés qui les distinguent de toutes les radiations connues. Ainsi que l'avait constaté Hittorf, ils sont déviés par l'action d'un champ magnétique et s'enroulent autour des lignes de force; en même temps, l'espace obscur se déforme (fig. 2). Le voisinage d'un corps électrisé modifie aussi leur direction, les attire ou les repousse suivant que sa charge est positive ou négative.

Ces rayons n'éclairent pas les objets qu'ils frappent, mais ils les échauffent et peuvent les porter à une température dont la limite supérieure nous est inconnue, et ils possèdent au plus haut degré la propriété d'exciter la fluorescence.

Les expériences de Crookes sur la propagation rectiligne des rayons cathodiques (expérience de la croix), sur la fluorescence qu'ils produisent en frappant le verre, le cristal, le rubis, etc., sur les effets mécaniques ou calorifiques qu'ils déterminent (rotation d'un moulinet, fusion du platine), sont trop connues¹ pour qu'il soit nécessaire de les rappeler en détail. Mais l'intérêt de ces expériences n'a nullement diminué, car elles ont servi de base à l'hypothèse, généralement admise aujourd'hui, que les rayons cathodiques sont les trajectoires de particules gazeuses lancées par la cathode avec une vitesse qui est peut-être comparable à celle de la lumière. Ces projectiles infiniment petits sont fortement chargés d'électricité négative, et conservent cette charge même après avoir traversé la plus épaisse feuille métallique qu'ils soient capables de franchir (Jean Perrin). Cette électrisation n'est peut-être pas étrangère au phénomène de la production des rayons X.



Fig. 2. — Déformation de l'espace obscur et déviation des rayons cathodiques par l'action d'un champ magnétique.

I. — LES PARTICULARITÉS DE L'ÉMISSION CATHODIQUE.

On a pendant longtemps admis que l'émission cathodique, réduite à une simple répulsion électro-

¹ Voyez à ce sujet la *Revue générale des Sciences*, t. II, pages 161 et suiv., et pages 216 et suiv.

statique, avait lieu normalement à la cathode et par toute la surface de celle-ci. Mais, en réalité, ce n'est pas ainsi que les choses se passent, et il est nécessaire de compléter sur ce point l'hypothèse de l'émission.

Reprenons l'ampoule de la figure 1 et observons de plus près la formation du faisceau cathodique.

Au début de son apparition, alors que le vide est encore peu avancé¹, ce faisceau ne couvre nullement toute la cathode; il se présente sous la forme d'un cône creux (Swinton). Si la cathode était convexe, on aurait, au contraire, un cône divergent plein avec condensation centrale. Améliorons maintenant le vide; nous verrons ce faisceau se resserrer de plus en plus (fig. 3) jusqu'à n'être plus qu'un mince filet partant du centre de l'électrode. En même temps, les rayons cathodiques, au lieu de rester constamment normaux à la cathode et de se croiser en son centre de courbure, se courbent de telle sorte que leur point

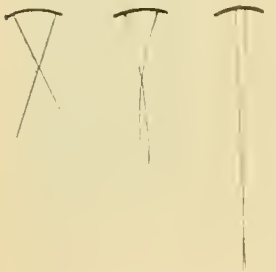


Fig. 3. — *Resserrement et allongement progressifs du cône cathodique par l'effet d'une raréfaction croissante.*

de convergence s'éloigne de plus en plus, et le cône qu'ils forment s'allonge indéfiniment (fig. 3).

Une étude détaillée de ces phénomènes, signalés par divers auteurs, conduit aux résultats suivants :

La région d'émission cathodique est toujours centrée, non sur la cathode, mais sur le tube qui entoure celle-ci². Vient-on à décentrer cette cathode (fig. 4), le faisceau cathodique tend manifestement

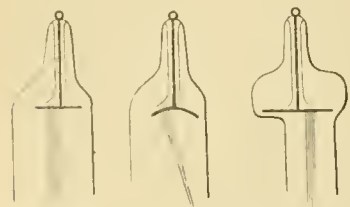


Fig. 4. — *Dispositifs montrant la tendance du point d'émission à se maintenir sur l'axe du tube.*

à se former dans le voisinage de l'axe du tube. Il est, par suite, évident que la présence des parois joue un rôle important dans le phénomène. Cette influence se manifeste encore d'une

¹ On verra plus loin qu'il n'y a pas lieu de préciser le degré de vide qui convient à tel ou tel phénomène. Ce degré est essentiellement variable avec la forme et les dimensions du tube et des électrodes.

² Si la cathode est très éloignée de toute paroi, et dans ce cas seulement, le centrage se fait sur la cathode même; mais l'étude de ce cas particulier mettrait moins bien en évidence les phénomènes qu'il s'agit de constater.

d'autant plus grand que le tube est plus large, et, tant que ce faisceau n'est pas réduit à un mince filet, sa distance aux parois est la même dans tous les tubes. Le diamètre de la cathode n'a, d'ailleurs,

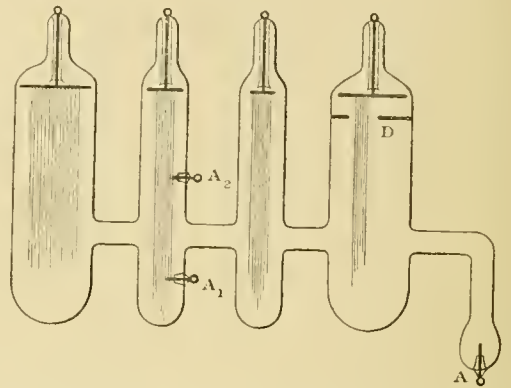


Fig. 5. — *Influence exercée sur le diamètre du faisceau cathodique par le voisinage des parois.* — Dans les trois tubes de gauche, la distance du faisceau aux parois est la même. Dans le tube de droite, pourvu d'un diaphragme D, le diamètre du faisceau est le même que si le tube avait le diamètre du trou, A, anode.

qu'une importance tout à fait secondaire : si, en effet, on place au-devant de celle-ci un diaphragme D percé d'une étroite ouverture, c'est en face de cette ouverture que prend naissance le faisceau cathodique, et son diamètre est le même que si le tube entier avait le diamètre du trou.

Si l'ampoule, au lieu d'être de révolution, présente une déformation quelconque, la région radiante subit une déformation correspondante et présente toujours la même symétrie que le tube.

Si l'on rapproche l'anode de la cathode, en portant, par exemple, le rhéophore positif de A en A₁ ou A₂, le diamètre du faisceau cathodique diminue aussitôt; cela nous indique que l'action des parois est d'ordre électrique, et même que le resserrement du faisceau est dû à la présence d'électricité positive. On sait d'ailleurs, par les travaux de Crookes, que, dans un tube à rayons cathodiques, les parois sont électrisées positivement jusque tout près de la cathode.

Cette électrisation est facile à constater : une électrode E (fig. 6), placée un peu en avant de la cathode, est presque au même potentiel que celle-ci dès que le vide est un peu poussé; entre E et C se fait la presque totalité de la chute de potentiel dans le tube, et la longueur d'étincelle

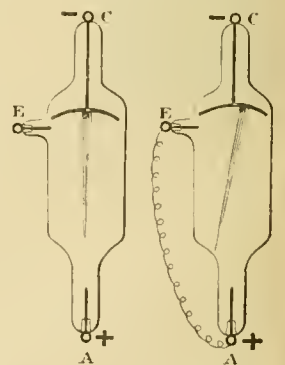


Fig. 6. — *Action répulsive exercée sur la région radiante par une électrode E chargée positivement.* — A, anode; C, cathode.

qui mesure cette chute s'élève rapidement à 10 ou 20 centimètres quand on augmente la raréfaction¹. Or, le diamètre du faisceau cathodique est précisément d'autant plus réduit que la différence de potentiel est plus considérable entre E et C, c'est-à-dire que la charge positive des parois est plus forte au voisinage de la cathode².

Si on relie l'électrode E à une source d'électricité, on constate facilement qu'une charge positive repousse la région radiante et la déplace sur la cathode : une charge négative l'attire, au contraire. Donnant à cette électrode la forme d'un anneau, on peut à volonté resserrer ou élargir le faisceau cathodique et faire varier en conséquence la résistance du tube, laquelle ne dépend que du diamètre de ce faisceau.

Il est assez singulier de voir le faisceau cathodique repoussé à son origine par une charge positive, alors qu'il est formé de particules négatives, et que sur tout le reste de son trajet il est manifestement attiré par les corps chargés positivement.

II. — L'AFFLUX CATHODIQUE.

Cette contradiction disparaît si l'on admet que l'émission cathodique est alimentée, non aux dépens de la cathode, mais par un courant de matière électrisée positivement, provenant des diverses parties du tube et arrivant à la cathode avec une grande vitesse. Cet *afflux cathodique*, nécessairement repoussé par la charge positive des parois, se centrera sur le tube et en relètera évidemment la symétrie. Une électrode l'attirera ou

le repoussera suivant le signe de son électrisation et déplacera par suite son point d'arrivée, c'est-à-dire le point de départ des rayons cathodiques; un diaphragme à trou placé un peu en avant de la cathode ne laissera l'afflux arriver à celle-ci qu'en face du trou; et, en ce point seulement, il y aura formation de rayons cathodiques. Sur tout le reste de la cathode, l'émission, alimentée seulement par le gaz compris entre celle-ci et le diaphragme, sera insignifiante. C'est, en effet, ce que l'expérience va nous permettre de vérifier. Cet afflux cathodique est d'ailleurs aisément visible sous l'aspect d'une gerbe rose-violacé qui semble implantée sur la cathode et présente une forme manifestement en rapport avec celle du tube.

L'existence de ce courant matériel est rendue tout à fait évidente par les expériences suivantes, dans

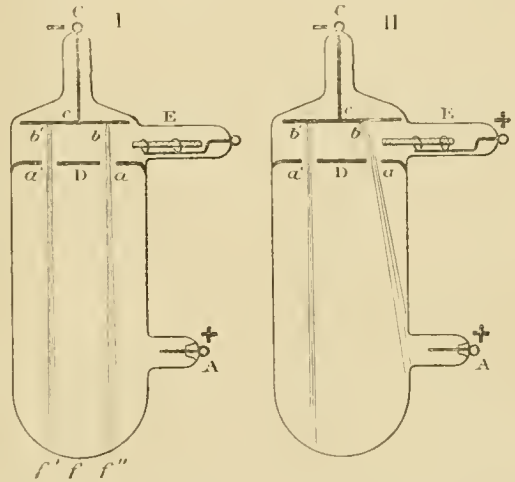


Fig. 7. — Expériences sur l'afflux cathodique. — I. Appareil servant à montrer que les rayons cathodiques se forment seulement sur les points de la cathode (b, b') qui peuvent recevoir l'afflux cathodique. Ce dernier ne peut passer que par les trous a a' du diaphragme D. Les rayons cathodiques rencontrent le verre en f' et f''; s'il n'y avait pas de diaphragme, il n'y aurait qu'un seul faisceau rencontrant la paroi en f. — II. Répulsion de l'afflux cathodique en b par une électrode E chargée positivement.

l'appareil que représente la figure 7. Dès que le vide est assez avancé pour que le diaphragme D soit à l'intérieur de l'espace obscur, l'émission cathodique se fait à peu près en totalité par les points b b' situés en face des trous a a' (l'influence des parois est ici presque nulle en raison du grand diamètre donné à l'appareil). En l'absence du diaphragme, on aurait un faisceau unique venant frapper le verre en f, et pouvant le fondre en ce point seulement. Dans le cas présent, c'est en f' et f'' que la fusion aurait lieu si l'expérience se prolongeait.

L'électrode E, mobile à coulisse, permet de vérifier aisément qu'une charge positive repousse le courant d'afflux qui arrive par le trou a, tandis qu'elle attire au contraire le faisceau cathodique correspondant (fig. 7, II).

¹ C'est pour cette raison qu'il est nécessaire de donner une grande longueur à la tubulure qui porte la cathode. Sans cette précaution, des étincelles partiraient du point C et iraient percer le verre en avant de la cathode.

² Il résulte de ce phénomène une conséquence dont il faut tenir compte dans toute expérience sur les rayons cathodiques : une électrode placée en avant de la cathode et près de celle-ci est toujours chargée positivement à l'intérieur du tube; on vient de voir, en effet, qu'elle est à un potentiel très élevé par rapport à la cathode. Au contraire, une électrode analogue placée très loin de la cathode est entourée d'un espace à potentiel uniforme ou à peu près et presque égal à celui de l'anode, c'est-à-dire supérieur à celui des objets qui environnent le tube et de l'air ambiant. La partie de l'électrode extérieure au tube est le siège d'une déperdition positive qui abaisse le potentiel de cette électrode au-dessous de celui du tube : par suite, elle est chargée négativement. L'électrisation est beaucoup plus marquée si l'électrode est reliée à un conducteur extérieur, qui est nécessairement à un potentiel très bas, si on ne le charge pas; elle est encore plus forte si on relie l'électrode au sol, ce qui ramène le potentiel à zéro. Une électrode attirera donc ou repoussera les rayons cathodiques suivant qu'elle sera près ou loin de la cathode : dans le second cas, elle pourra émettre des rayons cathodiques, surtout si le vide est un peu poussé, ce qui accroît l'électrisation du tube. Il suffit de toucher avec le doigt un tube de Crookes, un peu loin de la cathode, pour repousser le faisceau cathodique; en même temps, la région touchée devient le siège d'une nouvelle émission.

Si l'électrode E passe exactement au-dessus du centre de l'ouverture *a*, l'afflux se divise en deux courants divergents, qui s'écartent ou se rapprochent l'un de l'autre suivant que l'électrode est chargée positivement ou négativement, et le point radiant *b* est alors dédoublé.

Si on éloigne peu à peu le diaphragme, l'espace compris entre la cathode et lui fournit un afflux de plus en plus important, et, quand la distance CD atteint 8 ou 10 centimètres, il n'y a plus qu'un seul faisceau cathodique comme à l'ordinaire : le rôle du diaphragme se réduit alors à ne laisser passer par *a* et *a'* qu'une faible partie de l'émission totale, le verre est encore fluorescent en *f'* et *f''*, mais sa température s'élève à peine, et c'est au contraire le diaphragme qui s'échauffe, surtout dans sa partie centrale.

L'hypothèse de l'afflux cathodique conduit à des conséquences faciles à vérifier :

Si l'on remplace par une lame de verre la partie centrale de la cathode, on ne change rien à la symétrie du tube ni à la distribution des potentiels : la marche du courant gazeux positif ne doit donc pas être modifiée; elle ne l'est pas en effet : à mesure que la raréfaction augmente, le faisceau cathodique se resserre de plus en plus, comme à l'ordinaire, puis abandonne le pourtour métallique de la cathode et finalement part du centre de la lame de verre (plus exactement du point situé sur l'axe du tube), comme si toute la cathode était en métal. L'expérience faite, il est facile de voir que la partie centrale de la lame de verre est remplie de fines bulles gazeuses qui deviennent très visibles si on les chauffe légèrement; la présence de ces bulles indique évidemment que des particules gazeuses sont arrivées avec une grande vitesse sur la cathode.

En arrivant à la cathode, l'afflux est brusquement arrêté et sa force vive doit nécessairement se transformer en chaleur. Une cathode faite d'une lame mince de métal ou de verre est, en effet, rapidement portée au rouge sur les points d'émission des faisceaux cathodiques, là précisément où l'afflux est supposé arriver. L'explication de ce phénomène est donc tout à fait semblable à celle que l'on donne du dégagement de chaleur produit par le choc des rayons cathodiques; dans les deux cas, l'effet calorifique est le résultat du choc des particules gazeuses contre un obstacle. Cette vérification laisse subsister peu de doutes sur l'existence de l'afflux cathodique.

Supposons maintenant que la partie centrale de la cathode soit formée par une toile métallique ou même simplement percée d'une petite ouverture (fig. 8), et que la région située en arrière soit entourée par un tube métallique qui la protège contre

toute action électrique. Si l'afflux cathodique existe réellement, il doit évidemment traverser la toile en vertu de sa vitesse, et manifester sa présence au delà, en élevant la température d'un obstacle par exemple. C'est précisément ce qui arrive : un faisceau, assez semblable d'aspect à celui des rayons cathodiques, part de la toile métallique et va frapper le verre en *b*. En ce point, la température s'élève et une lumière jaune apparaît, qui n'est autre que celle du sodium. Une lame de verre mince placée sur le trajet *ab* peut être rapidement fondue et percée.

Si on dévie l'afflux au moyen d'une électrode E chargée par exemple positivement, le faisceau prend la position *a'b'*, prolongement exact de la direction nouvelle de l'afflux.

Ce faisceau *ab* ou *a'b'* ne présente aucune trace d'électrification; il est insensible à l'action d'un aimant ou d'un corps électrisé : nous sommes en présence des rayons découverts par Goldstein (*Kanalstrahlen*). Leur

existence se présente ainsi comme une conséquence nécessaire de l'émission cathodique par

une cathode perforée et leur formation est en même temps expliquée.

Les phénomènes de Crookes apparaissent maintenant comme étant le résultat d'une circulation régulière du gaz dans une ampoule suffisamment évacuée. Cette circulation ne paraît nettement établie qu'à l'intérieur de l'espace obscur; au delà, c'est le phénomène de Geissler que l'on observe. Il ne saurait être question d'un degré de vide convenant à l'un de ces phénomènes plutôt qu'à l'autre; on verra plus loin que la forme et la dimension des électrodes jouent à ce point de vue un rôle aussi important que la pression.

Cette hypothèse de la circulation des gaz est due

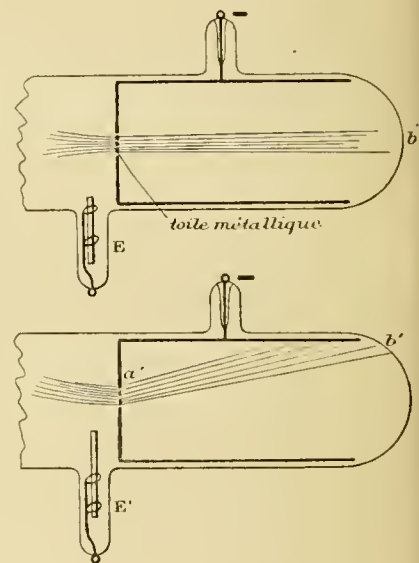


Fig. 8. — Formation des rayons de Goldstein aux dépens de l'afflux cathodique arrivant sur une cathode en toile métallique. — Le faisceau vient frapper le verre en *b*. Si, au moyen d'une électrode E' chargée positivement, on imprime une déviation à l'afflux cathodique, le faisceau de rayons subit une déviation correspondante et vient frapper le verre en *b'*.

à Crookes lui-même et lui avait suggéré l'expérience suivante : Deux petits moulinets MM' (fig. 9) sont placés en regard de deux ouvertures oo' pra-

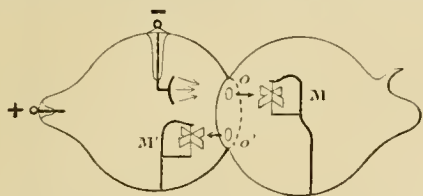


Fig. 9. — Appareil de Crookes servant à mettre en évidence la circulation de la matière radiante. — o, o', ouvertures pratiquées dans la cloison séparant les deux parties de l'ampoule; M, M', moulinets tournant sous l'influence du courant de matière radiante.

tiquées dans une cloison séparant en deux parties l'ampoule à vide. Quand l'appareil est en marche, les moulinets se mettent en mouvement comme sous l'action d'un courant gazeux qui suivrait le sens indiqué par les flèches.

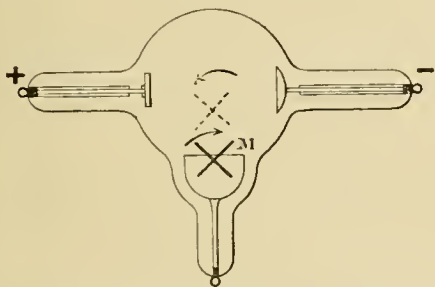


Fig. 10. — Appareil employé par M. Swinton dans ses recherches sur la circulation de la matière dans les tubes de Crookes. — M, moulinet pouvant occuper deux positions. Dans la position en traits pointillés, il tourne en sens inverse des aiguilles d'une montre sous l'influence du faisceau cathodique; dans la position en traits pleins, il tourne en sens contraire, sous l'influence d'un courant de retour qui donne naissance à l'afflux cathodique.

M. Swinton a repris récemment cette expérience au moyen de divers appareils dont deux sont représentés par les figures 10 et 11. Un moulinet M

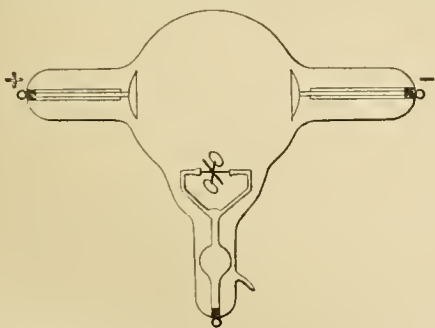


Fig. 11. — Appareil semblable au précédent. — Le moulinet a été modifié et placé plus bas afin d'éviter une attraction de la cathode.

(fig. 10), mobile sur une coulisse, peut occuper à volonté la position indiquée en traits pointillés, ou celle qui est marquée en traits pleins. Dans le premier cas, il tourne sous l'action du choc des

rayons cathodiques; dans le second, la rotation est inverse, comme si les ailettes étaient frappées par un courant gazeux de retour qui serait l'origine de l'afflux cathodique. Le résultat est le même avec le second appareil (fig. 11), dans lequel le moulinet a été modifié de manière à éviter l'influence possible d'une attraction des ailettes supérieures par la cathode. C'est maintenant une hélice à axe horizontal qui se met en mouvement quand le tube est en activité, et cet effet n'est évidemment pas dû à une attraction par la cathode.

Il est assez naturel d'admettre avec le physicien anglais que les effets observés sont bien produits par le courant gazeux qui ramène à la cathode les molécules lancées par celle-ci sous forme de projectiles cathodiques.

L'existence d'un tel courant paraît d'ailleurs indiscutable.

Une objection toutefois se présente qu'il y aurait le plus grand intérêt à faire disparaître pour donner à ces résultats toute la rigueur démonstrative nécessaire; il se pourrait que le mouvement constaté soit dû à un effet de réaction résultant de l'émission de rayons cathodiques par les ailettes des moulinets, et principalement par les faces en regard de l'anode.

La cause de cette émission n'est autre que l'électrisation du tube; elle a été indiquée page 303 en note. Cette manière de voir expliquerait bien pourquoi la rotation ne se produit facilement qu'à un vide très poussé. Le fait constaté par M. Swinton, qu'un électroscope relié au moulinet se charge positivement, indique d'ailleurs qu'à l'intérieur du tube les ailettes sont chargées négativement, en vertu du principe de la conservation de l'électricité.

Ce qui paraît le plus probable, c'est que le mouvement des ailettes est dû à plusieurs causes qu'il serait certainement possible de dégager en variant suffisamment les conditions de l'expérience.

III. — EMISSION ET PROPAGATION DES RAYONS CATHODIQUES.

Les propriétés de l'afflux cathodique permettent de prévoir dans presque tous les cas la position et la forme de la région d'émission cathodique. Soit le cas, par exemple, d'une cathode plane centrée dans un tube cylindrique : au début de l'apparition des phénomènes cathodiques, l'espace obscur n'a que quelques millimètres d'épaisseur et l'afflux est uniforme ainsi que l'émission. Le vide progressant, l'espace obscur s'agrandit, le trajet parcouru par l'afflux augmente et les filets gazeux voisins des parois qui les repoussent se rapprochent de l'axe et accroissent la densité périphérique du

courant d'afflux. L'émission cathodique est par suite prépondérante suivant un anneau qui correspond à cette condensation de l'afflux; à une pression plus faible, les bords intérieurs de l'anneau se rejoignent et l'uniformité se rétablit.

Si la cathode est concave, l'afflux positif est attiré par les bords saillants de celle-ci et le phénomène de l'anneau est extrêmement marqué, l'émission devenant presque nulle dans la partie centrale de l'électrode. Le faisceau cathodique présente la forme de cône creux observée par M. Swinton. On peut faire varier à volonté le diamètre de l'anneau en plaçant une électrode auxiliaire E au centre même de la cathode (fig. 12), et la chargeant positivement ou négativement.



Fig. 12. — Coupe du faisceau cathodique émis par une cathode concave. — Il a la forme d'un cône creux. Lorsque le centre de la cathode est percé d'une ouverture dans laquelle passe une électrode E chargée positivement, la base du cône cathodique s'élargit.

que par AN, de là une courbure de la trajectoire du projectile cathodique négatif, et un allongement notable du cône.

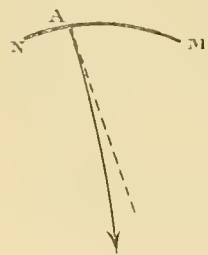


Fig. 13. — Explication de la courbure des génératrices du cône cathodique. — Un rayon partant de A est plus fortement repoussé par la partie AM que par la partie AN de la cathode; il se recourbe donc du côté de AN.

Si la cathode est sphérique, l'émission est toujours normale à sa surface. Mais la convergence des rayons n'a lieu au centre de courbure qu'au début de leur apparition, alors que le vide est peu avancé et que les différences de potentiel sont faibles. Dès que la raréfaction augmente, les rayons se recourbent et leur point de rencontre s'éloigne. Soit en effet un rayon partant de A (fig. 13); il est évidemment repoussé plus fortement par la partie AM de la cathode

A une certaine distance de la cathode, le potentiel devient uniforme, le tube fait cage de Faraday, et la propagation est rectiligne.

L'action réciproque de deux faisceaux est nulle ou au moins tout à fait inappréciable.

Cette proposition se vérifie sans difficulté si on a soin d'éviter l'influence que peut exercer sur les rayons le voisinage d'un objet électrisé, en particulier d'une cathode.

L'appareil que représente la figure 14 permet d'avoir avec une cathode unique deux fais-

ceaux restant parallèles sur tout leur trajet, même à 7 ou 8 millimètres de distance l'un de l'autre. (Dans l'espace CD, les lignes de force sont des droites parallèles aux rayons et ne peuvent modifier leur direction.)

Remplaçant la cathode plane par une cathode courbe, on obtient deux faisceaux convergents qui se croisent sans qu'il en résulte aucune déviation de leurs directions. Avec la disposition indiquée par la figure 15, on isole dans un faisceau unique deux groupes de rayons faiblement divergents et très voisins.

On constate facilement qu'ils sont parfaitement rectilignes sur tout leur trajet (30 c. de D à F) et par suite n'exercent l'un sur l'autre aucune action attractive ou répulsive.

IV. — RÉSISTANCE DES TUBES DE CROOKES.

L'afflux cathodique et les rayons qu'il alimente

constituent à peu près le seul véhicule de l'électricité dans un tube de Crookes. De la section de l'afflux dépendra par suite, uniquement, la résistance, qu'on peut évaluer, par exemple, en longueur d'étincelle équivalente.

A pression égale, et avec la même longueur, un tube de grand diamètre sera beaucoup moins résistant qu'un tube étroit. Un diaphragme à trous, placé au-devant de la cathode, à 15 ou 20 millimètres, réduit considérablement la section de l'afflux comme on l'a vu précédemment (fig. 7), et il en résulte une augmentation considérable de la résistance. Celle-ci s'accroît encore si, au moyen d'une petite plaque mobile, on vient à fermer l'une des ouvertures du diaphragme.

On réaliserait un tube de Crookes à résistance variable, en plaçant un diaphragme iris en avant de la cathode.

On diminue notablement la résistance, en remplaçant la cathode

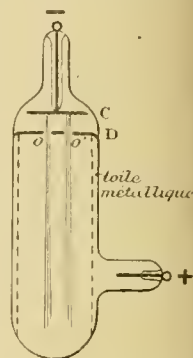


Fig. 14. — Expérience montrant que deux faisceaux cathodiques sont sans action l'un sur l'autre. — Le diaphragme D et la toile métallique forment cage de Faraday.

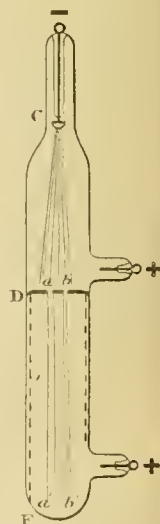


Fig. 15. — Autre expérience sur l'action mutuelle des rayons cathodiques. — Deux groupes de rayons aa' , bb' , isolés par le diaphragme D dans le faisceau émis par la cathode C, sont sans influence l'un sur l'autre.

ordinaire, plane ou concave, par une tige métallique placée dans le sens de l'axe du tube. L'effet est plus marqué si cette tige est contournée en spirale peu serrée, de manière à offrir un grand développement et à recevoir l'afflux par un grand nombre de points. On peut ainsi réaliser, avec deux électrodes très différentes, une ampoule qui soit à l'état Geissler pour un sens du courant, à l'état Crookes ou Hittorf pour l'autre, de telle sorte, par exemple, que le courant inverse, à faible tension, de la bobine de Ruhmkorff, passe sans difficulté et donne le premier de ces phénomènes, tandis que le courant direct est complètement arrêté et donne entre les bornes de la bobine des étincelles de 30 centimètres.

V. — NATURE DE LA MATIÈRE RADIANTE.

Tous les tubes de Crookes, en cela différents des tubes de Geissler, se comportent à tous égards de la même manière, quel que soit le procédé employé pour les préparer, quel que soit le gaz sur lequel on ait fait le vide. On lit, à ce sujet, dans un des mémoires de Crookes, la phrase suivante :

« Que le gaz soumis primitivement à l'expérience soit l'hydrogène, l'acide carbonique ou l'air atmosphérique, les phénomènes de phosphorescence, d'ombre, de déviation magnétique, etc..., sont identiques. »

Plus récemment, J. J. Thomson a démontré que, pour une même chute de potentiel, la déviation magnétique des rayons est constante et indépendante de la nature du gaz sur lequel on a fait le vide.

Nous ne suivrons pas les physiciens anglais dans leurs déductions relatives à la matière universelle. S'il n'y a qu'une seule substance capable de prendre l'état radiant, il est tout indiqué de chercher d'abord si cette substance ne serait pas l'un des corps simples qui constituent la matière ordinaire.

Une première indication nous est fournie par l'observation des taches brunes ou violacées, qui se produisent sur le verre longtemps frappé par les rayons cathodiques, et beaucoup plus rapidement sur le cristal. Crookes a reconnu que ces taches ne sont pas dues à un dépôt de particules arrachées aux électrodes. En pareil cas, elles seraient d'ailleurs solubles dans les dissolvants du métal de l'électrode, ne se produiraient pas dans les tubes sans électrodes, et le cristal ne brunirait pas plus facilement que le verre.

Ces taches sont évidemment le résultat d'une action chimique des rayons cathodiques, et c'est une réduction qui se produit : le cristal noircit parce qu'il est formé, en grande partie, de silicate de plomb facile à réduire. Le verre, qui renferme

toujours un peu de cristal, donne le même résultat, mais très atténué.

Ce pouvoir réducteur des rayons cathodiques est facile à mettre en évidence : on peut, par exemple, recevoir le faisceau sur une lame de cuivre oxydé superficiellement, un obstacle quelconque étant interposé sur le trajet des rayons, de manière à porter ombre sur la lame. La région protégée ainsi par l'obstacle reste noire; tout le reste de la lame, au contraire, reprend peu à peu la couleur rouge du cuivre réduit.

On peut substituer à la lame oxydée du verre vert à l'oxyde cuivrique. Sous l'action des rayons cathodiques, ce silicate se transforme bientôt en verre rouge cuivreux, aisément reconnaissable à son spectre d'absorption. La réduction se produit ici dans la masse, par suite du pouvoir de pénétration des projectiles cathodiques, et il est dès lors évident que l'atmosphère intérieure du tube n'intervient pas. D'ailleurs, l'expérience réussit également bien si le vide est fait sur de l'oxygène aussi pur que possible, et dont le spectre est visible pendant que le tube est en activité.

La figure 16 représente le résultat obtenu en recevant pendant quelques minutes les rayons cathodiques sur une paroi de verre partiellement revêtue d'une couverte en cristal figurant une rosace. Celle-ci se détache en noir. On peut observer, en prolongeant l'action, des irisations très nettes indiquant bien qu'il s'est formé une couche métallique à pouvoir réflecteur élevé.

On obtient les mêmes effets en recevant sur le silicate réductible non plus les rayons cathodiques directs, mais ceux qui sont diffusés par les lames anticathodiques des tubes focus, et auxquels est due l'illumination hémisphérique de ces tubes.

La réduction se produit de même si les électrodes sont extérieures au tube. Il devient alors difficile d'admettre que le phénomène résulte d'un transport des gaz réducteurs occlus dans le métal des électrodes.

Il est naturel de supposer que les corps composés sont dissociés par le courant électrique; le spectre d'un gaz composé montre en effet toujours les raies caractéristiques des composants. Or, le seul gaz simple réducteur connu est l'hydrogène.

C'est précisément l'hydrogène que le spectroscope nous montre se déplaçant dans les tubes de Crookes pendant le passage du courant. En ménageant un étranglement capillaire près d'une électrode, on vérifie aisément, si le tube est bien sec, que les raies de l'hydrogène disparaissent en quel-



Fig. 16. — Rosace en cristal, sur fond de verre, réduite par les rayons cathodiques.

ques secondes si l'électrode est anode, et réapparaissent très brillantes, si elle devient cathode. Enfin, près de la cathode, dans la gerbe rose formée par l'afflux, les raies de l'hydrogène sont toujours et souvent seules visibles.

L'origine de cet hydrogène est facile à trouver. Les alcalis superficiels du verre, le verre lui-même, ne peuvent être privés d'eau complètement. Un tube Plücker, par exemple, si bien desséché qu'il soit, donne avec éclat le spectre de l'hydrogène si on le chauffe.

On est donc autorisé à admettre que les projectiles cathodiques ne sont autre chose que des molécules d'hydrogène électrisé.

Une conséquence immédiate de cette hypothèse est que l'afflux cathodique et les rayons de Goldstein, qui sont le prolongement de cet afflux dans le cas d'une cathode perforée, sont également formés d'hydrogène en mouvement. L'emploi d'une cathode, dont la partie centrale est en cristal, permet de vérifier sans difficulté que l'afflux catho-

dique possède la même puissance réductrice que les rayons cathodiques.

Pour s'assurer que les rayons de Goldstein possèdent également cette propriété, il suffit de reprendre l'appareil de la figure 8, et de mettre une lame de cristal sur le trajet des rayons; elle prend rapidement la couleur violacée, à reflets métalliques, du silicate de plomb partiellement réduit. Les rayons de Goldstein n'étant pas électrisés, on ne peut invoquer ici l'intervention d'un phénomène électrique.

Il devient ainsi tout à fait évident que l'hydrogène fait à lui seul tous les frais de l'émission cathodique. Les propriétés physiques et chimiques de ce gaz font déjà de lui un corps à part dans la série des éléments: il n'est pas surprenant qu'il se distingue encore des autres corps simples par la propriété, qu'il posséderait exclusivement, de pouvoir prendre l'état radiant et constituer les projectiles cathodiques.

P. Villard,

Docteur ès sciences.

PHYSIOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE GÉNÉRALES DES MALADIES DU CŒUR

A l'état physiologique, la fonction cardiaque s'exerce d'une façon continue, sans fatigue pour l'organe, aussi bien dans le repos que dans les conditions diverses du mouvement et de l'effort.

Pour subvenir aux besoins de la circulation et en dehors de sa force impulsive, le cœur est aidé par l'élasticité artérielle, qui conserve et propage l'énergie créée à l'intérieur des ventricules au moment de leur contraction systolique. La distribution même des artères à la périphérie règle le débit des circulations locales suivant leur besoin, et le travail cardiaque n'est ordinairement pas influencé par les variations isolées de pression, que provoque l'état de repos ou de fonctionnement des différents organes. Le cœur ne connaît les besoins de la circulation périphérique que par la plus ou moins grande quantité de sang veineux qui pénètre dans son intérieur à chacune de ses diastoles, et c'est sur cette quantité qu'il règle le travail qu'il a à fournir.

Malgré l'harmonieux équilibre qui caractérise l'acte physiologique de la circulation cardio-vasculaire, l'imprévu, toujours possible quand il s'agit de phénomènes vitaux, a lui-même été prévu par la Nature. Il est constitué par des phénomènes d'ordres multiples, qui, pour la plupart, réagissent sur le cœur d'une façon directe ou indirecte.

L'imprévu, c'est l'excitation sensitive, doulou-

reuse ou non, venant modifier subitement les conditions de la circulation d'un organe ou d'une partie du corps, c'est un réflexe allant impressionner les centres nerveux et retentir plus spécialement sur ceux qui règlent la circulation générale ou les circulations locales, c'est l'émotion enfin, dont les causes sont infinies, dont les effets sont multiples et qui provoque dans le domaine des vaso-moteurs de si subites variations.

Le cœur est rapidement averti du désordre soudainement apporté à l'équilibre circulatoire. En rapport avec le bulbe et les centres nerveux par l'intermédiaire des filets du pneumogastrique et du grand sympathique qui président à son innervation, il adapte son rythme aux besoins nouvellement créés ou aux troubles transitoirement survenus dans la circulation. Mais cette modification soudaine n'est pas non plus aveugle. S'il appartient aux centres nerveux d'avertir le cœur des changements survenus dans l'équilibre circulatoire, c'est au cœur seul qu'il est réservé de décider du remède qu'il convient de leur apporter. Maître de son rythme, il emmagasine la sensation reçue, et, ne prenant les motifs de sa contraction que dans ses ganglions nerveux propres et la contractilité de sa fibre musculaire, il accélère ou ralentit son mouvement suivant ce qui lui est demandé par l'organisme et suivant ce qu'il est en état de fournir. C'est

ainsi que, dans l'état de repos physiologique, l'équilibre circulatoire s'établit et se maintient, utilisant l'énergie cardiaque sans fatigue pour l'organe.

Dans le mouvement et l'effort, les conditions de la circulation se modifient sans que le cœur en soit fâcheusement impressionné. La contraction musculaire rythmée fait passer dans le muscle une plus grande quantité de sang. Le fait est connu depuis longtemps, mais Chauveau et Kauffmann ont bien mis en relief la vaso-dilatation des vaisseaux intra-musculaires, en rapport avec l'abaissement de pression dans les artères afférentes. Dans ces conditions, les contractions du cœur deviennent plus rapides, mais, comme l'obstacle à vaincre au niveau des muscles en mouvement est moindre, puisque la pression vasculaire s'y trouve abaissée, l'effort à accomplir par le cœur n'est pas plus considérable et ne provoque aucune fatigue de l'organe. Aussi, c'est encore la circulation périphérique qui règle l'apport, suivant ses propres besoins, sans que le cœur y participe d'une façon notable.

Dans le mouvement musculaire généralisé, et surtout dans l'effort, les conditions habituelles de la circulation vont se trouver plus profondément atteintes.

Quand la vaso-dilatation est généralisée, le cœur accélère en vain ses battements, et l'abaissement de la pression ne peut pas être indéfiniment évité. Les veines s'emplissent de sang et la stase finit par gagner les cavités droites du cœur, dont l'énergie musculaire a diminué sous l'influence de la fatigue.

De même, l'effort soumet le cœur à des variations rapides de pression. Tout d'abord, c'est le sang veineux qui s'accumule dans les vaisseaux du poumon et dans les cavités droites du cœur, puis, la stase cessant, le sang passe rapidement dans le cœur gauche, dont le ventricule est soumis à un surcroît de fatigue, puisqu'il doit se contracter sur une quantité plus considérable de sang.

A la limite donc des mouvements et de l'effort, les cavités du cœur témoignent de la fatigue de l'organe en se dilatant. Mais ces cas sont extrêmes, et, avant d'en arriver là, les ressources dont dispose le système cardio-vasculaire sont telles que la circulation maintient son équilibre physiologique sans qu'un état s'établisse qui puisse être qualifié de pathologique.

Ces ressources résident très spécialement dans la puissance d'adaptation du muscle cardiaque.

Il faut d'abord considérer que le cœur n'utilise pas d'ordinaire en entier la force dont il est capable. Dans les circonstances physiologiques habituelles, il n'est pas à la limite de son action, et, comme Marey l'a montré, s'il y a obstacle, le cœur peut augmenter son effort jusqu'à un effort maximum. Si la force de résistance du cœur est mise plus avant

à l'épreuve, celui-ci trouvera des ressources nouvelles dans des phénomènes biologiques nouveaux, l'un passif : la dilatation, l'autre actif : l'hypertrophie.

A l'état normal, le cœur se dilate sous les moindres efforts, au point d'acquiescer des dimensions tout à fait anormales. La radioscopie nous a permis de constater ces changements rapides de volume, qui par leur soudaineté échappaient à la percussion. Mais la dilatation, on le conçoit, n'est qu'un correctif passager à la rupture de l'équilibre circulatoire intra-cardiaque. Elle ne peut se prolonger sans fatigue pour l'organe, ni sans mettre à l'épreuve la résistance des fibres cardiaques, surtout si celles-ci présentent déjà quelque altération préalable.

L'hypertrophie des parois des cavités cardiaques permet à l'organe de développer une énergie plus considérable et d'augmenter sa puissance d'action en proportion de l'obstacle à vaincre. Si les mouvements sont méthodiquement gradués, ils provoqueront une augmentation du volume des muscles du corps et aussi du muscle cardiaque. C'est ce que l'on constate chez les gymnastes de profession. Cette hypertrophie est habituellement modérée et disparaît lorsque l'on cesse les exercices gymnastiques.

Dans d'autres circonstances, l'hypertrophie se lie plus intimement au phénomène de la dilatation. Les cavités cardiaques, distendues par l'arrivée d'une plus grande quantité de sang, comme cela se voit sous l'influence des efforts répétés et violents, ne peuvent se vider que sous l'influence d'une contraction plus énergique de leurs parois, dont les fibres constitutives finiront bientôt par s'hypertrophier.

Ainsi donc, dilatation, hypertrophie sont des phénomènes physiologiques, capables de venir en aide d'une façon provisoire ou définitive au cœur soumis à un surcroît de travail. Mais ce ne sont que des ressources d'exception qui, à la longue, conduiraient à un état pathologique. Qu'une infection ou qu'une intoxication survienne, surprenant ainsi le cœur au maximum de son énergie vitale, et cette infection ou cette intoxication localiseront plus facilement leurs effets sur l'organe surmené ; c'est ce que nous voyons journellement en Clinique et ce que la Pathologie expérimentale a pu reproduire.

Cette courte incursion dans le domaine de la physiologie générale du cœur nous a permis d'entrevoir les procédés divers par lesquels l'organe peut, dans les limites les plus étendues de la vie normale, adapter son action à l'effort qu'il lui faut accomplir.

Habituellement économe de sa force, grâce au

soutien que lui fournit le système vasculaire, il peut, quand les circonstances l'exigent, déployer sans fatigue une énergie bien supérieure à celle dont il est ordinairement capable, dilater momentanément ses cavités pour parer à une surcharge soudaine, ou hypertrophier ses parois pour vaincre des obstacles supérieurs à la force dont il dispose normalement

I

A l'état pathologique, c'est encore à des ressources du même ordre que le cœur fera tout d'abord appel pour lutter contre les conditions défavorables qui lui seront imposées.

Mais examinons tout d'abord quelles sont ces conditions nouvelles que la maladie détermine.

Les lésions du cœur, multiples dans leurs modalités anatomiques, déterminent des modifications profondes dans la physiologie générale de la circulation, et auxquelles l'organisme doit remédier sous peine de déchéance. Ici encore, le cœur, le système artériel, les circulations locales, uniront leurs efforts pour augmenter les ressources de défense en face de la lésion cardiaque.

Qu'il s'agisse d'une lésion valvulaire, congénitale ou acquise, qu'il s'agisse d'une altération atteignant le myocarde ou le péricarde, la conséquence immédiate ou prochaine d'une pareille défectuosité consistera dans un surcroît de fatigue pour le cœur et une diminution dans le travail produit.

Les lésions valvulaires ou les lésions congénitales consistent essentiellement dans des rétrécissements ou des insuffisances des orifices.

S'il s'agit de rétrécissement, la masse sanguine à mouvoir restant égale, l'obstacle qui en résultera nécessitera, de la part du cœur ou des parties situées en amont de la lésion, une dépense plus considérable d'énergie, et, pour vaincre l'obstacle, les parois des cavités seront de ce fait soumises à un travail exagéré.

S'il s'agit d'insuffisance valvulaire, l'onde sanguine projetée à chaque contraction valvulaire, divisée en deux courants par la défectuosité même de la valvule, parviendra diminuée dans le système périphérique; le travail actif du cœur sera donc amoindri. Mais ce n'est pas tout: si l'insuffisance siège sur les valvules auriculo-ventriculaires, les oreillettes sus-jacentes recevront pendant la systole, et avec une vive énergie, une onde sanguine qui ne leur est pas destinée. Les oreillettes se dilateront tout d'abord et s'hypertrophieront ensuite, et le surcroît de fatigue se propagera à tout le système circulatoire, périphérique ou pulmonaire situé en amont. L'effet aura beaucoup moins d'importance s'il s'agit d'insuffisance des artères de la base du cœur.

S'il s'agit d'une lésion portant sur le péricarde ou sur le myocarde, sclérose ou surcharge graisseuse, il en résultera, à plus ou moins longue échéance, un affaiblissement de l'énergie cardiaque et une diminution dans le travail effectué. Insuffisance de la circulation périphérique, tendance à la dilatation cardiaque, telles seront les conséquences de l'altération des fibres myocardiques. La Clinique est d'accord avec la Physiologie pathologique générale pour nous montrer que c'est bien à ces conséquences que sont dus les accidents constatés au cours des myocardites chroniques ou des symphyses du péricarde. Mais, suivons plus loin encore les effets des lésions cardiaques multiples dont nous venons de spécifier l'importance pathologique, relativement à l'action cardiaque elle-même.

La circulation périphérique est réglée par deux facteurs: le premier consiste dans l'impulsion partie du cœur à chaque systole, le deuxième dans la puissance contractile du système artériel. Si la première de ces actions s'affaiblit, et c'est directement ou indirectement l'effet habituel des lésions cardiaques, l'onde sanguine parviendra diminuée et avec une pression moindre dans le système circulatoire artériel; par contre, la circulation veineuse, qui est réglée elle-même, et en partie tout au moins, par la *vis a tergo* et la force que le courant sanguin a acquise dans le cœur et les artères, perdra le plus actif de ses auxiliaires. Le sang progressera dans les veines avec moins de facilité et d'énergie, et la circulation veineuse deviendra languissante. Ainsi donc, diminution de la pression artérielle, augmentation de la pression veineuse, tels seront les effets logiques et nécessaires de la lésion cardiaque.

Mais à ces accidents d'ordre mécanique s'en ajoutent bientôt d'autres, ayant de plus graves conséquences encore pour le bon fonctionnement des tissus et des organes. L'apport insuffisant de sang artériel, la stase trop prolongée du sang veineux, auront comme effets une oxygénation insuffisante des éléments constitutifs de l'organisme et une dépuration imparfaite. Nous savons combien dans ces conditions sont faciles les auto-intoxications ou les intoxications exogènes. C'est ainsi que l'on voit le foie s'altérer par l'action des combustions imparfaites dont ses éléments sont le siège, et qu'il devient inapte à lutter contre l'effet toxique des poisons qui lui arrivent de toute part par l'intermédiaire de la veine porte. Les autres organes subissent des altérations analogues, et il n'en est pour ainsi dire aucun où l'on ne puisse voir des altérations d'ordres divers, déchéance des éléments nobles, production de tissus de sclérose, suivre de près les troubles circulatoires dont nous avons parlé.

Il est inutile de joindre à ces accidents les effets multiples, d'ordre nerveux pour la plupart, qui accompagnent à certains moments les lésions cardiaques et qui en sont comme des épiphénomènes nécessaires : troubles réflexes d'origine périphérique ou viscérale, spasmes multiples venant d'une façon imprévue, mais toujours fâcheuse, compliquant une situation déjà si profondément menaçante, etc.

En résumé donc, si l'on ne considère que la dynamique cardio-vasculaire, l'effet d'une lésion de cœur consistera essentiellement dans une diminution du travail actif produit et dans une exagération de l'effort cardiaque; comme corollaire nécessaire, il en résultera un affaiblissement de la pression artérielle et un ralentissement de la circulation veineuse. — Si l'on considère l'activité vitale des tissus et des organes, on verra que, diminuée par l'effet des conditions défectueuses dont nous avons parlé, elle deviendra inapte à résister aux causes multiples d'altération qui menacent ces tissus et ces organes.

Les troubles complexes, mécaniques et vitaux, qui résultent nécessairement des diverses maladies du cœur, ne permettraient pas une longue survie au sujet qui en est porteur si l'organisme n'avait pas à sa disposition d'extraordinaires ressources.

II

La résistance aux effets des lésions cardiaques s'effectue par le commun accord du cœur, de la circulation et de l'organisme tout entier.

C'est presque exclusivement aux troubles mécaniques de la circulation que le cœur s'efforce de remédier. Nous avons dit qu'à l'état physiologique le cœur n'utilise pas toute l'énergie qu'il est capable de produire. A l'état pathologique, dans le cas où un obstacle siège sur un point quelconque de la circulation, il n'en sera plus de même. Si l'obstacle siège en aval du cœur, c'est tout le segment situé en amont qui s'emploiera énergiquement à en atténuer les effets; si l'obstacle siège sur un orifice, artériel ou auriculo-ventriculaire, ce sera le ventricule ou l'oreillette situés en arrière qui lutteront contre l'obstacle.

Tout d'abord, l'augmentation d'énergie développée par le cœur ne s'accompagnera pas d'une modification notable dans le volume de l'organe, surtout s'il s'agit des ventricules. C'est ainsi que les lésions aortiques ne déterminent pas tout de suite d'hypertrophie du ventricule gauche. Mais les choses ne peuvent rester en l'état, et nous allons voir bientôt le cœur user, pour lutter contre les conditions fâcheuses qui résultent de l'état pathologique, des ressources dont, à l'état physio-

logique, il ne fait qu'un exceptionnel emploi. C'est tout d'abord l'hypertrophie. Celle-ci se développe progressivement, passivement, au niveau des parois des cavités situées en arrière de l'obstacle dont il faut triompher. S'agit-il d'un rétrécissement de l'orifice aortique, le ventricule gauche se développe au point de doubler son épaisseur normale; s'agit-il d'un rétrécissement de l'orifice mitral, l'hypertrophie affecte presque exclusivement les parois de l'oreillette gauche, mais sans pouvoir atteindre la même importance. S'il s'agit de lésions d'insuffisance, l'hypertrophie ne s'en produira pas moins, tout en reconnaissant dans certains cas une raison d'être un peu spéciale.

Il n'est pas douteux que dans nombre de cas l'hypertrophie soit capable d'annihiler ou de masquer l'effet de lésions cardiaques encore bénignes. C'est ainsi que le rétrécissement aortique reste pendant fort longtemps une affection peu redoutable, grâce à l'augmentation d'épaisseur du ventricule gauche. Mais il ne peut en être toujours ainsi. Il y a à cela deux raisons. La première est que l'hyperplasie des fibres musculaires ne peut pas être indéfinie, la deuxième qu'elle ne peut s'effectuer que si ces fibres sont assurées d'une nutrition parfaite. Or, dans la grosse majorité des cas, l'effet des lésions du cœur retentit d'une façon fâcheuse sur le myocarde.

Quoi qu'il en soit, on a donné à de telles hypertrophies le nom de providentielles, et, frappé des bons effets qu'elles déterminaient relativement à l'équilibre circulatoire, on a pensé qu'en elles seules résidait le secret de la guérison des affections cardiaques ou de leur plus longue curabilité.

La production de ces hypertrophies n'a rien de mystérieux, ni de providentiel. Elle s'effectue nécessairement en arrière d'un obstacle à surmonter; tout autre muscle de l'économie ferait de même dans des conditions analogues; mais il faut savoir qu'elle ne renferme pas en elle seule la raison d'être de la longue survie des cardiaques. Bien d'autres ressources doivent être employées.

Parmi ces dernières nous trouvons encore la dilatation des cavités cardiaques, phénomène physiologique, comme nous l'avons vu, mais qui, apparaissant plus fréquemment et à un plus haut degré dans les cas pathologiques, peut permettre au cœur d'échapper momentanément aux effets nuisibles d'une surcharge sanguine inopinée. Lorsque la dilatation se répète trop fréquemment ou lorsqu'elle s'exagère, elle indique que la stase devient menaçante et que la résistance des parois cardiaques va bientôt fléchir. N'est-ce pas elle qui nous indique, dans le cours des processus aigus atteignant le myocarde, que celui-ci est gravement

compromis? n'est-ce pas elle aussi qui, à la période avancée des lésions valvulaires, nous avertit que la fatigue cardiaque est imminente?

Mise en œuvre de la force en réserve, travail lent et progressif d'hypertrophie, dilatation passagère ou durable, tels sont les procédés dont peut user le cœur pour surmonter les conditions déficientes qui résultent des différentes lésions dont il est le siège. Ceux-ci n'ont rien de mystérieux, ils sont d'ordre physiologique, et le cœur, dans les états pathologiques, ne fait que les adapter aux troubles dont la circulation est menacée.

Mais ce serait une étroite conception de la physiologie pathologique des affections cardiaques que de mesurer le dommage causé à l'équilibre circulatoire par la plus ou moins grande résistance offerte par le cœur aux accidents. C'est cependant d'une pareille conception que résulte la notion de la « compensation » ou de la « non-compensation » des maladies du cœur. Elle suppose que c'est du cœur seul que l'on doit attendre la sauvegarde de l'organisme, qu'à lui seul est dévolu le soin de remédier aux troubles qui le menacent. C'est, pour rendre compte de phénomènes pathologiques, laisser trop complètement à l'écart les données les plus certaines de la Physiologie.

Celle-ci nous enseigne qu'à l'état de santé l'équilibre circulatoire n'est obtenu que par le commun accord de l'organe central et des systèmes vasculaires périphériques; que la régularisation de la circulation dans les tissus et les organes se fait grâce à l'harmonieuse répartition des domaines artériel et capillaire et que les organes eux-mêmes ont une aptitude spéciale à régler leur circulation individuelle d'après leurs besoins permanents ou momentanés. N'en serait-il plus ainsi à l'état pathologique? Bien au contraire, et la Clinique est là pour nous l'apprendre.

C'est en partant de ces données que le Professeur Potain, abandonnant la conception si étroite de la compensation des affections du cœur par le cœur seul, lui a substitué la notion de « l'adaptation », qui comprend d'une façon si complète l'ensemble des efforts faits par le cœur pour régler son travail et sa puissance contractile sur la besogne à accomplir, et de ceux accomplis par l'organisme tout entier pour limiter ses besoins aux ressources que la circulation peut lui fournir.

Si l'on prend comme exemple ce qui se passe dans le rétrécissement mitral, n'est-il pas évident que la tolérance ne résulte pas exclusivement de l'hypertrophie plus ou moins considérable qu'aura acquise l'oreillette gauche, si variable d'ailleurs, mais aussi de l'adaptation progressive des organes

à la diminution fonctionnelle de l'activité circulatoire? Aussi, lorsque le sujet ainsi atteint est dans les conditions d'existence normale, il ne résulte guère d'accidents fâcheux, pendant longtemps tout au moins, de la lésion cardiaque. Mais qu'il survienne une cause quelconque de fatigue, de suractivité fonctionnelle pour un organe, et l'on verra de suite cet organe, et cet organe seul, faillir à sa tâche. C'est encore ce que le Professeur Potain a parfaitement expliqué avec la notion de la *miopragie* (μειόν, moindre; πράξις, fonction). La miopragie caractérise l'état de fonctionnement restreint dans lequel se trouvent les organes, au cours de la plupart des affections cardiaques et de certaines en particulier, comme le rétrécissement mitral. Ces organes parfaitement aptes à leur rôle, quand il ne leur est rien demandé qui soit supérieur à leurs ressources ainsi restreintes, deviennent soudainement incapables de subvenir aux frais d'une exigence fonctionnelle plus grande. Les limites de leur activité sont pour ainsi rapprochées et la défaillance suit de près la demande d'un surcroît de besogne de leur part. Et cela se manifeste de bien des façons diverses. Prenons-en quelques exemples.

Chez les sujets atteints de rétrécissement mitral, la respiration semble souvent physiologiquement normale, pour les besoins habituels de l'existence. Mais qu'une marche un peu précipitée soit nécessaire, et de suite la soif d'air, l'état de fatigue pulmonaire se manifesteront. Est-ce à dire que le cœur soit subitement devenu insuffisant à sa tâche? Nullement, et c'est seulement parce que le poumon, dont l'activité est fonctionnellement diminuée, ne peut adapter son effort aux besoins nouveaux de l'organisme, que les accidents apparaissent. La dyspnée d'effort, si habituelle aux cardiaques, est donc la meilleure preuve de l'état de miopragie dans lequel se trouvent les organes.

Chez ces mêmes sujets on voit souvent une simple indigestion, une intoxication alimentaire déterminer des phénomènes de congestion hépatique avec ébauche des accidents de l'asystolie. C'est qu'ici encore la fonction antitoxique habituelle du foie, restreinte par le fait de la maladie, n'a pu se hausser aux nécessités d'un accident intercurrent, qui, chez tout autre sujet et dans toute autre condition, n'aurait été suivi d'aucune manifestation pathologique.

L'apparition inopinée de graves accidents chez les femmes cardiaques au cours de la grossesse n'est-elle pas une preuve encore plus convaincante de la miopragie? Il ne s'agit plus ici d'un état pathologique intercurrent, mais de conditions physiologiques un peu spéciales, mettant en jeu

la suractivité fonctionnelle des organes. Cette suractivité intéresse surtout le domaine de l'appareil respiratoire, et c'est justement du côté de celui-ci que les accidents d'intolérance se manifestent dans le cours des symptômes graves dont nous parlons.

Cette notion de la miopragie peut s'étendre à des conditions pathologiques très diverses, mais, appliquée à la physiologie des maladies du cœur, elle en explique merveilleusement les modalités diverses. Elle rend compte d'une façon saisissante de ces asystolies localisées ou partielles que les auteurs ont très bien décrites au point de vue de la Clinique. Elle nous explique qu'au cours d'une affection cardiaque univoque on puisse voir apparaître des accidents hépatiques ou pulmonaires sans retentissement marqué, au début tout au moins, sur le reste de l'organisme, alors que, suivant la conception ancienne, la compensation de la lésion semble encore parfaite. L'adaptation fonctionnelle des divers organes, dépendant de leur état physiologique antérieur et de conditions spéciales pouvant les affecter isolément et personnellement, n'est donc pas équivalente pour chacun d'eux, et c'est justement ce qui fait la variabilité extrême des accidents au cours d'une lésion cardiaque, qui paraît anatomiquement semblable chez la plupart des sujets qui en sont porteurs.

En résumé donc, les ressources que l'organisme tient en réserve pour annihiler ou tempérer les effets des affections du cœur sont de deux ordres : les unes, mécaniques et aveugles, pour ainsi dire, siègent dans le cœur lui-même. Elles résident dans la faculté que possède cet organe d'augmenter sa puissance contractile, d'hypertrophier ses parois en raison de l'obstacle qu'il doit vaincre, et de se dilater momentanément pour parer aux accidents pressants de la stase veineuse. La dilatation du cœur droit, avec l'insuffisance de la tricuspide qui en résulte, est la dernière manifestation de cette faculté ; c'est par là la dernière sauvegarde, trop vite impuissante aussi, contre la rupture définitive de l'équilibre circulatoire.

Les ressources du deuxième ordre résident dans le système vasculaire périphérique, dans les circulations locales et organiques et dans la faculté que les organes présentent d'adapter leurs besoins aux conditions nouvelles résultant de l'affection cardiaque. Cette aptitude d'adaptation, essentiellement physiologique aussi, n'est pas créée de toutes pièces pour combattre les effets des troubles pathologiques ; elle est simplement dirigée dans une voie nouvelle, au mieux de la défense de l'organisme.

Ainsi donc, la résistance aux dangers qui résultent des maladies du cœur ne met en jeu, aussi

bien pour le cœur que pour les autres organes, que les conditions physiologiques habituelles. Rien de nouveau n'apparaît qui ne soit connu déjà, mais tout alors nous fait voir et met en relief les merveilleuses ressources de l'aptitude fonctionnelle de l'organisme, que l'état pathologique développe et rend manifestes.

III

La thérapeutique des affections cardiaques doit s'inspirer de la physiologie normale et pathologique de l'organe, ainsi que des enseignements de la Clinique. Celle-ci nous apprend que la plupart des maladies infectieuses et certaines plus spécialement, peuvent n'atteindre que le cœur, et que des conditions défectueuses en Hygiène peuvent également provoquer l'écllosion de lésions cardiaques de natures spéciales. Elle nous apprend aussi que ces lésions, difficiles à diagnostiquer à leur apparition, sont souvent évitables avec un soin attentif et des précautions minutieuses, et que, capables de rétrocéder quand on intervient utilement au moment où elles se manifestent, elles sont au contraire tenaces et indestructibles quand elles sont définitivement constituées. Aussi tous nos efforts doivent-ils tendre à prévenir les affections cardiaques, au cours des maladies où elles peuvent apparaître, à lutter résolument contre elles dès le moment de leur production, et, plus tard, quand elles sont devenues chroniques, à s'opposer à leur aggravation définitive.

Pour prévenir l'écllosion des maladies du cœur, il faut connaître exactement les affections qui peuvent leur donner naissance, et savoir que, nées au cours de ces dernières, elles évoluent lentement, insidieusement, et ne sont définitivement constituées que lorsque la maladie primitive paraît elle-même guérie. Dès ce moment donc le traitement des affections cardiaques repose sur un diagnostic rigoureux.

Dans le cours du rhumatisme, par exemple, les prescriptions habituelles d'Hygiène et de Thérapeutique devront être spécialement sévères lorsque l'on aura des raisons de craindre une extension de la maladie vers le cœur ou d'en reconnaître les premières atteintes. On ne devra laisser le malade libre de toute surveillance médicale qu'après la disparition complète de tous les signes pathologiques. La recommandation n'est pas superflue, tant la connaissance de ces signes est délicate, leur apparition et leur disparition insidieuses. Nous n'insistons pas sur les règles à suivre à ce sujet, devant les exposer plus complètement dans d'autres travaux.

A l'âge adulte, c'est par l'observation raisonnée

des lois de l'Hygiène que l'on pourra prévenir ou retarder l'apparition de certaines affections cardiaques ou myocardiques qui, souvent, débute à ce moment. La sclérose cardiaque, la surcharge graisseuse du cœur dépendent très souvent de conditions défectueuses, comme une alimentation vicieuse, une sédentarité excessive, que l'on pourra facilement combattre par une diététique appropriée et un entraînement méthodiquement dirigé.

Lorsque la lésion cardiaque, endocardique ou myocardique, s'est définitivement constituée, c'est à en combattre les fâcheux effets qu'il faudra mettre tous ses soins. C'est alors que le problème présente les plus grandes difficultés, la conduite à tenir devant naturellement varier avec les modalités cliniques et les phases de la maladie.

Il faut savoir tout d'abord que, parmi les affections cardiaques, certaines sont capables de rétrocéder, tandis que d'autres, une fois constituées, sont anatomiquement incurables. La sclérose cardiaque et surtout la surcharge graisseuse du cœur sont capables de s'atténuer et de disparaître, la seconde surtout, sous l'influence du traitement. Il n'en est pas de même des lésions valvulaires, et, quoiqu'on ait prétendu le contraire, quoique exceptionnellement certaines aient pu rétrocéder complètement, dans l'immense majorité des cas, les déformations qui les constituent restent indélébiles. La Chirurgie, si puis-ante par ailleurs, n'a pas encore étendu son action jusqu'à la curabilité des lésions cardiaques, bien que, selon nous, celles-ci ne doivent pas constituer un domaine à jamais intangible.

La thérapeutique des affections chroniques organiques du cœur a passé par plusieurs phases différentes. Tout d'abord, avec Sénac, on leur appliqua la médication proposée par Valsalva pour le traitement des affections vasculaires. Frappé de voir certains des plus graves symptômes disparaître sous l'influence du repos et d'une alimentation réduite, on traita préventivement et systématiquement toutes les affections cardiaques par la saignée, les purgatifs et l'immobilisation. Au commencement du siècle, certains auteurs, comme Stokes, avaient bien tenté de réagir contre cette méthode irrationnelle et déprimante. Mais on était à ce moment trop occupé de fixer la sémilogie des affections du cœur pour discuter longuement la thérapeutique qui leur était applicable.

Plus tard, quand, grâce aux travaux de Laënnec, de Bouillaud, le tableau clinique des maladies du cœur fut dessiné à traits plus exacts, on s'appliqua à étudier plus attentivement le traitement qu'elles réclament.

Mais, à cette époque, la discussion portait presque exclusivement sur l'action et l'opportunité des médicaments cardiaques. La médication était purement

symptomatique, et c'est alors que l'on apprit à connaître les merveilleux effets de la digitale et de l'alimentation lactée dans la cure des accidents résultant des maladies du cœur.

Depuis quelques années, le traitement dit systématique des affections cardiaques a été remis en honneur, et, non content d'affirmer que le repos leur était presque toujours nuisible, on a prétendu que l'exercice convenablement dirigé pouvait constituer une méthode thérapeutique propre à retarder presque indéfiniment les accidents. Ces prescriptions sont-elles rationnelles, s'accordent-elles avec les données que nous ont fournies la physiologie et la pathologie générales des affections cardiaques, c'est ce que nous allons tenter de déterminer.

Comme nous l'avons vu, dans la lutte contre les troubles divers qui résultent des affections cardiaques, l'organisme n'use pour sa défense que des ressources que la Physiologie normale met à sa disposition. La Pathologie en ce sens ne crée rien. Toute Thérapeutique rationnelle doit également s'appuyer sur ces données, par les règles de l'Hygiène tant que l'équilibre circulatoire est maintenu, par elles encore et par les agents que la matière médicale met à notre disposition, quand les troubles commencent à apparaître.

Dans la période d'adaptation des lésions valvulaires du cœur, le repos ou la restriction trop absolue des mouvements n'est pas nécessaire. Ils peuvent même être nuisibles. Contrairement à ce que l'on a dit, le repos n'empêche pas le cœur de s'hypertrophier dans les limites où il le doit faire. Chez des sujets alités depuis longtemps, les lésions aortiques déterminent l'augmentation d'épaisseur des parois ventriculaires, comme chez ceux qui sont soumis au mouvement. Mais, souvent, cette hypertrophie coïncide avec un certain degré de surcharge graisseuse, si fréquente dans le cours des lésions cardiaques et qui nuit manifestement à l'énergie du myocarde. Il peut résulter de ce fait des conditions défavorables dans la nutrition du muscle cardiaque et dans le soutien que l'organisme attend de lui pour résister à l'effet des maladies du cœur.

D'autre part, le repos exagéré diminue l'activité des tissus, restreint les fonctions des organes, et, en réduisant les échanges, ne permet pas aux déchets organiques d'être résorbés dans les conditions normales. Il résulte de ce fait des intoxications multiples, la production exagérée de graisse, en un mot, des modifications profondes dans la vitalité des tissus et des organes. Cela favorise au plus haut point l'apparition des altérations si fréquentes au cours des affections cardiaques, en même temps que les circulations locales ne fournissent plus à l'appareil circulatoire l'aide qu'elles doivent physiologiquement lui apporter.

L'exercice et le mouvement, au contraire, pourvu qu'ils soient raisonnablement pratiqués, ne sont pas en contradiction avec les données de la physiologie pathologique des affections cardiaques et peuvent, dans nombre de cas, devenir le précieux auxiliaire de l'organisme dans sa résistance contre ces affections. Est-ce, comme certains auteurs l'ont admis, en favorisant l'hypertrophie cardiaque, est-ce en diminuant la résistance dans la circulation périphérique? Nous ne le pensons pas. Comme nous l'avons dit, l'hypertrophie cardiaque, au cours des affections valvulaires, se produit en dehors de l'exercice et du mouvement; d'autre part, l'exercice et le mouvement, s'ils ne sont pas bien dirigés, peuvent déterminer des troubles circulatoires aussi graves que ceux qu'ils voudraient combattre. Le secret de leur efficacité est dans tout autre chose. Il est dans l'harmonie qu'ils maintiennent entre les divers organes et l'équilibre général de la santé; il est aussi dans l'entraînement progressif qui permet de reculer pour l'organisme les limites de l'adaptation à l'affection cardiaque. Tel sujet qu'un trop long repos aura rendu inapte aux mouvements un peu actifs et chez lequel l'essoufflement apparaîtra au moindre effort, verra, sous l'influence d'exercices sagement gradués, la respiration devenir plus ample et les mouvements musculaires plus faciles. Toutes ces conditions assureront également une nutrition plus normale du myocarde, ce qui ne peut être qu'avantageux pour le rôle que cet organe a à remplir.

C'est en ce sens que les présomptions d'Oertel sont judicieuses et peuvent être appliquées sans danger aux affections cardiaques.

Mais autant, dans les limites que nous venons de tracer, l'exercice peut convenir à la plupart des affections cardiaques, alors que les symptômes d'intolérance n'ont pas apparu, autant il serait nuisible dans les cas où le malade en userait immodérément, comme dans les cas où l'affection cardiaque aurait déjà déterminé des troubles sérieux.

Nous savons en effet, que, si les mouvements limités peuvent s'exercer sans fatigue cardiaque, au contraire, les mouvements généralisés ou violents surmènent le cœur et provoquent la dilatation de ses cavités. Nous avons étudié le mécanisme de cette dilatation et nous savons qu'elle se produit avec une facilité d'autant plus grande que le cœur est plus affecté. Il devra donc y avoir dans les prescriptions à faire pour chaque cas des degrés différents, établis d'après la connaissance exacte de la lésion, la résistance du sujet et la façon dont son cœur réagit.

C'est au nom de ces considérations essentiellement physiologiques et cliniques que, si nous tenons pour bonne l'application des exercices mus-

culaires dans le traitement des affections cardiaques, nous réprouvons leur emploi systématique et aveugle. Les affections cardiaques ne doivent pas, comme on le dit à tort, être traitées par le mouvement, mais le mouvement peut être avantageusement conseillé au cours des affections cardiaques. La différence de conception est considérable. Elle réside pour nous dans ce fait que partisan d'un entraînement progressif et méthodique par un aide prudent et habile sous la surveillance d'un médecin, convaincu que les exercices doivent consister d'abord en mouvements passifs avant d'en arriver aux mouvements actifs, nous nous opposons à toute méthode systématisée et inflexible, surtout si elle supprime l'aide qui doit la surveiller. C'est pour cela que la Mécanothérapie, telle que l'a imaginée Zander, malgré la limitation plus mathématique de l'effort qu'elle paraît apporter, nous paraît inférieure à la gymnastique dite de résistance faite par un aide. En effet, les signes qui indiquent que les exercices doivent être interrompus, et qui sont l'essoufflement, la tachycardie et la dilatation cardiaque, ne sauraient être interprétés que par un aide avisé, non étranger à l'observation médicale.

Dans ces limites donc, les exercices, les pratiques de la gymnastique, non de la gymnastique française, qui, peu profitable à l'état de santé, peut être nuisible à l'état de maladie, mais de la gymnastique de résistance, sont applicables au traitement des affections cardiaques à l'époque d'adaptation, pourvu que les exercices soient réglés pour chaque sujet et dirigés avec intelligence.

Nous n'avons eu ici en vue que les cas où il s'agissait d'affection valvulaire du cœur. Lorsque l'on a affaire aux autres affections myocardiques, sclérose cardiaque et surtout surcharge graisseuse du cœur, les prescriptions à ce sujet peuvent être modifiées. La pratique des exercices passifs, puis des exercices actifs, peut être encore conseillée avec l'adjonction d'un régime alimentaire spécial. Ici, encore, il ne faut prendre de décision qu'après examen approfondi et surveiller les effets de l'entraînement musculaire que l'on aura prescrit.

Lorsque les affections cardiaques, quelles qu'elles soient, se seront compliquées de troubles mettant en danger l'équilibre circulatoire, les exercices et le mouvement devront faire place au repos et au traitement rationnel par les médicaments usuels. Nous n'insisterons pas longuement sur leur mode d'action: nous dirons seulement qu'ils ont habituellement pour effet de déterminer une élévation de la tension artérielle, en augmentant l'énergie cardiaque, et de soulager la circulation veineuse en provoquant une diurèse plus ou moins abondante. Ici, encore, l'action thérapeutique n'invente

rien et ne fait qu'adapter au danger à combattre les moyens que la Physiologie met à la disposition de l'organisme.

Mais, lorsque les accidents auront été conjurés, il sera bon de ne rendre au sujet atteint la liberté de ses mouvements qu'après lui avoir fait subir un entraînement progressif, gradué avec une prudence qui peut paraître excessive, mais que nécessite l'importance du service à rendre.

C'est de cette façon, et en tenant toujours compte

des enseignements de la physiologie normale et pathologique du système circulatoire, que l'on pourra, par les ressources combinées de l'hygiène et de la Thérapeutique, restreindre le nombre des affections cardiaques, en diminuer la gravité et reculer d'une façon toujours très appréciable le terme de leur fatale échéance¹.

D^r H. Vaquez,
Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Paris,
Médecin des Hôpitaux.

REVUE ANNUELLE D'ASTRONOMIE

I. — LA PLANÈTE EROS.

Un des principaux événements astronomiques de l'année 1898 a été la découverte d'une petite planète située entre la Terre et Mars. Elle fut photographiée en même temps, le 13 août 1898, par M. Charlois à Nice, et par M. Witt à Berlin; mais, celui-ci annonça le premier sa découverte, et la priorité ne lui a pas été disputée.

Cette planète, désignée provisoirement par la notation DQ, a le n° 433 du groupe des petites planètes, et elle a été appelée *Eros*.

Pour montrer l'importance de cette découverte, il ne sera pas inutile de remonter un peu haut.

Les anciens astronomes, Képler notamment, avaient remarqué une progression régulière entre les distances des diverses planètes au Soleil. Cette progression, bien connue aujourd'hui sous le nom de *loi de Titius* ou de *loi de Bode*, indique, entre Mars et Jupiter, un espace vide où aurait dû se trouver une planète.

A la fin du siècle dernier, l'existence de cet astre paraissait assez probable pour amener quelques astronomes à se partager le Ciel, en vue d'une recherche systématique.

Cette association était à peine établie lorsque, le 1^{er} janvier 1801, c'est-à-dire le premier jour de notre siècle, Piazzi découvrit à Palerme un petit astre errant qui fut pris d'abord pour une comète, malgré son aspect bien stellaire. La suite montra que c'était réellement une planète occupant, entre Mars et Jupiter, la place de l'astre deviné par Képler. Elle fut appelée *Cérès*.

De 1802 à 1807, on découvrit successivement *Pallas*, *Juno* et *Vesta*, regardées quelque temps, avec *Cérès*, comme les fragments d'une grosse planète détruite par un cataclysme inconnu.

Après un intervalle de trente huit ans, *Astrée* fut découverte en 1845. Dès ce moment s'organise, de divers côtés, la recherche systématique de ces astres; et, la photographie aidant à partir de 1891,

on connaît aujourd'hui 450 de ces petites planètes, appelées aussi *Astéroïdes*.

Tous ces petits corps circulent entre les orbites de Mars et de Jupiter. Aussi, la surprise des astronomes fut extrême quand, au mois d'août dernier, on apprit la découverte d'un astéroïde situé, non plus entre Mars et Jupiter, mais entre la Terre et Mars.

Voici d'abord quelques éléments de l'orbite d'Eros :

Inclinaison de l'orbite sur l'écliptique	10°,30'
Durée de révolution d'Eros	643 jours.
Distance moyenne au Soleil	1,458
Excentricité de l'orbite	0,223

La figure 1 montre les positions relatives des orbites de la Terre, de Mars et d'Eros, avec le Soleil au centre : les orbites de la Terre et de Mars sont représentées par des circonférences concentriques, mais l'orbite d'Eros est représentée par une ellipse, et on peut voir que l'influence de son excentricité est très notable.

A l'époque de la découverte, en août dernier, la Terre était en A et Eros en A' : la grandeur stellaire de celle-ci était 11.

Lors de la prochaine opposition, en novembre 1900, les positions relatives de la Terre et d'Eros seront B et B' ; la distance d'Eros sera notablement plus faible qu'en 1898 et son éclat sera celui d'une étoile de grandeur 9,5 environ.

Enfin, lorsque la Terre et Eros se trouveront simultanément, la première en C et la seconde en C', la distance d'Eros sera les $\frac{15}{100}$ de la distance de la Terre au Soleil, et cette planète sera de la 6^e à la 7^e grandeur, visible par conséquent dans la plus petite lunette.

Mais, s'est-on demandé aussitôt, comment se

¹ Cette étude sera suivie prochainement d'un Ouvrage que l'auteur publie sur ce même sujet à la librairie G. Masson et C^{ie}.

fait-il qu'un astre qui peut devenir visible à l'œil nu, ou qui tout au moins peut être aperçu avec la moindre lunette, ait échappé jusqu'ici à toutes les recherches ?

Certes, cela est assez surprenant; toutefois, il faut noter qu'Eros ne devient si brillante qu'à de rares intervalles, que les recherches assidues de petites planètes n'ont commencé qu'en 1850 et qu'elles ont porté surtout sur la région écliptique, dont Eros peut s'éloigner considérablement.

En raison de la grande variation de sa distance à la Terre, Eros permettra de résoudre diverses questions importantes de photométrie astronomique; mais, c'est surtout en permettant de mieux

Soleil, etc. Et on est obligé d'avoir recours à un procédé détourné, qui consiste à déterminer la distance d'une planète convenablement placée, aussi rapprochée de la Terre que possible, et de conclure de cette distance celle du Soleil, en se basant sur la troisième loi de Képler.

En vertu de cette loi, si l'on appelle t et t' les temps que mettent deux planètes quelconques à faire leur évolution autour du Soleil, a et a' les distances moyennes de ces mêmes planètes au Soleil, ces quatre quantités satisfont à la relation :

$$\frac{a^3}{t^3} = \frac{a'^3}{t'^3}.$$

Or, on observe les grosses planètes depuis plus de deux mille ans, de sorte que t et t' , durées de révolution, sont connues avec beaucoup de précision; si donc la distance a de l'une d'elles au Soleil est mesurée d'une manière quelconque, la distance a' de l'autre s'en déduira immédiatement. C'est ainsi que de la distance d'une planète quelconque au Soleil, on pourra déduire les distances de toutes les autres et en particulier la distance de la Terre au Soleil.

Les planètes les plus favorablement placées pour la mesure immédiate de leur distance sont celles qui se rapprochent le plus de la Terre : c'est pour cette raison que l'on choisit ordinairement Vénus ou Mars.

Mais pour Vénus, il faut attendre qu'elle passe devant le Soleil, ce qui n'arrive pas, en moyenne, deux fois par siècle⁴; en outre, il faut se transporter, au prix de beaucoup de fatigues et de dépenses, aux points convenables de la surface de la Terre.

Mars offre l'inconvénient de présenter un disque sensible, qui ne se pointe pas aussi bien qu'une étoile. Et on a été amené ainsi à préférer les petites planètes, particulièrement celles qui deviennent les plus brillantes et celles qui se rapprochent le plus de la Terre.

C'est la méthode qui a été adoptée par M. Gill, dans le grand travail que nous avons déjà mentionné, et qui forme deux gros volumes in-4°. Les observations ont porté principalement sur les planètes *Victoria* et *Sapho*, qui occupent le 12° et le 80° rang sur la liste des petites planètes. Leur distance à la Terre peut descendre à 0,8 (toujours en prenant pour unité la distance de la Terre au Soleil), et, par leur moyen, M. Gill a trouvé finalement, pour la parallaxe solaire, 8'',802, ce qui donne, pour la distance moyenne de la Terre au Soleil, 23.434 rayons terrestres, ou 149.465.000 kilomètres.

Comme bien on pense, toutes ces planètes seront

⁴ Les derniers passages ont eu lieu en 1874 et en 1882; le prochain ne se produira qu'au commencement du XXI^e siècle, en l'an 2001.

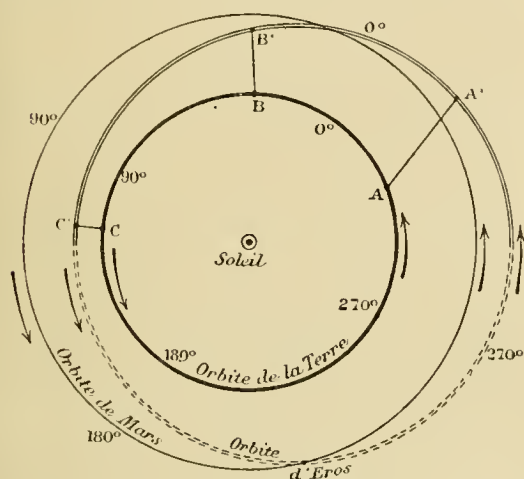


Fig. 1. — Position relative des orbites de la Terre, de Mars et de la nouvelle planète Eros. — La partie pointillée de l'orbite d'Eros est celle qui se trouve dans l'hémisphère austral par rapport à l'écliptique. A, A', positions relatives de la Terre (A) et d'Eros (A') lors de la découverte d'Eros, le 13 août 1898. B, B', positions relatives de la Terre (B) et d'Eros (B') lors de la prochaine opposition, le 6 novembre 1900. C, C' positions relatives de la Terre (C) et d'Eros (C') lorsque leur distance sera la plus faible.

déterminer la parallaxe solaire, que sa découverte contribuera aux progrès de l'Astronomie.

II. — PARALLAXE SOLAIRE.

Un des travaux les plus remarquables publiés en 1898, est celui dans lequel M. Gill, directeur de l'Observatoire du Cap de Bonne-Espérance, a fait connaître le résultat de ses observations faites pour déterminer la parallaxe solaire, autrement dit la distance de la Terre au Soleil.

Théoriquement, pour déterminer cette distance, on pourrait prendre à la surface de la Terre une très grande base et procéder comme dans le problème bien connu de la mesure de la distance d'un point inaccessible. Mais cette méthode, la seule applicable pour la Lune, ne donne pas de résultat précis pour le Soleil, à cause de diverses difficultés pratiques, telles que l'impossibilité de viser le centre du

désormais abandonnées au profit d'Eros, dont la distance à la Terre peut devenir cinq à six fois plus petite, de sorte que sa parallaxe pourra atteindre 60'' (une minute entière), tandis que celles de Victoria et de Sapho atteignent à peine 10''.

Aussi se prépare-t-on déjà pour la prochaine opposition de novembre 1900 : non seulement on a déjà perfectionné l'orbite d'Eros au moyen des observations tirées de photographies prises en 1893-94, mais on calcule déjà ses perturbations.

La parallaxe d'une petite planète peut se déterminer par plusieurs méthodes; mais il faut toujours rapporter cet astre aux étoiles voisines, ce qui ne peut guère se faire qu'au moyen d'instruments extra-méridiens, équatoriaux ou héliomètres.

En raison de leur plus grande puissance optique, les équatoriaux peuvent donner plus de précision que les héliomètres, si la planète est très voisine d'une étoile assez brillante; mais ce cas est rare, et, pour cette raison, l'héliomètre est généralement préférable. Malheureusement, il n'existe pas en France un seul instrument de ce genre, quoiqu'il soit d'invention française (Bouguer). A aucun moment il ne s'est donc présenté une meilleure occasion pour chercher à se procurer un tel instrument, faute de quoi nous ne pourrions guère collaborer à la détermination d'un élément astronomique fondamental.

III. — SYSTÈME SOLAIRE

1. *Le Soleil.* — En septembre 1898 s'est montré un énorme groupe de taches solaires, qui est revenu pour la troisième fois à la fin d'octobre, et qui a été toujours accompagné d'une activité considérable. Malgré cela, l'étendue et le nombre moyens de taches solaires ont été en décroissance marquée par rapport à 1897.

Comme antérieurement, les taches se sont montrées plus nombreuses sur l'hémisphère austral du Soleil, et il n'y a pas eu de changement dans la latitude moyenne des taches.

2. *La Lune.* — Nous avons peu de chose à ajouter à ce qui a été dit dans notre précédente revue¹ : MM. Lœvy et Puiseux ont publié un nouveau fascicule de leur Atlas lunaire, avec une étude de la région représentée. De son côté, M. Wejneck, de Prague, continue la grande carte lunaire de 4 mètres de diamètre qu'il dessine au moyen des photographies prises aux observatoires de Lick et de Paris.

3. *Grosses planètes.* — Nous retrouvons à peu

près au même point les questions relatives à *Mercury* et à *Vénus*.

Pour *Mars*, on en est toujours réduit à des hypothèses peu satisfaisantes, relativement à l'explication des canaux et de leur duplication.

M. Denning a déterminé la période de rotation de *Jupiter*, d'un côté au moyen de taches brillantes, et de l'autre au moyen de taches noires, prises les unes et les autres dans la région équatoriale. Il trouve, comme valeur moyenne, 9^h 55' 23^s.6, au lieu de 9^h 50' 30'' qu'on adoptait antérieurement, ce qui indiquerait un accroissement de vitesse entre le printemps de 1897 et celui de 1898. Les observations de la grande tache rouge, qui a été observée à partir de 1879, donnent une durée de rotation de 9^h 55' 39^s.4, mais elle n'est pas constante.

A l'Observatoire de Paris, M. Hamy a mesuré, par le procédé interférentiel de Fizeau, les diamètres des satellites de Jupiter : ses résultats concordent avec ceux que M. Michelson avait déjà obtenus par le même procédé.

Pour *Saturne*, nous avons à signaler d'abord un grand travail de M. H. Struve, directeur de l'Observatoire de Königsberg, sur les mouvements des satellites de cette planète. Et, en second lieu, la découverte bien inattendue d'un nouveau satellite.

Ce satellite, qui vient d'être annoncé par une dépêche de M. Pickering, a été découvert au moyen de 4 photographies prises à diverses époques. Il est de la quinzième grandeur et il a la période énorme de dix-sept mois, plus de six fois celle de Japet, le plus éloigné des satellites connus jusqu'ici.

Cela peut expliquer pourquoi sa découverte s'est fait attendre si longtemps : car les chercheurs se bornaient généralement à explorer le voisinage immédiat de la planète.

4. *Petites planètes.* — Voici (tableau I) la liste des petites planètes découvertes en 1898 : beaucoup d'entre elles n'ont encore ni leur numéro définitif, ni leur nom.

On a vu toute l'importance que présente la découverte d'Eros. La suivante (Hungaria, n° 434) est très intéressante aussi, car sa distance périhélie (1,802) est la plus petite du groupe après celle d'Eros.

IV. — COMÈTES.

La revue annuelle de 1897 a indiqué les premières comètes de 1898. Dans la seconde partie de la même année 1898, on a signalé, en outre, les comètes suivantes :

1. *Comète h* 1898, découverte le 12 septembre par M. Perrine, à Lick, et d'une manière indépendante par M. Chofardet, à Besançon. Cette comète était brillante, visible dans de petites lunettes. Elle

¹ *Revue générale des Sciences*, neuvième année (1898), p. 651.

passé au périhélie très près de l'orbite de Mercure et cette planète peut lui imprimer des perturbations considérables.

2. *Comète i 1898*, découverte le 20 octobre par M. Brooks¹ à l'observatoire Smith (Geneva, État

retarderaient de plus d'un jour la date de chute, et que la partie de l'essaim qui devait rencontrer l'orbite terrestre serait éloignée de notre route. C'est ce que l'observation a confirmé, car la chute attendue ne s'est pas produite, et on n'a observé

Tableau I. — Nouvelles planètes

DP	"	"	Découverte le	16 juillet,	par M. Charlois,	à Nice.
DQ	433	<i>Eros</i>	—	13 août,	M. Witt,	à Berlin.
DR	434	<i>Hungaria</i>	—	11 septembre,	M. Wolf,	à Heidelberg.
DS	435	"	—	11 —	M. Wolf-Schwassmann,	—
DT	436	"	—	13 —	M. Wolf-Schwassmann,	—
DU	"	"	—	8 novembre,	M. Charlois,	à Nice.
DV	"	"	—	6 —	M. Wolf-Villiger,	à Heidelberg.
DW	"	"	—	6 —	—	—
DX	"	"	—	6 —	—	—
DY	"	"	—	13 —	—	—
DZ	"	"	—	19 —	—	—
EA	"	"	—	19 —	M. Wolf-Schwassmann,	—
EB	"	"	—	13 octobre,	M. Coddington,	à Lick.
EC	"	"	—	13 —	—	à Lick.
ED	"	"	—	8 décembre,	M. Charlois,	à Nice.

de New-York). Les éléments ressemblent à ceux de la comète 1881 IV, mais son orbite paraît nettement hyperbolique.

3. *Comète j 1898*, signalée d'abord par M. Chase (observatoire de Yale College). Pour l'observation des étoiles filantes du 14 novembre (Léonides), divers astronomes avaient dirigé des instruments photographiques sur la région du Lion où se trouve le radiant de ces météores. M. Chase remarqua sur une de ses plaques une traînée diffuse qui fut reconnue pour celle d'une comète et qui, une fois signalée, fut retrouvée par divers autres observateurs. L'orbite calculée ne représente pas l'observation du 14 novembre. M. Chase pense que cette discordance tient à ce que le point qui a produit l'impression photographique ne coïncide pas avec celui qui est le plus brillant pour l'œil et auquel se rapportent les pointés micrométriques.

V. — ÉTOILES FILANTES.

On s'attendait, en 1898, à une pluie abondante de Léonides, dont l'apparition tombe chaque année vers le 13 ou le 14 novembre. Mais quelques jours avant cette date, M. Berberich annonça que les perturbations produites par Jupiter, Saturne et Uranus

partout qu'un petit nombre de météores. — En novembre 1899, les perturbations n'agiront pas d'une manière aussi défavorable; mais comme la chute se produira aux environs de la pleine lune, on n'apercevra que les météores les plus brillants.

VI. — ÉTOILES DOUBLES.

Longtemps on a négligé les étoiles doubles de l'hémisphère austral. Muni du puissant réfracteur de l'observatoire Lowell, le D^r See vient de combler cette lacune pour la zone comprise entre les parallèles de -20° et -45° ; en outre, il a déjà exploré une partie de celle comprise entre -45° et -65° , et il a ainsi découvert 500 étoiles doubles, dont plus de 150 ont une distance inférieure à $2''$.

De son côté, M. Gill, au Cap de Bonne-Espérance, fait explorer au même point de vue l'hémisphère austral, et on a ainsi trouvé plus de 300 couples nouveaux.

Dans l'hémisphère boréal, des mesures assez nombreuses ont été faites par MM. Morgan, Knorre, Solà, etc.

Enfin, des calculs d'orbites d'étoiles doubles ont été publiés par MM. Burnham, Doberek, N. Russel, See, etc. Ce dernier a publié un travail intéressant sur le système de Procyon, depuis l'époque où Bessel soupçonna que cette étoile est double, jusqu'à la découverte du Compagnon par M. Schaeberle, en 1896.

G. Bigourdan,
Astronome titulaire
à l'Observatoire de Paris.

¹ « Qu'il me soit permis, écrit M. Brooks à ce sujet, de signaler que j'ai atteint « ma majorité » dans la découverte des comètes, celle-ci c'était ma vingt et unième ». — Sur ces 21 comètes découvertes par M. Brooks, 13 l'ont été avec des instruments construits par M. Brooks lui-même (réflecteurs de 5 et de 9 pouces), et les 8 autres avec l'équatorial de 10 pouces de l'observatoire Smith.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Seyrig (T.), *Ingénieur-constructeur*. — *Statique graphique des systèmes triangulés*. I. Exposés théoriques. II. Exemples d'applications. — 2 vol. in-16 de 114 et 110 pages avec 21 et 18 planches de l'*Encyclopédie scientifique des Aide-Memoire*. (Prix broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 fr.) Gauthier-Villars et G. Masson, éditeurs. Paris, 1899.

La Statique graphique, bien que née d'hier, est appliquée, parallèlement à l'Analyse, à la solution de bien des problèmes de Mécanique. Aussi n'est-ce pas un cours complet de cette science que donnent les deux volumes en question : ils sont limités à l'étude des constructions triangulées, métalliques ou en bois ; les poussées des terres, la stabilité des murs et des voûtes, qui s'étudient pourtant si facilement à l'aide des procédés graphiques, n'y figurent même pas.

L'auteur a évité de parler des systèmes, où les considérations de l'élasticité auraient dû intervenir pour le calcul des efforts intérieurs, avec leur accompagnement obligé de théories analytiques : pour lui, comme pour nous, le principal mérite de la Statique graphique est sa simplicité : elle doit pouvoir se résoudre à l'aide de la règle et du compas, et mériter par là le nom de géométrique, que M. Seyrig voudrait lui voir donner, du moins pour la partie qu'il a traitée.

Le premier volume, consacré à l'exposé théorique de la question, débute par le rappel des principes élémentaires de Mécanique indispensables à sa compréhension : composition et décomposition des forces, définitions et généralités sur les centres de gravité, théorie des moments.

Dans le chapitre II, sont étudiés les types les plus usuels des poutres et des fermes : poutres armées, poutres triangulées, polygones Cremon, poutres Warren, poutres à treillis en N, fermes de combles triangulées. Il donne divers procédés de calcul : méthode des moments, méthodes de Culmann, de Zimmermann.

Le chapitre III s'occupe des déformations subies par les constructions triangulées, en partant de la méthode très simple indiquée, dès 1877, par M. Williot.

Le second volume fournit des exemples d'applications, choisis avec beaucoup de variété. Sont ainsi successivement étudiés : les cornières et les fers zorés (au point de vue de la détermination de leurs centres de gravité) ; les fermes de combles à deux versants symétriques, à la Mansard, à la Polonceau ; les grues de quai, roulantes, de montage pour bâtiments, Titan ; les piles de viaduc ; les poutres de pont pour routes, pour chemins de fer ; les fermes de combles triangulées avec verticales, et à trois rotules ; les fermes de marquises : les arcs à trois rotules pour chemins de fer.

M. Seyrig s'excuse, bien à tort, de la longueur des développements numériques donnés : ils permettent de se rendre bien compte de l'importance relative de chacun des facteurs du problème : les évaluations, l'établissement des données et les mesures numériques, d'une part, et le travail matériel de l'épure géométrique, d'autre part. On saisit mieux de la sorte la simplicité et la précision des méthodes graphiques, pour la description desquelles était plus qualifié que personne l'éminent ingénieur, doublé du praticien consommé, qu'est M. Seyrig.

Publié au moment où de récents règlements de l'Etat ont changé les conditions de calcul et d'épreuves des ponts métalliques, l'ouvrage arrive bien à son heure.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Demerliac (R.), *Professeur agrégé au Lycée, Chargé de Cours à l'École de Médecine de Caen*. — *Recherches sur l'influence de la Pression sur la Température de fusion* (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris). — 1 brochure de 96 pages avec 3 planches. E. Lanier, imprimeur. Caen, 1899.

La formule de Clapeyron, l'une des plus importantes de la Thermodynamique, n'était vérifiée qu'assez imparfaitement, du moins en ce qui concerne les variations du point de fusion¹. L'auteur s'est assigné la tâche difficile d'une vérification rigoureuse et d'une exactitude poussée bien au delà de celle des travaux de ses prédécesseurs.

Il fallait d'abord choisir des corps purs, chimiquement définis, passant nettement, sans fusion pâteuse, de l'état solide à l'état liquide, et dont le point de fusion ne fût pas trop élevé, de façon à pouvoir maintenir facilement des températures voisines de ce point. Le travail a porté sur la benzine, le bromure d'éthylène, la para-toluidine et l' α -naphtylamine. La benzine provenait de l'acide benzoïque tiré de l'urine des herbivores pour avoir un produit exempt de thiophène. Les deux derniers corps furent purifiés par sublimation. Tous ces produits furent soumis à la cristallisation fractionnée ; on n'arrêta les fractionnements que quand les cristaux fondus avaient le même point de congélation (à 0,01 près) que le liquide qui les baignait auparavant.

Ces corps augmentent tous de volume en devenant liquides ; on en détermina successivement la température de fusion sous la pression ordinaire, le volume spécifique à l'état liquide et solide et la chaleur de fusion. Les opérations thermo-chimiques furent exécutées avec le calorimètre et suivant les méthodes de M. Berthelot.

Pour les volumes spécifiques, on put atteindre une haute précision en mesurant les densités des corps sous les deux états, dans un certain intervalle de température comprenant le point de fusion normal. L'auteur imagina un procédé spécial pour déterminer au bœon le poids spécifique des corps solides puis, sans interposition de bulle d'air dans le bloc cristallin. Il prit soin aussi d'éliminer toute trace d'air dissous dans les liquides.

L'appareil compresseur, dont la partie essentielle est un plongeur à vis, permit d'atteindre et de maintenir des pressions de 500 atmosphères. Les corps, pendant la compression, n'étaient en contact qu'avec du verre, du mercure ou un métal non attaquable, ou bien de la peau de gant longtemps macérée dans le liquide à étudier.

Les températures, enfin, étaient mesurées bolométriquement par la variation de résistance d'un fil de fer doux enroulé sur un support de bois et isolé électriquement par une mince couche de coton blanc — le tout lavé préalablement dans le liquide. Des galvanomètres à réflexion, très sensibles, permettaient de garantir des variations de température d'un demi-millième de degré. Les diverses causes d'erreur sont tout discutées et trouvées égales à cette limite.

C'est aussi avec ce degré d'approximation que l'auteur

¹ Exceptons toutefois un travail de M. de Visser (*Trav. chimiq. des Pays-Bas*, t. XII, p. 101-140, 1893), portant sur l'acide acétique et où la différence entre les nombres calculés et trouvés est inférieure à 0,001, différence relative 0,6 %.

teur put vérifier l'exactitude de la formule de Clapeyron, pour les quatre corps, aux environs du point de fusion normal et pour une variation de pression de 20 atmosphères. La différence relative entre l'accroissement du point de fusion calculé par la formule (avec l'équivalent mécanique 426,6) et celui trouvé directement oscille de 0,2 à 0,4 %. Pour nous faire une autre idée de cette approximation, nous avons calculé inversement l'équivalent mécanique de la chaleur avec les données expérimentales de l'auteur; nous avons trouvé respectivement pour les quatre corps sus-nommés :

425,8 426,5 425,4 424,2

Une erreur d'un à deux dix-millièmes de degré suffirait à expliquer les différences entre ces nombres.

Continuant ses expériences à des pressions supérieures à 20 atmosphères, M. Demerliac put constater que les variations du point de fusion, cessant d'être proportionnelles aux variations de la pression, vont en diminuant. Finalement, le point de fusion maximum devient fixe et *indépendant de la pression*. Ces variations sont très exactement représentées par un arc d'hyperbole jusqu'au point où la tangente est parallèle à l'axe des pressions.

Enfin, l'auteur a étudié l'eau jusqu'à la pression de 500 atmosphères. La proportionnalité existant au début, il calcule l'équivalent mécanique 424,4 (en prenant 79,63 pour la chaleur latente). Sans atteindre un minimum¹ de point de fusion, l'allure de la courbe semble en indiquer l'existence probable.

En résumé, M. Demerliac nous a donné, dans un travail soigné, de très bonnes vérifications de la formule de Clapeyron. Il a démontré sur quatre corps l'existence d'un point de fusion maximum et invariable, fait important qui, s'il était général, diminuerait la valeur de l'ingénieuse hypothèse de Bunsen sur la formation², et de Maxwell³ et Tait⁴ sur l'état actuel des roches plutoniques à l'intérieur de la terre⁵.

P.-TH. MULLER,
Maître de Conférences
à la Faculté des Sciences de Nancy.

3° Sciences naturelles

De Lapparent (A.), Membre de l'Institut, Professeur à l'École libre des Hautes-Études. — *Cours de Minéralogie* (Troisième édition, revue et corrigée). — 4 vol. gr. in-8° de xx-703 pages, avec 619 figures et 1 planche. (Prix : 15 fr.) G. Masson et C^o, éditeurs, Paris, 1899.

M. A. de Lapparent vient de publier la troisième édition de son *Cours de Minéralogie*. Les deux premières ont eu le plus grand succès. Il en sera de même de la troisième. Le mérite de cet ouvrage est, comme on sait, d'avoir vulgarisé, dans une exposition claire et précise, les théories de Bravais et de Mallard sur la structure des corps cristallisés. C'est en s'inspirant des belles conceptions de Bravais sur les réseaux cristallins, que Mallard a donné des anomalies optiques une explication simple, qui l'a placé du premier coup au rang des premiers cristallographes. Dans la première édition de son cours, M. de Lapparent avait déjà rendu accessible au plus grand nombre des lecteurs l'étude de ces théories fécondes pour l'intelligence des propriétés physiques des corps. Il avait fait suivre cette première partie de la description des principaux caractères des espèces minérales, classées d'après leur mode de formation et leur rôle dans la constitution de l'écorce terrestre.

¹ Puisque la glace diminue de volume en fondant.

² Lettre de Bunsen à G. Rose. *Pogg. Ann.*, 1850, t. LXXI, p. 366.

³ *Theory of heat*, 7^e édition, 1883, p. 178.

⁴ *Heat*, 1884, p. 123.

⁵ Nous devons ajouter cependant, pour être complet, que ces résultats de M. Demerliac ont été contestés par M. Heylweiller (*Wied. Ann.*, 1898, t. LXIV, p. 728), lequel opérait dans des tubes capillaires et en présence de petites quantités d'air.

La troisième édition du *Cours de Minéralogie* se distingue par une révision complète de la partie descriptive, enrichie d'une vingtaine de figures nouvelles et mise au courant de tous les derniers progrès de la science, notamment des résultats consignés dans la *Minéralogie de la France* de M. Lacroix. Quatre dessins ont été ajoutés à la planche chromolithographiée, de manière à représenter les divers genres de dispersion ainsi que la polarisation rotatoire. Pour faciliter la lecture des publications étrangères, on a augmenté le nombre des données contenues dans les tableaux de concordance des notations cristallographiques.

Pour la première fois, l'auteur a introduit dans son *Cours* le *Recueil d'indications pratiques* qu'il avait rédigé en vue de son *Précis de Minéralogie* et qui, pour la circonstance, a été refondu et notablement agrandi, de façon à pouvoir suffire à tous les besoins des étudiants.

Enfin, le *Lexique alphabétique* des noms d'espèces et de variétés a subi un remaniement total. Diverses publications récentes ont permis de mettre cette liste complètement au point. De cette manière, le lexique qui, dans la première édition, comprenait à peine 3.000 noms (dont 500 de synonymes allemands, indiqués à cause de l'importance de la littérature minéralogique en Allemagne), en renferme aujourd'hui 4.300. En défalquant les noms allemands, il en reste 3.800, dont 900 se rapportent à des espèces ou variétés décrites dans l'ouvrage. Les 2.900 autres, suivis d'une brève indication de la nature du minéral, peuvent se décomposer en 800 espèces proprement dites, 1.100 variétés, 750 noms destinés à tomber en synonymie et 250 qui ne correspondent qu'à de légères variantes orthographiques.

Ce lexique se recommande donc particulièrement à tous ceux qui, ne disposant pas d'un manuel très détaillé, veulent connaître rapidement la signification de l'un des trop nombreux termes dont la Minéralogie s'est peu à peu enrichie.

On jugera du progrès survenu dans l'œuvre, depuis la première édition, publiée à la fin de 1883, si l'on remarque que l'ouvrage, contrôlé avec le plus grand soin, en ce qui concerne les indications numériques, s'est accru de plus de cent quarante pages et de cent dessins.

ED. JANNEZ,
Maître de Conférences à l'Université de Paris.

4° Sciences médicales

Terrier (Félix), Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris, et **Baudouin (Marcel)**, Préparateur du Cours de Médecine opératoire à la Faculté. — *La Suture intestinale. Histoire des différents procédés d'Entérorraphie*. — 1 vol. in-8° de 416 pages avec 387 figures. (Prix : 15 fr.) Institut de Bibliographie scientifique, 93, boulevard Saint-Germain. Paris, 1899.

Un peu délaissée en France jusqu'à ces dernières années, la chirurgie gastro-intestinale commence à occuper chez nous la place qui lui est due. Le livre que publient actuellement MM. Terrier et Baudouin vient à son heure. Tous ceux qu'intéresse la Chirurgie moderne, tous ceux que l'histoire des questions attire, y trouveront une ample moisson de documents. C'est l'histoire la plus complète qui ait été faite de la suture intestinale, depuis les moyens les plus antiques de réunion, mentionnés dans le Veda indien, l'utilisation de grosses fourmis noires auxquelles on fait mordre les bords de la plaie, jusqu'aux procédés les plus modernes de l'entérorraphie. La question est, dans ce livre, étudiée suivant l'ordre chronologique. 387 figures, reproduites d'après les écrits des chirurgiens ayant abordé cette question, illustrent l'ouvrage et facilitent la compréhension du texte.

Le livre se termine par une classification des divers procédés d'entérorraphie et un index bibliographique étendu.

Dr HENRI HARTMANN,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine.

Gayme (L.). — *Essai sur la Maladie de Basedow.* — 1 vol. in-8° de 424 pages. (Prix : 6 fr.) F. Alcan, éditeur. Paris, 1899.

Ce travail volumineux, qui n'est autre que la thèse inaugurale de l'auteur, a pour but de jeter quelque lumière sur la question, si obscure encore, de la maladie de Basedow. L'auteur n'y a réussi qu'à moitié; mais il convient de lui tenir compte de la difficulté de traiter un sujet qui exige des connaissances physiologiques étendues et qui ne saurait être abordé avec quelque chance de succès que par un homme de métier. Ces réserves faites, il faut reconnaître que la quantité des documents réunis par M. Gayme donne à son travail une valeur certaine et le classe dès maintenant parmi les mémoires à consulter utilement.

Après avoir minutieusement exposé les principales théories actuellement en cours sur la maladie de Basedow, M. Gayme admet que le syndrome basedowien type a pour unique pivot l'excitation directe ou réflexe du système sympathique. Quel rôle joue dans la production des symptômes la fonction thyroïdienne? Dans quelle mesure prend-elle part à la pathogénie du processus morbide? C'est le point sur lequel, dans l'état actuel de nos connaissances, il est impossible de se prononcer.

À côté de l'excitation sympathique invoquée par M. Gayme pour expliquer la séméiologie, il existe des troubles de la nutrition générale, une perturbation dans l'économie entière, sous la dépendance vraisemblablement d'une toxémie, sur la nature de laquelle on est réduit aux hypothèses. La toxémie est-elle secondaire à l'excitation sympathique? en est-elle le résultat? ou bien préexiste-t-elle à cette excitation? en est-elle la raison physiologique? Voilà des questions qui demeurent encore sans réponse.

Il faut néanmoins savoir gré à M. Gayme de son consciencieux travail, qui est une mise au point du sujet et où l'on puisera les plus utiles renseignements.

D^r GABRIEL MAURANGE.

5° Sciences diverses

Le Bon (Gustave). — *Psychologie du Socialisme.* — 1 vol. in-8° de vii-496 pages. (Prix : 7 fr. 50.) F. Alcan, éditeur. Paris, 1899.

Peut-être un universitaire, invité à juger un livre de M. Le Bon, devrait-il se récuser, car, aux yeux de cet auteur, l'universitaire, c'est l'ennemi. Mais j'ai beau interroger ma conscience, je ne sens pour M. Le Bon aucune inimitié, et, n'ayant pas non plus d'hostilité contre ses adversaires, je crois pouvoir examiner avec impartialité son réquisitoire contre le socialisme.

C'est un réquisitoire. Les lecteurs ne devront pas se laisser abuser par le titre : le titre promet une œuvre scientifique, mais la méthode scientifique n'est pas employée. Le titre est équivoque : on s'attend soit à une « psychologie du socialisme » (le socialisme est-il une doctrine scientifique, une hypothèse, une croyance, une aspiration?), soit à une psychologie du socialiste (quels sentiments, quels raisonnements poussent les hommes à adhérer au socialisme?). Et il est vrai que M. Le Bon examine tantôt la première question, tantôt la seconde. Mais quelle méthode scientifique peut donner la solution de ces problèmes? S'attache-t-on au premier, il faut, semble-t-il, lire les écrits des socialistes et peser leurs arguments. S'attache-t-on au second, il faut faire des enquêtes, interroger un nombre considérable d'adeptes du socialisme, écouter leurs conversations, assister à leurs actes. Or, M. Le Bon n'emploie ni l'une ni l'autre de ces méthodes. Il expose les doctrines socialistes sans citer un seul auteur de ce parti. Je me trompe : M. Rouanet est cité une fois (p. 34). Mais ses paroles sont empruntées au livre d'un adversaire et il semble bien que leur sens ne soit pas exactement interprété. De même, nous lisons une phrase de Jaurès rapportée par Maurice Talmeyr (p. 63).

Et ce sont les seules citations d'écrivains socialistes qu'on trouve dans ce gros livre consacré au socialisme. Encore, si M. Le Bon étudiait cette doctrine d'après les ouvrages impartiaux qui ne manquent pas, même en France, mais ses auteurs favoris sont des adversaires : M. Bourdeau, M. Boilley, M. Burdeau, M. Deschanel, M. Léon Say sont cités fréquemment : Marx, Engels, Malon, Renard ne le sont jamais. Pourtant, quand on veut chercher si une doctrine est scientifique ou hypothétique, si elle est une simple croyance ou, moins encore, une vague aspiration, ne faut-il pas demander à ses partisans eux-mêmes de plaider leur cause? M. Le Bon condamne les socialistes sans les avoir entendus. Est-ce donc qu'il étudie moins leurs doctrines que leurs personnes? Mais nous ne trouvons pas non plus une étude méthodique des personnalités socialistes. L'auteur nous dit bien (p. 78, note) qu'un de ses amis lui a fourni d'intéressants documents sur la psychologie des ouvriers. Mais la psychologie, pas plus que les autres sciences, ne se constitue par de pareils procédés; c'est par lui-même que le psychologue doit observer; c'est l'auteur lui-même qui, dans le cas présent, devait examiner les socialistes, chercher quels états d'âme sont communs à la majorité d'entre eux et inconnus de la majorité des non-socialistes : seules de telles enquêtes, conduites rigoureusement selon la méthode inductive, peuvent donner des renseignements précis à la psychologie sociale.

Le défaut de méthode que nous venons de signaler enlève toute portée au livre de M. Le Bon. Éliminons les nombreuses digressions, — elles font pourtant l'intérêt du volume et beaucoup de remarques incidentes sont plus justes que les thèses essentielles, — et bornons-nous à l'examen des définitions du socialisme et du socialiste. Pour lui, le socialisme est vieux comme le monde; c'est une doctrine renouvelée des Gracques (p. 12) : encore pourrait-on remonter plus haut dans le passé. Le socialisme moderne est le fils du socialisme antique (p. 33), et ces deux doctrines sont « une réaction de l'être collectif contre les empiètements de l'être individuel » (p. 6; cf. p. 7, 9, 457). Cette définition n'empêche pas M. Le Bon de considérer les anarchistes, dont il reconnaît l'individualisme, comme « l'extrême-gauche du socialisme » (p. 38, 39), et d'attribuer à celui-ci les crimes des dynamiteurs (p. 111, 387). Elle ne l'empêche pas davantage de considérer Herbert Spencer, l'adversaire résolu de l'étatisme, comme un des « socialistes anglais les plus éminents » (p. 43). Et, entre ces deux extrêmes, qui doivent être bien surpris de se rencontrer, M. Le Bon place les socialistes d'État (p. 37), les socialistes chrétiens (p. 37 et 101), et à peu près tous les partis politiques, sauf le parti démocrate (p. 344), car il y a contradiction, dit-il, entre la liberté démocratique et la tyrannie socialiste.

Quelle doctrine commune peuvent bien exposer ces penseurs disparates? Une doctrine sans idéal; une doctrine sans arguments scientifiques. Sans idéal : « Que promet le socialisme, en effet, sinon simplement le pain quotidien, et cela au prix d'une servitude très dure » (p. vi; cf. p. 34) ? « Idéal de basse égalité et d'humiliante servitude », dit-il encore (p. 461). Sans arguments scientifiques; bien plus : contraire à la science, car la science démontre que les facteurs d'ordre économique tendent à prédominer dans l'évolution de l'humanité (p. 3) et c'est aux facteurs politiques, aux institutions et aux lois (p. 2), que les socialistes demandent l'avènement de leur société. Aussi cette doctrine, privée de l'appui de la science, est-elle une simple croyance; elle s'impose comme se sont imposées les croyances religieuses : des affirmations et des promesses tiennent lieu de raisons (p. iv, v). Et le succès même du socialisme s'explique par ce caractère psychologique; ce ne sont pas, en effet, les croyances raisonnées qui mènent le monde, ce sont les affirmations énergiques, les traditions héréditaires : les hommes sont menés par les idées de leurs pères, qu'ils ne comprennent plus, ou par les belles paroles de leurs semblables, qu'ils ne comprennent pas.

Mais ces belles paroles sont menteuses; M. Le Bon pense que le socialisme, s'il est appliqué dans un pays de l'Europe, n'aura qu'un succès éphémère (pp. 99, 121), car la réalité détroupera ses adeptes; et, dès maintenant, on peut lutter contre le socialisme par des affirmations aussi énergiques et par des promesses moins illusoires.

Laissons ces prédictions, dont l'auteur reconnaît lui-même la hardiesse. De toutes les propositions qui précèdent, une seule paraît exacte : le socialisme est une croyance pour la grande masse de ses partisans; il est vrai que peu d'entre eux ont lu le *Capital* de Karl Marx; mais on peut se demander d'abord si cette croyance se réduit, chez Marx lui-même et chez quelques-uns de ses disciples, à des affirmations sans preuves et à des espérances sans fondement. Il est curieux de remarquer que l'objection adressée par M. Le Bon à ses adversaires est précisément l'argument que ceux-ci dirigent contre leurs ennemis : si M. Le Bon avait lu plus attentivement le *Capital* ou l'un des nombreux écrits socialistes sur la conception matérialiste de l'histoire, il aurait vu que, loin d'accorder aux facteurs politiques une importance prépondérante, les collectivistes ne voient dans ces facteurs que des reflets des facteurs économiques : M. Le Bon est donc, à son insu, d'accord avec ses adversaires, et quand il leur reproche d'avoir contre eux une loi scientifique, il se trouve que cette loi scientifique est précisément celle qu'ils invoquent.

Est-il plus fondé à leur reprocher de manquer d'idéal, de haïr l'intelligence et de proclamer « la religion du ventre » ? Mais en employant cette dernière expression, les marxistes entendent seulement affirmer cette prédominance du facteur économique que M. Le Bon les accuse de méconnaître. Le ventre repu, ils estiment que les facultés supérieures viendront par surcroît. On peut discuter cette opinion, mais on ne peut pas dire qu'ils réduisent la question sociale à une question d'alimentation. Il ne faudrait pas oublier qu'ils ne demandent pas plus de bien-être, mais un bien-être plus équitablement réparti, et qu'en présentant des revendications économiques, c'est au nom de la justice qu'ils prétendent parler. Leur justice n'est pas une abstraction en l'air : c'est à propos du pain quotidien qu'ils demandent justice, mais, pour être concret, leur idéal n'en est pas moins élevé. Et, de même, ils ne proscrivent pas l'intelligence, ils ne ravalent pas le travail intellectuel, puisque, dans la plupart de leurs conceptions, l'heure de travail intellectuel est payée plus cher que l'heure de travail manuel. Sur ce point encore, M. Le Bon est mal informé (p. 349).

Toutes ses erreurs tiennent peut-être aux équivoques de sa définition du socialisme. Si M. Le Bon oppose démocratie et socialisme, c'est en jouant sur le mot liberté : démocratie et socialisme réclament également la liberté individuelle, la liberté de pensée, la liberté politique (V. Renard, *Régime socialiste*); mais il est possible que notre démocratie parlementaire réclame, en outre, ce qu'elle nomme liberté industrielle et commerciale (concurrence), et il est vrai que le socialisme repousse la concurrence. Mais la question est de savoir si la concurrence mérite d'être placée dans la liste des libertés. Si M. Le Bon identifie le socialisme chrétien, le socialisme d'Etat, l'anarchisme, le collectivisme, le communisme platonicien et la réforme agraire des Gracques, c'est au prix d'autres équivoques. Entre l'anarchie et le collectivisme, il n'y a qu'un point commun (en faisant abstraction de la tactique révolutionnaire) : ces deux doctrines admettent la consommation collective des objets utiles; mais l'un — le collectivisme — exige en outre que la production soit collective; l'autre — l'anarchie — veut qu'elle soit individuelle. Entre le socialisme ancien et le socialisme

moderne, on a montré qu'il y a non pas identité, mais antinomie (V. Henry Michel, *l'Idée de l'Etat*), le premier étant aussi étatiste que le second est individualiste. Est-il utile de pousser plus loin la discussion, et n'est-il pas démontré qu'en confondant toutes ces doctrines, M. Le Bon s'est exposé à tracer du socialisme un portrait aussi vague qu'inexact ?

A-t-il été plus heureux dans son portrait du socialiste ? Ce portrait n'est pas compliqué : le socialiste est un « inadapté ». C'est soit un ouvrier incapable qui, relégué par la concurrence dans les métiers les moins fructueux, est mécontent de son sort, soit un dégénéré, fils d'alcoolique ou de névropathe, alcoolique ou névropathe lui-même, soit un inadapté artificiel, un déclassé produit par notre funeste éducation. Mais on comprend, par ce simple résumé, la critique que nous avons adressée à la méthode de notre auteur. Peut-il prouver, par des statistiques bien faites, dont nous puissions contrôler et vérifier les données, que les socialistes sont en majorité des inadaptés, des dégénérés ou des déclassés ? Encore faudrait-il, par une contre-épreuve, démontrer que la majorité des inadaptés, des dégénérés et des déclassés tendent au socialisme. Mais nous nous contenterions provisoirement de la première démonstration. Et nous ne pouvons considérer comme une démonstration les quelques phrases dans lesquelles M. Le Bon énonce ses thèses. Il ne nous semble prouvé ni que la majorité des ouvriers socialistes soit recrutée parmi les ouvriers les moins rétribués ni que les ouvriers les moins rétribués soient nécessairement les plus incapables. « La concurrence fait triompher partout les plus capables et élimine les moins capables », dit M. Le Bon (p. 120). Nous ne pouvons souscrire à cet optimisme et croire à une sorte d'harmonie préétablie entre la capacité et la chance. Il n'est pas prouvé davantage que les dégénérés — et en particulier les alcooliques — soient « des adeptes sûrs pour le socialisme » (p. 425). Ou a souvent remarqué, au contraire, que les ouvriers préoccupés des questions sociales, les habitués des syndicats et des bourses du travail, fréquentent moins les cabarets, et il faut noter encore que les cotisations exigées par les associations ouvrières sont soustraites au cabaretier. Il est moins prouvé encore que les « prolétaires intellectuels » soient socialistes. M. Le Bon se trompe si, d'un vote de la Sorbonne où 16 professeurs sur 37 ont montré leur libéralisme pédagogique (p. 63), il croit pouvoir tirer la conclusion que 16 professeurs sur 37 admettent le socialisme. A-t-il interrogé tous les professeurs des lycées pour déclarer qu'« on en compterait bien peu parmi eux qui ne souhaitent dans leur âme le triomphe des nouvelles doctrines » (p. 183) ? Et suffit-il de constater que quelqu'un a dit à M. Garofalo : « Tous les instituteurs du Piémont sont d'ardents socialistes », pour se permettre d'ajouter : « Il en est de même en France ? » Non, les instituteurs ne se croient pas « tous des méconnus » (p. 62), et une petite tournée dans les préfectures — ou mieux dans les écoles — persuaderait vite à M. Le Bon qu'ils ne sont pas tous « d'ardents socialistes ».

Ainsi, des propositions énoncées par M. Le Bon sur la psychologie du socialisme et sur la psychologie du socialiste, une seule paraît conforme à la réalité. M. Le Bon a écrit, sur des civilisations exotiques, des travaux qui ne sont pas sans valeur : serait-il donc plus difficile d'observer ses concitoyens que d'étudier les Arabes et les Indiens ? Nous ne le croyons pas et, bien que nous n'ayons pas le droit de parler au nom des socialistes, nous pensons qu'ils pourraient appeler du jugement sommaire de M. Le Bon à M. Le Bon mieux informé.

PAUL LAPIE,
Maître de Conférences
à l'Université de Rennes.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 4 Avril 1899.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. O. Callandreau présente ses observations de la planète EL (découverte par M. Coggia, à Marseille, le 31 mars 1899), faites à l'Observatoire de Paris, à l'équatorial de la tour de l'Est. — M. Stéphan adresse les observations de la même planète faites par M. Coggia à l'équatorial de l'Observatoire de Marseille. — MM. Trépied, Rambaud et F. Sy envoient leurs observations de la comète Swift (1899, *a*), faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé. — M. F. Rossard communique ses observations de la même comète, faites à l'Observatoire de Toulouse, à l'équatorial Brunner. — M. G. Darboux étudie la déformation des surfaces du second degré et arrive au théorème suivant : De chaque point d'une quadrique de révolution (Q) comme centre décrivons les sphères (S) qui sont tangentes à une sphère fixe ayant pour centre l'un des foyers et, par suite, à un autre sphère fixe ayant pour centre l'autre foyer. Si la quadrique roule sur une surface applicable (Θ) en entraînant les sphères (S), l'enveloppe de celle de ces sphères qui a son centre au point de contact de (Θ) et de Q est une surface sur les deux nappes de laquelle les lignes de courbure se correspondent toujours et correspondent au système conjugué commun à (Θ) et à (Q). — M. L.-E. Dickson détermine les groupes linéaires qui sont isomorphes sans méridienne au groupe simple d'ordre 25.920, qui joue un rôle dans la détermination des vingt-sept droites situées sur une surface générale du troisième degré. — M. J. Boussinesq calcule, en partant d'hypothèses simples, le déplacement latéral que doit s'imprimer le cavalier, sur une bicyclette en marche, pour porter le centre de gravité du système à une petite distance horizontale voulue de la base de la bicyclette. Il en déduit, en particulier, que le cavalier doit se porter du côté opposé à celui vers lequel il veut faire pencher la bicyclette. — M. Venukoff donne quelques renseignements sur les bateaux employés en Russie, particulièrement à Cronstadt et Revel, pour briser les glaces lorsque le port est gelé.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. D. Negreano indique le principe d'une méthode rapide pour la détermination de la chaleur spécifique des liquides. Il est basé sur la comparaison des temps nécessaires pour élever du même nombre de degrés des volumes égaux d'eau et d'un liquide quelconque, quand ils sont chauffés par le passage du même courant électrique. — M. Pierre Weiss montre qu'en employant les franges de diffraction à la lecture des déviations galvanométriques, on peut reculer de beaucoup la limite du plus petit angle observable et augmenter ainsi la sensibilité du galvanomètre. — M. A. Blondel a étudié, au moyen de son oscillographe, les courbes de courant et de force électromotrice de l'interrupteur électrolytique Wehnelt. Son fonctionnement peut être comparé à celui d'un bélier hydraulique ou d'un pulsomètre. Il y a une certaine proportionnalité entre la self-induction et la capacité du condensateur formé par l'anode polarisée. — MM. Edouard Branly et Gustave Le Bon ont étudié l'absorption des ondes hertziennes par les corps non métalliques. L'opacité des substances employées dépend de leur nature et varie considérablement; si la transparence est très grande avec le sable et la pierre à bâtir, elle devient extrêmement faible avec le ciment de Portland. L'opacité croît avec l'épaisseur; l'humidité augmente nettement l'opacité. — M. E. Boudréaux a essayé de réaliser dans l'air les lignes de

force d'un champ électrique. A cet effet, les conducteurs qui déterminent le champ sont placés sous une plaque de verre non conductrice et homogène sur laquelle on répand du diamidophénol cristallisé en petites aiguilles. En donnant un léger choc, on voit immédiatement se dessiner les lignes de force. — M. M. Berthelot rappelle que la synthèse de l'alcool, attribuée généralement à Hennel, a été faite en réalité pour la première fois par lui-même, par la combinaison de l'éthylène avec l'acide sulfurique et la régénération de l'alcool à partir du produit formé. — M. Albert Renault a obtenu, par réduction du phosphate tricalcique par le charbon dans l'arc électrique, un phosphore de calcium P²Ca³, semblable à celui déjà décrit par M. Moissan. Sa cassure, d'un rose cristallin, se recouvre à l'air humide d'un dépôt blanc de chaux. — M. F. Garrigou n'a pas trouvé trace d'iode libre ou de gaz iodés dans l'atmosphère de la région toulousaine et dans celle de la saline de Salies-de-Béarn. Ces résultats concordent avec ceux de M. A. Gautier. — MM. A. et P. Buisine ont examiné des huiles d'acétone obtenues comme résidu dans la fabrication de l'acétone par la distillation sèche du pyrolytite de chaux brut. Ils y ont constaté la présence d'une forte proportion de méthylpropyl et de méthylisopropylcétone, qu'on peut séparer par l'action du bisulfite de soude concentré. — MM. P. Cazeneuve et P. Breteau décrivent une nouvelle méthode d'extraction de la solanine des germes de pomme de terre. Le corps qu'ils ont obtenu, et qui répond à la formule C²⁸H⁴⁷N³O¹⁰.2H²O, se différencie des solanines déjà décrites par : 1^o sa coloration faiblement jaunâtre avec l'acide sulfurique concentré; 2^o sa coloration incolore avec l'acide nitrique, devenant à peine rosée au bout d'un très long temps; 3^o son absence de coloration par l'acide chlorhydrique.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. L. Guignard a étudié, chez les végétaux angiospermes, le phénomène de la double copulation sexuelle dans le sac embryonnaire : l'une donnant naissance à l'embryon représentant l'organisme définitif, l'autre fournissant l'albumen, sorte d'organisme transitoire qui servira à la nutrition de l'embryon. Ces deux copulations ne sont pas entièrement comparables. En effet, dans la première, les noyaux mâle et femelle possèdent l'un et l'autre le nombre de chromosomes réduit qui caractérise les noyaux sexuels; dans la seconde, au contraire, si l'anthérozoidé apporte de son côté le même nombre réduit, il en est autrement pour le noyau polaire inférieur, tout au moins, car il se forme souvent avec un nombre de chromosomes une fois plus élevé. La première copulation représente donc, seule, une fécondation vraie; la seconde, une sorte de pseudo-fécondation.

Séance du 10 Avril 1899.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Jean Mascart pense qu'il n'est pas douteux que Jupiter ait influé sur la distribution des petites planètes. Il a donc appliqué le critérium de Tisserand à un certain nombre de ces astéroïdes et il est arrivé à des coïncidences singulières, à six décimales communes, pour la valeur de la constante α . — M. Hatt critique la règle donnée par M. E. Vallier pour l'interprétation d'un nombre restreint d'observations. Lorsqu'on l'applique au cas de $n - 1$ mesures M, égales entre elles, auxquelles vient se joindre une mesure p notablement plus grande que M, on arrive, si n est supérieur à 4, à des impossibilités manifestes. — M. A. Liapounoff détermine les solutions de l'équation différentielle linéaire du second ordre :

$$\frac{d^2y}{dx^2} + p(x)y = 0,$$

où $p(x)$ désigne une fonction donnée d'une variable réelle x , continue et périodique à période ω , et μ un paramètre arbitraire dont la fonction $p(x)$ ne dépend point. — M. Ch. Méray donne une interprétation nouvelle de la condition requise pour qu'une intégrale double, prise sur une plaque de surface, ne dépende que du bord de celle-ci. — M. Andrade s'est proposé d'indiquer, pour le cas des poutres à sections variables, les propriétés similaires de celles démontrées par M. Maurice Lévy, dans la *Statique graphique*, pour le cas des poutres de sections constantes. — M. Emile Waelsch communique quelques considérations sur les surfaces à lignes de courbure planes ou sphériques. — M. N.-I. Hatzidakis montre qu'étant données deux courbes quelconques dans l'espace, on peut, de différentes manières, exprimer la courbure et la torsion de l'une par la courbure, la torsion et l'élément de l'arc de l'autre et par la position mutuelle des deux courbes. On arrive ainsi à trois formules très générales, qui dérivent des formules ordinaires de M. Darboux.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Joseph Jaubert décrit un halo, tout à fait exceptionnel par sa complexité et l'éclat de ses colorations, qui a été observé à Paris dans la matinée du 5 avril. — M. R. Blondlot a disposé dans une cuve une solution concentrée de sulfate de zinc et au-dessus une solution très diluée, en empêchant autant que possible le mélange des deux solutions; une électrode trempe dans chacune d'elles. Si la cuve est placée dans le champ d'un électro-aimant, puis qu'on agite les solutions, une différence de potentiel prend naissance entre les deux électrodes. Cette production de forces électro-motrices s'explique facilement par la théorie. — M. A. Le Roy a constaté que si l'on augmente ou diminue la pression de l'atmosphère dans laquelle est placé un interrupteur électrolytique Wehnelt, celui-ci ne fonctionne plus par suite de l'accumulation de gaz sur l'anode ou de leur non-formation. — M. Paul Bary a étudié quelques conditions de fonctionnement de l'interrupteur électrolytique. On peut remplacer la solution sulfurique par tout corps dont l'électrolyse donne un simple dégagement d'oxygène au pôle positif. Les limites de tension entre lesquelles on observe le phénomène des interruptions se rapprochent quand le coefficient de self-induction diminue. — M. Coloman de Szily a déterminé l'influence de la torsion sur la résistivité électrique des alliages. Les résultats d'un grand nombre de mesures sur le constantan sont suffisamment concordants et montrent que la résistance électrique va en augmentant avec l'angle de torsion, et cela non proportionnellement à l'angle, mais bien plus vite. La résistance du fil ne reste pas du tout constante après la torsion, mais diminue certainement, quoique extrêmement lentement, avec le temps. — M. Pierre Lefebvre montre qu'il existe, dans un système optique centré, des points doués de propriétés assez remarquables, dont l'existence est corrélative de celles des points de Bravais, de telle sorte qu'on peut toujours employer les uns ou les autres. Ces points, appelés pôles, sont tels que d'un pôle on voit sous un même angle un segment de l'axe et son image. — M. Charles Henry présente un actino-photomètre au sulfure de zinc phosphorescent; il a l'avantage d'être excité par toutes les radiations qui réduisent le gélatino-bromure d'argent. En outre, il donne des renseignements précieux sur la nature des sources excitatrices. — M. Henri Moissan, à propos des récentes communications de M. Ditté sur l'utilisation de l'aluminium, fait remarquer que les impuretés de ce métal jouent un grand rôle sur son altérabilité. Or, le métal qu'on prépare aujourd'hui est beaucoup plus pur que celui qui date de quelques années, et il serait mauvais de le proscrire des usages domestiques et de l'armée. La légèreté, la suppression de l'étamage et la fabrication par estampage sans soudures sont des avantages pré-

cieux qui compensent la facile oxydabilité du métal. — M. P. Lebeau a préparé le silicure de fer SiFe par un nouveau procédé, qui consiste à faire réagir le fer sur un excès de silicure de cuivre à la température du four électrique. Le silicure de fer formé se dissout dans le silicure de cuivre restant, d'où il cristallise par refroidissement; il peut en être séparé par l'action de l'acide nitrique. Par le même procédé, on peut obtenir les silicures de cobalt, de nickel et de chrome. — M. Georges Maronneau a obtenu, en réduisant le phosphate de cuivre par le charbon au four électrique, un phosphure de cuivre cristallisé de formule Cu^2P . C'est un corps gris, doué de l'éclat métallique, très altérable par la chaleur; chauffé, il se décompose en perdant du phosphore; au rouge vif, il se décompose en un phosphure Cu^3P . Il s'oxyde à l'air. — M. Henri Gautier a recherché si les différences dans la vitesse d'hydratation de la chaux obtenue à diverses températures n'étaient pas dues à une différence dans son état moléculaire; différence qui devrait se traduire par une variation de la chaleur dégagée au moment de la dissolution de la chaux soit dans l'eau pure, soit dans l'eau acidulée. L'expérience a montré qu'il n'en est rien. Quatre échantillons de chaux pure obtenus, le premier à 1.000°, le second à 1.300°, le troisième au chalumeau oxyhydrique, le dernier fondu au four électrique, ont la même chaleur de dissolution dans l'acide chlorhydrique dilué.

3^o SCIENCES NATURELLES. — MM. R. Lépine et Martz ont constaté que, si l'on ajoute des fragments de pancréas frais à un liquide sucré en fermentation, la production d'alcool est augmentée. Si le pancréas a été préalablement excité électriquement, son influence est plus marquée. Un chauffage modéré ajoute encore à l'influence favorisante d'un pancréas préalablement excité. — M. Leclerc du Sablon montre que la dextrine peut être envisagée comme jouant dans les plantes plusieurs rôles différents: 1^o dans les organes de réserve en voie de formation, c'est une substance servant à former l'amidon; 2^o pendant que les réserves sont digérées, c'est un produit de décomposition de l'amidon; 3^o pendant la période de vie ralentie, c'est une réserve proprement dite, que l'on peut considérer comme indépendante de l'amidon. — M. Édouard Haeckel signale quelques particularités anatomiques nouvelles dans les graines grasses. Le fait le plus intéressant est la présence de poches sécrétrices à contenu huileux dans les cotylédons, la gemmule et la tigelle de la *Pongamia glabra* Ventenat. D'autre part, il existe, dans un certain nombre d'endospermes gras (à huiles concrètes) propres à des graines de familles très différentes (Myristicacées, Bixacées), des cellules à bandes réticulées rappelant la condition de celles de l'assise mécanique des anthères, ou mieux encore de celles du thalle de *Marchantia polymorpha*. LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 21 Mars 1899.

M. le Président annonce le décès de M. Gibert (du Havre), correspondant national. — L'Académie procède à l'élection de deux correspondants nationaux dans la Division de Chirurgie. — MM. Auffret (de Brest) et Forgue (de Montpellier) sont élus. — M. Le Dentu apporte de nouvelles observations en faveur de l'intervention très précoce dans le traitement de l'appendicite. — M. Paul Berger signale un cas d'ostéomalacie masculine avec déformations extrêmes du squelette ayant débuté par l'apparition d'un double *genu valgum* traité par une ostéotomie supra-condylienne du côté gauche. Toutes les médications ont échoué contre la maladie, qui s'est étendue aux membres supérieurs et n'offre plus aucun espoir de guérison. — MM. Albert Robin et Maurice Binet ont étudié les troubles du chimisme respiratoire et de la nutrition générale chez deux ostéomalaques et en ont déduit quelques indications thérapeutiques. Il faut améliorer l'évolution des

matières ternaires, augmenter l'oxydation des matières azotées, modérer la déperdition calcaïque et activer les échanges phosphorés.

Séance du 28 Mars 1899.

M. le Président annonce le décès de M. Max Durand-Fardel, associé national. — L'Académie procède à l'élection de deux correspondants nationaux dans la IV^e Division (Physique et Chimie médicales, Pharmacie). MM. Dupuy (de Toulouse) et Imbert (de Montpellier) sont élus. — M. Delorme donne quelques explications sur les statistiques de l'appendicite dans l'armée. Un grand nombre de cas peu graves guérissent à l'infirmerie et ne sont pas portés sur les statistiques d'hôpital; il n'y a que les cas très graves qui soient traités dans ces derniers et c'est pourquoi la mortalité de 30 % y paraît si considérable. — M. Livet lit un mémoire sur les ferments animaux et leur culture. — M. le Dr Bazy donne lecture d'un travail sur les formes graves du rein mobile et leur traitement par la néphropexie. — MM. Gilles de la Tourette et Chipault communiquent un mémoire sur la percussion méthodique du crâne, contribution au diagnostic cranio-encéphalique.

Séance du 4 Avril 1899.

M. Chauvel présente un rapport sur un mémoire de M. le Dr Roure (de Valence), relatif à un nouveau traitement chirurgical de l'exophtalmie. Le principe du traitement est de réduire le volume du sac conjonctival de façon à refouler en arrière le globe de l'œil. Le rapporteur regrette que l'auteur ne se soit pas adressé à l'affection qui est la cause première de l'exophtalmie. — M. Hervieux rappelle ses anciennes recherches sur l'algidité progressive des nouveau-nés, état morbide sur lequel M. Budin a récemment attiré l'attention. L'abaissement progressif de la température du corps est toujours accompagné d'un ralentissement simultané de la circulation et de la respiration. Les causes de ces symptômes sont la faiblesse congénitale, l'insuffisance de l'alimentation et le décubitus prolongé dans la position horizontale. M. Guéniot indique quelques moyens pour combattre l'algidité; ce sont : une alimentation fréquemment répétée, le réchauffement artificiel et le massage. — M. L. Prunier indique les procédés qu'il emploie pour la préparation du soufre iodé et de l'iodure de soufre.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 11 Mars 1899.

M. Rémy a observé deux cas de suture du nerf médian avec retour de la sensibilité et de la motilité, mais avec un peu de perversion de la sensibilité. L'excitation du médius provoquait de la sensibilité dans l'index. — M. Chipault cite quatre cas de sympathicectomie dans le traitement de l'épilepsie avec résultats favorables. Pour lui, la méthode est inconstante et le résultat n'est pas immédiat; mais il faut néanmoins l'utiliser dans les cas invétérés, puisqu'on ne court aucun danger. — M. Dejerine croit, au contraire, que la méthode n'est pas bonne et que l'ablation du ganglion cervical supérieur, qui a un rôle trophique incontestable, est dangereuse pour l'organisme. — MM. Toulouse et Marchand signalent deux cas dans lesquels une maladie infectieuse a suspendu les accès d'épilepsie. — Les mêmes auteurs ont constaté que, chez des personnes prédisposées, des opérations chirurgicales sur les ovaires ou le crâne peuvent provoquer l'épilepsie. — MM. A. Charrin et P. Viala ont étudié le bacille qui produit la gélivure de la vigne; son inoculation provoque le dessèchement et le noircissement des rameaux, puis des fissures et des cicatrices entraînant la mort de la vigne en cinq à six ans. — M. R. Quinton poursuit ses études sur le milieu marin organique et conclut que, dans les injections de sérum, l'isotonie des solutions injectées ne doit pas être réglée sur la

concentration du sérum total, mais sur celle de la partie uniquement minérale (marine) du sérum. — MM. Auché et Chavannaz communiquent leurs recherches sur les infections péritonéales bénignes d'origine opératoire; dans 85 % des cas, le péritoine est infecté du fait du chirurgien.

Séance du 18 Mars 1899.

MM. H. Roger et Garnier ont poursuivi leurs études sur la rétention par le foie de l'hydrogène sulfuré injecté dans le rectum. L'âge a une influence sur l'activité du foie; elle est plus marquée chez les animaux jeunes; l'inanition fait fléchir notablement l'action du foie. Il semble donc que l'excitant naturel de la cellule hépatique doit être recherché dans l'alimentation. — MM. A. Charrin et Levaditi ont constaté que l'atténuation des toxines introduites dans l'intestin est due en grande partie à l'action du pancréas et de ses produits de sécrétion. — MM. Charrin et Guillemonat ont mis en évidence ce fait que, dans la période puerpérale, l'hyperglycémie par ralentissement de la nutrition et la déminéralisation jouent un rôle notable pour faire naître les prédispositions morbides. — M. G. Marinisco a pu observer un cas de malaria des centres nerveux. A l'autopsie, le système vasculaire de l'écorce cérébrale est complètement envahi par l'hématozoaire de Laveran.

Séance du 25 Mars 1899.

MM. Josué et Roger ont étudié les modifications histologiques et chimiques de la moelle osseuse aux différents âges et dans l'infection staphylococcique. La graisse, peu abondante dans le jeune âge et à l'état pathologique, atteint une assez forte proportion chez l'adulte. — M. Gouget a constaté que les animaux arrivent à un certain degré de tolérance vis-à-vis des injections d'urine humaine; mais il n'y a jamais accoutumance, car des injections intra-veineuses, même faibles, succédant au bout de quelques jours à des injections cutanées, ont amené la mort. — M. Galippe a reconnu qu'il peut exister à l'état normal des microbes saprophytes dans les glandes mammaires et testiculaires. — M. Moussu, en donnant des doses intensives de glande thyroïdienne à des animaux, a activé la croissance, mais en provoquant l'amaigrissement.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 3 Février 1899.

M. H. Pellat présente, au nom de M. Delaunay, professeur de Mécanique à Novo-Alexandria (Russie), une nouvelle classification des corps simples, qui paraît être un perfectionnement de la classification de Mendeleeff. M. Delaunay divise les circonférences en seize parties égales et même les seize rayons correspondant aux points de division. Rangeant les corps simples dans l'ordre des poids atomiques croissants et appelant *numéro d'ordre* le rang qu'occupe le corps simple dans cette classification, il porte sur chaque rayon, à partir des centres, une longueur proportionnelle au poids atomique, en mettant chaque corps simple sur les rayons successifs d'après les numéros d'ordre. On obtient ainsi une disposition spirale. M. Delaunay fait les remarques suivantes : 1^o Sur chaque diamètre se trouvent les corps simples, en général de la même famille; 2^o sur un même diamètre, pris comme diamètre horizontal et appelé *ligne neutre*, se trouvent les corps simples (He, Ar, Ne, Kr); dans la partie supérieure du diagramme se trouvent alors tous les corps *paramagnétiques*; 3^o si l'on divise en quatre quadrants le diagramme, en ajoutant au diamètre horizontal le diamètre vertical, deux quadrants opposés renferment les métalloïdes ou les métaux qui donnent des acides en se combinant avec l'oxygène; les deux autres quadrants opposés renferment des métaux qui ne donnent guère que des bases; 4^o si tous les points correspondant aux divers corps simples étaient rigoureux-

sement sur une spirale d'Archimède, en portant en abscisse le numéro d'ordre (x) et en ordonnée le poids atomique (y), tous les points seraient en ligne droite. Il n'en est pas tout à fait ainsi. Les poids atomiques au-dessous de 40 se groupent autour d'une ligne droite, et ceux qui sont au-dessus de 40 autour d'une autre ligne droite qui n'est pas dans le prolongement de la première. — M. E. Carvallo expose les travaux de M. Gautier, constructeur de la puissante lunette de 60 mètres qui doit figurer à l'Exposition de 1900. La puissance de la lunette réside dans l'objectif, dans l'intensité et la finesse des images qu'il fournit à son foyer. L'intensité est proportionnelle au carré D^2 de son diamètre. Pour la finesse, la théorie de la diffraction montre qu'elle est proportionnelle à D . Ainsi le diamètre fournit, aux deux points de vue, la puissance de la lunette. Il convient de le prendre aussi grand que le permet l'industrie du verre : on a adopté 1^m,23. Le diamètre D fixé, il faut choisir la distance focale F . L'expérience a montré que F doit croître plus vite que D , sous peine de perdre, par les aberrations, la finesse recherchée par les grands diamètres. M. Carvallo expose qu'on doit admettre pour F une valeur proportionnelle à $D^{3/2}$.

La valeur adoptée (60 mètres) rend le rapport $\frac{D^{3/2}}{F}$ inférieur à celui des meilleures lunettes antérieures. On peut donc espérer que, conformément au calcul, on pourra distinguer deux points du ciel distants de 0",1, soit 187 mètres sur la Lune. Il ne faut pas songer à faire suivre le mouvement diurne par une si grande lunette, avec sa coupole. Elle sera fixe, et la lumière sera envoyée suivant son axe par un *sidéostat* dont le principe est celui qui est décrit dans l'ouvrage de Jamin sous le nom de *S'Gravesande*. Le miroir, en verre, a 2 mètres de diamètre, 0^m,27 d'épaisseur et pèse 3.600 kilogrammes; il repose dans un barillet dont les tourillons portent sur deux montants d'un support mobile autour de son axe vertical. Cette partie, à deux axes de mobilité, assure le pivotement du miroir autour de son centre, sous l'action de l'axe horaire mù par un mouvement d'horlogerie. La lunette possède deux objectifs achromatisés, l'un pour la vue, l'autre pour la photographie; ils sont disposés sur une même monture, mobile sur rails, de façon qu'on puisse amener l'un ou l'autre devant l'axe du tube de la lunette. L'oculaire est une sorte de wagon, mobile sur rails pour la mise au point; il est réuni au tube de la lunette par un soufflet et une vis de rappel de 1^m,50. Avec trois mouvements circulaires et trois mouvements rectilignes, il offre les dispositions propres à tous les usages de l'Astronomie physique et de la Mécanique céleste. En terminant, M. Carvallo expose la méthode purement mécanique établie par M. Gautier pour le travail des grandes surfaces optiques. — M. H. Becquerel expose ses recherches récentes sur la dispersion anormale de la vapeur de sodium et quelques conséquences de ce phénomène; il rappelle d'abord comment il a été conduit à s'occuper de la dispersion anormale dans le but de vérifier l'application d'une formule qu'il avait établie et d'après laquelle le pouvoir rotatoire magnétique des corps serait proportionnel à l'ex-

pression $\lambda \frac{dn}{d\lambda}$, n représentant l'indice de réfraction, et λ la longueur d'onde des vibrations lumineuses considérées. Une expérience faite par MM. Macaluso et Corbino ayant montré que la vapeur de sodium incandescente possède un pouvoir rotatoire magnétique considérable pour les radiations très voisines de D_1 et D_2 , M. H. Becquerel en a conclu que cette vapeur devait avoir également une dispersion anormale considérable. Pour mettre le fait en évidence, il a disposé l'expérience des *prismes croisés*, au moyen d'un réseau et de la flamme d'un brûleur Bunsen, rendue prismatique par l'interposition d'une petite gouttière en platine. Cette flamme, qui équivaut à un prisme dont l'arête serait horizontale, est placée entre un collimateur à fente horizontale

et une lentille qui projette l'image de cette fente sur la fente verticale d'un spectroscopie à réseau. Si l'on éclaire la première fente par de la lumière blanche, on reconnaît que le spectre continu formé au foyer du spectroscopie montre les raies D_1 et D_2 renversées et qu'il est fortement disloqué; l'image des bords de la fente horizontale présente des courbes qui donnent les variations des indices de réfraction en fonction de la longueur d'onde. Ces courbes coïncident avec celles qu'on déduirait de la théorie de la dispersion anormale. Elles ont pour asymptotes les raies D_1 et D_2 ; leur équation, au voisinage immédiat de D_1 et D_2 , équivaut à celle qui résulte de la superposition de deux hyperboles équilatères, le paramètre relatif à D_2 étant le double de celui de D_1 . Les indices de réfraction mesurés ont été, d'une part, plus grands que l'unité, atteignant ou dépassant 1,0009, et, d'autre part, plus petits que l'unité, atteignant 0,9986. Pour les longueurs d'onde qui, dans l'expérience de MM. Macaluso et Corbino, correspondent à des rotations magnétiques égales, les tangentes aux courbes de dispersion anormale sont sensiblement parallèles, ce qui justifie l'application de la formule rappelée plus haut et conduit à rejeter d'autres formules théoriques proposées antérieurement. Enfin, on explique très simplement une expérience récente de M. Voigt, qui est la conséquence de l'existence simultanée du phénomène de Zeeman et de la dispersion anormale.

Séance du 17 Février 1899.

M. Moulin adresse un mémoire sur la loi des états correspondants. — M. D. Korda étudie l'influence du magnétisme sur la conductibilité calorifique du fer, au point de vue théorique et expérimental. Les expériences ont porté sur des disques et des tiges de fer doux. Les disques sont chauffés en leur centre, et la forme des isothermes est donnée par la fusion d'une mince couche de paraffine; ils reposent, convenablement isolés, sur un électro-aimant vertical dont la ligne des pôles est orientée suivant un de leurs diamètres. Quand on excite l'électro-aimant, on obtient, avec un grand disque, une isotherme elliptique dont le grand axe a sensiblement même longueur que le diamètre du cercle qu'on obtenait précédemment et dont le petit axe, qui est dirigé suivant le champ, est plus court de 12%; avec des disques plus petits, on obtient des lémniscates. Pour les tiges qui sont placées dans l'axe d'une bobine, on chauffe l'une de leurs extrémités et on place au voisinage de l'autre une soudure thermo-électrique ou un conducteur, placé dans un pont de Wheatstone, dont on suit la variation de résistance; on opère par opposition avec une deuxième tige non aimantée. Le résultat général est que la conductibilité calorifique du fer doux éprouve une diminution dans la direction des lignes de forces magnétiques et reste, par contre, sans changement dans la direction des lignes équipotentielles, indépendamment de la force magnétisante. Ce dernier résultat semble indiquer que l'affaiblissement de la conductibilité dépend d'une puissance paire de la force magnétisante. En partant de l'expression, donnée par Maxwell, des efforts dus à un champ magnétique H , on peut, en appliquant les principes de la thermodynamique, calculer, pour la chaleur latente d'aimantation q à température constante T , dans un corps de perméabilité μ , la valeur

$$q = \frac{H^2}{4\pi} \cdot T \frac{d\mu}{dT}$$

q est la mesure de l'effet constaté par voie expérimentale; il est proportionnel à H^2 ; l'effet est nul, normalement au champ, dans un disque ou une tige. — M. P. Villard présente une série de clichés montrant que la lumière détruit l'impression produite par les rayons X sur le gélatino-bromure d'argent. Il se passe alors quelque chose d'analogue au phénomène de renversement observé par E. Becquerel avec une plaque daguerrienne exposée aux rayons rouges extrêmes

après impression préalable par les rayons bleus, et cela paraît justifier l'hypothèse que les rayons X ne diffèrent de la lumière que par la période. Ce phénomène de destruction doit également être rapproché de celui auquel donnent lieu les écrans au platino-cyanure de baryum, car on peut l'observer sans faire intervenir le révélateur; mais il est alors peu apparent. Les résultats semblent être les mêmes, au moins dans leur ensemble, avec toutes les préparations commerciales. Avec certaines émulsions, leur netteté est telle que la plus faible impression lumineuse capable de produire un effet appréciable se traduit, au développement, par un affaiblissement du noir donné par les rayons X. Il est d'ailleurs évident qu'une exposition par trop insuffisante à l'action de ces derniers donnera des effets intermédiaires faciles à prévoir. Les rayons destructeurs les plus actifs sont en premier lieu ceux qui agissent le plus énergiquement sur les plaques ordinaires (groupe du bleu et de l'indigo). Un deuxième groupe efficace présente un maximum d'action dans le rouge, un minimum peu marqué dans le vert, et s'étend avec certaines émulsions jusqu'à $\lambda = 900$. Les rayons de cette partie du spectre sont assez actifs pour produire la destruction au travers de trois feuilles de papier noir épais, à 50 centimètres d'un bec Auer. Dans les mêmes conditions, une plaque neuve, ne s'impressionne pas. En raison de leur netteté, ces phénomènes se prêtent à diverses expériences photographiques. M. G. Sagnac remarque qu'il convient de distinguer dans les actions photographiques : 1° la décomposition chimique visible éprouvée par la préparation photographique sous l'action prolongée de la lumière; 2° la modification invisible (*image latente*) sans trace de décomposition, éprouvée en un temps relativement très court. A l'appui de cette distinction, M. Sagnac rappelle ce fait : une plaque photographique, que l'action prolongée de la lumière a fini par brunir légèrement, demeure sensiblement aussi claire quand on la plonge dans le bain de développement, tandis qu'une plaque impressionnée pendant un temps beaucoup plus court, de manière à ne déceler aucune trace de décomposition chimique, noircit très fortement dans

répond que cette distinction, parfaitement fondée, ne lui semble pas de nature à faire rejeter l'expression d'action chimique, depuis longtemps consacrée par l'usage. Il n'est d'ailleurs pas démontré qu'il ne se passe aucun phénomène chimique là où il n'y a ni modification visible, ni décomposition de la matière impressionnable. Les phénomènes étudiés sont d'ailleurs entièrement analogues à ceux que présente le platino-cyanure de baryum en l'absence de tout révélateur. Dans la fluorescence même, phénomène en apparence purement physique, des modifications importantes se produisent par la présence d'un corps capable d'agir chimiquement sur la substance fluorescente.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES

William Ellis : Relation entre la variation diurne de la déclinaison magnétique et de la composante horizontale et la période de fréquence des taches solaires. — Cette relation fut indiquée pour la première fois par M. Rudolf Wolf, de Zurich, puis mise clairement en évidence par l'auteur lui-même dans un premier mémoire présenté à la Société Royale de Londres en 1879. Les conclusions de ce mémoire se basaient sur la comparaison des observations magnétiques faites de 1841 à 1877 à l'Observatoire de Greenwich, et celles des taches solaires faites pendant la même période par M. Wolf à Zurich. Ces observations ont été poursuivies, de part et d'autre, jusqu'à ces dernières années, et l'auteur les a réunies et comparées pour voir si ses précédentes conclusions se vérifiaient.

Dans son mémoire, l'auteur indique d'abord comment il a pris la moyenne mensuelle des observations, de façon à éliminer certaines erreurs accidentelles et certaines perturbations extraordinaires. La réunion de ces moyennes montre immédiatement, en certaines années, des maximums ou des minimums de la variation magnétique ou de la fréquence des taches. Voici le tableau de ces maximums et minimums, qui coïncident remarquablement pour les deux ordres de phénomènes (Tableau I).

Tableau I. — Époques de maximum et de minimum des variations magnétiques et de la fréquence des taches solaires.

N ^o D'ORDRE	PHASE	ÉPOQUES MAGNÉTIQUES			ÉPOQUES des taches solaires.	DIFFÉRENCES AVEC LES ÉPOQUES des taches solaires.		
		Déclinaison.	Composante horizontale.	Moyenne magnétique.		Déclinaison.	Composante horizontale.	Moyenne magnétique.
1	Minimum. . . .	1844,3	1842,9	1843,60	1843,5	+ 0,8	- 0,6	+ 0,10
2	Maximum. . . .	1848,1	1849,0	1848,55	1848,1	0,0	+ 0,9	+ 0,45
3	Minimum. . . .	1857,2	1855,1	1856,15	1856,0	+ 1,2	- 0,9	+ 0,15
4	Maximum. . . .	1860,6	1860,2	1860,40	1860,1	+ 0,5	+ 0,1	+ 0,30
5	Minimum. . . .	1867,5	1867,6	1867,55	1867,2	+ 0,3	+ 0,4	+ 0,35
6	Maximum. . . .	1870,8	1870,9	1870,85	1870,6	+ 0,2	+ 0,3	+ 0,25
7	Minimum. . . .	1879,0	1878,7	1878,85	1879,0	0,0	- 0,3	- 0,15
8	Maximum. . . .	1884,0	1883,8	1883,90	1884,0	0,0	- 0,2	- 0,10
9	Minimum. . . .	1899,5	1899,0	1899,25	1899,2	- 0,7	- 0,2	- 0,45
10	Maximum. . . .	1893,5	1894,0	1893,75	1894,0	- 0,5	0,0	- 0,25
Différence moyenne cinq époques de minimum						+ 0,32	- 0,32	0,00
Différence moyenne cinq époques de maximum						+ 0,04	+ 0,22	+ 0,13
Différence générale.						+ 0,18	- 0,05	+ 0,06

le bain révélateur. L'ensemble des faits conduit à penser que la première phase de l'action de la lumière, la formation de l'*image latente*, correspond à une modification de la couche sensible, assez différente de la décomposition chimique ultérieure. M. Villard

¹ Voir à ce sujet : G. SAGNAC, *Comptes rendus* du 19 juillet 1897; *R. vue générale des Sciences*, du 30 avril 1898.

Si l'on prend les intervalles entre les époques magnétiques et les époques de fréquence des taches solaires successives, on obtient le résultat suivant, en années :

ÉPOQUES MAGNÉTIQUES									
1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	
4,95	7,60	4,25	7,15	3,30	8,00	5,05	3,85	4,00	

ÉPOQUES DES TACHES SOLAIRES

4,60	7,90	4,10	7,10	3,40	8,40	5,00	6,20	3,80
------	------	------	------	------	------	------	------	------

La similitude des variations de longueur des intervalles magnétiques et solaires successifs ressort clairement de l'examen de ces chiffres. La moyenne des cinq intervalles d'un minimum à un maximum est, pour l'effet magnétique, de 4,31, pour l'effet solaire, de 4,48 années; la moyenne des quatre intervalles entre un maximum et un minimum est respectivement, pour ces deux effets, de 7,15 et de 7,40 années. La période totale de l'effet magnétique est 11,46, des taches solaires 11,38. Voici d'ailleurs la longueur de ces périodes entre deux maximums ou entre deux minimums :

PÉRIODE MAGNÉTIQUE

1-3	2-4	3-5	4-6	5-7	6-8	7-9	8-10
12,55	11,85	11,40	10,45	11,30	13,05	10,90	9,85

PÉRIODE DES TACHES

12,50	12,00	11,20	10,50	11,80	13,40	11,20	10,00
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Ici encore la similitude est frappante. La longueur des périodes croît et décroît successivement suivant une loi que l'auteur n'a pu encore trouver; mais l'essentiel, actuellement, c'est que les variations des périodes sont identiques pour les deux effets. L'auteur pense donc pouvoir conclure que cette concordance n'est pas un effet du hasard, mais qu'elle indique une relation plus ou moins étroite entre les deux ordres de phénomènes, peut-être l'existence d'une cause commune qui les produit tous deux.

On a avancé autrefois que l'effet magnétique suit l'effet solaire, de sorte qu'il existe un certain retard entre eux. En tenant compte des dernières observations, l'auteur a constaté que les époques de maximum ou de minimum pour les variations de la déclinaison présentent un retard moyen de 0,18 année, tandis que les époques correspondantes pour la composante horizontale ont, au contraire, une avance de 0,05 année. Le retard moyen n'est donc que de 0,06 année. Si l'on considère les irrégularités des nombres sur lesquels sont basées ces moyennes et la connaissance encore incomplète que nous avons des phénomènes qu'ils représentent, il semble difficile d'avancer actuellement qu'il existe un retard réel des phénomènes magnétiques sur les phénomènes solaires.

2^o SCIENCES NATURELLES.

J. B. Farmer et A. D. Waller : Action des anesthésiques sur le protoplasme animal et végétal. — Les auteurs ont examiné simultanément et comparativement les effets de certains anesthésiques (anhydride carbonique, éther, chloroforme) sur le protoplasme végétal et animal. Deux récipients à gaz, en série, à travers lesquels on pouvait faire circuler les vapeurs anesthésiques, contenaient: le premier, une feuille d'*Elodea canadensis* placée dans le champ d'un microscope, le second un nerf sciatique de *Rana temporaria*, relié à un inducteur et à un galvanomètre. L'un des auteurs observait et mesurait les mouvements des corps chlorophylliens dans une cellule de la feuille, tandis que l'autre notait les déviations galvanométriques répondant à l'excitation du nerf.

L'action de l'anhydride carbonique sur l'*Elodea* consiste en une légère accélération initiale, suivie rapidement d'une cessation complète du mouvement protoplasmique. Si l'on fait ensuite passer de l'air dans l'appareil, le protoplasme, après quelques minutes, se remet en mouvement; ce mouvement s'accroît et dépasse bientôt le degré normal, mais il revient finalement à sa vitesse ordinaire. Le nerf, dans les mêmes conditions, subit une action analogue, mais beaucoup moins accusée, sous l'influence de l'anhydride carbonique.

La vapeur d'éther, agissant pendant deux minutes,

provoque rapidement l'arrêt de tout mouvement, et l'état de repos persiste pendant plusieurs minutes; puis l'état normal de mouvement revient lentement. Avec de la vapeur d'éther diluée, insuffisante pour anesthésier le nerf, la circulation protoplasmique n'est pas affectée.

L'action du chloroforme est beaucoup plus funeste que celle de l'éther. Le mouvement est arrêté en moins d'une minute, et deux minutes d'exposition à l'action complète de la vapeur causent la mort de la cellule. Si la vapeur est diluée (2 % dans l'air), et agit pendant deux minutes, la cellule recouvre ultérieurement le mouvement.

L'action de l'éther et du chloroforme, surtout de ce dernier, est très marquée en ce qu'elle force les granules de chlorophylle, qui adhéraient primitivement aux parois latérales de la cellule et présentaient leurs angles à la lumière incidente, à se disperser à la surface de la cellule et à se montrer à la lumière sous leur plus grande surface. L'effet de l'anhydride carbonique n'est pas aussi prononcé. D'après les auteurs, les phénomènes observés doivent être considérés comme le résultat d'une paralysie temporaire ou permanente du protoplasme.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 2 Mars 1899.

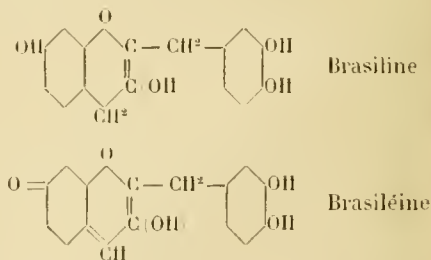
M. J. E. Marsh rappelle que les plus récentes formules du camphre représentent le camphène, l'hydrocarbure type du groupe, comme un composé non saturé ayant une double liaison. On s'appuie, pour cela, sur la transformation du camphène en un glycol $C^{10}H^{16}(OH)^2$ par l'action du permanganate de potasse, et sur la formation d'un camphène bibromé $C^{10}H^{16}Br^2$ par l'action du brome. Or, l'auteur montre qu'il est douteux que le glycol et le dérivé dibromé soient de simples composés d'addition. Le glycol, d'une part, perd facilement de l'eau pour donner une sorte d'aldéhyde, ce qui est incompatible avec les propriétés d'un glycol. Quant au dérivé bibromé, il se formerait, d'après l'auteur, de la façon suivante, sans qu'on ait besoin de supposer l'existence d'une double liaison: le brome agissant sur le camphène donne du bromocamphène et de l'acide bromhydrique; ce dernier se combine au camphène en excès, pour former un hydrobromure de camphène, dans lequel le brome se substitue ensuite à l'hydrogène en formant un dérivé bibromé. — **M. S. Ruhemann**, en traitant par l'ammoniaque des dérivés de l' α -pyrone, a obtenu des composés qu'il considère comme des sels ammoniacaux d'amino-acides non saturés. Ceux-ci, transformés en sels éthyliques et soumis à la distillation, perdent de l'alcool et se condensent en composés de la pyridine. — **MM. H. J. H. Fenton et M. Gostling** ont montré que certains hydrates de carbone, sous l'action de l'acide bromhydrique en solution étherée, donnent une belle coloration pourpre. Cette réaction est caractéristique pour toutes les kétohexoses ou les substances capables de les produire par hydrolyse. La matière colorante a été isolée à l'état pur; c'est la bromométhylfurfuraldéhyde, corps cristallisant en prismes jaune d'or, fondant à 60°, soluble dans les dissolvants organiques, mais ne donnant de couleur pourpre qu'en présence d'acide bromhydrique. — **MM. Whyndham R. Dunstan et Ernest Goulding** ont obtenu entre autres, par l'action de l'iode de méthyle sur l'hydroxylamine, l'hydroiodure d'une base triméthylée. Ils attribuent à cette dernière la formule $(CH^3)_3Az = O$, ce qui en fait une triméthylloxamine. L'action de l'iode de méthyle sur cette dernière conduit à une base tétraméthylée, l'hydrate de triméthylméthoxyammonium: $(CH^3)_3Az.OCH^3.OH$. Ces deux bases sont décomposées par l'acide iodhydrique concentré en diméthylamine et formaldéhyde; dans la réduction par la poudre de zinc, elles donnent toutes deux de la triméthylamine. L'action de l'iode d'éthyle sur l'hydroxylamine produit d'abord

une diéthylhydroxylamine $\text{AzC}_2\text{H}_5^2\text{OH}$: l'action de l'iode d'éthyle sur cette dernière conduit à la triéthylamine $(\text{C}_2\text{H}_5^3\text{Az}=\text{O})$. On obtient des combinaisons analogues avec les iodures de propyle et d'isopropyle. — M. Arthur Lapworth, en chauffant l' α -bromocamphosulfonate d'ammonium avec du brome et de l'eau, a obtenu l'acide dibromocamphosulfonique, dont il a préparé différents sels, le chlorure et l'amide. Le chlorure de l'acide $\alpha\alpha'$ -dibromocamphosulfonique, chauffé avec de la pipéridine, donne un mélange de mono et de dibromocamphosulfopipéridide. Le bromure du même acide, chauffé à son point de fusion, perd de l'anhydride sulfureux et se transforme en $\alpha\alpha'$ -tribromocamphre $\text{C}^{10}\text{H}^{14}\text{Br}^3\text{O}$. — M. W. Trevor Lawrence, en faisant réagir l'isopropylmalonate d'éthyle sur le sodiomalonate d'éthyle en solution éthérée ou benzénique, a obtenu le $\beta\beta$ -diméthylpropanetétracarboxylate d'éthyle $\text{C}(\text{CH}_3)^2[\text{CH}(\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5)^2]^2$ sous forme d'huile bouillant à 218° sous 14 millimètres. L'hydrolyse, par la potasse alcoolique, le transforme en acide $\beta\beta$ -diméthylpropanetricarboxylique $\text{CO}_2\text{H}.\text{CH}^2.\text{C}(\text{CH}_3)^2.\text{CH}.\text{CO}_2\text{H}^2$; l'hydrolyse, par l'acide sulfurique, le convertit en acide $\beta\beta$ -diméthylglutarique $\text{CO}_2\text{H}.\text{CH}^2.\text{C}(\text{CH}_3)^2.\text{CH}^2.\text{CO}_2\text{H}$. — M. Augustus Edward Dixon, en chauffant les chlorures des acides carbamiques disubstitués avec le thiocyanate mercurique en présence de cumène, les a convertis en isothiocyanates de la forme $\text{AzR}^2.\text{CO}.\text{AzCS}$. Ces corps s'unissent spontanément aux bases azotées pour former des thiobiurets substitués, et avec l'alcool benzylique, pour donner les thioallophanates substitués correspondants : $\text{AzR}^2.\text{CO}.\text{AzH}.\text{CS}.\text{OBz}$. Les thiobiurets $\text{AzR}^2.\text{CO}.\text{AzH}.\text{CS}.\text{AzHX}$, peuvent être désulfurés quand X est un radical aromatique, mais non quand c'est un radical aliphatique. Ils se comportent comme des carbamylthiocarbamides (thiourées) en donnant des dérivés du genre de la thiohydantoïne par réaction avec l'acide chloracétique; ces derniers produisent par hydrolyse de l'acide thioglycolique. L'auteur a préparé les isothiocyanates de diphenylcarbamyle, de méthylphenylcarbamyle, d'éthylphenylcarbamyle, de benzylphenylcarbamyle, d'oxanilyle et un grand nombre de leurs dérivés. — M. A. G. Perkin a montré, dans une précédente communication, que plusieurs matières colorantes phénoliques qui teignent les tissus mordancés décomposent les acétates alcalins en présence d'alcool en formant des sels mono-substitués. L'auteur a constaté que cette réaction est générale pour toutes les matières colorantes possédant un radical hydroxyle en position ortho, quoiqu'il y ait certaines exceptions dans le groupe des flavones. L'auteur a préparé les sels alcalins de tous ces colorants ; il en donne la couleur et la forme cristalline. Il a aussi préparé pour quelques-uns les sels de calcium et de baryum par double décomposition avec les précédents. — MM. Otto Rosenheim et Ph. Schidrowitz, en faisant des recherches bibliographiques sur l'acide galloannique, ont constaté que les propriétés optiques de cette substance ont été découvertes indépendamment trois fois : par van Tieghem, en 1867, puis par Flawitzky, et enfin par Günther, en 1895. Elles sont restées presque inconnues jusqu'à aujourd'hui.

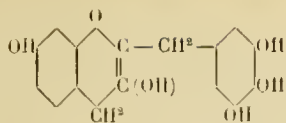
Séance du 16 Mars 1899.

M. O. Forster a étudié l'influence de la substitution sur la rotation spécifique dans la série de la bornylamine : 1° la rotation spécifique de la bornylamine s'accroît largement lorsqu'on remplace un seul atome d'hydrogène du groupe amino par un radical alcoolique; 2° dans la série homologue des dérivés monoalcoolés, la rotation spécifique maximum se montre au terme éthylique, la rotation moléculaire maximum au terme propylique; 3° la rotation spécifique est légèrement accrue par la substitution de radicaux alcooliques aux deux atomes d'hydrogène du groupe amino, mais cet accroissement est insignifiant comparé à celui qui résulte de la substitution d'un seul atome d'hydrogène; 4° quand un groupe alcoyle remplace un hydrogène du

radical ammonium dans la série des iodures d'alcoylbornylammoniums, le pouvoir rotatoire spécifique de l'iode de bornylamine, au lieu de s'accroître dans le sens positif, se transforme en une faible lévoration. — M. A. Ladenburg, à la suite des expériences de Kipping et Pope, qui ont infirmé sa définition du racémisme, pense néanmoins que le principe invoqué est juste en lui-même, mais qu'il a été exposé d'une façon erronée. Il y substitue l'énoncé suivant : pour caractériser une substance inactive, on détermine sa solubilité avec ou sans l'addition de l'un ou l'autre, de ses constituants optiquement actifs à la même température et avec le même dissolvant. Si les solubilités sont différentes, la substance est un composé racémique; si elles sont égales, on est en présence d'un mélange énantiomorphe. Des expériences sur l'acide racémique, l'acide *i*-pyrotartrique et un mélange inactif de tartrates droit et gauche de sodium-ammonium confirment cette manière de voir. — M. W. J. Pope fait remarquer à ce sujet que le nouvel énoncé de M. Ladenburg diffère sensiblement du premier. Le fait : 1° qu'un composé racémique possède une solubilité différente, alors qu'il est seul, que lorsqu'il est mélangé à un de ses constituants énantiomorphes; 2° qu'un mélange inactif non racémique de deux corps opposés a la même solubilité qu'un mélange contenant un excès d'un des constituants, n'est d'ailleurs qu'une simple conséquence de la « loi des phases ». Dans le premier cas, la solution, en équilibre avec le composé racémique, est saturée par rapport à une seule substance; mais, en ajoutant un des constituants actifs, la solution ou bien se sature par rapport aux deux substances (la racémique et l'active), ou bien reste saturée de la substance racémique et n'est que partiellement saturée de la substance active; dans les deux hypothèses, la solution change de concentration. Dans le second cas, la solution en contact et en équilibre avec un mélange inactif non racémique, est saturée des deux constituants dextrogyre et lévogyre, et l'addition d'un excès de l'un d'eux n'affectera pas le mélange en solution, car elle ne change pas les phases solides en contact avec la solution. — MM. Thomas Purdie et James C. Irvine, par l'action des iodures d'alcoyles et de l'oxyde d'argent sur des lactates gauches, ont obtenu le méthoxypropionate de méthyle et l'éthoxypropionate d'éthyle, dont les rotations spécifiques à 20° sont respectivement de $-95,53$ et de $-79,69$. La forte activité des alcoyllactates est certainement due à la présence d'une petite quantité de ces corps comme impuretés. Les rotations moléculaires des acides méthoxy et éthoxypropioniques anhydres sont à peu près égales; celles des méthoxypropionates sont plus élevées que celles des éthoxypropionates, mais elles diminuent, avec l'augmentation de concentration, plus vite pour les premiers que pour les seconds. — MM. A. W. Gilbody et W. H. Perkin jun., poursuivant leurs études sur la brasiline et l'hématoxyline, ont oxydé la diméthylbrasiline par le permanganate et ont obtenu un acide bibasique stable $\text{C}^{10}\text{H}^{10}\text{O}_6$, qui, par fusion avec la potasse, donne un dérivé du résorcinol. L'ensemble des réactions de la brasiline et de la brasiléine conduisent les auteurs à leur attribuer les formules suivantes :



Si ces formules sont exactes, celle de l'hématoxyline est la suivante :



M. T. M. Lowry a constaté que les lois sur la cristallisation des substances isodynamiques, déduites par lui-même de ses études sur le nitrocamphre et le π -bromonitrocamphre, s'accordent complètement avec les lois générales de Bancroft sur l'équilibre des stéréoisomères.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 25 Février 1899.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. de Vries: « Sur les cercles orthoptiques d'un réseau de coniques ». Les cercles de Monge d'un faisceau de coniques forment une série d'indice deux; sa représentation cyclographique (Voir *Rev. gén. des Sciences*, t. IX, p. 596) est une biquadratique gauche. La représentation cyclographique des cercles de Monge d'un réseau de coniques est une surface quintique. Les cercles de Monge d'un faisceau tangentiel de coniques forment un faisceau, ceux d'un réseau tangentiel de coniques forment un réseau. — M. P. H. Schoute: « Interprétation géométrique d'un invariant de la forme binaire a_x^{2n} d'ordre pair ». La courbe normale $\rho v^i = \lambda^i$ ($i=0, 1, 2, \dots, 2n$) de l'espace E_x^{2n} à $2n$ dimensions, admet ∞^n espaces E_x^{n-1} qui la rencontrent en n points; le lieu de ces espaces E_x^{n-1} en E_x^{2n} est un espace courbe C_x^{2n-1} de l'ordre $2n-2$ à $2n-1$ dimensions, en rapport intime avec l'invariant général $\pi(ab)^2$ de la forme binaire a_x^{2n} . — Ensuite

M. Schoute rapporte, aussi au nom de M. D. J. Korteweg, sur le mémoire de M. S. L. van Oss, intitulé: « Das regelmässige Sechshundertzell und seine selbstdeckenden Bewegungen » (L'hexakosiedroïde régulier et ses déplacements anallagomatiques). La proposition de faire paraître le mémoire intéressant avec les épreuves précises dans les publications de l'Académie est acceptée.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Haga, aussi au nom de M. C. H. Wind: « La diffraction des rayons X ». Dans le Laboratoire de Physique de l'Université de Groningue, cette diffraction fut démontrée de la manière suivante. Le tube Röntgen se trouvait derrière une fente de 1 centimètre de longueur et 14 microns de largeur. A une distance de 75 centimètres de cette fente fut placée la fente de diffraction, en forme de coin, se rétrécissant de 14 à 2 microns. La plaque photographique se trouvait à une distance de 75 centimètres de la fente de diffraction. Temps d'exposition: de 100 à 200 heures. En parcourant l'image de la fente dans le sens de la largeur diminuant, cette image se rétrécissait d'abord pour s'élargir ensuite. De la largeur de la fente à la place où se montrait cet élargissement et du caractère de cet élargissement, on put évaluer grossièrement la longueur d'onde. Les rayons X de l'expérience possèdent une longueur d'onde comprise entre 0,1 et 2,5 unités Angström, renfermant un espace de plus de 4 octaves. La communication paraîtra *in extenso* dans le compte rendu de la séance suivante. — M. H. Kamerlingh Onnes présente, au nom de M. J. Verschaffelt, une communication intitulée: « Mesure de la forme des isothermes à proximité du point de plissement et particulièrement sur la variation de la condensation rétrograde d'un mélange d'acide carbonique et d'hydrogène. Suite (Voir *Rev. gén. des Sciences*, t. X, p. 224). Dans cette partie-ci, l'auteur étudie deux autres mélanges aux rapports $x=0,0995$ et $x=0,1990$. Ses principaux résultats sont résumés dans la représentation graphique (fig. 1), où la température en degrés centigrades et la pression en atmosphères sont prises comme coordonnées. Le diagramme

fait voir la courbe CO₂ de la tension de vapeur de l'acide carbonique finissant au point critique $t=31^{\circ},35$, $p=72,9$, déterminé par M. Amagat, la courbe des

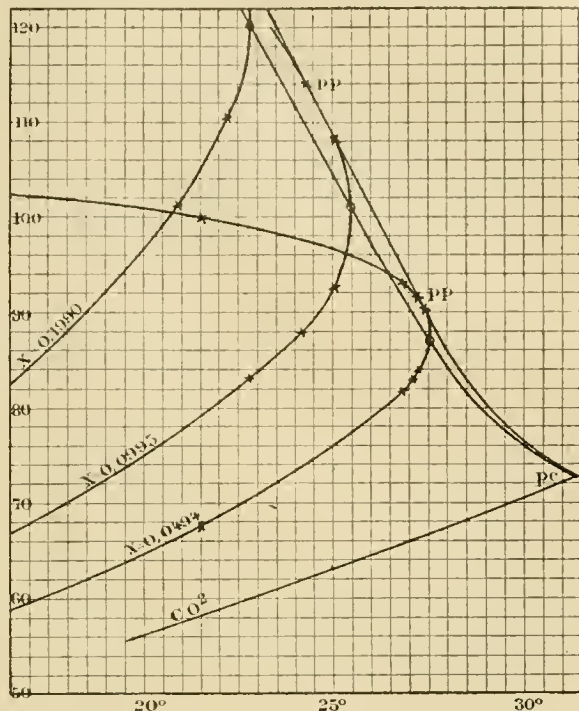


Fig. 1. — Courbes limites des mélanges critiques d'acide carbonique et d'hydrogène. — Les abscisses indiquent la température et les ordonnées la pression.

points de plissement s'élevant d'une manière très raide du point critique pc de CO₂, et les courbes limites ovales des mélanges déduites des séries d'expériences correspondant à des teneurs 0,0494 (série de la communication précédente), 0,0995 et 0,1990. Il est probable que la courbe des points de plissement joue le même rôle, par rapport au point critique de l'hydrogène $t=-234^{\circ},5$, $p=20$. Les résultats de M. Verschaffelt s'accordent avec des expériences de Kundt relatives à l'influence de la pression de l'hydrogène comprimé sur la tension superficielle des liquides, si l'on fait attention au théorème de M. van Eldik, d'après lequel la pression qui correspond à une tension superficielle zéro donne la pression du point de plissement de la température de l'expérience. — M. Onnes présente une seconde communication de M. J. Verschaffelt :

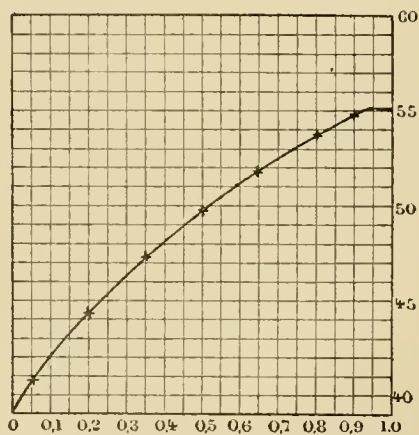


Fig. 2. — Variation de la pression d'un mélange d'acide carbonique et d'hydrogène lorsqu'on remplace l'une des substances par l'autre, la température et le volume restant constants. — Les abscisses indiquent la proportion de CO₂ et les ordonnées la pression.

« Mesures de variations de pression, causées par le remplacement de l'une des substances par l'autre, dans des mélanges d'acide carbonique et d'hydrogène. » Les expériences des deux études précédentes permettent d'examiner comment la tension du mélange dépend du rapport du mélange, la température et le volume restant constants. Le caractère de cette « variation de la pression par remplacement » est représenté dans le diagramme (fig. 2), où la teneur en acide carbonique et la pression figurent comme coordonnées. Ce diagramme se rapporte au volume 0,020 et à la température de 18°; il montre que la variation de la pression n'est pas proportionnelle à celle de la teneur. Définition du volume théoriquement normal. Considérations en rapport avec la loi d'Avogadro et celle de van der Waals, etc. — M. H. W. Bakhuis Roozeboom présente un mémoire intitulé : « Solubilité et points de fusion comme critérium pour la distinction des compositions racémiques et des conglomerats inactifs ».

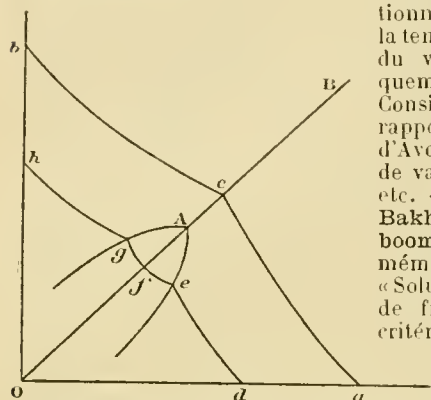


Fig. 3. — Courbes de solubilité de substances dextrogyre et lévogyre, soit seules (ac, bc), soit en présence d'une combinaison racémique (de, efg, gh).

des conglomerats inactifs ». 1. Solubilité. On ne saurait se faire une idée nette des phénomènes de solubilité qu'en faisant attention au nombre des courbes de solubilité possibles à une température donnée. Soit Oa (fig. 3), la teneur de la solution saturée de la substance dextrogyre, Ob , celle de la substance lévogyre; alors Oa et Ob sont égaux pour la même température. Par l'addition de L (substance lévogyre) à la solution de D (substance dextrogyre), et réciproquement, on obtient, si la température en question ne donne pas lieu à la formation de compositions racémiques, deux courbes de solubilité ac et bc , symétriques par rapport à la bissectrice OB de l'angle des axes et concourant donc en un point c de cette droite. Si une autre température fait naître une composition racémique, on obtient trois courbes de solubilité de , efg , gh . La seconde, efg , a trait à la solution de cette composition; f représente sa solution pure, e et g font connaître ses solutions en présence de surabondance de D ou L. A la température de transition, la seconde courbe efg disparaît (point A). Ici la solution est toujours inactive. Ainsi, si

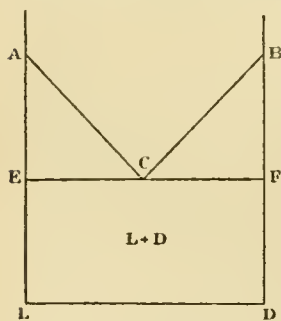


Fig. 4. — Congélation d'un mélange de cristaux lévogyres et dextrogyres donnant un conglomerat inactif.

cas on a affaire à trois lignes de congélation. Enfin, s'il y a une série continue de mélange, il n'y a qu'une ligne unique, etc. — M. A.-P.-X. Franchimont, en offrant la thèse de M. L. T. C. Schey, communique les résultats de ce travail fait dans son laboratoire. Il s'agit de la synthèse et de la détermination des propriétés physiques suivantes : densité, indice de réfraction et point de fusion des éthers neutres glycériques, triacylines, des acides monobasiques à nombre pair d'atomes de carbone, à savoir : tributyrine, tricaproïne, tricapryline, tricaprène, tilaurine, trimyristine, tripalmitine et tristéarine, dont les trois premiers sont liquides, les autres solides. La tricaprène cristallise en grands cristaux limpides, dont le point de fusion est le même que celui de l'acide caprinique; tandis que le point de fusion des termes plus bas est au-dessous de celui de l'acide, celui des termes plus élevés se trouve au-dessus. Ce travail va paraître dans le *Recueil des Travaux chimiques des Pays-Bas et de la Belgique*.

la substance inactive est un mélange fixe de L et D dont les constituants situés l'un à côté de l'autre conservent leur indépendance (conglomerat), on ne trouve que le point c comme solution saturée; si la substance inactive est une composition, on peut trouver trois solutions différentes à mesure qu'elle figure seule ou avec surabondance de L ou de D. Phénomènes qui accompagnent l'évaporation. Compositions partiellement racémiques. Cristaux de mélange pseudo-racémiques. 2. Points de fusion. S'il n'y a ni composition, ni cristaux de mélange, la figure 4 représente le schéma de la congélation. Là, l'axe horizontal porte le rapport de mélange de L et D, l'axe vertical mesure la température, A et B indiquent les points de fusion de L et D; AC est la ligne de congélation pour les liquides qui déposent L, BC celle pour les liquides qui déposent D. Chaque mélange congèle en C à un conglomerat inactif de L et D. En présence d'une composition racémique, on trouve deux types différents (fig. 5 et 6). C est le point de fusion de la composition; ce point correspond à une température plus haute (fig. 5), ou plus basse (fig. 6), que celle des points A et B; dans les deux

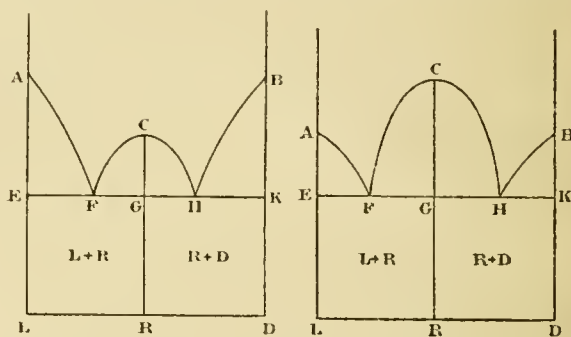


Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 5 et 6. — Congélation d'un mélange de cristaux dextrogyres et lévogyres en présence d'une combinaison racémique.

cas on a affaire à trois lignes de congélation. Enfin, s'il y a une série continue de mélange, il n'y a qu'une ligne unique, etc. — M. A.-P.-X. Franchimont, en offrant la thèse de M. L. T. C. Schey, communique les résultats de ce travail fait dans son laboratoire. Il s'agit de la synthèse et de la détermination des propriétés physiques suivantes : densité, indice de réfraction et point de fusion des éthers neutres glycériques, triacylines, des acides monobasiques à nombre pair d'atomes de carbone, à savoir : tributyrine, tricaproïne, tricapryline, tricaprène, tilaurine, trimyristine, tripalmitine et tristéarine, dont les trois premiers sont liquides, les autres solides. La tricaprène cristallise en grands cristaux limpides, dont le point de fusion est le même que celui de l'acide caprinique; tandis que le point de fusion des termes plus bas est au-dessous de celui de l'acide, celui des termes plus élevés se trouve au-dessus. Ce travail va paraître dans le *Recueil des Travaux chimiques des Pays-Bas et de la Belgique*.

P.-H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Élection à l'Académie des Sciences. — Lundi dernier, 8 mai, l'Académie a procédé à l'élection d'un membre dans sa Section de Botanique, en remplacement de M. Naudin, décédé.

La Section avait présenté :

- | | |
|--|------------------|
| 1 ^o En première ligne. . . | M. Prillieux. |
| | M. Bureau. |
| 2 ^o En seconde ligne, <i>ex</i> | M. Maxime Cornu. |
| <i>quo</i> , par ordre alpha- | M. B. Renault. |
| bétique. | M. R. Zeiller. |

Le vote ayant, au premier tour de scrutin, donné 52 suffrages à M. Prillieux, ce savant a été déclaré élu.

M. Prillieux, ancien professeur à l'Institut Agronomique et inspecteur général de l'Agriculture, s'était acquis des titres considérables à l'estime de l'Académie. Par ses travaux, ses tournées d'inspection et son enseignement, il a puissamment contribué à la lutte contre les maladies des plantes cultivées. On lui doit, en cet ordre de faits, d'importantes études sur l'infection des céréales par les Cryptogames et des arbres fruitiers par les Insectes. Ses recherches, poursuivies pendant de longues années dans cette direction, ont enrichi la Science de notions importantes et doté en même temps notre Agriculture nationale d'armes nouvelles contre ses plus redoutables ennemis.

§ 2. — Physique

La vitesse du son dans l'air comprimé. — L'importante question de la relation entre la vitesse du son dans un milieu et la pression de ce dernier, a préoccupé de nombreux savants. Elle a été, en particulier, l'objet de minutieuses recherches de M. Kundt, qui ne réussit pas à mettre en évidence la loi de cette relation, à cause des limites trop restreintes des pressions employées (de 400 à 1.600 millimètres de mercure). Un savant polonais, M. A. W. Witkowski, vient de reprendre ces recherches¹ en utilisant des pressions

pouvant dépasser 100 atmosphères, et il a fait faire un pas important à la question.

L'appareil dont il s'est servi (fig. 1 et 2) est semblable à celui de M. Kundt, avec les modifications nécessitées par l'emploi des hautes pressions. Un tube de cuivre M, étiré sans soudures, d'environ un mètre de longueur, et très résistant, contient un second tube en verre S, dans lequel on a déposé une petite quantité de silice à l'état de poudre très fine. Il est monté à l'intérieur d'une caisse K en feuilles de zinc, remplie de glace pilée¹. Une tige de verre P, d'un diamètre de 10 à 11 millimètres, sert pour obtenir la vibration de l'air ; elle est disposée de manière à rendre son second ton propre. Un second tube-témoin de verre S' est placé à l'autre extrémité de la tige, à l'intérieur d'une seconde caisse K' en feuilles de zinc. Il est toujours rempli d'air sec, sous pression atmosphérique, à 0°; il sert à contrôler la formation des franges de silice. Le tube M est rempli d'air comprimé par l'intermédiaire du tube capillaire de cuivre A. Ce dernier est en communication avec un cylindre résistant Z, qu'on charge au commencement d'une série d'expériences avec de l'air pur et desséché sous une pression de 120-130 atmosphères, et avec un manomètre à air comprimé G.

La partie la plus délicate de l'appareil, et qui a demandé de nombreux essais, est le tube d'expérience M (fig. 2). La tige P, légèrement renflée à une distance égale au quart de sa longueur, est cimentée dans une pièce métallique D, qui est elle-même soudée à l'extrémité du tube M. Pour obtenir une fermeture hermétique, on a encore disposé autour de la tige deux rondelles de caoutchouc et de plomb, qui sont fortement comprimées par la vis creusée C. L'autre extrémité du tube M est fermée par une pièce conique E, serrée par quatre vis à clef et traversée par un tube capillaire en cuivre, muni d'un robinet B. C'est par l'extrémité E qu'on introduit le tube de verre S, dans lequel se dessinent les franges demi-onde. On a em-

¹ Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie, mars 1899, pages 138 à 157.

¹ L'auteur a fait une série d'expériences à la température de -78°3; pour cela, il se servait d'une seconde caisse à double paroi, remplie d'un mélange réfrigérant d'acide carbonique solide et d'éther.

ployé deux calibres de tube : 20,5 à 20,7 millimètres et 8,6 millimètres de diamètre intérieur. Les deux bouts de ces tubes portaient des garnitures en papier collé

courant prolongé d'air sec, dérivé du cylindre Z, puis on ferme le robinet B, et par ce fait le tube M et le manomètre se chargent simultanément d'air comprimé

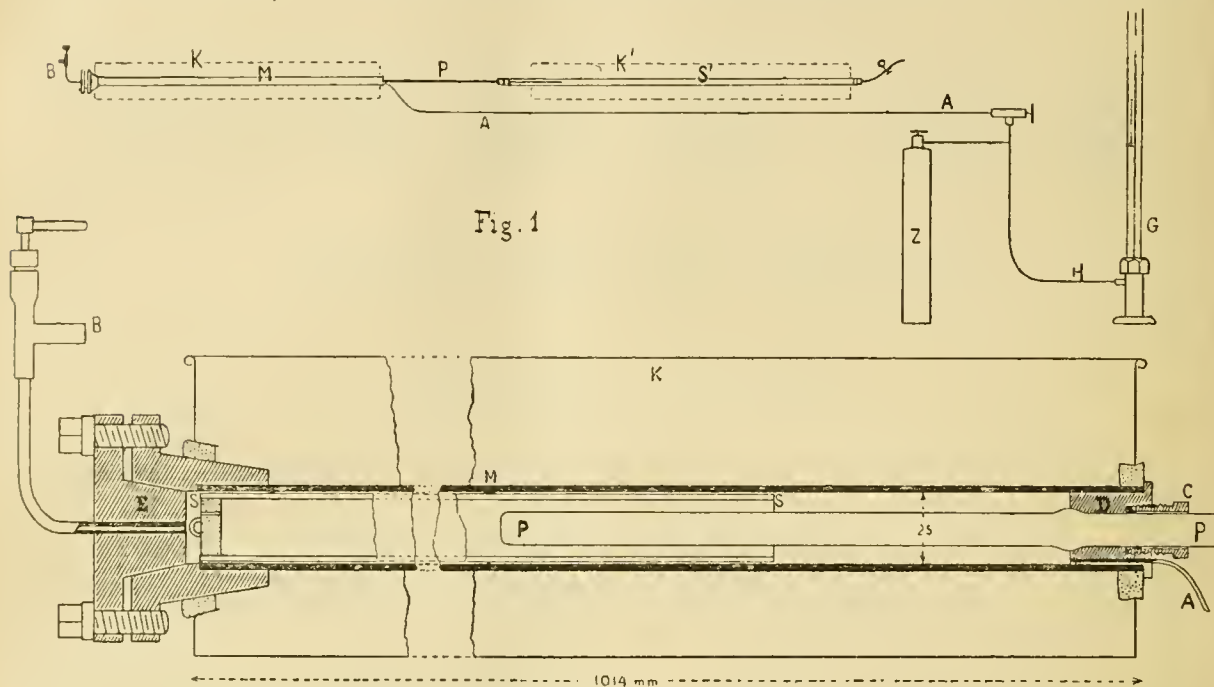


Fig. 1

Fig. 2.

Fig. 1 et 2. — Appareil de M. Witkowsky pour la mesure de la vitesse du son dans l'air comprimé. Fig. 1. Schéma de l'appareil complet. Fig. 2. Détails de la partie gauche de la figure 1. — M, tube de cuivre; K, K', caisses en tôle de zinc; P, tige de verre; S, tube témoin; B, robinet; A, tube capillaire en cuivre; Z, réservoir à air comprimé; G, manomètre; S, tube de verre; D, bouchon métallique; C, vis creusée; E, fermeture conique.

pour qu'il fût possible de les installer à l'intérieur du tube M dans une position bien centrée et avec un frot-

tement suffisant pour prévenir leur déplacement par suite des vibrations de l'appareil. Quinze à vingt minutes suffisent en général pour que le gaz prenne la température

Tableau I. — Vitesse du son dans l'air comprimé.

Série.	I	II	III	IV	V	VI
Diamètre (mm.).	20,5	20,5	20,7	8,6	8,6	20,5
Fréquence	6.260	6.240	3.580	6.140	3.580	6.170
Température	0°	0°	0°	0°	0°	— 78°5
Pression (atm.)						
1	0,997	0,997	0,995	0,993	0,991	0,844
5	1,000	1,000	0,999	0,997	0,998	0,844
10	1,003	1,004	1,002	1,001	1,004	0,844
15	1,005	1,007	1,004	1,003	1,007	0,843
20	1,007	1,009	1,005	1,005	1,011	0,842
25	1,009	1,012	1,006	1,007	1,013	0,841
30	1,011	1,014	1,007	1,009	1,016	0,839
40	1,016	1,017	1,014	1,015	1,021	0,837
50	1,021	1,021	1,022	1,020	1,027	0,837
60	1,027	1,027	1,031	1,026	1,034	0,842
70	1,034	1,036	1,040	1,033	1,042	0,850
80	1,042	1,047	1,050	1,041	(85) 1,051	0,862
90	1,051	1,058	1,061	1,051	»	0,878
100	1,062	1,068	1,072	»	»	0,901
110	1,077	1,079	1,085	»	»	(105) 0,913
120	»	»	1,101	»	»	»

tement suffisant pour prévenir leur déplacement par suite des vibrations de l'appareil.

Pour faire une détermination, on procède de la manière suivante: On fait passer dans l'appareil un

de la glace ou de l'acide carbonique. On excite alors les vibrations de la tige P, qui provoquent des vibrations correspondantes à l'intérieur du tube S; la poudre de silice se range aux nœuds et aux ventres de vibration,

et deux franges consécutives sont séparées par une distance d'une demi-longueur d'onde. On lit simultanément le manomètre, puis on vide avec précaution l'appareil. On retire le tube de verre et on mesure la distance μ des franges.

Ce qu'on mesure par la méthode de M. Witkowsky, c'est la valeur μ , pour l'air à la pression atmosphérique et les valeurs μ pour les diverses pressions. Il est évident que les rapports $\frac{\mu}{\mu_1}$ sont égaux aux rapports $\frac{u}{u_1}$ de la vitesse du son dans l'air comprimé à la vitesse dans l'air atmosphérique, la température θ , le diamètre du tube d et la fréquence u des vibrations doubles étant les mêmes :

$$\frac{u}{u_1} = \frac{\mu}{\mu_1}.$$

Mais on sait, en outre, que la vitesse dans un tube cylindrique diffère de la vitesse à l'air libre, suivant une formule qui a été déterminée par M. Webster Low :

$$u_1 = 1 - \frac{4,307}{d \sqrt{n}}.$$

En combinant cette équation avec la précédente, l'auteur a calculé les valeurs de la vitesse du son (celle dans l'air à une atmosphère étant prise comme unité) contenues dans le tableau I.

Abstraction faite des irrégularités qu'on doit attribuer aux erreurs d'observation et peut-être à l'imperfection de la méthode expérimentale, le fait suivant ressort clairement de l'examen de ce tableau: La vitesse du son dépend de la pression; pour une pression de 100 atmosphères, l'accroissement de vitesse est de 7 % environ aux températures ordinaires. Aux basses températures, la vitesse décroît d'abord pour une pression croissante, puis elle croît ensuite.

Dans une seconde partie de son mémoire, l'auteur a calculé d'après la vitesse du son le rapport K des chaleurs spécifiques de l'air aux hautes pressions. Les résultats sont un peu supérieurs à ceux qu'il avait obtenus il y a quelques années par une autre méthode.

§ 3. — Physique industrielle

L'enseignement de la Physique industrielle à l'Université de Lyon. — Répondant à l'appel de la *Revue*¹, désireuse de rassembler des documents sur l'enseignement de la Physique industrielle dans les Universités de Province, M. H. Rigollot, chargé de cours à l'Université de Lyon, nous adresse l'intéressante communication que voici :

« L'Université a créé cet enseignement en 1898. Les cours sont au nombre de trois par semaine : deux consacrés à l'électricité industrielle et le troisième aux questions de chauffage, de détermination des températures élevées, à l'étude des moteurs thermiques et à la photométrie; une séance de travaux pratiques complète cet enseignement².

« Grâce aux libéralités du Conseil de l'Université, qui, après avoir voté des fonds, a encore concédé une portion du revenu d'une dotation particulière (Falcouzy), on a pu commencer l'installation d'un laboratoire spécialement destiné aux élèves du cours de Physique industrielle.

« Il a été possible de rassembler un ensemble d'auditeurs assez homogène et faisant prévoir l'évolution

que souhaite M. P. Weiss des Ecoles techniques vers l'Enseignement supérieur.

« L'horaire des Cours et Exercices a été établi d'accord avec l'Ecole Centrale Lyonnaise et l'Ecole de Chimie industrielle, de manière à permettre à ceux des élèves voulant compléter leur instruction, de suivre l'enseignement de la Physique industrielle.

« Aussi les auditeurs qui, depuis l'ouverture des cours, assistent aux leçons se composent de :

« 13 élèves de l'Ecole Centrale Lyonnaise,

« 13 — de l'Ecole de Chimie industrielle,

« 3 ingénieurs,

« 4 étudiants,

« 5 auditeurs de professions diverses.

« 35 auditeurs sont inscrits pour les travaux pratiques et se retrouvent aux côtés du Professeur dans les visites d'usines.

« L'enseignement ne compte pas encore une année d'existence; un tel début fait bien augurer de l'avenir.»

H. Rigollot,

Chargé du Cours de Physique industrielle à l'Université de Lyon.

§ 4. — Géographie et Colonisation

La convention franco-anglaise du 21 mars 1899. — L'abandon par la France de la position de Fachoda, sur le Nil, entraînait la nécessité de régler diplomatiquement entre les deux pays les limites de leurs sphères respectives d'influence dans les bassins du Congo et du Nil. C'est ce qui a été fait par la convention du 21 mars 1899. Il est à remarquer que cet arrangement met fin au dernier litige territorial subsistant en Afrique entre la France et l'Angleterre; nous n'en parlons ici qu'au point de vue géographique, laissant de côté toute appréciation politique.

Une ligne de démarcation a été tracée, au delà de laquelle chacune des deux Puissances ne pourra respectivement acquérir ni territoire, ni influence politique.

Cette ligne-frontière part du point où la limite entre l'Etat libre du Congo et le territoire français rencontre la ligne de partage des eaux coulant vers le Nil et des eaux qui s'écoulent vers le Congo et ses affluents. Elle suit en principe cette ligne de partage jusqu'à sa rencontre avec le 11° parallèle de latitude nord. A partir de ce point, elle sera tracée jusqu'au 15° parallèle, de façon à séparer en principe le royaume de Ouadaï de ce qui était, en 1882, la province de Darfour; mais son tracé ne pourra, en aucun cas, dépasser à l'ouest le 21° degré de longitude Est de Greenwich (18°40' Est de Paris); ni à l'est, le 23° degré de longitude Est de Greenwich (20°40' Est de Paris).

Au nord du 15° parallèle, la ligne séparative partie du point de rencontre du tropique du Cancer avec le 16° degré de longitude Est de Greenwich (13°40' Est de Paris) descend dans la direction du sud est jusqu'à sa rencontre avec le 24° degré de longitude Est de Greenwich (21°40' Est de Paris) et suit ensuite le 24° degré jusqu'à sa rencontre au nord du 15° parallèle de latitude avec la frontière du Darfour telle qu'elle sera ultérieurement fixée.

L'accès du Nil est ouvert à notre commerce du 3° au 14°20' de latitude nord, c'est-à-dire sur un développement de près de 800 kilomètres. Le régime de l'égalité de traitement est garanti dans toute cette zone aux ressortissants des deux Puissances.

Cet accord assure donc d'une façon définitive la jonction de nos possessions du Congo proprement dit et du haut Oubangui avec le Soudan et l'Algérie; notre empire africain forme désormais un tout homogène.

Le Bahr-el-Ghazal, qui est une dépendance du bassin du Nil, passe sous l'influence anglaise; au nord du Bahr-el-Ghazal, le Darfour reste également dans la zone anglaise. Par contre, on nous reconnaît le Ouadaï, puis le Baguirmi et le Kanem, qui occupent une partie du bassin oriental et septentrional du lac Tchad. Plus au

¹ Voyez dans la *Revue* du 30 janvier 1899, pages 55 et suiv., du 30 mars, page 209, et du 15 avril, page 258, les articles et lettres de M. Pierre Weiss et de M. A. Pérot, sur l'enseignement de la Physique industrielle, etc., à Rennes et à Marseille.

² « Avant l'organisation actuelle de l'Enseignement de la Physique industrielle, un cours libre hebdomadaire d'Electricité industrielle avait été fait à la Faculté pendant deux ans, par M. Busquet, Ingénieur des Arts et manufactures. »

nord, le Borkou et le Tibesti sont désormais les contrées les plus orientales de nos possessions sahariennes.

Le Tchad forme le point de contact de nos trois grands groupes africains : Algérie-Tunisie, Soudan, Congo. Trois expéditions françaises se dirigent actuellement vers ce centre : la mission Foureau-Lamy doit aller de l'Air au Kanem ; les capitaines Voulet et Chanoine se rendent du Niger vers le Tchad à travers le Dameroug ; M. Bretonnet, concentrant ses moyens d'action sur les postes de l'Oubangui et du Gribingui, se dispose à descendre le Chari, et, s'il y a lieu, à rétablir dans leurs foyers nos protégés du Baguirmi que Rabah avait dépossédés. Nous allons donc bientôt prendre possession effective de plusieurs des territoires que la convention nouvelle nous reconnaît.

Voici quelques rapides indications sur divers terri-

tabac à petites feuilles, très renommé ; le sorgho et le blé viennent bien également, et les dattiers forment d'épais bosquets. La population du Borkou comprend, d'une part, des nomades, et, d'autre part, des groupes sédentaires, compris sous la désignation collective de Dongosa ou de Doza ; elle a beaucoup déchu par suite des dévastations des Arabes et des Touareg.

Le Kanem, au nord et au nord-est du lac Tchad, est un pays qui eut jadis une grande importance ; il a pour capitale Mao. Les sultans propagèrent l'islamisme à partir du XI^e siècle et étendirent leur domination jusqu'au Fezzan et à la Nubie ; mais au XVI^e siècle, le Bornou le mit sous sa dépendance, et aujourd'hui le Kanem est subordonné au moins nominalement au Ouadaï. En réalité, le pays est soumis à l'influence des Oulad Sliman, tribu tripolitaine chassée des régions de la Grande



Gravé par F. Borremans, 17 rue S^t Sulpice... Paris

Fig. 1. — Délimitation des possessions françaises et anglaises en Afrique centrale d'après les différentes conventions.

toires situés aux confins de notre nouvelle frontière.

Le relief tibestien se relie à la région montagneuse targui, connue sous le nom de Hoggar, qui se dresse à la partie orientale du Sahara. Le climat du Tibesti est très chaud, mais bon. Le pays produit surtout des plantes fourragères ; les dattiers y sont nombreux.

Entre le mont Tummo et l'oasis de Bilma, l'oasis de Kaouar forme un petit Etat autonome ; ses habitants, de race teda, sont les maîtres de la route de Kouka à Mourzouk.

Le Borkou, limité au nord par les monts tibestiens et leurs contreforts, va en s'élevant insensiblement du sud-ouest au nord-est. C'est une région très bien arrosée. Quoiqu'il y pleuve moins qu'au Tibesti, le sol y est plus productif. Les oasis sont nombreuses ; les principales sont celles de Tiggi, de Yarda et de Voung ; cette dernière est la plus étendue. On cultive le blé et un

Syrte et qui se livre à des razzias incessantes entre le Tibesti et le Bahr-el-Ghazal.

Dans la partie sud-est du Kanem, on trouve des vallées très fertiles ; le pays produit des céréales, du coton, du tabac.

Le Ouadaï est l'un des meilleurs parmi les pays qui nous sont reconnus. Le nord est constitué par le steppe intermédiaire entre le Sahara et le Soudan ; le reste appartient à la région soudanaise. Le pays produit de belles races de chevaux, des chameaux réputés et on y élève de nombreux troupeaux de chèvres et de moutons. On cultive du riz, du sarrasin, du blé, du coton. L'indigotier pousse un peu partout, ainsi que le dattier et le sésame. L'industrie est rudimentaire dans le Ouadaï ; on y fabrique cependant, avec le fer indigène et le cuivre de Rounga et de Hofrah-en-Nahas, des armes et quelques instruments de labour.

Gustave Regelsperger.

LES OSCILLATIONS SÉCULAIRES DE LA TEMPÉRATURE

A LA SURFACE DU GLOBE TERRESTRE

I. — PREUVES GÉOLOGIQUES DE GRANDES VARIATIONS DE LA TEMPÉRATURE.

L'étude des restes des êtres qui appartenaient au règne animal et au règne végétal des époques géologiques passées et la comparaison de ces organismes avec les êtres actuels, nous font supposer que les premiers ont joui d'une température plus élevée que les derniers. C'est d'ailleurs une idée généralement répandue que la température de notre globe va sans cesse en décroissant lentement.

Cependant la Géologie nous enseigne que ce lent refroidissement ne s'est pas toujours produit d'une manière continue, mais que la température du globe a éprouvé des oscillations, de sorte que les périodes chaudes ont alterné avec les périodes froides.

Ces variations prononcées de la température sont le mieux établies pour les époques qui ont précédé de près l'âge actuel. Cela ne veut pas dire qu'on manque d'indices attestant de pareilles variations à des époques géologiques fort reculées, à l'époque permienne par exemple. Mais nous nous bornerons à l'étude des périodes les plus rapprochées de nous.

Par exemple, il est démontré que, pendant la période tertiaire, la flore et la faune de l'Europe affectaient une allure beaucoup plus méridionale que sous leur forme actuelle. On estime que la température moyenne devait être supérieure de 8 à 9 degrés centigrades à ce qu'elle est à présent. Vint ensuite une période très froide, la grande période glaciaire, au cours de laquelle toute l'Europe septentrionale, jusqu'au centre de la Russie et de l'Allemagne, le nord de la France et presque toute la Grande-Bretagne furent recouvertes d'épais glaciers. A la même époque, l'Amérique du Nord jusqu'au sud des grands lacs était glacée comme le Groënland l'est maintenant. Même dans l'hémisphère sud on a trouvé des traces de cette époque glaciaire. Les explorations géographiques, si actives de nos jours, donnent à supposer que le globe tout entier a ressenti les atteintes de ce régime glacé. Il est en particulier très important de remarquer qu'on a trouvé des traces de glacier sur des montagnes de la région équatoriale où actuellement ne saurait se produire de glace. Autrefois on a admis généralement, sur la foi de la théorie de Croll, que la période glaciaire de l'hémisphère

nord était contemporaine d'une période chaude sur l'hémisphère sud, de sorte qu'au voisinage de l'équateur il n'y aurait pas d'oscillation appréciable de la température. Mais les recherches géologiques modernes tendent de plus en plus à prouver que le régime glaciaire s'est étendu à la fois sur les deux hémisphères : elles contredisent donc la théorie de Croll. On a calculé que pendant la « grande période glaciaire » la température a été de 4 à 5° C. inférieure à la température actuelle. Ensuite vint la période dite interglaciaire, dont le climat paraît avoir été un peu plus doux que le nôtre. Elle a fait place à une nouvelle période glaciaire, sans doute moins rigoureuse que la première, mais encore assez pour ensevelir sous une couche épaisse de glace toute la péninsule scandinave et une partie des pays avoisinants.

Il ressort de l'étude de la flore que, peu avant les temps historiques, le climat de la Suède centrale était d'environ 2 degrés plus chaud qu'il ne l'est maintenant. Cette variation est-elle purement locale, ou, ce qui est plus probable, présente-t-elle un caractère universel? C'est ce qui n'est pas encore nettement établi. Ces dernières oscillations se sont produites à une époque assez avancée pour que l'homme, déjà existant pendant la période interglaciaire, ait dû en ressentir l'influence, bien que les documents historiques soient muets à cet égard. Pendant les temps historiques, il s'est, à la vérité, produit aussi de ces variations de température. Le fait principal paraît être que le climat de l'Europe avait au Moyen Age un caractère plus continental que maintenant; les hivers étaient plus rigoureux et les étés plus chauds. Quelques auteurs sont d'avis qu'un mouvement en sens contraire se fait sentir actuellement en Russie par suite du déboisement. Somme toute, la température moyenne ne semble pas avoir subi de variation appréciable depuis les temps historiques.

II. — TENTATIVES ANCIENNES D'EXPLICATION DES VARIATIONS DE TEMPÉRATURE.

Puisque ces grands bouleversements ont déjà atteint l'homme, il n'est pas invraisemblable qu'il puisse y être encore exposé. Ces variations de température ont été fort irrégulières dans un sens et dans l'autre et parfois suffisantes pour anéantir d'une manière totale une civilisation telle que la civilisation européenne actuelle. Il n'est donc pas

étonnant qu'on poursuive avec grand intérêt une réponse à cette question : « Quelles ont été les causes de ces oscillations de température et jusqu'à quel point sommes-nous assurés contre leur influence dévastatrice ? »

La question a été en réalité posée à différentes reprises, et les Académies et Sociétés savantes en ont fait un sujet de prix. Nombreuses sont les solutions qui ont été proposées de cette énigme, jusqu'à présent sans grand succès du reste. Suivant Croll, nous devons attendre des périodes froides sur l'hémisphère nord quand l'excentricité de l'écliptique devient grande : cette théorie fut au début accueillie avec grande faveur. Adhémar, en France, l'avait adoptée aussi ; mais plus tard, elle ne put tenir devant l'implacable critique.

Un savant italien de haute valeur, M. L. de Marchi, a réuni toutes les hypothèses (antérieures à 1896) et démontré qu'elles ne résistent pas à un examen approfondi. Il a lui-même proposé une théorie, qui n'est, pas plus que les précédentes, susceptible de fournir une solution acceptable, comme nous le montrerons plus loin.

Il semblerait donc qu'on eût bien peu de chances de succès en reprenant une question où tant d'hommes éminents ont exercé en vain leur sagacité. Au fond, la situation n'est pas tellement désespérée, grâce aux énormes progrès accomplis par les sciences physiques et naturelles, qui nous permettent aujourd'hui d'utiliser des éléments dont ne disposaient pas nos devanciers. Bien plus, je crois que la théorie que j'ai proposée, il y a quelques années, est tout à fait d'accord avec les résultats des recherches physiques et géologiques. Aussi ai-je accepté avec empressement l'invitation du directeur de cette *Revue*, m'offrant l'occasion de faire connaître au grand public mes idées sur ce sujet. Je serais très heureux que cette publication sollicitât de divers côtés de nouvelles contributions à l'étude de cette question qui intéresse l'existence même de l'humanité.

III. — THÉORIES DE FOURIER ET POUILLET RELATIVES A LA DIATHERMANÉITÉ DE L'AIR. MESURES DE M. LANGLEY.

Dès le commencement de ce siècle, les éminents physiciens français Fourier et Pouillet ont développé une théorie, suivant laquelle l'atmosphère terrestre favoriserait beaucoup l'élévation de la température à la surface du globe. L'air atmosphérique jouerait le même rôle que les vitres d'une couche de jardin, qui laissent passer la chaleur lumineuse du soleil, mais, par contre, absorbent à peu près totalement la chaleur obscure émise par le sol. L'air forme ainsi pour la chaleur une sorte

de « souricière », et il s'ensuit que la température du sol s'élève plus que si l'air n'existait pas. Cette manière de voir fut généralement adoptée, et le célèbre physicien américain M. Langley est même allé jusqu'à dire que, sans la présence de l'atmosphère, la température du sol serait de -200°C . en plein soleil (la température moyenne actuelle est voisine de 15°). Comme la Lune est à peu près à la même distance du Soleil que la Terre et qu'elle n'a pas d'atmosphère, il faudrait conclure, d'après M. Langley, que la température, à la surface de la Lune, en plein soleil, est de -200°C . Or, M. Langley a comparé le rayonnement calorifique de la Lune, complètement éclairée par le Soleil (pleine lune), au rayonnement de sources calorifiques terrestres : la conclusion inattendue de ces comparaisons, c'est que la température moyenne de la pleine lune est de $+50^{\circ}\text{C}$. D'après de nouvelles déterminations de M. Véry, la température maxima de la surface lunaire dépasserait même 100°C .

En réalité, la température de la Lune paraît subir des oscillations de très grande amplitude et il va de soi que l'atmosphère terrestre exerce sur la température une influence régulatrice, et de même l'Océan. Tyndall a aussi appelé l'attention sur le rôle régulateur important que joue la vapeur d'eau atmosphérique. Mais c'est seulement dans les travaux de M. Langley qu'on peut trouver une vérification de la théorie de Fourier et Pouillet, en ce sens que l'absorption élective de l'air provoque une élévation de la température moyenne.

IV. — ABSORPTION DE LA CHALEUR PAR L'ATMOSPHÈRE. RÔLE DE LA POUSSIÈRE, DE LA VAPEUR D'EAU, DU GAZ CARBONIQUE.

Avant de discuter ce point, il est indispensable de se faire une idée de l'ordre de grandeur de l'absorption exercée par l'air sur la chaleur solaire et sur la chaleur terrestre. Nous avons à considérer trois facteurs essentiels : d'abord l'oxygène, l'azote, l'argon formant la majeure partie de l'air. Suivant les données expérimentales actuelles, ces gaz ne semblent modifier, d'une manière sensible, ni le rayonnement solaire, ni le rayonnement terrestre. Viennent ensuite les poussières en suspension : celles-ci exercent une influence très notable sur les radiations fortement réfrangibles, qui se rencontrent en grand nombre dans le spectre solaire, tandis qu'elles font à peu près totalement défaut dans le rayonnement terrestre. Enfin restent deux constituants de l'atmosphère, lesquels, en dépit de leur faible masse, ont ici un rôle prépondérant : ce sont la vapeur d'eau et l'acide carbonique. Ces deux gaz absorbent à la vérité une fraction très faible de la chaleur solaire. D'après les mesures de

M. Langley, cette absorption ne paraît pas dépendre de l'état hygrométrique, pourvu que la force élastique de la vapeur dépasse une certaine limite (5^{mm} de mercure environ). Selon toute vraisemblance, il en est de même de l'absorption des rayons solaires par l'acide carbonique. Langley estime que les soixante centièmes environ du rayonnement solaire atteignent la surface du sol, quand le ciel est absolument sans nuage.

Tout autre est l'action que les deux gaz exercent sur le rayonnement terrestre. Celui-ci est constitué par des radiations de grande longueur d'onde : l'intensité maxima correspond à une longueur d'onde de 10 μ environ. Sur les rayons de cette nature la vapeur d'eau et l'acide carbonique exercent une absorption énergique, d'autant plus énergique qu'ils se trouvent en plus grande quantité dans l'atmosphère. M. Langley a calculé, d'après les mesures qu'il a effectuées du rayonnement de la Lune, que, dans les conditions de ses expériences, à peu près les trente-huit centièmes du rayonnement de la Lune parviennent à la surface de la Terre. Comme le rayonnement de la pleine lune émane d'un corps dont la température ne diffère guère de celle de la Terre, les radiations calorifiques de la Lune et de la Terre appartiennent à peu près aux mêmes régions du spectre et éprouvent de la part de l'atmosphère sensiblement la même absorption.

V. — EXAMEN DE LA THÉORIE DE FOURIER ET POUILLET. EXTENSION POSSIBLE DE CETTE THÉORIE.

Les données de M. Langley vérifient donc les idées de Fourier et de Pouillet, puisque l'atmosphère laisse passer les soixante centièmes du rayonnement solaire et les trente-huit centièmes seulement du rayonnement terrestre¹. Du reste, ce dernier chiffre est sans doute encore trop élevé, notablement trop élevé même, car le rayonnement terrestre doit, en moyenne, avant d'atteindre les espaces interplanétaires, traverser des masses de vapeur d'eau et d'acide carbonique plus considérables que celles traversées par le rayonnement lunaire dans les expériences de M. Langley. On peut évaluer à environ 20°C. l'élévation de température due à l'inégale absorption du rayonnement reçu et du rayonnement émis par le sol terrestre. L'influence de l'absorption élective de l'atmosphère sur la température du globe, comme l'ont signalé pour la première fois Fourier et Pouillet, est donc hors de doute. Il est naturel, par suite, de se demander si cette absorption élective n'a pas varié avec le temps et si cette

circonstance n'expliquerait pas les variations séculaires de la température, dont la Géologie nous a démontré l'existence.

VI. — LES PROPORTIONS D'AZOTE ET D'OXYGÈNE N'ONT PAS SENSIBLEMENT VARIÉ PENDANT LES DERNIÈRES ÉPOQUES GÉOLOGIQUES.

Deux causes peuvent, dans cet ordre d'idées, provoquer une élévation de la température du sol : 1° un accroissement de la transparence de l'atmosphère pour la chaleur solaire ; 2° un accroissement de l'absorption du rayonnement terrestre par cette même atmosphère. Le premier changement pourrait résulter d'une raréfaction de l'air : en effet, plus l'air est raréfié, moins les fines poussières s'y maintiennent facilement en suspension. M. Langley démontra effectivement que les couches inférieures de l'atmosphère, plus denses, sont moins transparentes pour la chaleur solaire que les couches supérieures, moins denses. On penserait peut-être que la richesse de l'air en azote aurait varié avec le temps. On sait, en effet, maintenant, que certaines bactéries s'assimilent l'azote de l'air ; mais les quantités d'azote ainsi transformées sont insignifiantes et l'azote abandonné par la croûte terrestre compenserait celui qui serait ainsi absorbé. Quoi qu'il en soit, on ne constate aucun emmagasinage d'azote dans la croûte terrestre, comme il arriverait si le sol absorbait une proportion notable de l'azote atmosphérique. Il résulte de ces considérations qu'il est très peu vraisemblable que la masse d'azote qui constitue la portion dominante de l'atmosphère subisse des variations appréciables.

Il y a aussi peu de raison pour admettre une variation de quelque importance dans la quantité de l'oxygène, le deuxième constituant principal de l'atmosphère. On a bien émis l'opinion que la combustion du charbon de terre pouvait appauvrir l'atmosphère de son oxygène. La consommation actuelle du charbon est d'environ 500 millions de tonnes par an : elle correspond à environ 1,4 milliardième de la quantité totale d'oxygène contenue dans l'atmosphère. Si de ce chef la masse d'acide carbonique augmente, la transformation de ce gaz en oxygène par les végétaux augmente aussi.

Par analogie avec les autres réactions chimiques, il est à supposer que cette production d'oxygène croît proportionnellement à la quantité d'acide carbonique, tant du moins que celle-ci n'est pas trop grande¹. Les végétaux forment donc un puissant régulateur qui s'oppose à l'appauvrissement de l'oxygène. La production de carbone par les

¹ Ces chiffres n'ont, à vrai dire, de valeur que pour les observations faites par M. Langley aux environs de Pittsburg, dans l'Etat de Pensylvanie (Etats-Unis), mais partout le premier nombre serait supérieur au deuxième.

¹ Cela est tout à fait d'accord avec les expériences de M. Godlewski, sur l'assimilation de la massette (*Typha latifolia*).

plantes d'une part, la combustion des matières carbonées d'origine végétale, d'autre part, soit par l'intermédiaire des animaux, soit par la putréfaction, doivent se faire à peu près équilibre.

Cependant, grâce à la formation de tourbe qui se poursuit d'une manière continue, la balance paraît pencher en faveur de l'oxygène : il n'est pas invraisemblable en soi qu'une notable partie de l'oxygène atmosphérique trouve son origine dans la formation des tourbes et des charbons minéraux. Si aucune autre circonstance ne concourait à la production ou à la consommation d'acide carbonique, toute augmentation de l'oxygène serait corrélative d'une diminution d'acide carbonique. Mais, en réalité, les choses ne sont pas aussi simples.

Pour des raisons qui vont être développées ci-dessous, il est probable que la quantité d'acide carbonique ne s'est pas sensiblement modifiée depuis les temps historiques ; la masse absolue de l'oxygène étant environ 800 fois plus grande, nous avons encore moins de motifs d'admettre qu'elle ait subi une variation appréciable. En résumé, rien ne nous autorise à supposer que la composition de l'air en azote et oxygène ait changé depuis la période éocène, en plus ou en moins.

VII. — UNE VARIATION DANS LA PROPORTION DE VAPEUR D'EAU DANS L'ATMOSPHÈRE NE PEUT AVOIR ÉTÉ LA CAUSE UNIQUE DES VARIATIONS DE TEMPÉRATURE.

De tout ce qui précède, il résulte que la transparence de l'air pour les rayons solaires n'a pu subir de variations notables. Mais il en est tout autrement de sa transparence pour le rayonnement calorifique. Les expériences de M. Langley sur le rayonnement lunaire dans les différentes positions de la lune (hauteurs) et dans différents états hygrométriques de l'atmosphère nous apprennent combien grande est l'absorption exercée par la vapeur d'eau et l'acide carbonique sur les diverses espèces de rayons (Langley a divisé le spectre lunaire en 21 faisceaux). Les mêmes nombres s'appliqueraient très approximativement au rayonnement terrestre. Plus l'atmosphère renferme de ces deux gaz, plus sa protection est efficace contre la déperdition de chaleur qu'éprouverait notre globe vers les espaces interplanétaires.

Voyons d'abord ce qui est relatif à la vapeur d'eau. M. de Marchi a cherché à prouver que l'accroissement de la quantité de la vapeur d'eau atmosphérique était l'une des causes qui ont amené la période glaciaire. Mais il a laissé de côté dans ses raisonnements le fait que la vapeur d'eau agit différemment sur le rayonnement solaire et sur le rayonnement lunaire, ce qui a faussé ses conclusions. En réalité une augmentation de la quantité

de vapeur d'eau élèverait la température du sol et des couches atmosphériques qui le recouvrent. D'autre part, le calcul montre que cette élévation de température serait insuffisante pour maintenir à l'état gazeux la vapeur d'eau introduite en surplus. A supposer qu'on ajoutât brusquement à l'atmosphère de la vapeur d'eau, celle-ci se condenserait, et l'équilibre primitif ne tarderait pas à se rétablir. D'ailleurs un tel équilibre serait lui-même instable en conséquence de l'avis de M. de Marchi, puisque l'Océan est à même de fournir à l'atmosphère de la vapeur d'eau en quantité pour ainsi dire infinie.

VIII. — UNE AUGMENTATION DE LA TENEUR DE L'AIR EN ACIDE CARBONIQUE ÉLÈVERAIT LA TEMPÉRATURE DU GLOBE.

On n'en peut dire autant de l'acide carbonique. En effet, si l'on introduisait de l'acide carbonique dans l'atmosphère, une notable fraction se dissoudrait bien dans l'Océan ; mais il en resterait toujours dans l'atmosphère une certaine portion, qui concourrait à empêcher le rayonnement terrestre. D'après les expériences de M. Schloësing, la sixième partie environ de l'acide carbonique introduit resterait dans l'air.

Qu'arrivera-t-il donc si une masse notable d'acide carbonique (issu des volcans, par exemple) pénètre dans l'atmosphère ? Le régime calorifique du sol sera troublé, car la déperdition de chaleur du sol vers les espaces interplanétaires va se trouver diminuée, tandis que l'apport de chaleur solaire ne sera pas influencé. Auparavant, le gain et la perte se compensaient, puisqu'il y avait équilibre : le gain doit maintenant prédominer, la température du sol et de l'atmosphère s'élèvera. Mais, d'autre part, cette élévation de température provoquera une augmentation de l'émission calorifique : augmentation très rapide, car d'après la loi de Stefan l'intensité de l'émission est proportionnelle à la quatrième puissance de la température absolue (complée à partir de -273°C). Ainsi pour une élévation de 1° de la température moyenne actuelle, 15°C ., l'intensité de l'émission augmenterait de 4,4 centième. Il est évident que la température s'élèvera jusqu'à ce que l'équilibre se rétablisse. On peut déduire, des nombres de M. Langley, l'influence de l'augmentation d'acide carbonique sur le pouvoir absorbant de l'atmosphère et dire, par conséquent, de combien de degrés doit s'élèver la température de la Terre pour compenser cette influence par l'accroissement de l'émission.

Bien entendu, il faut, dans ce calcul, tenir compte des circonstances accessoires. D'abord, l'élévation de température entraînera une augmenta-

tion de la quantité de vapeur d'eau de l'atmosphère, suivant des lois bien connues, ce qui provoquera un léger accroissement du pouvoir absorbant. En outre, il ne faut pas oublier qu'une très grande partie de la surface du globe (en moyenne, 52,5 %) est recouverte de nuages, ce qui atténue d'une manière notable l'effet considéré. Enfin, il ne faut pas perdre de vue qu'il y a une différence de température entre les hautes régions de l'atmosphère qui rayonnent vers les espaces interplanétaires et les régions basses qui recueillent la majeure partie du rayonnement terrestre.

IX. — CALCUL, D'APRÈS LES DONNÉES EXPÉRIMENTALES DE M. LANGLEY, DES QUANTITÉS D'ACIDE CARBONIQUE QUE DEVRAIT RENFERMER L'ATMOSPHÈRE POUR PROVOQUER L'APPARITION D'UNE PÉRIODE GLACIAIRE OU D'UNE PÉRIODE ÉOCÈNE.

Tout compte fait, on trouve le résultat suivant: si la teneur en acide carbonique de l'atmosphère était réduite aux deux tiers de sa valeur actuelle, la température éprouverait un abaissement compris entre 3° C. (par 55° de latitude nord) et 4°,1 C. (par 20° de latitude nord). Si cette teneur augmentait de moitié de sa valeur, la température s'élèverait relativement de 3°,3 et de 4°,4 C. dans les mêmes régions. Ces chiffres se rapportent au continent: pour la surface des mers, il faudrait les diminuer les uns et les autres d'environ 20 %. Il suit de ce calcul qu'une diminution de 37 centièmes de la richesse actuelle de l'atmosphère en acide carbonique ramènerait le régime de température de la période glaciaire (baisse d'environ 4°,5 C.) tandis qu'une augmentation de 2,5 à 3 fois cette teneur ramènerait la température de la période éocène (hausse de 8°,5 C.).

Les variations de température qu'affecterait de cette manière la surface de la Terre, se produiraient dans le même sens sur tout le globe, atteindraient un maximum par 25° de latitude nord et un minimum (70 centièmes environ du maximum) dans la région équatoriale et dans les régions polaires. En même temps, si l'acide carbonique augmentait, les différences de température entre le jour et la nuit, entre l'été et l'hiver, s'atténueraient; elles s'accroîtraient davantage, si l'acide carbonique diminuait.

X. — POSSIBILITÉ DE VARIATIONS DANS LA RICHESSE DE L'AIR EN ACIDE CARBONIQUE, SUFFISANTES POUR EXPLIQUER LES OSCILLATIONS DE TEMPÉRATURE.

Il nous reste à examiner si de telles variations dans la masse de l'acide carbonique atmosphérique sont possibles dans un laps de temps aussi court,

géologiquement parlant, que celui qui nous sépare de la période glaciaire. Mon honorable collègue, le Professeur Hôghom, avait résolu cette question avant même de connaître le calcul auquel il est fait allusion ci-dessus. Il suffit, en effet, de se représenter que tout le carbone contenu à l'état d'acide carbonique dans l'atmosphère, répandu sur toute la surface du globe, donnerait environ 10 centigrammes par centimètre carré: s'il était répandu seulement sur la terre ferme, il y en aurait 35 centigrammes par centimètre carré. Il est malaisé d'évaluer la quantité de carbone que renferment les êtres vivants, mais cette quantité est sans doute du même ordre de grandeur que la précédente. Comme le cycle des transformations du carbone entre les êtres organisés et l'atmosphère s'accomplit en une année pour les plantes annuelles, en quelques dizaines d'années en moyenne, il est visible que la richesse de l'air en acide carbonique est fort peu stable. En effet, l'Océan joue le rôle d'un immense régulateur qui réduit aux 17 centièmes environ de leur valeur les oscillations de la masse de cet acide carbonique. Un autre régulateur, moins énergique toutefois, est constitué par les végétaux. Parmi les phénomènes qui détruisent l'acide carbonique, les plus importants sont les phénomènes d'érosion: et, parmi ceux qui produisent l'acide, ce sont les phénomènes volcaniques et la mise en liberté du gaz occlus dans les minéraux quand ceux-ci sont désagrégés par les agents atmosphériques. L'érosion et la végétation sont d'autant plus actives que l'atmosphère renferme plus d'acide carbonique. Admettons dès lors, ce qui n'est pas dépourvu de vraisemblance, que tous ces phénomènes normaux, pour ainsi dire, se soient fait équilibre depuis les temps historiques, ce que paraît attester la faiblesse des variations de température depuis cette époque. Cet équilibre a certes été troublé depuis le siècle dernier par la combustion artificielle du charbon. Cette perturbation n'est pas négligeable; elle produirait en un millier d'années une quantité d'acide carbonique égale à celle que renferme l'atmosphère.

L'Océan absorberait environ les cinq sixièmes de l'acide carbonique nouvellement formé: donc, en trois mille ans, la quantité de l'acide carbonique atmosphérique augmenterait de 50 %, par suite de la combustion industrielle du charbon. A cet accroissement correspond une élévation de température de 4 à 5° C. Par conséquent, la consommation artificielle du charbon entraînerait à elle seule une élévation de température d'environ 0,001 degré par an. La végétation et les phénomènes d'érosion affaibliraient quelque peu cet effet, dans une proportion qu'il n'est pas possible de calculer exactement. Quoi qu'il en soit, il est

vraisemblable qu'en raison de la consommation toujours croissante du charbon, qui s'attaque non seulement aux dépôts houillers, mais aussi aux dépôts de tourbe, nous marchons vers une période plus chaude, pendant laquelle les conditions de milieu seront en général plus favorables aux êtres vivants.

Il est hors de doute, en tout cas, qu'au cours des temps géologiques, qui se comptent par milliers de siècles, une modification légère du régime des volcans était susceptible de provoquer dans la richesse en acide carbonique de l'atmosphère une variation suffisante pour expliquer les variations de température dont la Géologie nous démontre l'existence.

XI. — TEMPÉRATURE SUR LA PLANÈTE MARS.

Le rayonnement solaire peut diminuer d'une manière très notable, sans qu'il s'ensuive nécessairement un abaissement de la température terrestre, comme le prouve l'étude de la planète Mars. La distance moyenne de cette planète au Soleil est de 1,524 fois celle de la Terre. Par suite, 1 centimètre carré pris sur la surface de Mars reçoit seulement les 43,1 centièmes de la chaleur que reçoit le même centimètre carré pris à la surface de la Terre. Or, nous observons aux environs des pôles de Mars des taches blanches qui proviennent, sans aucun doute, de masses de neige¹.

Ces masses de neige, qui paraissent d'ailleurs moins considérables que les masses de glace qui recouvrent les régions polaires terrestres, fondent parfois, pendant la saison chaude. Suivant cette

observation, les contrées polaires de Mars jouissent donc d'un climat plus doux que celui des contrées polaires terrestres. Pour les autres régions de la planète, nous n'avons pas de données aussi précises : mais nous ne saurions commettre de grosse erreur, en admettant que leur température moyenne est voisine de celle de la Terre. Cette température a lieu de surprendre si l'on a égard à la faiblesse du rayonnement solaire : la planète en est redevable, pour une part, à l'extrême transparence de son atmosphère, très raréfiée et exempte de poussières ou de nuages. Mais, comme le montre le calcul, cette circonstance ne suffit pas à expliquer le fait, et il faut s'en prendre à l'opacité de l'atmosphère de Mars, pour le rayonnement émis par la surface de la planète².

D'après des observations récentes, l'atmosphère de Mars renferme plutôt moins de vapeur d'eau que l'atmosphère terrestre : il est donc très plausible d'admettre que l'acide carbonique s'y trouve en plus grande quantité ; c'est ce que confirme encore l'uniformité de la température à la surface de Mars, grâce à laquelle les conditions de la végétation y sont plus favorables.

En résumé, il est évident, d'après ce qui précède, que l'atmosphère qui entoure les planètes, par ses propriétés différentes de l'une à l'autre, fonctionne comme un régulateur extrêmement puissant, qui maintient les conditions thermiques favorables à la vie organisée dans des limites beaucoup plus étendues qu'on ne l'eût supposé jadis.

Svante Arrhénius,

Professeur à la Faculté des Sciences
de Stockholm.

SENSIBILITÉ VÉGÉTALE ET ANIMALE

La sensibilité des tissus vivants et de leurs éléments anatomiques à l'application des différentes forces de la Nature, déterminant les différents tropismes, a été naguère bien étudiée, surtout quant à l'analyse psychologique des phénomènes de perception, d'excitation et de réaction chez les Végétaux sous l'influence des effets des radiations et de la pesanteur.

Il semble utile, pour la philosophie générale, de considérer ces études et de comparer les phéno-

mènes de même ordre chez les Plantes et chez les Animaux.

I

Suivant Ch. Darwin, le sommet seul des liges devait être héliotropiquement sensible : de ce point, l'excitation se propageait à la partie inférieure, qui présentait une courbure plus ou moins forte, mais cette dernière région devait être con-

¹ Quelques auteurs pensaient autrefois que ces taches blanches représentaient des amas d'acide carbonique solide. Cette opinion ne peut plus se soutenir, car nous savons maintenant que l'acide carbonique ne peut exister à l'état solide sous une pression inférieure à 4 atmosphères et que l'atmosphère de Mars est beaucoup plus raréfiée que celle de la Terre.

² Si la transparence de l'atmosphère de Mars était égale à celle de l'atmosphère terrestre, la température moyenne à la surface de Mars, calculée d'après la loi de Stefan, serait de -45° C. Si cette atmosphère était absolument transparente aux rayons solaires, au lieu d'en arrêter les 40 centièmes comme le fait l'atmosphère terrestre, et si elle se comportait vis-à-vis du rayonnement de sa planète, comme l'autre vis-à-vis du rayonnement de la Terre, la température de Mars serait d'environ -8° .

sidérée comme entièrement privée de sensibilité héliotropique. De récentes recherches de Rothert sur l'héliotropisme, de Czapek sur le géotropisme, d'importantes remarques de W. Pfeffer¹ sur le même sujet, n'ont pas confirmé de tous points les vues du grand naturaliste anglais (*The Power of Movement in Plants*, 1880). Les premières expériences de Rothert, instituées sur des plantules de Graminées (*Avena sativa*, etc.) ont montré, dans deux séries exposées quelques heures à la même distance d'une source lumineuse, que celles qui avaient été complètement éclairées présentaient une courbure d'un angle de 50 à 70°, alors que les liges dont le sommet avait été protégé contre les radiations par une coiffe en papier ou en étain, n'avaient qu'une courbure de 15 à 30°. La sensibilité héliotropique du sommet est donc plus grande que celle de la partie inférieure. L'excitation héliotropique se propage bien toujours, comme l'avait vu Darwin, du sommet vers la base (une transmission en sens contraire n'est pas expérimentalement démontrée), et, comparée à la très grande excitabilité du sommet (sur une étendue de quelques millimètres), celle des régions basilaires est relativement faible. En outre, l'excitation héliotropique propagée du sommet à la partie inférieure de la tige détermine dans celle-ci une courbure plus forte que celle qui correspond et appartient à sa sensibilité propre. Mais il est certain qu'elle est sensible héliotropiquement comme le sommet, quoique à un degré différent.

Chez toutes les espèces étudiées, et contrairement à l'assertion de Darwin, par conséquent, déjà révoquée en doute par Wiesner, la région de la plantule douée de la faculté de courbure héliotropique est héliotropiquement sensible. La sensibilité héliotropique, sans doute inégalement répartie chez beaucoup de plantes, l'est uniformément chez d'autres (Capucines) : toutes les transitions existent entre les plantes à sensibilité terminale très délicate et celles à sensibilité uniforme. Les recherches sur les feuilles, les pétioles ou les tiges conduisent à des conclusions semblables. La voie par laquelle le stimulus héliotropique se propage est le parenchyme même du tissu fondamental (communications protoplasmiques actuellement connues). Même dans une zone d'une partie peu sensible du cotylédon, le stimulus héliotropique peut se propager à

d'autres zones et y provoquer un mouvement de courbure très nette. D'une manière générale, toute zone héliotropiquement sensible d'un cotylédon transmet le stimulus senti ou perçu aux zones voisines. Alors même que la partie inférieure d'une plantule est tenue à l'ombre, sous l'influence unique de l'excitation partant du sommet éclairé, elle pourra présenter une très forte courbure, ce qui prouve que le stimulus héliotropique s'est propagé jusqu'à la base du cotylédon.

La faculté de courbure des organes, c'est-à-dire la réaction en réponse à une perception et à une excitation produites par un éclairage unilatéral de la plantule, dépend de quatre facteurs : de la structure anatomique, de l'épaisseur des organes, de l'activité de la croissance et de l'excitabilité héliotropique de l'organe ou de la partie de l'organe affecté. La faculté de courbure est proportionnelle à ces deux derniers facteurs, inversement proportionnelle à l'épaisseur des organes (Rothert, *l. c.*, p. 210). La faculté de courbure ne dépend point nécessairement, d'ailleurs, de la sensibilité héliotropique de la partie de la plante qui présente une courbure héliotropique : cette partie peut être absolument insensible à cet égard et posséder la faculté de courbure héliotropique. Par exemple, chez les *Panicées*, la tige hypocotylée, qui n'est pas héliotropiquement impressionnable, ne laisse pas de se courber sous l'influence du courant que lui transmet le cotylédon sous l'action de la lumière. Le protoplasma des cellules de la tige hypocotylée du *Panicum*, héliotropiquement excitable, quoique insensible aux radiations, semble avoir perdu la propriété de percevoir le stimulus phototropique provoquant les courbures, tout en conservant l'excitabilité héliotropique. « Lorsque, dit Rothert, le protoplasma d'un organe a été doué de la faculté de sentir une cause d'excitation et d'être excité par cette cause, il conserve en général cette faculté vraisemblablement jusqu'à la fin de la vie » ; il peut arriver « que toute la chaîne des processus excités par la cause d'excitation (ou du moins une grande partie de cette chaîne) ne se déroule pas dans l'organe vieilli et qui ne réagit plus exactement comme dans l'organe jeune, capable de réagir : le ou les derniers anneaux de la chaîne cependant réagissent encore ».

II

Que la faculté de sentir une cause d'excitation, c'est-à-dire de la percevoir, et celle de réagir sur cette cause d'une manière conforme à la partie de la plante que l'on considère, soient choses différentes en principe, c'est ce que Pfeffer avait déjà bien établi. Ces deux facultés des tissus vivants ne

¹ W. ROTHERT (Kazan) : Ueber Heliotropismus. *Beiträge zur Biologie der Pflanzen*, t. VII, t. II, 1894. — FRIEDR. CZAPEK : Untersuchungen über Geotropismus, *Jahrbücher f. wissenschaftl. Botanik*, 1895, p. 243-339. — W. PFEFFER : Ueber die geotropische Sensibilität der Wurzelspitze nach dem von Czapek im Leipziger botanischer Institut angestellten Untersuchungen. *Ber. d. math.-phys. Cl. der K. Sächs. Gesellsch. d. Wiss. zur Leipzig*, 1894. — Conf. Die Reizbarkeit der Pflanzen. *Verhandlungen d. Gesellsch. deutsch. Naturf. u. Aerzte*, 1893.

sont pas non plus abolies en même temps : il serait même étrange, comme le remarque Rothert, qu'elles le fussent, car les propriétés sur lesquelles elles reposent sont indépendantes l'une de l'autre. Quand, dans les organes en voie de croissance, la sensibilité du protoplasma d'un groupe de cellules est excitée jusqu'à un certain degré par les radiations d'une source de lumière, la perception provoque une excitation soit au point d'application du stimulus (excitation directe), soit à une partie plus ou moins distante de ce point (excitation indirecte), dans des régions non éclairées ou même héliotropiquement insensibles. Les excitations ainsi provoquées peuvent s'additionner « l'une à l'autre ou se soustraire ». Mais la faculté de percevoir (*Perceptionsfähigkeit, Empfindlichkeit*), ou la sensation (*Empfindung*), et l'excitation (*Reizung, Reizbarkeit*), ne sont ni identiques, ni nécessairement connexes; ce sont deux processus différents. Sans doute, un certain degré de sensibilité héliotropique accompagne toujours un degré au moins correspondant d'excitabilité de la même partie d'un organe, mais la réciproque n'est pas vraie : une partie d'une plante insensible ou peu sensible peut être excitable à un haut degré. *Perception, excitation, réaction* dérivent de propriétés différentes du protoplasma, et chez les *Panicées*, la sensation et l'excitation se propagent non pas seulement à une autre partie d'un même organe, mais à un autre organe. Une partie d'un organe ou un organe peut donc être héliotropiquement insensible et héliotropiquement excitable. Même lorsqu'elles coexistent et coïncident, la sensibilité et l'excitabilité sont évidemment des propriétés différentes, « et la sensation et l'excitation doivent être considérées comme des anneaux différents de la chaîne des processus déterminés par les causes d'excitation ». C'est ce que démontre Rothert dans une expérience (§ 80) où la perception (*Perceptionsfähigkeit*) est abolie, alors que la faculté de réaction (*Reactionsfähigkeit*) persiste sur des organes privés de leur sensibilité héliotropique et géotropique.

Dans les phénomènes d'excitation, dans ceux, en tout cas, qui sont provoqués par une cause d'excitation externe, comme dans l'héliotropisme, on doit toujours distinguer la *sensibilité* et l'*excitabilité*, la sensation et l'excitation. En outre, dans toute excitation pouvant se propager de cellule à cellule, il faut encore distinguer une excitabilité directe et une excitabilité indirecte. Des mouvements peuvent être provoqués, chez les végétaux, par des excitations consécutives à des perceptions, par les tissus, de forces ou d'agents dont voici l'énumération : radiations lumineuses, pesanteur, chaleur, contact ou frottement, ébranlement, traumatisme, excitants hydrotropiques (Molisch), galvanotro-

piques (Brunschorst), chimiotropiques et chimiotaxiques (Pfeffer), paratoniques (Batalin). La sensibilité qui permet à la plante de réagir à ces différentes causes ou possibilités de sensation est sans doute spécifiquement différenciée : elle dériverait de propriétés différentes du protoplasma. Il existerait ainsi une sensibilité spécifique héliotropique, une sensibilité spécifique géotropique, etc. Toutefois, il n'est pas nécessaire qu'il existe une excitabilité correspondante également spécifique et qu'on doive parler d'excitabilité héliotropique, géotropique, etc. Dans les processus d'excitation provoqués par la perception des différentes causes d'excitation, les modifications du protoplasma doivent rester qualitativement les mêmes. Seul, par conséquent, l'*acte de perception* différencierait dans l'héliotropisme, le géotropisme, l'hydrotropisme, etc., tout le reste du processus déterminant, par exemple, la direction et le degré de courbure, etc., demeurerait le même, soit localement, soit à distance.

La sensibilité géotropique est aussi inégalement répartie chez certains végétaux que la sensibilité héliotropique. Darwin, après Ciesielski, avait soutenu que l'extrémité de la racine était la seule partie sensible : l'ablation de cette partie abolissait la faculté de courbure géotropique. Après Wiesner, Rothert et Czapek, en particulier, ont montré que la méthode de décapitation du sommet de la racine était insuffisante, en tout cas, pour établir cette doctrine, car les phénomènes consécutifs au grave traumatisme subi par la plantule expliqueraient d'abondance le trouble fonctionnel signalé par Darwin. Ce n'est pas que le sommet des racines ne soit, en effet, l'organe de la sensibilité géotropique. Pour établir le fait, il fallait chercher une méthode exempte de traumatisme et de toute altération notable de l'énergie de croissance du végétal : Czapek l'a trouvée. Seul, le sommet de la racine est géotropiquement sensible. Mais, pour les racines, la région sensible et la région excitable (zone de courbure) ont toujours été trouvées séparées. Dans les tiges, la zone de sensibilité géotropique concorde le plus souvent avec la plus grande partie de la zone de croissance et de courbure : la perception et la réaction ont lieu au même endroit. Il y a toutefois, dans les tiges, des organes qui se comportent tout à fait comme les racines quant à la localisation de leur sensibilité géotropique. La sensibilité géotropique persiste encore dans les conditions où cesse la *faculté de réaction* : celle-ci (faculté de courbure) est abolie sous l'influence du froid et de la soustraction d'oxygène; la *sensibilité géotropique* ne l'est pas : elle est seulement diminuée. La sensibilité et la faculté de réaction dépendent donc de conditions

différentes et d'une manière également dissemblable. En somme, et c'est la conclusion à laquelle est arrivé Czapek (*l. c.*, p. 334), dans les racines, la perception du stimulus géotropique est localisée d'ordinaire dans le sommet de la racine; les autres parties de cet organe ne sont pas propres à éprouver une sensation géotropique. Mais la faculté de courbure géotropique a lieu dans une région éloignée de la zone sensible, en particulier dans la zone de croissance. Le stimulus qui provoque la courbure géotropique doit donc se propager en arrière du point où il est perçu jusqu'à la région de courbure, où a lieu le mouvement de réponse de la plante à cette excitation.

III

La physiologie végétale contemporaine, en étudiant avec cette pénétration les processus de sensibilité et de mouvement qui déterminent les phénomènes d'héliotropisme et de géotropisme, a, pour la première fois, introduit dans la science des notions d'une précision admirable touchant ce qu'on doit entendre par sensibilité ou faculté de perception, excitation, réaction, chez les êtres vivants. Il n'est pas exact, en effet, de dire que c'est la lumière qui excite la rétine; ce n'est pas ce stimulus qui provoque l'excitation de cette membrane, mais l'excitation due à la perception du stimulus. Bref, la cause externe ou interne d'une excitation et de la réaction consécutive est toujours la perception d'une sensation : le stimulus n'est que la cause ou la condition de tout le processus.

Il n'est que juste de reconnaître que c'est à W. Pfeffer qui revient surtout le mérite d'avoir introduit dans les sciences biologiques ces fines et délicates analyses des fonctions les plus élevées des tissus vivants. Personne n'a insisté, dans un esprit à la fois plus rigoureusement scientifique et philosophique, sur la nature de cette sensibilité, de cette excitabilité des tissus végétaux, dont les réactions consécutives (*Reizreaction, Auslösungsvorgänge, ausgelösten Reactionen*), quelles qu'elles soient, ne sont toujours que l'expression des propriétés et des structures de l'organisme, la mise en liberté d'une partie des réserves d'énergie dont dispose celui-ci à un moment donné. Tout excitant (*Reiz*) n'est que la cause déterminante, externe ou interne, le choc, l'étincelle, qui détermine ce dégagement de force et provoque l'explosion d'une certaine quantité d'énergie accumulée dans les tissus. Entre l'agent qui provoque cette explosion et le dégagement de force qui en résulte, il peut n'exister pas plus de proportion qu'entre l'étincelle qui tombe sur un amas de poudre et la con-

flagration des matières détonantes. L'excitabilité d'un être vivant ne nous est connue que par l'effet qui suit l'action du stimulus. Mais excitabilité implique sensibilité et perception (*Perceptionsfähigkeit*). Une réaction, un mouvement, un échange organique, etc., voilà l'unique langage par lequel se révèle à nous l'excitabilité de cet être vivant, autrement muet, la plante. Le ver de terre qui se contracte sous une excitation, le papillon de nuit qui vole à la lumière n'ont d'ailleurs pas pour nous d'autre langage que la *Mimosa pudica* dont les feuilles se ferment au moindre contact, que les tiges des plantes qui s'incurvent vers la fenêtre éclairée, ou que les spores mobiles dont les mouvements s'orientent vers quelques parcelles de substance alimentaire. L'excitabilité est une propriété fondamentale de toute matière vivante, et, chez tout végétal comme chez tout animal, des rapports définis existent entre l'excitation et la réaction qui la manifeste. W. Pfeffer a constaté, on le sait, que la loi de Weber exprimait ces rapports aussi chez les végétaux, quant aux excitations et aux réactions chimiotaxiques¹. La justesse de ces observations et expériences, qui ont fait époque dans la science, a été confirmée par Massart, par Myoski, etc. Quant à la distinction entre les phénomènes de chimiotaxie et de chimiotropisme, Pfeffer y a suffisamment insisté pour qu'aucune confusion ne soit possible. Il convient pourtant de signaler que, même chez des végétaux qui ne jouissent point d'une libre locomobilité, des mouvements d'orientation ou de direction (*Richtungsbewegungen*), des tropismes, peuvent être déterminés par des excitations chimiques. La vérité de cette hypothèse ancienne de Pfeffer a été démontrée².

IV

Comment a pu naître chez l'homme l'idée que les plantes ne sont pas excitables comme les animaux? L'homme n'aurait jamais été induit en cette erreur si, dès l'enfance, il avait pu apercevoir, grossis un millier de fois, par exemple, comme dans le champ d'un microscope, les phénomènes de la vie et de l'activité organique des végétaux. A ses yeux, l'immense armée des plantes et des végétaux inférieurs nageant librement dans les eaux, la hâte et la vélocité avec lesquelles une bactérie dirige ses mouvements vers la nourriture, etc., lui auraient rappelé la vie et les instincts des carnassiers qui suivent une piste ou s'élancent sur une

¹ *Untersuch. an d. bot. Inst. zu Tübingen*, 1884, t. I, p. 395; 1888, t. II, p. 633.

² W. PFEFFER : Ueber Untersuchungen des Dr Myoski aus Tokio betreffend die chemotropischen Bewegungen von Pilzfäden, *Berichte üb. die Verhandl. d. k. Sächs. Ges. d. Wiss. zu Leipzig. Math.-phys. Cl.*, 1893, p. 319.

proie. L'homme aurait vu, ainsi que le microscope le montre, les mouvements des racines et des tiges en croissance et discerné les innombrables réactions qui, chez les végétaux supérieurs, répondent aux excitations. Sensibilité et excitabilité auraient été déclarées des propriétés générales de tous les végétaux. Aristote aurait attribué aux plantes une âme sentante. La réalité d'une réaction à une excitation ne saurait dépendre de la rapidité avec laquelle la réponse suit le stimulus. Une appréciation de ce genre doit toujours être au plus haut point relative. Une bactérie qui, dans le champ du microscope, se porte avec agilité vers la nourriture qui l'attire, se meut sans doute moins vite qu'un limaçon rampant sur une feuille : elle se meut avec rapidité comparativement à d'autres êtres. La Terre, en une seconde, parcourt environ la quatre cent vingtième partie de son diamètre. Qu'est-ce qu'une telle vitesse, pour nous vertigineuse, auprès de celle d'un rayon de lumière du Soleil à notre planète ? En comparaison, les mouvements les plus rapides des oiseaux les plus viles sont extraordinairement lents.

Ces considérations de W. Pfeffer me rappellent des réflexions de même nature qu'un autre savant, également génial, Karl E. von Bär, avait faites sur la relativité de nos notions de vitesse ou de lenteur quant aux manifestations de l'activité des êtres vivants. La vitesse de la sensation et du mouvement volontaire chez les différents animaux lui paraissait être à peu près proportionnelle à la vitesse de leurs pulsations cardiaques¹. En thèse générale, disait-il, la vie s'écoule avec une rapidité différente dans le même temps astronomique. Il suit que la mesure subjective du temps doit différer chez les diverses espèces d'êtres. C'est parce que cette mesure est, chez l'homme, relativement petite, qu'un organisme, plante ou animal, nous semble être quelque chose de durable et de permanent quant à la forme et à la grandeur. Il nous est loisible, en effet, de le considérer, cet organisme, plus de cent fois dans une minute sans y noter aucun changement. Il en serait tout autrement si l'on imagine considérablement ralenties ou accélérées nos perceptions. Si l'on suppose que la vie humaine tout entière, comprenant l'enfance, l'âge mûr et la vieillesse, soit réduite à sa millième partie, à un mois, et que nos pulsations soient par conséquent mille fois aussi rapides qu'aujourd'hui, on pourrait suivre au vol une balle de fusil. Abaissons encore cette durée de la vie humaine, déjà réduite à un mois, à sa millième partie, c'est-à-dire à quarante minutes environ : le gazon et les fleurs

nous apparaîtraient aussi fixes et immuables que les montagnes nous semblent l'être. Au cours de toute notre vie, nous ne verrions pas plus un bourgeon s'ouvrir que nous n'assistons présentement aux grandes transformations géologiques du globe. Les mouvements volontaires des animaux seraient beaucoup trop lents pour que nous les puissions apercevoir ; tout au plus pourrait-on conclure qu'ils existent, comme nous faisons pour les mouvements des corps célestes. Allongons maintenant au contraire la vie humaine, étendons sa durée bien au delà des bornes connues. Si nos pulsations et nos perceptions devenaient mille fois plus lentes, si notre vie était de quatre-vingt mille ans, le jour et la nuit ne seraient pour nous qu'une minute de clarté et d'obscurité ; avec une vie mille fois plus longue encore, toute distinction du jour et de la nuit deviendrait même insensible, et, pendant une année terrestre, l'homme ne pourrait avoir plus de cent quatre-vingt-neuf perceptions. Toutes les formes de la Nature qui nous paraissent durables seraient emportées sous nos yeux et comme dévorées par un torrent, le torrent du temps.

On doit rapprocher de ces spéculations philosophiques de Bär, plus profondes encore qu'ingénieuses, celles de notre Jean Lamarek, touchant le même ordre de considérations :

« Parmi les changements que la nature exécute sans cesse dans toutes ses parties, sans exception, son ensemble et ses lois restant toujours les mêmes, ceux de ces changements qui, pour s'opérer, n'exigent pas beaucoup plus de temps que la durée de la vie humaine, sont facilement reconnus de l'homme qui les observe, mais il ne saurait s'apercevoir de ceux qui ne s'exécutent qu'à la suite d'un temps considérable.

« Que l'on me permette la supposition suivante pour me faire entendre :

« Si la durée de la vie humaine ne s'étendait qu'à la durée d'une seconde, et s'il existait une de nos pendules actuelles, montée et en mouvement, chaque individu de notre espèce qui considérerait l'aiguille des heures de cette pendule ne la verrait jamais changer de place dans le cours de sa vie, quoique cette aiguille ne soit réellement pas stationnaire. Les observations de trente générations n'apprendraient rien de bien évident sur le déplacement de cette aiguille, car son mouvement, n'étant que celui qui s'opère pendant une demi-minute, serait trop peu de chose pour être bien saisi ; et si des observations beaucoup plus anciennes apprenaient que cette même aiguille a réellement changé de place, ceux qui en verraient l'énoncé n'y croiraient pas et supposeraient quelque erreur, chacun ayant toujours vu l'aiguille sur le même point du cadran.

« Je laisse à mes lecteurs toutes les applications à faire relativement à cette considération¹. »

V

W. Pfeffer estime qu'on ne saurait parler, chez les végétaux, d'énergies spécifiques au sens de

¹ K. E. V. BÄR : *Welche Auffassung der lebenden Natur ist die richtige? Und wie ist diese Auffassung auf die Entomologie anzuwenden?* 1860.

¹ LAMARCK. *Philosophie zoologique*. Edit. de Ch. Martins. Paris, 1873. II, 425-6; Cf. I, 88 et les *Recherches sur les corps vivants*, l'Appendice, p. 111.

Jean Müller. L'hypothèse d'énergies spécifiques a été étendue aux plantes par Sachs (*Vorlesungen über Pflanzenphysiologie*, 1887, 622) : c'est une erreur. Comment, chez une bactérie, où toutes les fonctions de la vie sont resserrées sur un aussi petit théâtre, un excitant, quel qu'il soit, pourrait-il, suivant son point d'application, ne provoquer toujours qu'une seule réaction, comme l'œil ne réagit à tous les stimuli que par une perception lumineuse ? Il faudrait, dit Pfeffer, supposer l'existence de sensibilités spécifiques pour toutes ces réactions qui se trouvent réunies dans la plante, quoique indépendantes les unes des autres : géotropisme, héliotropisme, hydrotropisme, etc.

Peut-être la distinction introduite par Rotherth entre les divers modes de sensibilité spécifique et le caractère commun des réactions provoquées par les perceptions des différents agents hétérogènes du monde extérieur a-t-elle pourtant plus de vraisemblance, et même plus de vérité, selon nous. Ce n'est pas le temps, en tout cas, qui aurait manqué à cet organisme élémentaire, le protoplasma, pour s'adapter, chez les plantes comme chez les animaux, aux conditions les plus variées du milieu, cette adaptation devant être aussi parfaite que possible pour la survivance des individus et de l'espèce, et cette perfection impliquant de nécessité une division extrême du travail physiologique. Une énergie spécifique, un mode spécial de sensibilité, n'est, d'ailleurs, rien de primitif : c'est une différenciation de propriétés communes à l'origine, différenciation qui, quoique fixée par l'hérédité, ainsi que toute condition favorable à la vie de l'espèce, ne laisse pas de présenter souvent de notables variations chez les individus de cette même espèce, comme il arrive pour tous les caractères acquis et moins anciens. Telle est, du moins, la réflexion que nous soumettons à W. Pfeffer.

Nous sommes, au contraire, tout à fait de son sentiment lorsqu'il ajoute que des « organes » distincts des sens sont aussi peu nécessaires pour l'excitabilité (*Reizbarkeit*) que pour la vie, « dont les pulsations battent déjà dans le corps protoplasmique le plus simple ». La variété et la délicatesse de la sensibilité n'en sont pas pour cela moins étendues chez les végétaux que chez les animaux.

A l'égard de certains excitants, la sensibilité de ceux-ci est même souvent surpassée par celle des plantes. Sans parler de l'extraordinaire faculté de réaction des plantes grimpanes au moindre contact, la billionième ou la trillionième partie d'un milligramme d'extrait de viande attire les bactéries, etc. Beaucoup de plantes sont fortement affectées par les rayons ultra-violet, etc. Malgré tout, la division du travail physiologique est certainement moins avancée chez le végétal que chez l'ani-

mal : si ce degré inférieur d'avancement présente quelques avantages pour l'étude de certaines questions, il offre pour d'autres des désavantages, car un organe réagit avec d'autant plus de netteté que sa fonction est plus spécialisée. L'étude de la *faculté de courbure hydrotropique* des racines révèle que les fonctions de perception et de réaction sont localisées sur des points différents de l'organisme : la courbure (*Reizkrümmung*) a lieu à quelque distance du sommet de la racine, qui ne se courbe pas elle-même : elle possède seulement la faculté de sentir, comme stimulus (*Reiz*), la différence du degré d'humidité de l'air. Molisch a montré que la courbure hydrotropique ne se produit que si l'extrémité seule de la racine est exposée à ce genre d'excitation. Pfeffer ajoute que ce qui prouve bien que le sommet seul de la racine est sensible à ce stimulus, c'est que la courbure n'a pas lieu dès qu'on plonge dans l'eau cette extrémité seule ou qu'on la soustrait à l'excitant hydrotropique en la coiffant d'une petite chape de papier humide. Ces faits et d'autres semblables rappellent bien sans doute les réactions des organes des sens à leurs excitants spécifiques (*Reizreactionen*). Mais, dans la plante, la division du travail n'a pas progressé assez loin pour que l'unique et principale fonction de l'extrémité de la racine consiste dans la perception d'un stimulus unique. Enfin Pfeffer a aussi rappelé que si, chez les plantes, la réaction à l'excitant demeure souvent limitée à la zone de perception, l'excitation peut se propager et s'étendre, comme il arrive souvent, à une distance considérable.

En somme, lorsqu'on essaie de remonter aux causes les plus éloignées de tout processus biologique, chez les plantes comme chez les animaux, partout et toujours, on trouve ce processus réductible aux propriétés fondamentales d'un organisme élémentaire commun, sorte de pierre d'angle de l'édifice de la vie, le *protoplasma*. Pénétrer dans la structure et le mécanisme de ce microcosme, voilà « l'idéal de l'avenir ». Sans protoplasma, point de vie. Mais le protoplasma, organisme élémentaire vivant, est déjà lui-même un assemblage d'organes ou de fonctions des plus hétérogènes : la vie du végétal ou de l'animal n'est qu'une résultante du jeu des rouages et des ressorts de ce mécanisme. Encore qu'elles ne soient pas des organes spécialisés, destinés à une seule fonction, les parties de cet organisme élémentaire jouent déjà un rôle distinct dans la *perception*, dans la transmission de l'*excitation* et dans les *réactions* aux excitants internes et externes dont l'ensemble constitue ce que nous appelons la vie. De différences de nature entre les végétaux et les animaux, il n'en saurait exister, la communauté d'origine de tous

les êtres vivants étant scientifiquement démontrée. Les caractères différentiels que l'on fondait autrefois sur les échanges des plantes et des animaux ne reposaient, dit Pfeffer, que sur une méconnaissance complète de la nature des phénomènes de nutrition des végétaux. De même qu'aux points de vue anatomique et morphologique, les plantes et les animaux présentent les mêmes problèmes de physiologie générale¹.

VI

Il n'en va pas autrement pour cette étude des états internes de la vie qu'on nomme psychiques. Pfeffer s'est demandé, à son tour, jusqu'à quel point et dans quelle mesure, « on doit concéder des sentiments et des émotions de cette nature (*psychische Regungen*) aux plantes et aux animaux inférieurs. » L'embarras des naturalistes est très grand, car « nous ne pouvons toujours conclure à l'existence de processus psychiques chez d'autres êtres vivants que d'après ce que nous éprouvons et sentons nous-mêmes. » Objectivement, nous ne constatons chez ces êtres que des changements, des effets et des suites des différents excitants capables de provoquer les réactions des organismes (*Reizerfolge*).

Rien ne nous révèle si ces réactions sont accompagnées d'une conscience obscure ou crépusculaire. Pfeffer estime pourtant que le naturaliste a le droit de parler, quoique dans un sens métaphysique, qu'il s'agisse d'animaux inférieurs ou de plantes, de sensibilité (*Sensibilität der Pflanzen*). On ne peut qu'approuver cette réserve. Les inductions les plus légitimes que nous puissions tirer de la communauté de fonctions qu'entraîne et implique logiquement la communauté de matière vivante d'où tous les êtres tirent leur origine, ne sauraient jamais être que des inductions, c'est-à-dire de pures conclusions de l'entendement humain. Ici pourtant, sauf un dernier chaînon, aucun des anneaux de la chaîne du processus ne se dérobe à l'observation et à l'expérimentation, et, si l'on va au fond des choses, ainsi qu'ont accoutumé de le faire des physiologistes tels que Pfeffer et ses élèves, on ne trouve aucune différence, quant à ce dernier chaînon inconnu, entre l'homme, notre semblable, et l'algue la plus rudimentaire. Pour l'un comme pour l'autre, nous ne pouvons qu'inférer de l'existence d'une réaction à la perception d'une sensation. Aucune induction légitime ne

permet d'aller plus loin. En d'autres termes, nous ne saurions affirmer que tout phénomène de sensibilité possède un état interne appelé sensation. Toutefois, répétons-le, si nous refusons aux algues ou aux spores mobiles ces états internes, il n'y a point la moindre apparence que nous devions les « concéder » à l'homme lui-même. Posé dans ces termes, fort simples, le problème ne nous paraît guère capable de recevoir deux solutions.

« L'analogie, dit Laplace, est fondée sur la probabilité que les choses semblables ont des causes du même genre et produisent les mêmes effets. Plus la similitude est parfaite, plus grande est cette probabilité. Ainsi nous jugeons sans aucun doute que des êtres, pourvus des mêmes organes, exécutant les mêmes choses et, communiquant ensemble, éprouvent les mêmes sensations et sont mus par les mêmes désirs. La probabilité que les animaux qui se rapprochent de nous par leurs organes ont des sensations analogues aux nôtres, quoiqu'un peu inférieure à celle qui est relative aux individus de notre espèce, est encore extrêmement grande; et il a fallu toute l'influence des préjugés religieux pour faire penser à quelques philosophes que les animaux ne sont que de purs automates. La probabilité de l'existence du sentiment décroît à mesure que la similitude des organes avec les nôtres diminue; mais elle est toujours très forte, même pour les insectes. En voyant ceux d'une même espèce exécuter des choses fort compliquées, exactement de la même manière, de générations en générations, et sans les avoir apprises, on est porté à croire qu'ils agissent par une sorte d'affinité analogue à celle qui rapproche les molécules des cristaux, mais qui, se mêlant au sentiment attaché à toute organisation animale, produit, avec la régularité des combinaisons chimiques, des combinaisons beaucoup plus singulières: on pourrait peut-être nommer *affinité animale* ce mélange des affinités électives et du sentiment. Quoiqu'il existe beaucoup d'analogie entre l'organisation des plantes et celle des animaux, elle ne me paraît pas cependant suffisante pour étendre aux végétaux la faculté de sentir, comme rien n'autorise à la leur refuser¹. »

On ne saurait nier que les vues de quelques biologistes contemporains, tels que Haeckel et Forel, ne nous aient menés, en invoquant je ne sais quel paupsycheisme, à des vues tout à fait erronées sur les fonctions des protoplasmas vivants chez les êtres unicellulaires ou pluricellulaires dont les parties ne se sont pas différenciées en tissus, en organes ou appareils nerveux centralisés. Il est probable que le sentiment et d'eux-mêmes et du monde que peu-

¹ V. JULES SOURY: *Théorie des neurones*, étude particulièrement consacrée aux travaux de Van Gehuchten, professeur à l'Université de Louvain, et publiée dans les numéros de juillet et août-septembre, 1898, des *Annales de Philosophie chrétienne* de M. l'abbé Ch. Denis.

¹ *Essai philosophique sur les Probabilités*, Paris, 1814, p. 86.

vent posséder ces organismes élémentaires est tellement vague et obscur que rien ne justifie, sinon le principe même de toute intelligence scientifique des phénomènes psychiques de la vie, les rapprochements et les comparaisons anthropomorphiques de ces auteurs.

L'intelligence, telle que nous la connaissons, implique, en effet, des organes dont la complexité puisse rendre compte des opérations si élevées et étendues d'où sont sortis, avec le langage, les sciences et les arts. Mais où commence, où finit l'intelligence, si, par ce mot, on entend la capacité, pour la matière vivante, pour le protoplasma, soit amorphe en apparence, soit différencié en tissus, par suite de la division du travail physiologique, de *fixer* et de *conserver*, sous forme de traces, signes ou symboles, les événements passés; si l'on admet l'existence, au sein de ce protoplasma, d'une mémoire d'adaptation, toujours plus discrète et plus présente par la continuité de la répétition de ces mêmes événements, et d'où résulte l'établissement de conditions plus ou moins variables, en accord avec le milieu interne et le milieu externe? Que cette mémoire des protoplasmas végétal ou animal existe, personne ne le met en doute. Mais comment savoir si elle est ou non accompagnée, je ne dirai pas de « conscience », mais d'une conscience quelconque, de cette conscience, si elle existe, dont nous ne pouvons avoir nous-mêmes aucun sentiment, et cela dans notre propre organisme, puisque l'écorce cérébrale ne peut « connaître » que très indirectement, et seulement par ses effets, ce qui se passe à cet égard dans les ganglions spinaux et dans ceux du grand sympathique, dans les centres nerveux de la moelle épinière et du bulbe, des noyaux gris sous-thalamiques et sous-corticaux?

Au moins, toutes les fonctions organiques, celles des muscles lisses et celles des muscles striés, des sécrétions des glandes, voire des échanges matériels et gazeux, sont-elles représentées dans le cerveau antérieur. Comment l'intelligence serait-elle la fonction exclusive de l'écorce cérébrale? L'anatomie démontre que cet organe est un condensateur général de toutes les énergies psychiques qui, dans de certaines limites, appartiennent en propre, avec les autres propriétés biologiques, à tous les éléments anatomiques, libres ou fixés, des tissus vivants.

Il me semble que, si nous appliquons aux Végétaux, aux Invertébrés et aux Vertébrés, les règles du raisonnement analogique qui sont l'unique fondement de notre croyance en la sensibilité et en l'intelligence de nos semblables, nous ne saurions échapper à la nécessité, d'ailleurs purement logique, d'admettre que le monde est représenté à tous les

degrés dans ces monades appelées cellules vivantes qui, isolées ou associées, constituent les éléments mêmes et comme les matériaux et le substratum animé de toute vie psychique. Car celle-ci, enseignait Meynert, est toujours réductible à la sensibilité, simple mode de l'irritabilité manifestée par tous les corps naturels sous l'action des forces cosmiques. Je ne saurais donc dire où commence ni où finit l'intelligence dans la nature. On sait mieux en quoi elle consiste et quelles sont ses conditions d'existence. A cet égard, il est certain que le panpsychisme a erré *toto cælo* lorsqu'il a cru retrouver, chez des êtres dénués en apparence d'organes et d'appareils de raisonnement, ainsi que Meynert appelait les cerveaux, des passions, des sentiments et des pensées qui, chez l'homme et les Mammifères supérieurs, accompagnent toujours certains ordres délinés de représentations mentales.

Mais, s'il existe autant de sortes d'intelligences que de systèmes nerveux centralisés, les semences mêmes et comme les rudiments de l'intelligence, doivent aussi se trouver dans les organismes où des modes ultérieurs d'évolution du tissu nerveux ne se sont pas réalisés, parce que des conditions d'adaptation, plus simples, plus adéquates et bientôt trop solides pour être changées, se sont établies de bonne heure. Ces êtres-là, qui sont l'immense majorité des vivants sur cette planète, n'ont pas d'intelligence à coup sûr comparable à celle des singes anthropoïdes ou de l'homme, ce qu'implique suffisamment l'énorme diversité du degré de complexité des rouages de ces machines : ils doivent cependant posséder une intelligence.

VII

Le grand problème de la vie, et partant de la sensibilité et de l'intelligence, n'est même pas là. Les substances albuminoïdes qui constituent fondamentalement les protoplasmas étant réductibles à quelques corps qui se trouvent dans l'air, l'eau et la terre, c'est-à-dire dans les milieux où la vie s'alimente comme une flamme, et dans lesquels elle doit s'être allumée, comment ces éléments, et les éléments de ces éléments, les particules ultimes de la matière qui réagissent d'une manière si sensible à l'attraction, à l'affinité et aux forces connues de la Nature, comment ces « êtres », les seuls qui existent probablement par soi et pour soi, ne participeraient-ils dans aucune mesure à ces propriétés que manifestent les êtres animés? Si une combinaison d'éléments chimiques fait apparaître des propriétés qui étaient inconnues dans ces éléments considérés isolément, on ne peut pourtant pas croire qu'il y ait eu création véritable, à aucun degré.

Voilà les racines d'une psychologie qui, pour avoir été déjà pressentie en cristallographie, n'en demeure pas moins toujours fort obscure. Qu'on prenne garde qu'elle n'est, à l'instar de la psychologie des Mammifères eux-mêmes, qu'une notation des réactions des êtres au milieu, dans des conditions dont le déterminisme scientifique constitue l'unique fondement de la connaissance qu'il nous est possible d'en acquérir. Là, pas plus qu'ici, rien, sinon un raisonnement analogique, ne nous incline à croire qu'à des changements externes correspondent ou peuvent correspondre des états internes de nature psychique, et que les actions sont des réactions, c'est-à-dire la suite nécessaire de sensations ou de perceptions. Toute discussion relative à la nature de ces sensations, voire au degré de conscience dont elles pourraient être accompagnées, nous semble actuellement sans utilité. La conscience, même pour les processus les plus élevés du cerveau de l'homme, ne change certainement rien au mécanisme et à la production des phénomènes mentaux. Ajoutez qu'il faut toujours distinguer la possibilité d'existence d'une sensation consciente pour soi, par exemple celle d'une cellule d'un ganglion spinal, qui ne l'est pas ou ne peut pas l'être pour nous, c'est-à-dire pour l'écorce cérébrale.

On n'entrevoit donc pas de limites à ces processus élémentaires dont la vie psychique des organismes les plus différents n'est qu'une somme essentiellement variable et mobile, qui se compose et se décompose à chaque instant, durant toute la durée des organismes. Seul, l'aspect qualitatif de ces processus est perçu directement par la conscience, quand elle existe, et c'est par une pure induction logique, par un postulat de la raison, que les qualités sont considérées comme variant avec les conditions quantitatives, à jamais inconnaissables en soi, du milieu interne et du milieu externe. Si l'on sépare, a dit Lewes, l'aspect quantitatif de l'aspect qualitatif des phénomènes, l'objectif mécanique du subjectif psychologique, on a recours à un artifice logique, indispensable à la recherche scientifique, mais ce n'est qu'un artifice. Les relations mécaniques ne sont, en effet, comme toutes les autres relations, que des modes de sensation, et leur objet n'est qu'idéalement détaché du sujet. Tout ce qui est en dehors de la sensation est l'inconnu x , simplement nécessaire, à titre de postulat, pour la spéculation.

Jules Soury,

Directeur d'études à l'École pratique des Hautes-Études (Sorbonne).

LA TRANSMISSION DE LA CHALEUR DANS L'INDUSTRIE

La question de la transmission de la chaleur est d'une importance considérable dans l'industrie; malheureusement, il n'existe que peu d'expériences complètes et précises sur la détermination des coefficients de transmission, lesquels, comme nous le verrons, peuvent osciller entre des valeurs très différentes, suivant la disposition des appareils.

Les causes de ces variations une fois connues, les constructeurs seraient à même, d'une part, de réaliser des perfectionnements importants dans les appareils d'évaporation, d'autre part, de déterminer exactement les dimensions des aéro-condenseurs, des économiseurs, surchauffeurs de vapeur.

Or, jusqu'à présent, l'industrie n'a pu utiliser que des données très incomplètes, obtenues par divers physiciens à la suite des travaux célèbres de Dulong et Petit sur le rayonnement et la mesure des coefficients absolus de transmission de la chaleur. C'est à Pécelet que l'on doit les formules que la pratique actuelle utilise encore. Après lui sont venus Joule, Rankine, Blechynden, Rosetti, Stefan, Ser et Geoffroy. Sans doute, ces savants ont apporté à la Physique un important appoint; leurs recherches n'ont

cependant pas été suffisamment systématisées, ni assez étroitement dirigées en vue d'applications aux cas précis qui se présentent dans les usines, pour fournir une sorte de code à la technique industrielle. Aussi convient-il de signaler comme une heureuse entreprise l'enquête et la série d'expériences que le *Physikalischer technischer Reichsanstalt* de Berlin a instituées depuis trois ans sur la transmission de la chaleur; l'enquête porte sur les résultats constatés, à ce sujet, dans les manufactures, et les expériences sont exécutées suivant un plan qui tient compte de toutes les conditions imposées à l'emploi de la chaleur dans l'industrie. Une telle œuvre va évidemment fournir à un très grand nombre de fabrications un guide extrêmement précieux pour régler la marche de leurs opérations et en réduire les frais. M. le Professeur Richard Mollier, spécialement chargé de coordonner ce grand travail, vient de classer tous les chiffres et documents actuellement acquis¹. Ces documents conduisent déjà à des vues nouvelles et

¹ *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, 1898.

à des conclusions pratiques, qu'il semble intéressant de résumer. Nous nous proposons, dans les pages qui vont suivre, d'exposer l'état actuel de la question et de donner, d'après le Rapport du Professeur Mollier, quelques formules susceptibles d'être immédiatement utilisées par les ingénieurs pour établir, en bien des cas, les coefficients de transmission.

La quantité de chaleur transmise à travers une paroi séparant deux fluides est représentée par la formule connue :

$$M = QS (T - t),$$

dans laquelle

$$(1) \quad Q = \frac{1}{\frac{1}{k} + \frac{e}{c'} + \frac{1}{k'}};$$

k et k' représentent les coefficients de transmission des fluides à la paroi, e le coefficient de conductibilité de la matière de la paroi et c' son épaisseur ; Q dépend de l'état physique des fluides, de leur vitesse, de la paroi et de l'état de sa surface. On peut déterminer Q par l'expérience, k et k' au moyen de la formule (1).

En dehors de la transmission par contact ou convection, les parois émettent ou absorbent de la chaleur par rayonnement. Nous allons passer en revue les résultats d'expériences destinées à la détermination de Q pour les différents cas qui peuvent se présenter dans la pratique.

1. — TRANSMISSION DE LA CHALEUR PAR CONVECTION ENTRE LA VAPEUR D'EAU SATURÉE ET L'EAU PORTÉE A L'ÉBULLITION.

Péleet (*Traité de la Chaleur*) cite les expériences de Thomas et Laurens sur la vaporisation de l'eau à la pression atmosphérique, exécutées avec un serpentín en cuivre mince de 34 millimètres de diamètre, et de 42 mètres de longueur, et de la vapeur de chauffe à 135°; Q fut trouvé égal à 4.672 calories. J.-C. Hudson¹ donne les résultats d'une série d'expériences exécutées sur des appareils d'évaporation employés en sucreries et en raffineries. Ces résultats sont consignés dans notre tableau I.

C. Lang² cite quelques expériences de vaporisation faites sur un vaporisateur Weir, employé sur les navires, dont les tubes en cuivre avaient 38 millimètres de diamètre extérieur et 3,3 millimètres d'épaisseur; la pression de la vapeur variait de 1 à 40 atm. 5; on faisait également varier la pression à l'intérieur de l'appareil; il obtint pour Q des

valeurs comprises entre 5.000 et 6.900 calories : valeur moyenne, 6.500.

Tableau I. — Expérience de Hudson sur la vaporisation de l'eau.

APPAREILS	ÉPAISSEUR de la paroi en mill.	MATIÈRE de la paroi	PRES-SION de la vapeur en kilos par c ²	Q
Appareil de clarification à double fond hémisphérique.	11	Cuivre	4	3.050
Le même appareil (modèle).	"	"	"	2.960
Appareil de clarification tubulaire	1,6	"	4,7	2.680
Le même appareil.	"	"	3,2	2.540
Appareil de concentration Aspinal	1,6	Laiton	3,7	3.750
Appareil de concentration tubulaire de forme rectangul.	2,0	"	0,7	3.030
Le même appareil.	"	"	1,8	3.000
Le même appareil.	"	"	2,5	3.110
Appareil entièrement semblable	"	"	0,7	2.270
Le même appareil	"	"	1,3	2.760
Vaporisateur rotatif Wetzel.	"	Laiton	0,3	2.830
Vaporisateur rotatif à serpentín	"	Cuivre	0,33	3.950

D. B. Morison³ a exécuté une série d'expériences en employant l'appareil que représente la figure 1.

La surface en contact avec la vapeur était de 0^m²,3567; l'épaisseur de la paroi variait de 23 millimètres à 4^mm,7; la température de l'eau fut maintenue à 100°.

Le tableau II représente les valeurs de Q .

Les frères Sulzer, de Winterthur, ont réalisé

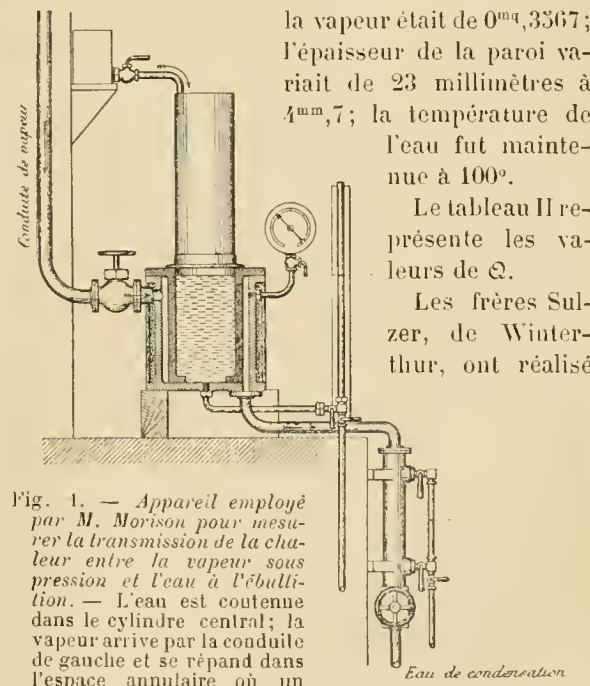


Fig. 1. — Appareil employé par M. Morison pour mesurer la transmission de la chaleur sous pression et l'eau à l'ébullition. — L'eau est contenue dans le cylindre central; la vapeur arrive par la conduite de gauche et se répand dans l'espace annulaire où un manomètre indique sa pression, puis elle s'écoule dans l'appareil de condensation. En déterminant d'une part la température et la quantité de vapeur qui a circulé, d'autre part la quantité d'eau vaporisée, on déduit le coefficient de transmission à travers les parois du cylindre.

des expériences sur des tuyaux de différents mé-

¹ J.-G. HUDSON: *Heating an concentrating liquids by steam, Engineer*, V. 1890, p. 291.
² C. LANG: *Verh. d. Engineers and Shipbuilders of Scotland*, 1888-89, p. 279.

³ MORISON: *Proc. Inst. Mech. Eng.*, 1892, p. 483.

taux, d'épaisseur variable, et dont on faisait varier l'état de la surface de la paroi ; la longueur était de

Tableau II. — Expériences de Morison sur la vaporisation de l'eau.

PRESSION de la vapeur en kilos par cent. carré	TEMPÉRATURE en C°	VALEURS DE Q		
		Épaisseur de la paroi en millim.		
		23	10,7	4,7
0,7	115,3	1.005	1.630	2.180
1,4	126	1.095	1.750	2.380
2,1	134,5	1.125	1.790	2.450
2,8	141,5	1.140	1.790	2.490
3,5	147,5	1.130	1.815	2.530
4,2	153	1.160	1.830	2.540
4,9	158	1.165	1.845	2.550
5,6	162	1.165	1.845	2.550

3 mètres, le diamètre extérieur de 90 à 100 millimètres. L'appareil (fig. 2) se composait d'un récipient métallique ouvert, de 3^m,75 sur 0^m,36, contenant l'eau à vaporiser, et placé sur une bascule.

Les expériences furent réalisées à six pressions différentes : 1,31 ; 1,82 ; 2,38 ; 2,84 ; 3,31 ; 3,84 atm. Les résultats sont représentés dans le tableau III.

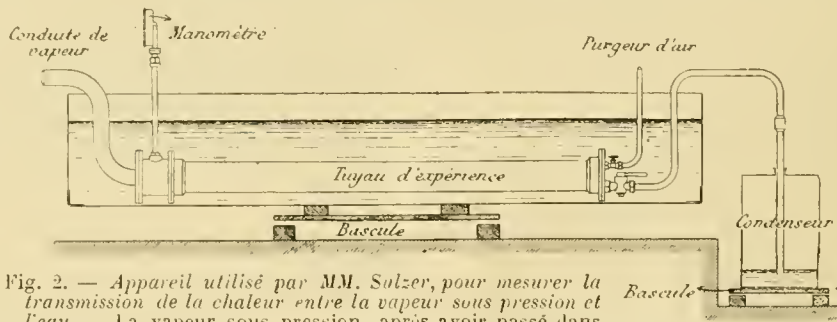


Fig. 2. — Appareil utilisé par MM. Sulzer, pour mesurer la transmission de la chaleur entre la vapeur sous pression et l'eau. — La vapeur sous pression, après avoir passé dans le tuyau d'expérience, vient se liquéfier dans le condenseur, où elle est pesée à l'état d'eau. De même, une autre bascule permet de déterminer la quantité d'eau qui s'est vaporisée dans le récipient.

sentée par $\frac{e}{C}$, est négligeable. D'après les résultats d'expériences, Q doit être considéré comme indépendant de la température de la vapeur et de celle de l'eau. Parmi les causes qui font varier Q, nous avons la présence de l'air dans la vapeur. Lang attribue le grand effet du vaporisateur Weir aux dispositions particulières prises pour séparer complètement l'air de la vapeur.

La purge complète et rapide de l'eau de condensation est une condition essentielle pour une bonne utilisation de la surface de chauffe.

Si nous supposons k et k' constants, $\frac{1}{Q}$ croit directement avec l'épaisseur de la paroi ; cette relation est nettement établie par les expériences de Morison. Représentons :

$$\frac{1}{k} + \frac{1}{k'} = \frac{1}{k_0}$$

k₀ représentera le coefficient de transmission pour une paroi infiniment mince. Nous pouvons déduire des expériences précédentes, pour des tuyaux de fonte :

$$k_0 = 3.700$$

$$C = 39.$$

Nous déduirons des expériences de Sulzer pour le tuyau V, en prenant C = 39, et une valeur moyenne de

Tableau III. — Expériences des Frères Sulzer sur la vaporisation de l'eau.

NUMÉROS ET NATURE DES TUYAUX	ÉPAISSEUR de la paroi en millim.	VALEURS DE Q					
		Température de la vapeur en C°					
		110	117	125	131,3	136,5	141,6
I. Tuyau de cuivre rayé.	2,5	»	2.810	3.430	3.800	3.740	3.250
II. Conduite de vapeur en fer rivée et vernie	2,1	»	2.000	2.120	2.450	2.260	2.120
III. La même conduite non vernie	2,1	»	2.280	2.200	2.350	2.350	2.270
IV. Tuyau de chaudière recourbé	4,5	»	2.430	2.570	2.690	2.730	2.600
V. Tuyau de fonte brute.	10	»	1.550	1.930	1.890	1.880	1.940
VI. Tuyau en fer courbé	13	»	1.390	1.480	1.570	1.530	1.480
VII. Tuyau de chauffe en acier rivé et verni	1,85	1.140	1.690	1.880	1.980	2.300	»
VIII. Tuyau de fonte tourne	15,25	1.060	1.230	1.470	1.500	1.560	1.540
IX. Tuyau de fonte à nervures extérieures de 33 ^{mm} de hauteur, 60 ^{mm} d'écartement et 8 ^{mm} d'épaisseur.	13,5	1.370	1.490	1.680	1.720	1.800	1.780

Les valeurs de Q, qui se rapportent à des tuyaux de cuivre ou de laiton de faible épaisseur, sont comparables, car l'influence de la paroi, représentée par $\frac{e}{C}$, est négligeable. D'après les résultats d'expériences, Q doit être considéré comme indépendant de la température de la vapeur et de celle de l'eau. Parmi les causes qui font varier Q, nous avons la présence de l'air dans la vapeur. Lang attribue le grand effet du vaporisateur Weir aux dispositions particulières prises pour séparer complètement l'air de la vapeur. La purge complète et rapide de l'eau de condensation est une condition essentielle pour une bonne utilisation de la surface de chauffe. Si nous supposons k et k' constants, $\frac{1}{Q}$ croit directement avec l'épaisseur de la paroi ; cette relation est nettement établie par les expériences de Morison. Représentons :

$$\frac{1}{k} + \frac{1}{k'} = \frac{1}{k_0}$$

k₀ représentera le coefficient de transmission pour une paroi infiniment mince. Nous pouvons déduire des expériences précédentes, pour des tuyaux de fonte :

$$k_0 = 3.700$$

$$C = 39.$$

Nous déduirons des expériences de Sulzer pour le tuyau V, en prenant C = 39, et une valeur moyenne de

$$Q = 1.840 : k_0 = 3.500 ;$$

pour le tuyau VIII,

$$Q = 1.460 : k_0 = 3.400 ;$$

pour le tuyau I (cuivre),

$$avec C = 330 : k_0 = 3.500.$$

Ces résultats montrent que l'état de la matière à la surface des tuyaux n'a pas d'effet sur la transmission.

En examinant les valeurs de Q pour les tuyaux III et IV, nous constatons que le tuyau IV, pour $e = 4^{\text{mm}},3$, transmet plus de chaleur que le tuyau III pour $e = 2,4$. Cela doit provenir d'un coefficient de conductibilité très différent. En prenant pour le tuyau III, $k_0 = 3.500$ et pour Q une valeur moyenne, nous trouvons $C = 14$; pour le tuyau IV, $C = 45$; et pour le tuyau VI, $C = 34$.

Enfin, la superposition d'un vernis diminue la transmission de 6 %.

Nous pouvons encore déterminer l'influence des nervures sur la transmission en comparant la valeur de Q obtenue avec un tuyau à nervures, et celle obtenue avec un tuyau uni de même épaisseur; nous trouvons, pour $k_0 = 3.500$; $C = 39$; $Q = 1.580$, une augmentation de 10 % pour le tuyau muni de nervures.

Si nous supposons $k = k'$, condition qui semble réalisée dans un vaporisateur Weir, $e = 3^{\text{mm}},3$; $Q = 6.500$; $C = 330$; $k_0 = 7.000$; nous trouvons pour $k = k' = 14.000$.

Nous pouvons déduire des résultats précédents des formules permettant de calculer les dimensions des surfaces de chauffe des appareils d'évaporation.

Le coefficient de transmission est représenté par la formule :

$$Q = \frac{k_0}{1 + k_0 \frac{e}{C}}$$

Dans cette formule, on prendra :

- $C = 30$ pour le fer.
- $C = 300$ — cuivre.
- $C = 80$ — laiton.

M. Berget a déterminé, en appliquant la formule du mur, et jusqu'à 300°, les coefficients de conductibilité absolus :

- $C = 374$ pour le cuivre.
- $C = 59$ — fer.
- $C = 94$ — laiton.

Pour un appareil bien construit, au point de vue du dégagement complet et rapide de l'air et de l'eau de condensation, nous prendrons $k_0 = 3.500$.

Pour des appareils très soignés, dans lesquels on prendra des dispositions toutes particulières pour le dégagement de l'air contenu dans la vapeur, nous prendrons $k_0 = 7.000$.

II. — TRANSMISSION DE LA CHALEUR DE LA VAPEUR SATURÉE A L'EAU NON PORTÉE A L'ÉBULLITION.

Nous citerons en premier lieu les expériences de Thomas et Laurens, qui ont porté 400 kilos d'eau

de 8° à 100° en 4 minutes, avec un serpentin de 4^m48 de surface et de la vapeur de chauffe à 135°; ils ont déduit de cette expérience : $Q = 1.720$.

Dans une deuxième expérience, citée par Pécelet, 900 kilos d'une dissolution sucrée furent portés de 4° à 100°, en 16 minutes.

Tableau IV. — Expériences d'Hudson sur le réchauffement de l'eau par la vapeur.

APPAREILS	TEMPÉRATURE de la vapeur en C°	TEMPÉRATURE de l'eau en C°		VITESSE de l'eau en mètres par seconde	Q
		initiale	finale		
Réchauffeur tubulaire	96°	28°	52°	0,0076	130
Appareil semblable	115	29	100	0,006	180 à 820
Appareil de clarification rectang.	110	15	100	—	
Concentrateur Aspinal	115	15	100	—	1.750
Concentrateur tubulaire	123	16	100	—	1.000

Avec une chaudière à double fond, de 24 mètres carrés de surface de chauffe, et de la vapeur à 135°, la valeur de Q était de 1.850.

Clément et Désormes ont trouvé, pour une différence moyenne de température de 28°, $Q = 730$.

Les résultats des expériences d'Hudson, réalisées sur des appareils de sucrerie, sont représentés dans le tableau IV.

Anderson¹ cite les résultats d'expériences sur un appareil de clarification employé en sucrerie, chauffé avec de la vapeur à 143°; pour une élévation de température de 20° à 100°, $Q = 1.120$; avec un appareil semblable, mais plus petit, il trouva, pour l'eau, $Q = 1.270$; et, pour le sucre, $Q = 1.070$.

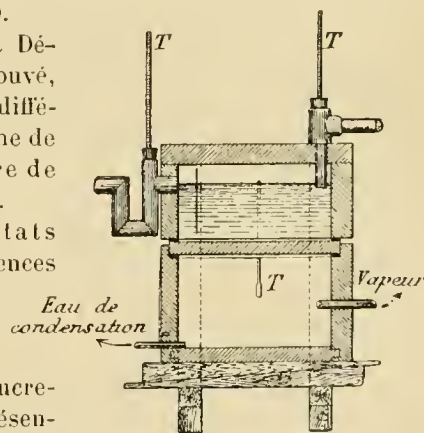


Fig. 3. — Appareil de MM. Carpenler et Royse, pour la mesure du réchauffement de l'eau par la vapeur. — La vapeur arrive à la partie inférieure où le thermomètre T permet d'en prendre la température; l'eau est à la partie supérieure, au-dessus de la plaque métallique. Le coefficient de transmission à travers cette plaque se déduit des températures de la vapeur et de l'eau mesurées par les thermomètres.

¹ ANDERSON : Proc. Inst. Civ. Eng., t. XXXV, p. 49, 1873.

D'après Carpenter¹ et Royle², une série d'expériences furent réalisées au moyen de l'appareil représenté par la figure 3, avec des plaques de fonte de 11^{mm},2 d'épaisseur, et dans lequel 1 kil. 42 d'eau était chauffé de 20° à 65°; on en déduisait $Q = 550$.

En corrodant les plaques au moyen de l'acide nitrique, Q diminue, et la plus petite valeur déterminée après l'action du bain pendant quinze jours, était égale à 380.

Dans les expériences de Royle, l'eau était mise en mouvement au contact des plaques, dont l'épaisseur variait de 6 à 12 millimètres.

La différence moyenne de température entre la vapeur et l'eau s'élevait de 80° à 92°.

Les résultats de 46 expériences faites avec des plaques non corrodées donnèrent $Q = 1.230$.

Pour des plaques corrodées pendant 10 à 30 jours, ou déduisit de 65 expériences une valeur moyenne de $Q = 1.080$.

Dans 9 expériences, les plaques furent recouvertes de vernis; on trouva $Q = 385$.

Les différences entre les valeurs de Q obtenues par Carpenter et Royle, provenaient du mouvement du liquide.

Dans les expériences de Nichol³, l'appareil employé se composait d'un tuyau de laiton mince, de 20 millimètres de diamètre, placé à l'intérieur d'un autre tuyau formant manchon; l'eau circulait dans le tuyau intérieur, et la vapeur dans le manchon; l'appareil était disposé horizontalement ou verticalement.

Les résultats sont représentés dans le tableau V.

Nous signalerons la différence de transmission pour ces deux positions du tuyau.

Les expériences de Ser⁴ ont été réalisées avec un appareil semblable à celui de Nichol (fig. 4).

Les valeurs de Q sont sensiblement proportionnelles à la racine cubique de la vitesse. Les résultats des expériences sont représentés par le tableau VI.

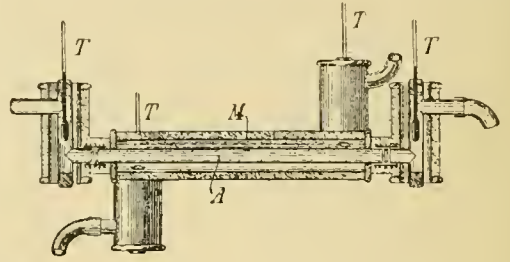


Fig. 4. — Appareil de Ser pour la mesure de la transmission de la chaleur de la vapeur à l'eau. — L'eau traverse le tuyau A et la vapeur se trouve dans l'espace annulaire M. T, thermomètres servant à mesurer les températures de la vapeur et de l'eau d'où l'on déduit le coefficient de transmission.

Les expériences de J. Joule⁴ sont les plus complètes réalisées jusqu'à ce jour.

L'appareil employé est représenté par la figure 5 :

Tableau VI. — Expériences de Ser sur le réchauffement de l'eau par la vapeur.

VITESSE de l'eau en mètres par seconde	Q	VITESSE de l'eau en mètres par seconde	Q
0,1	1.400	0,7	3.180
0,2	2.230	0,8	3.330
0,3	2.550	0,9	3.480
0,4	2.710	1,0	3.640
0,5	2.860	1,1	3.800
0,6	3.010		

la vapeur circulait dans le tuyau intérieur, et l'eau dans l'espace annulaire. Il fit varier la vitesse et le sens du courant, les diamètres des deux tuyaux, l'épaisseur de la paroi, sa nature, l'état de la sur-

Tableau V. — Expériences de Nichol sur le réchauffement de l'eau par la vapeur.

POSITION DU TUYAU	SENS VERTICAL			SENS HORIZONTAL		
Température de la vapeur en C°	124	124 1/2	124 1/2	123	123	123 1/2
Température de l'eau arrivant au contact	14 1/2	14	14 1/2	14 1/2	14 1/2	14 1/2
Température de l'eau s'écoulant après contact	60	34	29 1/2	74	38 1/2	35
Vitesse d'écoulement de l'eau	0,41	1,41	1,98	0,40	1,56	2,11
Q	1.770	2.200	2.280	2.600	3.050	3.430

L'eau traversait un tuyau A disposé horizontalement, de 10 millimètres de diamètre; la température de la vapeur était de 100°.

¹ CARPENTER : *Heat transmission through cast-iron plates usv. Transact. Am. Soc. Mech. Eng.*, t. XII, p. 174, 1891.

² ROYLE : *Heat transmission through plates ebenda. S.*, 1014.

³ NICHOL : *S. Hudsons mehrfach Gennante Abhandlung*, p. 309.

⁴ SER : *Physique industrielle*, t. 1, p. 225.

face du tuyau intérieur. Il introduisait dans l'espace annulaire, rempli d'eau, des spirales métalliques destinées à produire le mélange. Joule a tiré de ses expériences les conclusions suivantes :

L'intensité de la transmission est indépendante du sens des courants; elle ne dépend presque

⁴ J. JOULE : *On the surface condensation of steam, Philosoph. trans. of the Royal Soc.*, pp. 433-451, 1861.

exclusivement que de la résistance des couches de fluide qui sont en contact immédiat avec la paroi; elle est presque indépendante de la nature de la paroi (cuivre, fer, plomb) et de son épaisseur (de 1^{mm},5 à 3^{mm},7), ainsi que de l'état de sa surface nette, oxydée ou recouverte d'une matière grasse.

L'intensité de la transmission croît avec la vitesse de l'eau, et peut être considérée comme proportionnelle à la racine cubique de cette vitesse; pour

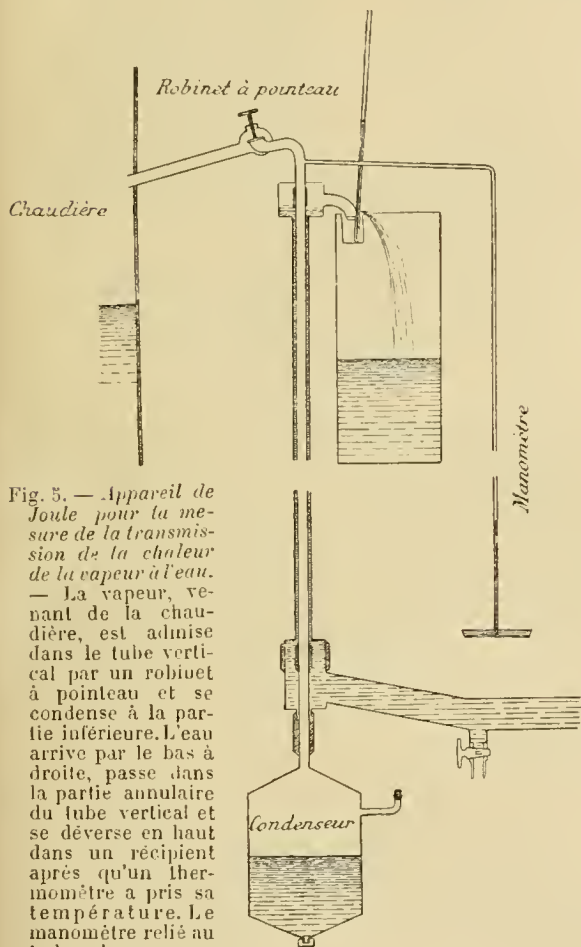


Fig. 5. — Appareil de Joule pour la mesure de la transmission de la chaleur de la vapeur à l'eau. — La vapeur, venant de la chaudière, est admise dans le tube vertical par un robinet à pointeau et se condense à la partie inférieure. L'eau arrive par le bas à droite, passe dans la partie annulaire du tube vertical et se déverse en haut dans un récipient après qu'un thermomètre a pris sa température. Le manomètre relié au tube de vapeur donne la pression.

de faibles vitesses, elle croît plus rapidement. Q doit atteindre une certaine limite dépendant de la conductibilité du métal, et de la résistance de la couche d'eau en contact avec la surface du tuyau intérieur.

L'emploi des spirales augmente d'une quantité notable la transmission.

Avec les spirales, et une vitesse de 0^m,12, $Q = 2.010$; sans spirales, $Q = 860$.

Les résultats des expériences peuvent être représentés par la formule :

$$Q = 1.750 \sqrt[3]{v};$$

v oscille dans la pratique entre 0^m,05 et 2 mètres.

En employant les spirales, Q croît avec la vitesse, mais moins rapidement. L'effet des spirales était plus efficace lorsque l'intervalle entre les deux tubes était plus petit. Pour une distance de 3^{mm},2 au lieu de 8^{mm},12, et une vitesse de 0^m,12, $Q = 3.500$; au-dessus de $v = 0^m,2$, on ne constata plus d'accroissement sensible. Les plus grandes valeurs de Q furent trouvées voisines de 4.500.

La température de la vapeur variait pendant les expériences, de 20° à 100°, et celle de l'eau, à l'entrée, entre 3° à 17°; et à la sortie, de 10° à 90°.

Dans les expériences d'Hageman ¹, l'appareil employé était semblable à celui de Joule, mais la vapeur circulait dans l'espace annulaire. Le tuyau intérieur était en laiton, de 49 millimètres de diamètre extérieur, et de 2 millimètres d'épaisseur; à l'intérieur se trouvait un tuyau fermé aux extrémités, pour réduire l'espace où circulait l'eau. La température de la vapeur variait de 100° à 136°; et la température moyenne de l'eau, de 15° à 90°.

Les valeurs de Q furent trouvées, pour les petites vitesses, proportionnelles aux racines carrées des vitesses; pour les plus grandes, aux racines cubiques.

Le tableau VII donne le résultat des expériences.

Tableau VII. — Résultat des expériences d'Hageman, sur le réchauffement de l'eau par la vapeur.

NOMBRE des expériences	TEMPÉRATURE de la vapeur en C°	TEMPÉRATURE de l'eau		VITESSE de l'eau au mètre par seconde	Q
		arrivée	sortie		
4	100	29,1	67,1	0,116	930
11	100	49,8	67,0	0,306	1.455
32	113,3	22,2	46,2	0,612	2.120
52	119,5	36,1	55,9	0,906	2.565
17	107,5	27,2	40,1	1,525	2.970

A l'examen, les résultats des expériences précédentes présentent une grande concordance entre eux, relativement au rapport de la transmission de la chaleur à la vitesse de l'eau; mais il n'en est pas de même des valeurs absolues de Q pour les mêmes vitesses.

Ainsi, pour $v = 0^m,4$, Q fut évalué : par Nichol à 1.770 ou 2.600, selon la position du tuyau; par Ser, 2.450; par Joule, 1.300; par Hageman, 1.700.

Les expériences de Joule sont très nombreuses, de longue durée, et ont été exécutées avec les soins les plus minutieux.

Nous prendrons, dans la pratique, $k_0 = Q$, en négligeant l'influence de l'épaisseur de la paroi. Cette erreur peut être considérée comme négligi-

¹ HAGEMAN : Proc. Inst. Civ. Eng., t. LXXVII, 1884.

geable pour des tuyaux de faible épaisseur, en cuivre ou en laiton.

Pour déterminer la valeur de k' entre la paroi et l'eau, nous prendrons la valeur de k du chapitre précédent, égale à 40.000, et nous déduirons :

$$k' = 300 + 1.800 \sqrt[3]{v}.$$

Pour le calcul des appareils destinés au chauffage des liquides, on peut tirer les conclusions suivantes : pour un liquide au repos, on prendra $k_0 = 500$. Si le liquide au contact de la surface de chauffe est en mouvement, nous prendrons :

$$k_0 = 1.750 \sqrt[3]{v}.$$

En produisant, par des dispositions particulières, un mélange plus intime entre les couches du liquide, on peut prendre $k_0 = 2.000$ à 4.000 . Pour des parois épaisses, on appliquera la formule :

$$Q = \frac{k_0}{1 + k_0 \frac{e}{C}}.$$

III. — TRANSMISSION DE LA CHALEUR ENTRE DEUX LIQUIDES NON PORTÉS A L'ÉBULLITION.

Péclet cite une expérience de Lacambre, dans laquelle 12.000 litres de moût furent portés en deux heures de 100° à 22° par 20.000 litres d'eau froide, dont la température s'éleva de 18° à 65°; la surface de chauffe était de 80 m²; on en déduit $Q = 280$.

Ser¹ réalisa une série d'expériences avec l'appareil que représente la figure 4; il fit circuler, dans les tuyaux intérieur et extérieur, de l'eau avec une même vitesse. Les résultats de ces expériences sont représentés dans le tableau VIII.

Tableau VIII. — Expériences de Ser sur le refroidissement des liquides par l'eau froide.

v	Q	v	Q
0,1	753	0,6	1.800
0,15	1.030	0,7	1.920
0,2	1.265	0,8	2.025
0,3	1.480	0,9	2.150
0,4	1.585	1,0	2.260
0,5	1.690	1,1	2.400

Dans ce cas, $k = k' = 2 k_0$:

$$k = 4.400 \sqrt[3]{v}.$$

Ces valeurs sont très élevées; il serait sans doute plus exact d'employer les valeurs tirées des expériences de Joule :

$$k = 300 + 1.800 \sqrt[3]{v}.$$

Si les deux liquides ont des vitesses différentes :

$$k_0 = \frac{300}{\frac{1}{1 + 6\sqrt{v_1}} + \frac{1}{1 + 6\sqrt{v_2}}}.$$

Si l'un des liquides est au repos, la valeur de k peut être prise approximativement égale à 500; si les liquides sont en mouvement, la valeur de k peut être prise entre 2.500 et 7.000.

IV. — TRANSMISSION ENTRE DE LA VAPEUR SATURÉE OU DE L'EAU, ET DE L'AIR.

Pour l'air, k' étant très petit, nous prendrons $k = Q$.

Les résultats des expériences de Dulong et Petit ont été représentés par Péclet au moyen de la formule suivante :

$$Q = 0,552 f S z (t_1 - t_2)^{1,233};$$

en posant $k = 0,552 f (t_1 - t_2)^{0,233}$, on a :

$$Q = k S z (t_1 - t_2);$$

f est compris entre 2 et 4, et $0,552 (t_1 - t_2)^{0,233}$ entre 1 et 2. La valeur de k , pour l'air au repos, varie entre 2 et 8.

Joule a réalisé une série d'expériences avec l'appareil représenté par la figure 5; il faisait passer dans le tuyau intérieur, de la vapeur, dans le tuyau extérieur, de l'air ou de l'eau; la vitesse de l'air variait de 10 à 100 mètres.

Le coefficient de transmission croît à peu près proportionnellement à la racine carrée de la vitesse :

$$Q = k = 16 \sqrt{v},$$

Avec les mélangeurs à spirale, pour un même travail, la transmission augmente de 30 à 40 %.

Dans les expériences de Ser¹, l'appareil se composait de deux tuyaux concentriques; l'air circulait dans le tuyau intérieur en laiton mince, dont le diamètre variait de 10 à 20 millimètres et de 30 à 50 millimètres, et la vitesse de l'air, de 0,5 à 10 mètres.

La transmission était à peu près proportionnelle à la racine carrée de la vitesse de l'air, pour le tuyau de plus grand diamètre; pour le tuyau de 10 millimètres, elle était proportionnelle à la vitesse. Pour une même vitesse, l'intensité de la transmission augmenta avec le diamètre du tuyau.

Pour le tuyau de 50 millimètres : $v = 1$ mètre, $Q = 11,3$.

Ser se servit d'un deuxième appareil (fig. 6). L'eau chaude traversait des tuyaux A et B, de 200 à 250 millimètres de diamètre intérieur, et de 2^m, 6

¹ SER : *Physique industrielle*, p. 161.

¹ SER : *Physique industrielle*, p. 147.

de hauteur ; l'air circulait dans un espace limité par une enveloppe en maçonnerie ; \mathcal{Q} fut trouvé

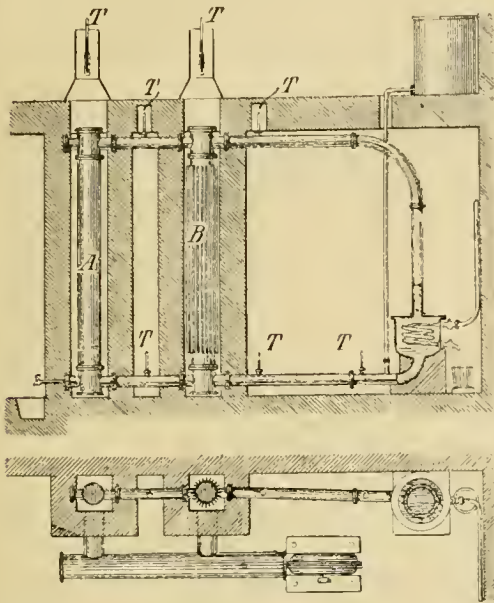


Fig. 6. — Appareil de Ser pour la mesure de la transmission de la chaleur entre l'eau chaude et l'air (coupes verticale et horizontale). — L'eau, arrivant de la chaudière située à droite, traverse les tubes A et B, le premier à paroi lisse, le second à ailettes, et réchauffe l'air environnant. T, thermomètres servant à déterminer les températures de l'eau et de l'air, d'où l'on déduit le coefficient de transmission.

proportionnel à \sqrt{v} . Pour un tuyau de fonte uni, de 8 millimètres d'épaisseur, on obtint :

$$\mathcal{Q} = 16\sqrt{v} \text{ à } 19\sqrt{v}.$$

Dans les applications, il sera préférable de

Tableau IX. — Expériences sur le réchauffement de l'eau par les gaz chauds.

NUMÉRO de l'expérience	SYSTÈME	TEMPÉRATURE des gaz chauds		TEMPÉRATURE de l'eau d'alimentation		CHALEUR transmise par mètre carré et par heure en calories	\mathcal{Q}
		Entrée	Sortie	Entrée	Sortie		
1	A	383	222	14	123	3.120	13,3
2	B	387	211	15	120	3.130	13,5
3	C	354	204,5	14	109,5	2.750	12,7
4	B	353	200	12	112	2.640	12,3
5	B	370	203	12	116	2.730	12,4
6	B	374	197	9	117	2.750	12,4
7	B	374	202	40	136	2.360	11,8
8	A	364	218	38	134	2.350	12,4
9	A	372	208	40	119	2.950	13,1
10	C	352	185	15	114	2.680	13,2

prendre pour \mathcal{Q} les valeurs trouvées dans les tuyaux étroits :

$$\mathcal{Q} = 2 + 10\sqrt{v}.$$

Dans des expériences faites sur des économiseurs, dans les établissements Green et Son, à

Wakelfrid, les appareils se composaient de 128 tuyaux verticaux, disposés en 16 rangées de 8, dans une chambre en maçonnerie.

La durée des expériences était de huit heures.

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau IX.

V. — INFLUENCE DU RAYONNEMENT SUR LA TRANSMISSION DE LA CHALEUR A TRAVERS UNE PAROI.

La quantité de chaleur rayonnée par un corps vers un autre à température moins élevée, est représentée par la formule :

$$R = zr\varphi_1 S_1 f(t_1, t_2),$$

et la chaleur transmise à travers une paroi, par la formule :

$$M = \mathcal{Q}Sz(T-t) + \mathcal{Q}\left(\frac{R_1}{k} + \frac{R_2}{k'}\right).$$

En appelant :

$$\frac{M}{Sz(T-t)}$$

le coefficient de transmission, et en le représentant par \mathcal{Q}' , nous avons :

$$\mathcal{Q}' = \mathcal{Q} + \frac{\mathcal{Q}}{Sz(T-t)}\left(\frac{R_1}{k} + \frac{R_2}{k'}\right).$$

Les premières expériences exactes sur le rayonnement ont été faites par Dulong et Petit, qui ont établi la loi du rayonnement :

$$f(t_1, t_2) = 1,0077 t_1 - 1,077 t_2.$$

D'après les expériences de Pécelet, la chaleur émise par rayonnement est donnée par la formule connue :

$$R = 500 z S_1 \varphi_1 r (1,0077 t_1 - 1,077 t_2).$$

D'après Rosetti :

$$f(t_1, t_2) = (aT_1^2 - b)(T_1 - T_2),$$

T_1 et T_2 étant les températures absolues, a et b des constantes :

$$a = 0,0000033513$$

$$b = 0,0637$$

D'après les expériences de Pécelet :

$$R = 0,55 z S_1 \varphi_1 r \left[\left(\frac{T_1}{100}\right)^2 - 1,9 \right] (T_1 - T_2).$$

D'après Stefan⁴ :

$$f(t_1, t_2) = T_1^4 - T_2^4,$$

d'où :

$$R = 4,33 z S_1 \varphi_1 r \left[\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4 \right].$$

Pour de faibles températures, t_1 ne dépassant pas

⁴ STEFAN : Wiener Berichte, n° 79, 1879.

290°, les trois formules donnent sensiblement le même résultat.

Pour les températures élevées, la loi de Dulong et Petit donne des résultats trop forts: la loi de Stéfan semble être la plus exacte.

La loi de Dulong et Petit a été généralement appliquée jusqu'à ce jour, dans la pratique. Nous emploierons de préférence la formule de Rosetti, facile à calculer, en modifiant légèrement les constantes.

VI. — TRANSMISSION DE LA CHALEUR PAR CONVECTION ET RAYONNEMENT.

D'après Pécelet, Clément, Desormes et Ser, avec des récipients ouverts, contenant de l'eau et un foyer actif, on peut vaporiser 100 kilos par mètre carré et par heure; en évaluant la température de la flamme à 1000°, on trouve que la valeur de $Q = 60$.

Geoffroy¹ a réalisé, sur la boîte à feu d'une locomotive de la Compagnie du Nord, une série d'expériences dont les résultats sont représentés dans le tableau X.

Tableau X. — Expériences de Geoffroy sur la transmission de la chaleur par convection et rayonnement.

COMBUSTIBLE	EAU VAPORISÉE par heure et par mètre carré de surface de chauffage direct	Q Chaleur transmise
Coke.	125 kilos	62.400
Briquettes 1	170	85.060
Briquettes 2	180	90.000

Dans les expériences de Witz², exécutées avec un vase ouvert (les résultats sont indiqués dans le tableau XI, l'eau fut versée (expériences f et g) d'une manière continue sur la plaque chauffée au rouge.

Les expériences de Blechynden³ furent réalisées avec l'appareil que représente la figure 7, de diamètre intérieur égal à 250 millimètres, hauteur 300 millimètres; les températures étaient mesurées, en A et B, au moyen d'un pyromètre Siemens.

On expérimenta cinq plaques de fer Siemens-Martin, dont on fit varier l'épaisseur, ainsi que la température des gaz de 300° à 800°.

Blechynden établit que la transmission de la chaleur est proportionnelle au carré de la diffé-

rence des températures entre les gaz chauds et l'eau :

$$\frac{M}{S \cdot (t_1 - t_2)^2} = \mu = \text{constante};$$

μ est appelé le module de transmission; il déter-

Tableau XI. — Expériences de M. Witz sur la transmission de la chaleur par convection et rayonnement.

	TEMPÉRATURE de l'eau d'alimentation en Co	EAU vaporisée par heure et par mètre carré de surface de chauffe.
a. 7 brûleurs Bunsen	15°	63 kil.
b. 7 — et une soufflerie.	16	178
c. 7 — et un chalumeau.	18	202
d. 7 — soufflerie et trois chalumeaux.	19	264
e. Coke et soufflerie	19	434
f. 7 becs Bunsen, une soufflerie et un chalumeau.	14	665
g. Coke et soufflerie	90	1.000

mina la température t_1' au-dessus de la grille, et calcula un second module :

$$\mu' = \frac{M}{S \cdot (t_1' - t_2) (t_1 - t_2)},$$

qui fut également trouvé constant; enfin :

$$\frac{M}{S \cdot (t_1' - t_2)^2} = \mu'' = \mu' \left(\frac{\mu'}{\mu} \right).$$

En examinant les résultats des expériences de Blechynden, nous constatons, pour la plaque A, dont l'épaisseur varie de 30^{mm},2 à 3^{mm},2 que la transmission augmente de 50 %₀, ce qui est en contradiction avec les expériences connues.

Dans une deuxième série d'expériences, Blechynden indique, pour un même état de la surface et pour des épaisseurs égales, que le cuivre et le fer laissent passer la même quantité de chaleur; on trouve pour une surface nette des deux métaux :

$$\mu' = 0,097;$$

si les surfaces sont re-

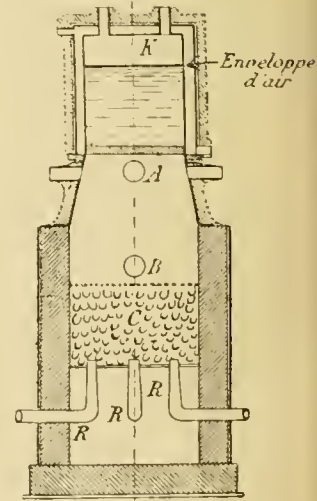


Fig. 7. — Appareil de Blechynden pour la mesure de la transmission de la chaleur par convection et rayonnement. — R, brûleurs; C, couche d'asbeste; B, ouverture pour prendre la température; A, sortie des gaz chauds; K, chaudière entourée d'une enveloppe d'air. Le coefficient de transmission se déduit des températures du foyer et de la chaudière.

¹ GEOFFROY : Ser, *Physique industrielle*, p. 561.

² WITZ : *Comp. rend.*, 1892.

³ BLECHYNDEN : *Proc. Inst. Nav. Arch.*, 1894, et *Engineer*, 1893, t. II, p. 98.

couvertes d'un dépôt produit par les fumées : $\mu' = 0,158$.

Tableau XII. — Expériences de Blechynden sur la transmission de la chaleur à travers des plaques métalliques.

PLAQUES	ÉPAISSEUR	μ	μ'	$\frac{\mu'}{\mu}$
A	30mm,2	0,136	»	»
»	19,1	0,155	»	»
»	14,3	0,186	»	»
»	6,4	0,202	»	»
»	3,2	0,210	»	»
B	11,9	0,210	»	»
»	9,5	0,215	»	»
»	6,4	0,226	»	»
»	4,0	0,229	0,181	0,79
C	20,6	0,160	—	—
D	12,7	0,208	0,153	0,74
E	30,2	0,125	0,085	0,68
»	4,8	0,168	0,125	0,75

Le cuivre conserve plus longtemps sa surface nette que le fer, qui s'oxyde très rapidement.

Le résultat des expériences de Blechynden est représenté dans le tableau XII.

Tableau XIII. — Expériences du Physikalisch-Technischer Reichsanstalt sur la transmission de la chaleur.

TEMPÉRATURE t_1 prise à 40mm au-dessous de la plaque en C°	CHALEUR transmise par heure en calories	$Q' = \frac{20,4 \times q}{t_1 - 100}$	$\mu = \frac{Q'}{t_1 - 100}$
(a) ÉPAISSEUR DE LA PLAQUE, 30mm,5.			
374	391	44,0	0,160
433	795	48,8	0,147
468	1.010	56,1	0,152
480	1.040	56,9	0,147
489	1.171	61,5	0,158
561	1.434	64,3	0,140
628	1.769	68,4	0,129
654	2.013	74,1	0,134
674	2.304	81,9	0,143
(b) ÉPAISSEUR DE LA PLAQUE, 10mm,5.			
316	424	35,5	0,144
406	636	42,5	0,139
484	995	52,8	0,138
603	1.630	66,1	0,131
(c) ÉPAISSEUR DE LA PLAQUE, 7mm,5.			
308	314	30,8	0,148
409	661	43,7	0,141
503	1.165	59,0	0,146
517	1.098	53,7	0,129
573	1.578	68,2	0,144
(d) ÉPAISSEUR DE LA PLAQUE, 5mm,4.			
319	338	31,4	0,143
418	634	40,6	0,128
489	1.027	52,6	0,132
606	1.835	74,0	0,146

Les expériences du *Physikalisch-Technischer Reichsanstalt*⁴ ont été exécutées avec un appareil identique au précédent; la température était mesurée avec un couple thermo-électrique à 40 millimètres au-dessous du milieu de la plaque, et en même temps au-dessus de la grille; les plaques avaient un diamètre de 250 millimètres.

Dans quelques expériences, les plaques furent

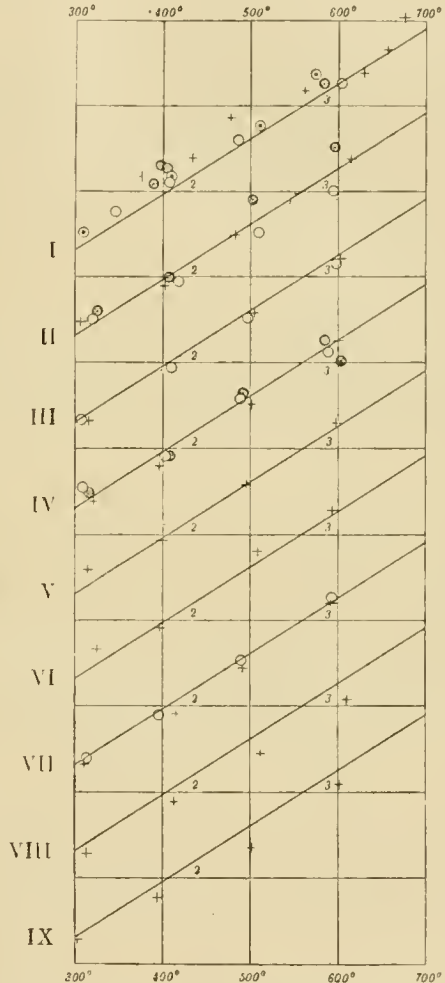


Fig. 8. — Résultats des expériences du *Physikalisch-Technischer Reichsanstalt* sur la transmission de la chaleur à travers les plaques métalliques. — On a porté en abscisse la température t_1 prise à 40 mm. au-dessous de la plaque et en ordonnée la valeur du coefficient Q' . Les différents signes indiquent la nature des différentes plaques.

I, II, III, en fer fondu Siemens-Martin, de Borsig.
IV, V, VI, en fer forgé.
VII, VIII, IX, en fer fondu Siemens-Martin, de la fonderie impériale de Kiel.

recouvertes d'un dépôt de ciment de 5 à 8 millimètres. Les résultats des expériences sont représentés dans le tableau XIII.

La figure 8 représente graphiquement les résultats des expériences; t_1 est porté en abscisse, et le

⁴ Reichsanstalt : *Compte rendu* du 1^{er} avril 1895 jusqu'au 1^{er} février 1896.

coefficient \mathcal{Q}' en ordonnée; la figure montre que l'épaisseur des plaques est sans influence sur la valeur de \mathcal{Q}' , et il en est de même de l'état de la surface du côté de l'eau.

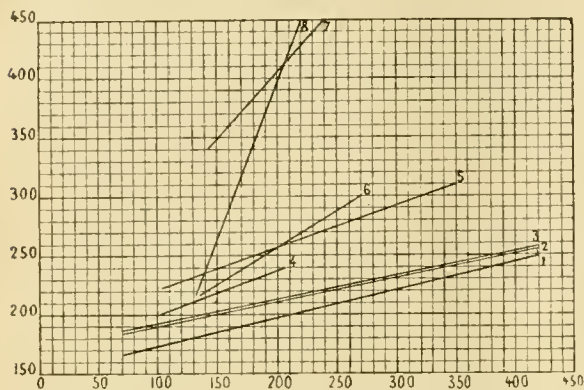


Fig. 9. — Résultats des expériences de Hirsch, sur la vaporisation dans un générateur. — On a porté en ordonnées la température en degrés C et en abscisse le poids d'eau en kilos vaporisée par heure et par mètre carré. Les lignes ont la signification suivante: 1, fond ordinaire, eau distillée; 2, augmentation d'épaisseur du fond de 2 millimètres; 3, augmentation de 5 millimètres; 4, fond avec incrustation de 1 mm.; 5, double fond soudé; 6, fond avec couche d'oléonaphte; 7, fond avec incrustation de 5 mm.; 8, double fond avec un millimètre de talc entre les deux plaques.

La couche d'huile ou le dépôt qui peut se former sur les plaques n'exercent qu'une influence peu sensible.

Les expérimentateurs ont enfin établi, par des expériences particulières, que la transmission de

Tableau XIV. — Expériences de M. J. Hirsch sur la vaporisation dans un générateur.

DÉSIGNATION de l'expérience	CHARBON dépensé par heure et m ² de surface de grille	QUANTITÉ D'EAU PORTÉE DE 0° A 100° et vaporisée en kilos par m ² et par heure		
		Chaudière	Chaudière et réchauffeurs	Surface de chauffe directe
Aa'.	80	47,51	11,75	125
Aa				102
Ca	140	66,66	16,50	143
Ca'.				135
Da	143	63,63	15,75	180
Ea				245
Ea'.	182	83,83	20,62	159
Fa				172
Fa'.	196	92,42	22,87	184
Ha				245
Ha'.	196	94,22	23,63	203
Ga				145
Ga'.	233	81,81	20,23	131
Ja				213
Ja'.	238	94,54	23,40	161

chaleur croît d'une façon marquée avec la vitesse de circulation des gaz chauds.

Les expériences de J. Hirsch¹ ont été réalisées

¹ J. HIRSCH : *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers* Ser., t. II, p. 216.

sur un générateur de vapeur, dans le but de déterminer quel était le maximum de vaporisation par mètre carré de surface de chauffe directe, et par heure.

Dans une deuxième série d'expériences, il passa en revue les différentes causes qui, dans la pratique, peuvent occasionner un échauffement dangereux des tôles: il examina l'influence d'incrustations de 1 à 5 millimètres d'épaisseur, d'une couche de matière grasse, et de la doublure des tôles.

Par interposition d'une couche de talc entre les tôles, la température a dû dépasser 450°. Les résultats des expériences sont représentés graphiquement par la figure 9 et le tableau XIV.

Des expériences ont été exécutées par Durston¹, mais la quantité de chaleur transmise n'a été évaluée que dans peu de cas.

VII. — TRANSMISSION DE LA CHALEUR DE L'EAU OU DE LA VAPEUR, A TRAVERS UNE PAROI MÉTALLIQUE, A DE L'AIR CONTENU DANS UN ESPACE CLOS.

Nous prendrons la formule générale :

$$\mathcal{Q}' = \mathcal{Q} + \frac{\mathcal{Q}}{S_2(T-t)} \left(\frac{R_1}{k} + \frac{R_2}{k'} \right),$$

dans laquelle nous poserons pour le cas actuel :

$$R_1 = 0 \quad k' = \mathcal{Q} \quad R = \theta_1 = \theta_2.$$

θ_1 et θ_2 sont les températures des faces de la paroi.

Nous calculerons R_2 par la formule de Rosetti, prise sous sa première forme, pour un tuyau seul :

$$\mathcal{Q}' = \mathcal{Q} + \frac{R_2}{S_2(t_1 - t_2)},$$

$$R_2 = 0,5 S_2 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^2 - 1,9 \right] (t_1 - t_2),$$

$$\mathcal{Q}' = \mathcal{Q} + 0,5 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^2 - 1,9 \right],$$

En posant :

$$\begin{aligned} t_1 &= 100 \\ t_2 &= 20 \\ \mathcal{Q} &= 4 \text{ pour l'air au repos,} \\ \mathcal{Q}' &= 10. \end{aligned}$$

La transmission sera de $80 \times 10 = 800$ calories, ce qui est conforme à la pratique.

VIII. — TRANSMISSION DE CHALEUR PAR LA SURFACE DE CHAUFFE DIRECTE D'UN GÉNÉRATEUR A FOYER INTÉRIEUR.

En représentant par S la surface de chauffe directe; S_1 , la surface de la grille; T_1 , la température absolue des gaz chauds; t_2 , température de l'eau dans la chaudière :

¹ DURSTON : *Revue industrielle*, p. 221, 1893.

$$\theta_1 = \theta_2 = t_2 \quad R_2 = 0$$

$$\mathcal{Q}' = \mathcal{Q} + \frac{R_1}{S_2 (t_1 - t_2)}$$

Calculons R_1 par la formule de Rosetti, prise sous sa deuxième forme :

$$R_1 = 0,75 \varphi_1 S_1 z \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^2 - 10 \right] (T_1 - T_2)$$

$$T_2 = \theta_1 + 273 = t_2 + 273.$$

Comme tous les rayons émis par la surface de la grille sont absorbés par la surface de chauffe, nous poserons $\varphi_1 = 1$.

$$R_1 = 0,75 S_1 z \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^2 - 10 \right] (t_1 - t_2)$$

$$\mathcal{Q}' = \mathcal{Q} + 0,75 \frac{S_1}{S} \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^2 - 10 \right].$$

La température de combustion t_1 dépend de la quantité de combustible brûlée par mètre carré de grille, de la puissance calorique du combustible, de la quantité d'air employée, du rayonnement R_1 , et de l'activité de la combustion.

\mathcal{Q} dépend de la vitesse des gaz chauds, et peut être pris sensiblement proportionnel à la racine carrée de la vitesse; cette dernière est proportionnelle au poids de combustible brûlé par mètre carré de grille, et au poids d'air employé pour la combustion; nous prendrons :

$$\mathcal{Q} = 2 + 2\sqrt{P}.$$

P , poids de combustible brûlé par mètre carré de grille et par heure.

Les résultats obtenus pour \mathcal{Q}' concordent avec les expériences de Geoffroy.

IX. — TRANSMISSION DE LA CHALEUR PAR LA SURFACE DIRECTE DE CHAUFFE D'UN GÉNÉRATEUR A FOYER EXTÉRIEUR.

En appliquant les formules du rayonnement à ce deuxième cas, \mathcal{Q}' est représenté par la formule :

$$\mathcal{Q}' = \mathcal{Q} + C \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^2 - 10 \right].$$

C varie de 0,4 à 0,6.

Pour nous rendre compte du degré d'approximation de cette formule, nous allons la vérifier avec les résultats des expériences de Blechynden et du *Physikalisch Technischer Reichsanstalt*; en calculant μ , μ' ou μ'' , posons $C = 0,5$; $\mathcal{Q} = 10$ pour une première vérification, et ensuite $\mathcal{Q} = 20$.

$$\mu'' = \frac{\mathcal{Q}'}{t_1 - t_2}.$$

Les nombres du tableau XV montrent une concordance parfaite avec les résultats des expé-

Tableau XV.

T ₁	t ₁	t ₁ - t ₂ t ₂ = 100	μ'' = $\frac{\mathcal{Q}'}{t_1 - t_2}$	
			Q = 10	Q = 20
1.200	1.027	927	0,096	0,107
1.300	927	827	0,093	0,105
1.100	827	727	0,090	0,104
1.000	727	627	0,088	0,104
900	627	527	0,086	0,105
800	527	427	0,087	0,110
700	427	327	0,090	0,120

riences de Blechynden; la valeur moyenne de μ'' correspondrait à celle calculée avec $\mathcal{Q} = 20$.

Pour le cas de la transmission des gaz chauds à travers un carneau limité par une paroi métallique et de la maçonnerie, on établit la formule :

$$\mathcal{Q}' = \mathcal{Q} + \mathcal{Q} \frac{S_1}{S} (0,2 \sqrt{T_1} - 0,8) + 4.$$

S_1 , surface de la maçonnerie; S , surface de la paroi métallique.

Cette formule montre clairement l'influence du rayonnement pour des appareils entourés de maçonnerie.

F. Dommer,

Professeur à l'Ecole de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Bianchi (Luigi). — *Vorlesungen über Differentialgeometrie*. (Traduction allemande de M. MAX LUKAT), II^e partie. — 1 vol. in-8° de 192 pages. (Prix: 8 fr. 25.) B.-G. Teubner, éditeur, Leipzig, 1899.

Le deuxième fascicule de l'édition allemande de la *Géométrie différentielle* de M. Bianchi comprend les chapitres xiii à xx.

Le chapitre xiii contient l'étude des congruences de cercles possédant une famille de surfaces orthogonales, c'est-à-dire l'étude des *systèmes cycliques*, selon la dénomination de Ribaucour, qui en a établi les propriétés fondamentales.

Les deux chapitres suivants sont consacrés aux *surfaces minima* et au problème de Plateau. Après avoir signalé brièvement les différentes méthodes, dans leur ordre historique, M. Bianchi expose celle de Weierstrass. Au point de vue des applications, les formules de Weierstrass sont, en effet, les plus commodes. L'auteur les applique à la détermination des surfaces minima algébriques; puis il étudie successivement les surfaces minima associées à une surface donnée, la surface adjointe découverte par Os. Bonnet, et la surface minima d'Enneper, dont M. Darboux a donné un mode de génération très remarquable.

Le problème de Plateau consiste, comme on sait, à déterminer la portion de surface minima limitée par un contour fermé donné. Il a été résolu expérimentalement par le physicien Plateau; mais l'analyse mathématique n'a pu, jusqu'ici, obtenir la solution générale que dans un nombre limité de cas. Dans son exposé, l'auteur se borne à l'examen des cas les plus simples, parmi lesquels il convient de citer celui où le contour est formé de lignes droites, tandis que pour une étude plus générale, il renvoie le lecteur au traité de M. Darboux.

Vient ensuite un domaine très important dans lequel on doit à M. Bianchi des résultats remarquables. C'est l'étude des *surfaces à courbure constante*, exposée dans les chapitres xvi et xvii. Elle débute par un aperçu rapide de Géométrie pseudosphérique ou Géométrie des surfaces à courbure constante négative; la méthode suivie repose sur la représentation conforme d'une surface pseudosphérique sur le demi-plan, d'après les considérations adoptées par MM. Klein et Poincaré dans leur théorie des fonctions automorphes (fuchsienues). On se trouve ainsi conduit à quelques remarques sur la Géométrie non euclidienne et à la représentation géodésique d'après Beltrami. Sont étudiées ensuite les transformations de Bäcklund, Lie et Bianchi.

La dernière partie de ce fascicule comprend les propriétés fondamentales de la *théorie des systèmes triples orthogonaux*. L'auteur présente d'abord les théorèmes les plus importants d'après les travaux de Dupin, Lamé, Darboux, Combescure et d'autres; il les applique ensuite à l'étude de quelques systèmes particuliers, parmi lesquels il y a lieu de citer les systèmes cycliques de Ribaucour et les systèmes composés de quadriques.

H. FEHR.

Privat-docent à l'Université de Genève.

Battermann H., *Astronome à l'Observatoire de Berlin*. — *Resultate aus den Polhöhenbestimmungen in Berlin ausgeführt in den Jahren 1891 und 1892*. — 1 brochure in-4° de 45 pages. Publication du Central-bureau der internationalen Erdmessung. G. Reimer, éditeur, Berlin, 1899.

2° Sciences physiques

Gautier (Armand), de l'Institut, Professeur de Chimie à la Faculté de Médecine de Paris, et **Albahary** (J.). — *Cent vingt exercices de Chimie pratique*. — 1 vol. in-16° de 212 pages avec figures. (Prix, cartonné: 3 fr.). G. Masson et C^{ie}, éditeurs, Paris, 1899.

Voici un petit livre qui rendra de grands services à tous ceux (et le nombre en est grand) qui sont appelés, par devoir ou incidemment, à effectuer des manipulations chimiques.

Des deux auteurs qui ont collaboré à cet excellent précis, l'un est trop connu pour qu'il soit nécessaire de le présenter, l'autre est couvert de l'autorité des deux maîtres dont il a été l'élève, Emile Fischer et Armand Gautier.

Comme l'indique la préface, ce petit volume n'est pas tout à fait destiné aux débutants: il sera plus particulièrement utile à ceux qui, déjà un peu dégrossis, voudront perfectionner leur éducation chimique et acquérir une habitude des travaux de laboratoire devenue aujourd'hui indispensable pour d'autres que pour des chimistes professionnels.

Chaque manipulation est l'objet d'une description minutieuse et précise, puisée aux sources les plus autorisées et comprenant les appareils, les produits, les opérations nécessaires, sans négliger les renseignements bibliographiques que l'élève désire souvent consulter pour parfaire son instruction.

Les auteurs ont observé une gradation bien ménagée dans leur exposition: au début, quelques manipulations bien choisies de Chimie minérale, auxquelles font suite, comme il convient, un nombre beaucoup plus considérable d'exercices empruntés au domaine de la Chimie organique. Nous relevons, dans cette catégorie, les préparations, pouvant servir de types, d'un grand nombre de corps (acétylène, bromure d'éthylène, glycol, aldéhyde, iodure d'allyle, acétoxime, acide cyanhydrique, thiophène, furfurole, triphénylméthane, paraphénylène-diamine, colorants d'aniline, etc., etc.).

Une dernière partie est consacrée à la Chimie biologique et nous y voyons figurer la préparation du glycogène, des acides lactiques du muscle, des acides urique et hippurique, des corps xanthiques, de l'urée, des lécithines, de plusieurs substances protéiques, de l'hémoglobine, de l'iodothyroïne, etc. Ajoutons encore: l'essai d'une pepsine et quelques indications sur la récolte et la numération des microbes de l'air.

Un tel aperçu montre tout l'intérêt du nouveau livre de MM. Gautier et Albahary et tout le fruit que peuvent en retirer tous ceux dont les travaux touchent de près ou de loin à la Chimie.

L. HUGOUNEQ,
Professeur de Chimie
à la Faculté de Médecine de Lyon.

Ellrott (Jean), *Professeur à l'Université Nouvelle, Directeur de l'Institut des Fermentations, à Bruxelles*. — *Les Enzymes et leurs applications*. — 1 vol. in-8°, de 372 pages. (Prix: cartonné, 9 fr.) G. Carré et C. Naud, éditeurs, 3, rue Racine, Paris, 1899.

Les *enzymes*, diastases ou ferments solubles, sont des substances encore mystérieuses, dont les propriétés et la composition chimique se confondent presque avec celles du protoplasme, qui sont, en même temps que lui, créées par la cellule ou le microbe, qui hydratent, dédoublent, oxydent, réduisent les substances qui leur sont présentées, sans que nous puissions nous rendre un compte exact de leur action, et mettre en parallèle

le poids de la substance active et celui des matériaux attaqués ou détruits.

L'étude de ces substances passionne le chimiste et le physiologiste; car elle seule paraît capable, aujourd'hui, de nous faire comprendre quelque peu les phénomènes qui président à la vie.

C'est principalement en France que ces ferments solubles ont été étudiés; Dubrunfaut, puis Payen, reprenant une observation de Kirchoff, découvrirent le premier de ces ferments vitaux, la diastase proprement dite, ou *amylase*, qui saccharifie l'amidon; M. Berthelot isola la *sucrase*, qui transforme le saccharose en dextrose et lévulose, et dont la présence dans la levure de bière avait été soupçonnée par Döbereiner et Mitscherlich, sucrase étudiée depuis d'une façon si complète par M. Fernbach; M. Duclaux sut montrer que la *casease* solubilise la caséine du fromage qui mûrit; Frémy étudia la formation des gélées végétales, indiqua le rôle de la *pectase*, que précisèrent plus tard MM. Bertrand et Malleve. Les ferments solubles oxydants, les *oxydases*, dont les propriétés nous font comprendre les phénomènes de combustion chez les végétaux et les animaux, évoquent les noms de chimistes français, de M. Lindet, qui, en 1893, constata leur présence dans la pomme à cidre; de M. Bertrand, qui sut, en étudiant la *laccase* de l'arbre à laque, définir, par des expériences concluantes, le mode d'action de ces ferments solubles; de M. Bourquelot, qui suivit l'oxydation de certains champignons; de M. Guirand, de M. Laborde, de M. Lagatu, qui expliquèrent, par une oxydation biologique, le phénomène de la casse des vins, et de M. Bouffard, qui indiqua les moyens de combattre cette maladie; de MM. Bouffard, Martinand, Cazeneuve, qui fondèrent sur la présence de l'oxydase dans le moût de raisins un nouveau procédé de vinification; de M. Boutroux, qui rencontra une nouvelle oxydase dans la farine bise; de M. Jaquet, qui rechercha, en 1892, dans le sang l'oxydase qui préside à nos combustions respiratoires. Dans un autre ordre d'idées, M. le Dr Harriot découvrit une lipase capable de saponifier les éthers gras. M. Rey-Pailhade étudia les *phylolithions* ou diastases désoxydantes. Enfin, quand on apprit, récemment, qu'en Allemagne le Dr Büschner avait su extraire de la levure une *zymase* capable de transformer le sucre en alcool et acide carbonique, on se rappela que M. Berthelot avait, le premier, et contre les idées de Pasteur, affirmé l'existence d'un ferment soluble, sécrété par la levure, et possédant les propriétés qu'on prêtait d'ordinaire à celle-ci.

J'ai tenu, dans cet article, à préciser le rôle de la science française dans l'étude des ferments solubles; c'est un point de vue qui mérite, je pense, d'être signalé. Ajoutez aux travaux que j'ai énumérés, les études, souvent remarquables, publiées à l'étranger sur les mêmes sujets par O'Sullivan, Kjeldahl, Brown et Morris, etc., et vous connaîtrez les matières traitées dans le volume de M. Effront.

Le savant belge a cependant donné à son étude une orientation industrielle qui répond bien aux préoccupations ordinaires de l'auteur. Créateur de l'Institut des fermentations, où viennent s'instruire les futurs distillateurs et brasseurs du monde entier, mêlé aux intérêts industriels par sa découverte des avantages que présente l'acide fluorhydrique en distillerie, il a voulu que l'étude des Enzymes ne parût pas une simple étude biologique, et, il a consacré un certain nombre de chapitres aux applications de cette nouvelle science, à la brasserie, à la distillerie par la levure et par les Mucédinées, à la fermentation des mélasses, à l'analyse industrielle du malt, etc.

La lecture du livre de M. Effront est de ce fait devenue attrayante; car elle permet de comprendre comment les industriels, soucieux d'utiliser les découvertes que la science pure leur apporte, doivent organiser leur travail pour en profiter au mieux de leurs intérêts.

L. LINDET,

Professeur à l'Institut Agronomique.

3° Sciences naturelles

Wauters (A.-J.). — L'Etat indépendant du Congo.
— Un vol. in-8° de 525 pages avec une carte. Falk fils, éditeur, 15, rue du Parchemin. Bruxelles, 1899.

Personne n'était mieux qualifié que M. A.-J. Wauters pour entreprendre d'écrire une monographie de l'Etat indépendant du Congo. Il a assisté et contribué à sa formation, et, depuis quinze ans, il en suit les progrès au jour le jour, tant comme directeur du *Mouvement géographique* qu'en qualité de secrétaire général de plusieurs sociétés coloniales. Il a lu, étudié, commenté tous les documents relatifs au Congo. Il a eu la primeur de maint récit de voyage. Il était donc bien préparé à écrire ce livre.

Les prétentions en sont d'ailleurs modestes. C'est, dit l'auteur, un simple précis à l'usage des professeurs et des jeunes gens. L'ouvrage tient ce que promet la préface: il est clair, exact et sobre. Il est divisé en cinq parties: historique, géographie physique, ethnographie, situation économique, organisation politique.

L'auteur montre très habilement comment s'est constitué cet Etat si étrange, unique dans le monde d'aujourd'hui et ne pouvant se réclamer non plus d'aucun prédécesseur dans l'histoire, qu'est l'Etat indépendant du Congo. MM. Cornet, Lancaster, Jullien ont prêté leur concours à M. Wauters pour les chapitres relatifs à la géologie, au climat et aux conditions sanitaires. Le chapitre relatif à l'hydrographie (un des meilleurs du livre) lui est, au contraire, bien personnel, et sa théorie, qui tend à substituer, comme tronc du Congo, le Kamolondo au Tchambezi, est originale. La troisième partie contient beaucoup de détails curieux sur les populations indigènes, leurs mœurs, leur répartition. Dans celle qui est intitulée: « La situation économique », on lira certainement en France, avec un intérêt particulier, ce qui a trait au chemin de fer de Matadi au Stanley Pool.

La matière de ce livre est constituée par des milliers de faits, et il faut admirer la précision avec laquelle l'auteur les rapporte. C'est à peine si de-ci, de-là, nous avons relevé quelques inexactitudes. Page 43, pourquoi M. Wauters donne-t-il encore la version officielle, mais fautive, des motifs pour lesquels Stanley a entrepris son expédition de 1887? Il sait très bien cependant que s'il y avait un homme au monde qui fût indifférent à Stanley, c'était bien Emin Pacha, et que, sous des apparences philanthropiques, se dissimulait une affaire commerciale engagée par la société William Mac Kinnon and Co. Page 76, Abdullah ne se donnait pas pour un « nouveau Mahdi », mais pour le « calife » du Mahdi, Mohammed Ahmed, ce qui n'est pas du tout la même chose. Page 77, le traité anglo-congolais n'est pas du 14 mai, mais du 12 mai 1894. Page 429, l'insurrection militaire égyptienne fomentée par Arabi Pacha n'a pas eu lieu en 1880, mais en 1882. Page 70, pourquoi introduire dans la langue française le barbarisme *entièrement*, alors qu'elle possède le mot *ensemble*?

La bibliographie laisse quelque peu à désirer; elle manque de précision. La date de la publication des ouvrages fait très souvent défaut. Fréquemment on se demande si telle étude citée a paru sous la forme d'un livre à part, ou dans un recueil périodique. — Malgré ces légers défauts, l'ouvrage de M. Wauters est un bon livre, qu'on lira avec fruit, et tel que nous voudrions en posséder seulement de pareils sur le Soudan et sur le Congo français.

HENRI DERÉAIN,
Docteur ès lettres.

Lécaillon (Albert), Répétiteur au Collège Rollin. — Recherches sur l'œuf et sur le développement embryonnaire de quelques Chrysomélides. (*These de la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 vol. in-8° de 232 pages avec 4 planches. A. Désiré, imprimeur, 25, rue Buffault. Paris, 1899.

Les types étudiés dans ce travail sont: *Clytra laviuscula* Ratzb., *Gastrophysa raphani* Herbsl., *Chrysomela*

menthastri Suffr., *Lina populi* L., *Lina tremulæ* Fabr. et *Agelastica alni* L. La première espèce surtout est l'objet de recherches très étendues, tant au point de vue de l'œuf qu'au point de vue du développement embryonnaire.

L'auteur passe d'abord en revue les nombreux mémoires publiés sur l'embryogénie des Insectes et constate que la question des feuilletts germinatifs de ces animaux est très controversée. Il expose ensuite les procédés techniques qu'il a suivis dans ses recherches, et entre dans quelques considérations sur la manière dont se fait la ponte des œufs, et sur les conditions de milieu dans lesquelles ces derniers sont astreints à se transformer en embryons.

Les enveloppes ovulaires, chez les espèces étudiées, sont au nombre de trois : la *membrane vitelline* sécrétée par l'œuf lui-même, le *chorion* sécrété par l'épithélium folliculaire, et l'*épichorion* ayant des origines diverses. Au point de vue chimique, la membrane vitelline et le chorion paraissent différer de la chitine normale.

Quant à l'épichorion, il est formé, chez les cinq dernières espèces citées plus haut, par une matière sécrétée dans l'oviducte; il conserve une consistance plus ou moins visqueuse.

Chez le *Clytralavivuscula*, l'épichorion est beaucoup plus compliqué; il est formé de matières excrémentielles mélangées avec le produit de la sécrétion d'une glande anale très développée. Au moment de la ponte, chaque œuf est entouré de son épichorion spécial, dont le mode de construction, décrit par l'auteur, est assez compliqué.

Passant au développement embryonnaire, l'auteur examine successivement la formation des trois feuilletts germinatifs et le mode d'évolution de chacun d'eux.

L'ectoderme et l'endoderme de l'œuf se forment pendant la segmentation. Cette segmentation, contrairement à ce qui est généralement adopté, ne mérite pas le nom de *segmentation superficielle*, mais celui de *segmentation intravitelline*. Au début, on trouve, dans le voisinage du centre de l'œuf, un noyau entouré d'une couche protoplasmique propre, sans membrane d'enveloppe; c'est la première cellule de segmentation. Celle-ci se multiplie ensuite par division indirecte, et les cellules filles se répandent dans l'intérieur de l'œuf entre les globules deutolécithiques, tout en se multipliant elles-mêmes. Certaines cellules de segmentation gagnent la superficie de l'œuf, auquel elles viennent constituer une enveloppe cellulaire qui est l'*ectoderme*. D'autres cellules de segmentation restent disséminées dans l'intérieur de l'œuf et représentent l'*endoderme*. Les premières cellules ectodermiques qui arrivent au pôle postérieur de l'œuf, s'en détachent pour se placer entre la membrane vitelline et la surface ovulaire; ce sont les *cellules sexuelles*. Vers la fin de la segmentation, les cellules endodermiques commencent à se multiplier par *division directe*, ce qui est un signe avant-coureur d'une prochaine dégénérescence. Lorsque la segmentation est terminée, les stades *blastula* et *gastrula* sont déjà atteints ou dépassés; il n'y a donc pas, chez les Insectes, de *gastrula* typique (Archigastrula).

Le mésoderme se forme aussitôt après la fin de la segmentation; il provient de l'*ectoderme* et apparaît ordinairement sur le milieu de la future face ventrale de l'embryon; il se forme par invagination de l'ectoderme ou par un mode de formation abrégé qui dérive du processus d'invagination.

L'endoderme évolue d'une façon tout à fait spéciale. Les cellules qui le constituent restent disséminées entre les globules deutolécithiques qu'elles digèrent peu à peu; on remarque qu'elles se rendent en grand nombre dans le voisinage immédiat des régions embryonnaires, dont la croissance est active. Elles présentent en outre, peu à peu, des caractères de dégénérescence qui augmentent graduellement, de sorte que leur rôle est terminé quand l'éclosion arrive; elles ne prennent pas part à la formation de l'épithélium de l'intestin moyen.

L'ectoderme, comme conséquence de l'anomalie offerte par l'évolution de l'endoderme, offre cette particularité remarquable de donner naissance au tube digestif tout entier, y compris l'épithélium du mésentéron. Cet épithélium provient de lames cellulaires qui naissent des parois du proctodæum et du stomodæum, et qui finissent par former un sac clos autour du vitellus de l'œuf. On ne peut leur accorder la signification d'un endoderme, car elles se produisent à un stade trop avancé du développement embryonnaire; en outre, comme l'a montré M. Heymons, elles ne se produisent pas chez quelques insectes inférieurs (Thysanoures, Libellulides), où les cellules, mentionnées plus haut comme représentant l'endoderme, finissent au contraire par constituer l'épithélium de l'intestin moyen.

Quant à l'évolution du mésoderme, elle ne présente aucune anomalie.

Les deux phénomènes précédents : dégénérescence de l'endoderme et origine ectodermique de l'intestin moyen, ont été suivis par M. Lécaillon avec une rigueur remarquable et on ne saurait plus, après son travail, contester leur réalité. Ce résultat, qui est de premier ordre, sera certainement estimé par les zoologistes, car il justifie les observations et les conjectures qu'avait antérieurement faites M. Heymons dans un travail sur le développement des Orthoptères. La théorie classique de M. Kowalewsky sur l'origine endodermique de l'intestin moyen des Insectes semble avoir vécu, ou du moins, comme l'a observé M. Heymons, n'est plus de mise qu'avec les formes primitives de la classe, les Thysanoures et les Libellules. Je tiens à faire observer, toutefois, que les différences entre la théorie ancienne et les observations nouvelles, résident plus dans la forme que dans le fond, au moins en ce qui concerne l'endoderme. On savait depuis longtemps que les cellules vitellines des Insectes supérieurs ne prennent aucune part à la formation de l'intestin moyen. Sur ce point, le mérite de M. Lécaillon, comme celui de M. Heymons, a été d'établir que ces cellules vitellines forment bien, en réalité, l'endoderme de l'animal.

En terminant, l'auteur se demande si les faits particuliers offerts par le développement embryonnaire des Insectes sont suffisants pour faire rejeter, comme le voudrait M. Heymons, la théorie des feuilletts germinatifs des métazoaires. Remarquant que, d'une part, l'anomalie de l'évolution de l'endoderme s'explique par le rôle que les cellules vitellines sont appelées à jouer dans la digestion du vitellus nutritif très abondant chez les Insectes, et que, d'autre part, les grands groupes actuels ne peuvent être dérivés de formes simples ayant certainement conservé un œuf pauvre en deutolécithe et une embryogénie explicite, il conclut que tous les animaux actuels sont dérivés de formes où les feuilletts germinatifs étaient normaux.

Pour lui, par suite, les feuilletts germinatifs sont bien homologues chez les divers Métazoaires, et ne peuvent présenter quelque anomalie que chez les formes appartenant aux sommets de groupes, alors que la richesse de l'œuf en vitellus nutritif a raccourci considérablement et même parfois modifié les phénomènes de l'ontogénie.

Cette hypothèse est fort vraisemblable, et, en tous cas, vérifiable par voie d'observation. On doit penser, en effet, que le passage de l'état primitif (à intestin endodermique) à l'état dérivé (où l'intestin provient de l'ectoderme) ne s'est pas produit tout d'un coup, mais par une série de stades progressifs dont on doit encore trouver des traces; il serait intéressant, à ce point de vue, d'étendre les recherches de M. Heymons sur les Orthoptères primitifs (Blattes, Forficules) et sur les Pseudonevroptères autres que les Libellulides. M. Lécaillon est, plus que tout autre, indiqué pour entreprendre ce travail; en attendant, les zoologistes lui sauront gré de la belle monographie embryogénique qu'il vient de produire et applaudiront à l'avance à ses futurs succès.

E.-L. BOUYER,
Professeur au Muséum.

§ 4. — Sciences médicales

Nocard (Ed.), *Professeur à l'École d'Alfort, Membre de l'Académie de Médecine, et Leclainche* (E.), *Professeur à l'École Vétérinaire de Toulouse.* — **Les Maladies microbiennes des Animaux.** (2^e édition.) — 1 vol. in-8° de 956 pages. (Prix : 16 fr.) Masson et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1899.

La Médecine vétérinaire s'est contentée, pendant longtemps, d'être le reflet de la médecine humaine, qui lui imposait ses méthodes, ses doctrines et ses erreurs. Grâce à la révolution opérée par les découvertes de Pasteur, elle s'est émancipée, et la voici qui apporte à son tour à la science microbiologique une large contribution. Il ne faudrait même pas s'étonner outre mesure si, dans l'avenir, sa part devenait prépondérante. Car les maladies microbiennes des animaux ne sont pas seulement intéressantes par les pertes énormes qu'elles infligent à l'agriculture, elles attirent encore les chercheurs qui ne poursuivent qu'un but purement scientifique, en raison de la quantité et de la variété des matériaux qu'elles leur fournissent et surtout de la facilité qu'elles offrent à l'expérimentation, sans laquelle il n'y a point de recherches vraiment complètes et fructueuses.

La pathologie humaine elle-même a beaucoup à attendre des progrès de la pathologie animale. La liste est déjà longue des maladies infectieuses qui nous viennent notoirement des animaux; elle n'est certainement pas close, et nous devons nous attendre encore à des surprises comme celle qu'a causée la révélation de la contagiosité pour l'homme de la septicémie des peruches. Même en faisant abstraction de ces emprunts directs, la pathologie animale devrait encore être considérée comme le complément naturel et en quelque sorte le prolongement de la pathologie humaine. Plusieurs affections propres aux bêtes de nos étables : le cow-pox, la clavelée, la fièvre aphteuse, présentent, avec nos fièvres éruptives et avec la syphilis, une parenté tellement manifeste que l'on ne peut s'empêcher de croire que les microbes, encore inconnus, de ces maladies doivent appartenir à des genres voisins.

Le bacille de la tuberculose humaine et son congénère, celui de la tuberculose aviaire, paraissent rentrer dans la classe des *Streptothrix* à laquelle appartient le champignon de l'actinomyose. D'autres groupes naturels sont constitués par les streptocoques, les microbes des septicémies hémorragiques, les coli-bacilles, etc.

A cette classification des agents infectieux doivent nécessairement correspondre des lois régissant l'étiologie, la symptomatologie, la marche des affections qu'ils produisent, et la découverte de ces lois conduira sans doute un jour à écrire une véritable histoire naturelle des maladies microbiennes embrassant à la fois la nosologie de l'homme et celle des animaux.

Ces réflexions viennent naturellement à l'esprit en parcourant l'ouvrage de MM. Nocard et Leclainche. Les lecteurs de la *Revue* savent déjà, par l'analyse qui leur en a été donnée précédemment, dans quel esprit a été composé ce livre, qui marque une étape et restera une date dans l'histoire de la Médecine vétérinaire. C'est une étude synthétique des maladies microbiennes des animaux; la partie clinique, la thérapeutique, les questions de police sanitaire y sont traitées à fond; mais la partie expérimentale est également documentée de la manière la plus complète, et les anciens cadres sont refondus et enrichis d'un grand nombre de nouvelles entités morbides, dont la connaissance récente est due à la microbiologie. Le livre de MM. Nocard et Leclainche n'est donc pas seulement un Traité didactique à l'usage des praticiens, c'est encore, pour les microbiologistes, un répertoire indispensable et dont l'équivalent n'existe nulle part ailleurs.

La deuxième édition se distingue de la première par l'adjonction de plusieurs chapitres et la mise au point

des autres, rendue nécessaire par un intervalle de trois années. Parmi les chapitres nouveaux, nous signalerons ceux qui sont consacrés à la *méningite cérébro-spinale du cheval*, à l'*avortement épizootique*, à la *diphthérie aviaire*, dont l'agent est bien distinct de celui de la diphthérie humaine, malgré la ressemblance clinique des deux affections; aux *septicémies hémorragiques du cheval, du mouton et de la chèvre, aux infections coli-bacillaires* (parmi lesquelles se range la *septicémie des peruches*), et enfin à l'*agalaxie contagieuse*, curieuse affection qui, par ses localisations sur les mamelles, les articulations et les yeux, n'est pas sans présenter quelques rapports avec la blennorrhagie.

Les chapitres les plus riches en documents récents sont naturellement ceux consacrés à la *tuberculose*, à la *morve* et au *tétanos*. La malléine et la tuberculine sont les deux plus importantes acquisitions de la Médecine vétérinaire dans ces dernières années, et l'honneur en revient pour une grande part à M. Nocard. Il est démontré, à l'heure actuelle, que l'utilisation méthodique de ces deux moyens de diagnostic précoce permettrait d'obtenir, dans un délai relativement court, l'extinction complète de la morve et de la tuberculose. Mais il est démontré aussi que, pour atteindre ce but, l'intervention de la loi est nécessaire; il serait chimérique de compter sur le discernement et l'abnégation des propriétaires pour réaliser la prévention libre. Or, si la plupart des Etats, mus peut-être en partie par des considérations d'ordre extra-scientifique, ont témoigné d'un réel empressement à établir l'épreuve de la tuberculine à leurs frontières, il s'en faut de beaucoup que l'action sanitaire à l'intérieur se soit exercée avec une semblable énergie. Le Danemark seul est entré résolument dans la voie du progrès, et il en a été récompensé par la disparition presque complète de la tuberculose bovine, dont les ravages se faisaient sentir si sévèrement dans ce pays de grande industrie laitière. En France, on hésite, et, comme toujours, on attend, avant de faire quelque chose, le résultat des expériences qui se poursuivent chez les nations voisines. M. Nocard voudrait que l'on appliquât tout au moins des mesures préparatoires : l'interdiction du commerce des animaux infectés, l'encouragement de la prophylaxie libre par des indemnités partielles aux propriétaires qui désirent assainir leurs étables, la surveillance sanitaire des vacheries, etc.

En ce qui concerne la malléine, l'intérêt des propriétaires est plus directement engagé à en adopter l'emploi, parce qu'un cheval morveux est perdu sans recours ni compensation et que la contagiosité de la morve est plus grande que celle de la tuberculose. Aussi plusieurs compagnies de voitures, à Paris, ont-elles décidé la malléinisation systématique de leurs chevaux, et elles s'en sont si bien trouvées que leur exemple ne peut manquer d'être suivi. Les injections de malléine ont en outre mis en lumière ce fait important que la morve, prise au début, est parfaitement curable, soit sous l'influence de conditions hygiéniques favorables, soit à l'aide d'un traitement approprié tel que la médication iodurée.

La sérothérapie aussi a conquis son droit de cité dans la Médecine vétérinaire. Le sérum antitétanique est maintenant administré d'une façon courante, à titre préventif, chez le cheval, après l'opération de la castration, de l'amputation de la queue, de la hernie ombilicale; la mortalité par le téτανos, qui était toujours considérable à la suite de ces interventions chirurgicales, a complètement disparu. Il est certain que l'emploi du sérum antitétanique s'étendra aussi à d'autres cas, notamment au téτανos ombilical; si l'on songe que, dans certains pays, cette affection emporte jusqu'à 50 % des nouveau-nés, on reconnaîtra l'importance des services que la sérothérapie est appelée à rendre à la Médecine vétérinaire.

D^r CH. RÉPIN,
Attaché à l'Institut Pasteur.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 17 Avril 1899.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. F. Rossard adresse ses observations de la planète EL (Coggia), faites à l'Observatoire de Toulouse, à l'équatorial Brunner. — M. D. Eginitis a trouvé encore, dans des récits de chroniqueurs byzantins et italiens, l'indication de trois pluies d'étoiles filantes : en 763, 1094 et 1122. La première et la dernière de ces chutes doivent appartenir aux Lyrides. — M. Gaston Darboux poursuit l'étude des transformations des surfaces à courbure totale constante. Après avoir établi par la géométrie les propositions que M. Guichard a fait connaître, relativement à la déformation des quadriques de révolution, il montre que les méthodes de transformation qui en résultent ne sont pas réellement nouvelles, mais peuvent se rattacher à celles qui ont été données autrefois par MM. Bianchi et Bäcklund. — M. Levi-Civita communique quelques considérations sur les intégrales périodiques des équations linéaires aux dérivées partielles du premier ordre. En les généralisant, on pourrait en tirer un grand profit pour l'étude des intégrales des systèmes différentiels ordinaires et pour les questions qui se rapportent à la stabilité de leurs solutions. — M. Michel Petrovitch étend aux équations différentielles du premier ordre le théorème classique de la moyenne qui définit les limites supérieure et inférieure de l'intégrale. — M. W. Stekloff indique une formule générale, concernant la théorie des fonctions fondamentales, et susceptible de diverses applications importantes.

2^o SCIENCES NATURELLES. — M. J. Carpentier a apporté à l'interrupteur électrolytique de Wehnelt un perfectionnement qui lui permet d'être actionné par des éléments de faible voltage (une dizaine d'accumulateurs seulement). Le procédé consiste à chauffer préalablement le liquide électrolytique à 80°, 90° et même 100°; le fonctionnement de l'appareil maintient ensuite cette température, si l'on a soin d'empêcher le rayonnement. — M. H. Armagnat a étudié le fonctionnement de l'interrupteur électrolytique. L'anode s'échauffe au contact de l'électrolyte et vaporise celui-ci; il se forme bientôt une gaine de vapeur de résistance intime et le courant se trouve rompu, avec production d'une étincelle de rupture. On trouve de l'hydrogène et de l'oxygène dans les gaz de l'anode; il est difficile d'admettre qu'ils proviennent de la dissociation de la vapeur; c'est plutôt un phénomène d'électrolyse. Quand les bulles de vapeur sont assez grosses, elles se dégagent en entraînant les gaz de l'électrolyse; le liquide revient au contact de l'anode et le phénomène recommence. — M. H. Abraham, en mettant les extrémités du secondaire d'un transformateur en connexion, d'une part avec les armatures d'un condensateur, d'autre part avec les électrodes d'un déflagrateur, a observé les phénomènes suivants : Si le courant est intense, il se produit, dans le déflagrateur, une véritable flamme. Si l'intensité du courant est diminuée progressivement, le régime de la flamme passe à un régime de décharges disruptives; la fréquence des étincelles suit alors quantitativement les variations d'intensité du courant. — M. P. Villard décrit un dispositif destiné à redresser les courants induits. Il consiste à envoyer le courant dans un système de trois ampoules, dont chacune ne laisse passer qu'une alternance sur deux du courant. On arrive à ce résultat en constituant la cathode par une spirale en fil d'aluminium et l'anode par un disque

de quelques millimètres, placé dans un tube étroit et étranglé, de manière à gêner le plus possible l'afflux d'alimentation cathodique. — MM. T. Marie et H. Ribaut décrivent un appareil de mesure simple et pratique permettant de déterminer la distance en profondeur de deux points d'un objet par son image stéréoscopique. — M. A. Ditte répond aux observations faites par M. Moissan à propos de l'usage de l'aluminium. L'innocuité de ses composés, la facilité avec laquelle on peut le travailler sont des qualités précieuses et incontestables; mais la grandeur de sa chaleur d'oxydation, qui ne saurait être contestée davantage, est une puissante cause d'altérabilité et un inconvénient grave au point de vue des applications. — MM. M. Berthelot et G. André ont déterminé les chaleurs de formation et de combustion des composés suivants : cholestérine, nitriles glycolique et lactique, xanthine, para-phénylène diamine, nicotine, pyrrol, carbazol, indol, scatol, α -méthylindol, oxindol. — M. Guntz a réussi à mettre en évidence l'existence du sous-oxyde d'argent Ag^2O et à l'obtenir pur en décomposant l'oxyde d'argent Ag_2O par la chaleur. Dans le vide, la décomposition est complète; en tube scellé elle est arrêtée par la pression de l'oxygène dégagé. On arrive au même corps en chauffant de l'argent et de l'oxygène sous pression; dans les deux cas, la tension de dissociation est la même. — M. F. Lamouroux a déterminé la solubilité dans l'eau des acides normaux de la série oxalique : acides oxalique, succinique, adipique, subérique, sébacique, malonique, glutarique, pimélique, azélaïque, brassilique. En résumé, tous ces acides, à nombre pair ou impair d'atomes de carbone, sont, en général, peu solubles; seuls, les acides malonique et glutarique font exception et sont très solubles. — MM. G. Massol et F. Lamouroux ont déterminé la solubilité dans l'eau des acides maloniques substitués. Tous ces acides sont extrêmement solubles dans l'eau, quoique moins que l'acide malonique. Les acides à nombres impairs d'atomes de carbone C^3 et C^5 sont plus solubles que les acides pairs C^4 et C^6 de 0 à 25°; mais les différences s'affaiblissent à mesure que la température s'élève. — M. Guéret a étudié l'action de divers alcools sur leurs dérivés sodés. L'alcool isoamylique, chauffé avec son dérivé sodé à 150°-160°, se transforme partiellement en alcool diamylique $C^{10}H^{20}O$ et acide isovalérique; l'alcool isobutylique réagit à peine, même à 210°-213°; enfin, l'alcool éthylique, dans les mêmes conditions, se transforme partiellement en éthylène et acide acétique. — M. Th. Schloësing fils, en soumettant des terres végétales à l'action de liqueurs acides très étendues, mais de force croissante, a constaté le phénomène suivant : pour des titres acides croissant peu à peu depuis zéro, l'acide phosphorique dissous croît d'abord assez rapidement, puis il s'arrête à un taux stationnaire, pour reprendre ensuite son ascension.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. L. Bordas communique les résultats d'une étude générale sur les glandes anales chez 24 genres et 56 espèces de Coléoptères. La composition du liquide projeté, sa couleur, son odeur plus ou moins fétide, sa nature parfois caustique et irritante, la façon souvent brusque dont s'effectue l'expulsion, son mode d'évaporation, les crépitations ou les explosions qu'il produit parfois, etc., tout nous prouve que les glandes anales sont des organes défensifs servant à protéger certains Coléoptères contre les attaques inopinées de leurs ennemis. — M. J. Repelin a constaté l'existence, dans le Trias des environs de Rougiers (Var), d'une petite faune de Gastéropodes et de Lamellibran-

ches, auxquels se trouvent associées des Cératites. En outre, la roche triasique contient des fragments de basalte. C'est une brèche analogue aux brèches pipéritiques. — M. Stanislas Meunier, en soumettant à l'action de l'acide chlorhydrique étendu des coquilles fossiles, comme les ananchytes, les inocérames, les térébratules, a observé qu'elles laissent toujours, même quand elles semblent entièrement calcaires, un résidu siliceux. Celui-ci est composé de grains arrondis et concrétionnés, mais qui se brisent très aisément en éclats anguleux et consistent, les uns en opale ou en silice, les autres en quartz parfaitement caractérisé. Cette même dissolution peut se produire à l'intérieur du sol et donner naissance à des dépôts analogues.

Séance du 24 Avril 1899.

M. le Président annonce le décès de M. Ch. Friedel, doyen de la Section de Chimie, et fait un court exposé de ses travaux.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. E. Stephan adresse de nouvelles observations de la planète E L (Coggia, 31 mars 1899), faites à l'équatorial de l'Observatoire de Marseille. A l'aide de ces observations et de celles antérieurement publiées, M. L. Fabry a calculé les éléments provisoires de l'orbite et l'éphéméride pour mai. — M. Rambaud adresse ses observations de la même planète faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire d'Alger. — M. G. Darboux montre que le théorème de M. Guichard permet d'utiliser, pour la Géométrie des éléments réels, les transformations de MM. Bianchi et Bäcklund lorsque, appliquées aux surfaces à courbure positive, elles se présentent sous une forme nécessairement imaginaire.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Poincaré, continuant ses recherches des relations entre les mouvements barométriques et les situations du Soleil et de la Lune, étudie les moyennes des hauteurs barométriques aux différents points du demi-méridien boréal du Soleil et note les écarts dus aux révolutions synodiques et tropiques de la Lune. — MM. Marmier et Abraham ont pratiqué en grand, à Lille, la stérilisation des eaux potables par l'ozone. Une commission, nommée pour examiner le fonctionnement du procédé, a constaté qu'une grande partie des matières organiques étaient décomposées et que tous les microbes pathogènes ou saprophytes étaient détruits, sauf quelques germes de *Bacillus subtilis*. — M. G. André a préparé l'alcool furfurique par le procédé de von Wiesel et Tollens et mesuré sa chaleur de combustion, d'où il a déduit sa chaleur de formation, qui est de +65,72 cal. On sait que l'arabite est à l'alcool furfurique ce que l'arabine est au furfural; ces corps ne diffèrent que par 3H²O. Or, la différence entre leurs chaleurs de formation est précisément égale à la chaleur de formation de 3H²O. — M. Léo Vignon a étudié la combinaison du coton et de ses produits d'oxydation avec la phénylhydrazine; il faut opérer à chaud en milieu acétique. Dans ces conditions, les oxycelluloses fixent d'autant plus de phénylhydrazine qu'elles sont plus oxydées. De même, les quantités de phénylhydrazine fixées varient dans le même sens que les proportions de furfural formé par décomposition des oxycelluloses. — MM. C. Istrati et G. Oettinger ont déterminé la quantité de sucre réducteur et inversible qui se trouve dans les tiges de maïs vertes et sèches. La quantité de sucre inversible est au moins deux fois plus abondante que celle du sucre directement réducteur; elle augmente, avec l'âge de la plante, jusqu'à quadrupler. Le maximum de sucre inversible obtenu dans les tiges vertes, a été en moyenne de 1,89 %, dans les tiges sèches de 8,62 %. — M. A. Rosenstiehl a pratiqué sur plus de 100.000 kilos de raisins le chauffage préalable de la vendange pendant les années 1897 et 1898. Ce procédé a comme avantage : 1^o la solubilisation de la totalité de la matière colorante rouge du raisin dans son propre jus, avant toute fermentation; 2^o la stérilisation du moût, empêchant la production de maladies et permettant d'étu-

dier comparativement l'action des diverses levures; 3^o la formation de vins de qualité supérieure, plus colorés et plus riches en alcool que les vins témoins. — M. Henri Hélier a déterminé le pouvoir réducteur du sang. Le sang est un milieu très réducteur. Quand y arrivent les produits de la digestion, son pouvoir réducteur croît rapidement, puis diminue lentement à mesure qu'il fournit la nourriture aux autres tissus.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. A. Chauveau indique les principaux résultats de ses recherches, relatives à l'inscription électrique des mouvements valvulaires qui déterminent l'ouverture et l'occlusion des orifices du cœur. Les valvules auriculo-ventriculaires se relèvent et ferment l'orifice qu'elles garnissent dans la phase de début de la systole ventriculaire (c'est à ce moment que se produit le premier bruit du cœur); puis elles s'abaissent et rendent libre l'orifice auriculo-ventriculaire entre la fin de la systole et le début de la diastole des ventricules. Les valvules aortiques s'abaissent, ferment leur orifice et se tendent brusquement, en produisant le deuxième bruit du cœur, juste au moment où le ventricule se relâche pour se mettre en diastole et où la valvule mitrale, en s'abaissant, ouvre l'orifice auriculo-ventriculaire gauche. — M. E. Puscariu, qui avait considéré certaines formations amyloïdes trouvées dans le cerveau d'animaux enragés comme l'agent de la rage, a rencontré ces mêmes formations dans d'autres cas et les croit dues à l'action des fixateurs des coupes; il revient donc sur ses premières conclusions. — M. Alexandre Poehl a constaté que certaines eaux minérales ont une pression osmotique très élevée et qu'elles provoquent une augmentation de la pression osmotique de l'urine; l'ingestion de chlorhydrate de spermine a le même effet. L'effet thérapeutique de ces médicaments résulterait donc surtout de l'accroissement des oxydations intraorganiques qu'ils provoquent. — M. L. Hugouenq a étudié la proportion des éléments minéraux et spécialement du fer chez les fœtus et l'enfant nouveau-né. Au moment de la naissance, l'enfant de poids normal a soustrait à l'organisme maternel un poids total de 100 grammes environ de sels minéraux; dans ce chiffre, le fer n'est représenté que par 4,21 grammes de peroxyde de fer. La fixation de ce fer a lieu, pour les deux tiers environ, pendant les trois derniers mois de la grossesse. — M. Alphonse Labbé a étudié la formation de l'œuf chez quelques Hydriaires (*Myriothele* et *Tubularia*). Il peut exister, chez le même individu, trois modes différents d'ovogénèse : 1^o par fusionnement direct des oocytes; 2^o par fusionnement indirect des oocytes (aires plasmodyales); 3^o par plasmolyse complète des oocytes. — M. Domingos Freire a constaté que les fleurs peuvent donner asile à de nombreux germes de microbes saprophytes et pathogènes et qu'elles peuvent ainsi devenir une source de contamination et de danger. Il peut exister certaines relations entre le coloris des fleurs et le pigment des microbes qui s'y cachent. — M. Paul Vuillemin a étudié le champignon du *Pythiriasis versicolor* et a reconnu qu'il possède, dans la sculpture de ses membranes, un caractère spécifique qui le distingue et fournit une base positive au diagnostic de la maladie. Il propose de nommer ce champignon *Malassezia furfur*; c'est un ascomycète acarpé. — M. Henri Devaux a étudié, chez les plantes ligneuses, le mode d'accroissement tangentiel de la partie externe du cylindre central qui a reçu le nom de péricycle.

LOUIS BRUNET.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 3 Mars 1899.

M. E.-H. Amagat expose ses recherches sur une forme de la fonction caractéristique $f(p, v, t)$ relative aux fluides. La formule qui avait permis de représenter d'une façon satisfaisante la partie connue du réseau de l'hydrogène n'ayant pas fourni de bons résultats pour l'acide carbonique, M. Amagat a été conduit à substi-

tuer, au terme appelé pression intérieure dans le type de fonction généralement adopté, l'expression à laquelle conduit la théorie du viriel des forces intérieures; le covolume disparaît alors et l'on est conduit à la forme

$$\left(p + \frac{\Sigma r\varphi(r)}{3v}\right)v = RT.$$

M. Amagat avait déjà étudié les variations de la fonction :

$$\frac{\Sigma r\varphi(r)}{3v},$$

quand on fait varier la température et la pression; en exprimant par une suite d'essais systématiques les lois de ces variations, il arrive finalement à la formule :

$$\left(p + \frac{r - \left(a + m(v-b) + \frac{c}{v-b}\right)}{Kv^{2,85} - \varphi + n\sqrt{(v-\zeta)^2 + d^2}}\right)v = RT.$$

L'examen de cette formule montre immédiatement que toute valeur de v inférieure à b conduit, pour la pression intérieure, à des valeurs dénuées de sens; b joue donc le rôle du covolume. M. Amagat a dressé un tableau comparatif des résultats expérimentaux et des valeurs calculées: dans toute l'étendue du réseau de l'acide carbonique liquide ou gazeux, jusqu'à 258° et 1.000 atmosphères, la concordance est obtenue dans l'ensemble à moins de 1%. Il montre ensuite que la même formule représente les densités de vapeurs et de liquides sous la pression de saturation; le léger écart qui apparaît entre les courbes expérimentales et théoriques s'explique par les difficultés particulières à l'état de saturation; la constante R est égale, dans la formule,

à 0,00368; elle se réduirait à $\frac{1}{273}$ si l'on choisissait pour

unité de masse celle qui conduirait à une valeur de pr égale à l'unité à 0° pour une pression extrêmement faible. En faisant ce choix, on prendrait pour les différents gaz des masses correspondantes à des volumes égaux sous une même pression très faible, c'est-à-dire, dans des conditions où les gaz sont sensiblement parfaits. — M. M. Brillouin donne une *théorie moléculaire du frottement des solides polis*. Réfutant d'abord l'opinion courante, qui veut que les systèmes purement mécaniques ne donnent lieu qu'à des phénomènes essentiellement réversibles, il montre qu'entre deux points matériels dont les actions mutuelles dépendent de leur seule distance, peuvent prendre naissance des phénomènes irréversibles. C'est ce qu'on montre, par exemple, en suspendant une aiguille aimantée M à un fil de torsion et en approchant un aimant A ; si l'aimant se déplace *lentement* sans s'approcher beaucoup de l'aiguille, celle-ci passe par une série de positions d'équilibre stable et revient, en même temps que l'aimant A , à sa position initiale sans vitesse. Mais si l'aimant A s'approche suffisamment, une des positions de l'aiguille est instable et, au moment où elle l'atteint, elle se met à osciller autour d'une nouvelle position d'équilibre stable. Quand l'aimant est revenu à sa position initiale, l'aiguille a acquis une force vive; sa position d'équilibre est la même qu'au début, mais elle n'y reste plus en repos. En parcourant, toujours lentement, le même chemin en sens inverse, on augmente encore l'énergie cinétique de l'aiguille; la répétition du même parcours dans le même sens accroît cette énergie proportionnellement au nombre des cycles. Ce caractère additif et l'irréversibilité peuvent être établis rigoureusement par la théorie. Si l'on considère maintenant ce qui se passe dans un plan situé au voisinage immédiat de la surface d'un corps formé de molécules séparées dont les actions sont des fonctions de la distance, la fonction des forces est périodique, en toute rigueur ou approximativement, suivant que le corps est cristallisé ou amorphe. Elle présente certainement un très grand nombre de maxima et de minima auxquels correspondent

un très grand nombre de positions d'équilibre, alternativement stables et instables, pour une molécule extérieure libre ou pour une molécule faiblement reliée à une position fixe. Une translation lente du corps équivaut donc au parcours répété d'un même cycle qui est partiellement instable si la molécule est assez voisine de la surface. A chaque cycle, c'est-à-dire chaque fois que le corps a avancé d'une distance moléculaire, la force vive de la molécule extérieure augmente d'une même quantité. On voit donc que dans l'hypothèse moléculaire même, le frottement a pour conséquence l'augmentation de force vive des molécules aux dépens du travail moteur qui est la base de la théorie mécanique de la chaleur. — M. P. Curie rend compte des recherches de M^{me} Curie et des siennes propres sur les rayons de Becquerel et les corps radio-actifs. M^{me} Curie a opéré par la méthode électrique; elle mesurait, à l'aide d'un électromètre et d'un quartz piézoélectrique, la conductibilité que prend l'air entre deux plateaux métalliques parallèles lorsque l'un de ces plateaux est recouvert d'une couche mince d'une substance radio-active telle que l'uranium. Ce courant croît d'abord très vite, puis de plus en plus lentement avec le champ; il croît aussi avec la distance des plateaux, mais les couches d'air voisines de la substance radio-active sont les plus efficaces. En opérant avec des champs forts, M^{me} Curie a constaté que les divers composés de l'uranium sont tous actifs ainsi que ceux du thorium; aucun autre corps simple ne présente la même propriété. Cependant, quelques minéraux, tels que la pechblende et la chalcilite, ont une radio-activité plus forte que celle de l'uranium métallique; M^{me} Curie a pensé que ces substances renferment un corps radio-actif encore inconnu; en suivant les méthodes analytiques ordinaires, M. et M^{me} Curie ont trouvé que la pechblende renferme une substance radio-active voisine du bismuth; ils ont donné à ce métal nouveau le nom de *polonium*. Une nouvelle série de recherches, entreprise en collaboration avec M. Bémont, a conduit à la découverte d'une nouvelle substance, le *radium*, qui est très voisine du baryum. Le manque de matière n'a pas permis jusqu'ici d'obtenir des composés purs de ces métaux. La radio-activité des corps obtenus est déjà plusieurs milliers de fois plus grande que celle de l'uranium. — M. Demarçay a découvert une raie nouvelle qui caractérise le radium. Les radiations émises par les composés du polonium et du radium provoquent la fluorescence du platino-cyanure de baryum et agissent sur une plaque photographique en une demi-minute. Le carbonate de baryum contenant du radium est spontanément lumineux.

C. RAVEAU.

Séance du 17 Mars 1899.

M. le Secrétaire général lit une note de M. Tissot sur la *télégraphie sans fils*. Les tubes employés étaient à électrodes de platine immobilisées; la limaille d'argent sulfuré a paru particulièrement sensible; il y a intérêt à prendre des tubes semi-capillaires. Les fils radiateurs du récepteur ne sont pas munis de capacités; ils doivent être dans un plan perpendiculaire à la direction de propagation, sans qu'il soit utile de les disposer verticalement. Divers essais ont été entrepris pour déterminer expérimentalement le régime vibratoire du fil radiateur et l'influence de la nature du métal de ce fil. — M. le Secrétaire général présente ensuite une note de M. Oumoff sur des expériences d'optique. On peut répéter les expériences de polarisation en se servant, comme analyseur, d'un cône de verre poli ayant une ouverture d'environ 68° et une hauteur de 3 à 4 centimètres; le faisceau polarisé tombant parallèlement à l'axe du cône donne, sur un écran perpendiculaire, une zone brillante coupée d'un diamètre sombre dont la direction est celle des vibrations de la lumière polarisée. — M. H. Deslandres expose ses recherches récentes sur la *chromosphère et l'atmosphère solaire*. En 1890, M. Deslandres s'est proposé de réaliser la photographie des protubérances solaires; étudiant d'abord

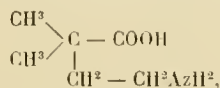
le spectre des protubérances dans la région photographiable non encore étudiée, avec un appareil permettant l'étude photographique et l'observation oculaire, il a constaté que les raies violettes du calcium qui correspondent aux raies noires les plus larges du spectre solaire (H et K de Fraunhofer), apparaissent brillantes, intenses et hautes dans les protubérances et permettent de les photographier, ce qu'on n'avait jamais pu faire avec la raie rouge de l'hydrogène. Ces raies brillantes H et K sont, dans les protubérances, un peu plus hautes que celles de l'hydrogène, ce qui conduit à penser que le calcium se serait dissocié en vapeurs légères. Le spectre ultra-violet des belles protubérances présente les raies ultra-violettes de l'hydrogène observées par Huggins dans les étoiles blanches; M. Deslandres a découvert cinq raies nouvelles, dont les longueurs d'onde satisfont rigoureusement à la formule de Balmer. En février 1892, M. Deslandres et M. Hale, de Chicago, ont annoncé simultanément que, sur les facules, les raies H et K apparaissent brillantes et renversées. M. Deslandres pense, contrairement à l'opinion de M. Hale, que les vapeurs brillantes sont au-dessus du disque solaire, dans la chromosphère même. En opérant avec un simple spectroscopie par la méthode des sections successives, il montre que les vapeurs du calcium sont plus larges que les facules et possèdent des mouvements différents dans le sens des rayons visuels; qu'elles apparaissent sur tous les points du disque et que les raies brillantes du bord intérieur sont prolongées exactement par les raies brillantes du bord extérieur qui décèlent la chromosphère. On peut photographier l'ensemble de la chromosphère au moyen du spectrographe à deux fentes, dans lequel la raie K du spectre est isolée par une deuxième fente derrière laquelle se trouve une plaque photographique mobile; on déplace le spectroscopie entier, de façon que la première fente balaie l'étendue d'une image réelle du soleil; en même temps, on donne à la plaque photographique un mouvement proportionnel. Les images obtenues par M. Deslandres présentent aux pôles du soleil deux petits maxima de lumière, ce qui confirme la position qu'il assigne aux vapeurs. Au moyen du spectrographe des vitesses radiales, qui n'existe qu'en France, on obtient la superposition des spectres de sections successives équidistantes sur le disque solaire. On observe que les vitesses sont, en général, plus grandes dans les parties hautes des protubérances, ce qui interdit de les expliquer par des éruptions. M. Deslandres pense que l'ensemble des phénomènes lumineux de la chromosphère peut s'expliquer facilement, en admettant sur le soleil l'existence d'un phénomène analogue à l'électricité atmosphérique. — M. P. Villard expose ses observations sur l'interrupteur électrolytique de Wehnelt. Avec les petites bobines, cet interrupteur donne des étincelles plus longues que celui de Foucault; le contraire se produit généralement avec les bobines puissantes. En soufflant légèrement sur l'étincelle, on la voit se raccourcir beaucoup et former, au lieu d'une auréole continue, une gerbe de traits grêles très nombreux. Le maximum de longueur s'obtient en disposant les extrémités des électrodes l'une au-dessus de l'autre, la cathode étant en bas; l'étincelle se présente alors sous la forme d'une colonne de feu aboutissant au point le plus élevé du pôle positif; les moindres mouvements de l'air suffisent à déformer cette étincelle; on l'éteint en la soufflant très légèrement, elle ne se rallume pas d'elle-même. Tous ces effets résultent de la création d'une gaine conductrice d'air chaud due à la succession rapide des étincelles. L'effet est plus marqué si l'étincelle est verticale et se produit dans un air calme; le dégagement de chaleur considérable qui se produit à la cathode augmente la longueur de l'étincelle quand la cathode est en bas; on passe ainsi facilement de 5 centimètres d'étincelle à 15 ou 16. L'extrême rapidité avec laquelle se succèdent les étincelles joue le rôle essentiel dans les effets de l'interrupteur de Wehnelt.

C. RAVEAU.

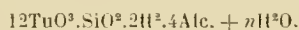
SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 10 Mars 1899.

M. Blanc donne le résultat de ses recherches sur diverses bases dérivées de l'acide isolaurolique. Il a obtenu une base saturée, de formule $C^9H^{15} - CH^2AzH^2$, par réduction du nitrile $C^9H^{13}CAz$, au moyen du sodium et de l'alcool. Dans aucun cas, on n'obtient la base non saturée correspondant réellement au nitrile. Le composé obtenu est une base primaire; le chlorhydrate fond à 263°, le sulfate à 249°, le dérivé benzoylé à 51°, l'urée à 102°. L'iodure d'éthyle donne surtout le dérivé monoéthylé avec un peu de dérivé diéthylé. On sépare ces deux nouvelles bases en passant par le dérivé nitrosé de la base secondaire. La base secondaire est un liquide incolore, bouillant à 203° sous la pression normale, la base tertiaire bout à 232°. L'oxime de la cétone $C^9H^{15}-CO-CH^3$ a également fourni à M. Blanc une base saturée de formule $C^9H^{18} - AzH^2$ bouillant à 190°. — M. Moureu a préparé quelques éthers-oxydes de la pyrocatechine à fonction aldéhyde, acétal ou acétone. — M. E. Blaise, en diazotant l'acide aminé :



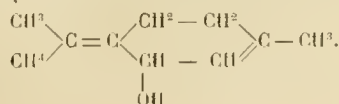
espérait obtenir l'olide correspondante; cette méthode ne lui a pas donné de résultat. L'acide libre n'est pas stable, il se transforme en diméthylpyrrolidone fusible à 65°. Le chlorhydrate, le bromhydrate et le sulfate de l'éther éthylique de l'acide aminé cité plus haut fondent à 112°, 141°, 145°. On obtient facilement les mêmes dérivés par l'action de l'hypobromite de potassium sur le diméthylglutaramate de sodium. L'auteur en déduit ainsi la constitution de ce dernier composé. — M. Gabriel Bertrand propose l'acide silicotungstique comme réactif général des alcaloïdes. En effet, en solution neutre ou acide, les sels d'alcaloïdes donnent des combinaisons très peu solubles de formule :



Ces composés sont très stables, faciles à analyser et on peut en régénérer l'alcaloïde par les alcalis étendus. — MM. Cathelineau et Hausser adressent une note sur l'huile de cade; M. Ponsot, une note sur les résultats cryoscopiques de M. Raoult. — M. Le Chatelier dépose une note de M. Prud'homme sur les hydrosulfites d'ammonium. Citons encore une note de M. Henri Vittenet : sur un mode de formation du cyanure cuivreux; une note de M. J. Aloy, sur les chlorures et bromures doubles de l'uranium; une note de M. Bodroux, sur l'action des sels de plomb et d'acides monobasiques gras en solution acide sur quelques hydrocarbures aromatiques monochlorés ou monobromés dans la chaîne latérale; une seconde note de M. Henri Vittenet, sur les diphenylcarbamides chlorés, bromés et iodés symétriques; une note de M. André, sur quelques bases dérivées de la pipéridine; une note de M. R. Duchemin, sur la séparation de la méthyléthylcétone et de l'alcool éthylique, et enfin une note de MM. Henri Imbert et P. Compan, sur le dosage volumétrique du carbone.

Séance du 24 Mars 1899.

M. Lucas décrit un procédé de dosage colorimétrique du nickel applicable aux aciers et basé sur la coloration rouge que donne le sulfocarbonate d'ammonium. — M. Verley, par l'action de l'acide sulfurique sur le citral, a obtenu un alcool cyclique de formule :



La réduction du citral par le zinc en solution alcoolique conduit à un glycol en C²⁰. Le citral se combine à l'acide cyanacétique, à l'acide malonique, à l'éther malonique en présence de pyridine, en donnant les dérivés correspondants. L'auteur signale surtout l'acide citrylidène malonique fondant à 191° et qui peut permettre une facile identification du citral. — M. A. Gautier a repris l'étude de la question de l'iode dans l'air atmosphérique. Il a démontré que l'air renferme bien réellement de l'iode et que ce dernier se trouve dans les poussières solides que l'on peut isoler de cet air. Il a reconnu également que les poussières les plus légères provenant des lieux élevés sont les plus riches en iode. L'auteur explique ces faits en admettant que l'iode atmosphérique est à l'état organique et contenu dans les spores et débris d'algues ou autres organismes marins. — M. A. Hébert communique, en son nom et au nom de M. Reynaud, une étude sur l'absorption des rayons X par les sels métalliques. Les auteurs de ce travail présentent l'appareil dont ils se sont servis et qui est basé sur le même principe que le colorimètre de Dubosq. Ils ont examiné un certain nombre de sels avec des solutions moléculaires-grammes par litre. Pour un même acide, l'absorption par le corps dissous croît à peu près dans le même ordre que le poids atomique du métal en observation. La comparaison des divers acides combinés à un même métal conduit à des résultats moins nets. — M. E. Charon signale quelques faits qu'il a observés et qui lui paraissent sous la dépendance du caractère électronégatif du groupement non saturé : R—CH=CH—; il cite notamment quelques réactions qui distinguent nettement les chlorure, bromure et iodure de crotonyle des composés saturés correspondants. Ces corps réagissent avec la plus grande facilité à froid sur les alcoolates, les sulfures, les sulfocyanates. Ils donnent facilement naissance à des chaînes carbonées, renfermant un nombre double d'atomes de carbone. Quoique dérivés alcooliques, ces composés se rapprochent des chlorures, bromures et iodures d'acide par leur facilité à réagir et leur instabilité, avec cette différence fondamentale qu'ils ne sont pas décomposés par l'eau. Passant à l'examen des réactions donnant naissance à des pinacones, l'auteur fait remarquer que, seuls, les composés ayant un caractère électronégatif donnent de tels dérivés; de plus, les rendements sont en raison directe du caractère électronégatif de la molécule. C'est ainsi que l'aldéhyde crotonique donne avec un rendement de 60 % le dipropénylglycol. — M. Labbé a constaté que la potasse alcoolique à 1° transforme le citral en une huile jaune brun qui, dans le vide, se transforme en une poudre blanc jaunâtre fondant à 81-82°. — M. Bodroux a adressé une note : Sur l'action de l'acétate de plomb en solution acétique, sur le chlorure de benzylidène et le chlorure de benzényle. — MM. Frédéric Reverdin et F. Düring, une note : Sur les dérivés chlorés, bromés et nitrés des phénétidines, ainsi que sur quelques matières colorantes azoïques qui en dérivent. — M. Moitessier, une note : Sur les combinaisons phénylhydraziniques d'hyposulfites, d'hyposulfates et d'hyposulfites métalliques. — M. Fileti, une note : Sur le dosage du soufre dans les pétroles de Roumanie.

E. CHARON.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1° SCIENCES PHYSIQUES.

A.-E. Tutton : La déformation thermique des sulfates normaux de potassium, rubidium et cæsium cristallisés. — Les sulfates normaux de potassium, rubidium et cæsium cristallisent dans le système orthorhombique. L'auteur a procédé à la détermination de la dilatation thermique suivant les trois axes des cristaux au moyen d'un dilatomètre compensateur à interférence; vingt-neuf cristaux, d'une épaisseur variant entre 4,8 et 10,7 millimètres ont été expérimentés. Voici les résultats obtenus :

Les coefficients d'expansion cubique montrent une variation qui correspond à l'augmentation des poids atomiques des trois métaux respectifs. Il en est ainsi des constantes *a* et *b* qui servent à calculer le coefficient d'expansion cubique α à une température quelconque *t*, d'après la formule $\alpha = a + 2bt$; les valeurs de ces constantes sont :

	<i>a</i>	<i>b</i>
K ² SO ⁴	0,00010475	0,0000000698
Rb ² SO ⁴	0,00010314	0,0000000767
Cs ² SO ⁴	0,00010170	0,0000000810

Les deux constantes varient en sens inverse; *a*, le coefficient à 0°, diminue quand le poids atomique du métal augmente, tandis que *b*, qui est la moitié du coefficient par degré de température, augmente. Donc les coefficients d'expansion cubique des trois sels convergent pour une augmentation de température et deviennent égaux deux à deux. L'égalité est atteinte, pour les sulfates de potassium et de rubidium à 114°, pour ceux de potassium et de cæsium à 136°, et pour ceux de rubidium et de cæsium à 168°. Au-dessus de la température d'égalité, la divergence commence et elle est d'autant plus prononcée que le poids atomique est plus grand.

En ce qui concerne les coefficients linéaires d'expansion suivant les trois axes, l'augmentation suivant l'axe *c* de chaque sel est à peu près deux fois grande comme les augmentations suivant les deux autres directions *a* et *b*, lesquelles sont d'ailleurs à peu près égales. Il en est de même pour les propriétés optiques, le pouvoir réfringent étant beaucoup plus diminué, par une élévation de température, dans la direction de l'axe *c* que dans les deux autres directions.

L'expansion dans la direction de l'axe *b* est à peu près égale pour les trois sulfates; le remplacement d'un métal par l'autre n'a donc pas d'influence sur les phénomènes thermiques le long de cet axe. C'est l'axe minimum de l'ellipsoïde thermique commun aux trois sels. Pour les deux autres axes, la principale perturbation due à la température est le renversement, au-dessous de 50°, des directions des axes intermédiaire et maximum de l'ellipsoïde thermique pour le sulfate de rubidium, comparé à leurs directions dans les sels de potassium et de cæsium. L'axe thermique maximum est *c* pour ces deux derniers sels, tandis qu'il est *a* pour le sulfate de rubidium. Une inversion semblable dans la direction de l'axe maximum de l'ellipsoïde optique a lieu aux mêmes températures pour le sel de rubidium. L'axe thermique maximum est identique avec l'axe optique maximum dans les trois sels.

Aux hautes températures, les mêmes relations thermiques et optiques continuent pour les sels de potassium et de cæsium. Mais, comme l'augmentation d'expansion le long de *c* est plus grande que dans les autres directions, la dilatation intermédiaire suivant *c* pour le rubidium devient égale à 50° à la dilatation suivant *a*, et au-dessus de cette température *c* devient l'axe thermique maximum comme pour les deux autres sulfates. Donc, à 50°, les cristaux de sulfate de rubidium sont à peu près thermiquement uniaxiaux. A des températures à peu près égales, et pour différentes longueurs d'onde, ils se sont montrés également à peu près uniaxiaux au point de vue optique. Les ellipsoïdes de révolution thermique et optique ne sont, il est vrai, pas orientés identiquement, l'axe du premier étant *b* et celui du dernier *a*. Mais le changement de direction de l'axe thermique maximum de *a* à *c* a lieu également au point de vue optique vers 180°, de sorte que la coïncidence entre les propriétés thermiques et optiques du sulfate de rubidium reprend.

La conclusion générale de l'auteur est la suivante : Les constantes de déformation thermique des cristaux des sulfates normaux de potassium, rubidium et cæsium offrent des variations qui, parallèlement aux propriétés morphologiques, optiques et autres déjà observées, suivent l'ordre de progression des poids atomiques des métaux alcalins qui renferment les sels.

2^e SCIENCES NATURELLES.

C.-J. Martin et Thomas Cherry : Sur la nature de l'antagonisme entre les toxines et les antitoxines. — Cette question a fait l'objet de nombreuses controverses depuis 1894, époque où Behring et Buchner exposèrent pour la première fois, dans la *Deutsche medicinische Wochenschrift*, leurs idées contradictoires sur la question. D'après Behring, l'antagonisme de la toxine et de l'antitoxine est de nature chimique, c'est-à-dire que l'antitoxine neutralise la toxine comme un alcali neutralise un acide. Pour Buchner, l'action de l'antitoxine est indirecte; elle ne peut avoir lieu que par l'intermédiaire des cellules de l'organisme. De nombreuses recherches ont été faites en vue de prouver la justesse de l'une ou de l'autre théorie. Aujourd'hui, l'opinion est toujours divisée: Ehrlich et Kanthack soutiennent la théorie de Behring; Roux, Metchnikoff, Calmette, Wassermann sont les principaux partisans de celle de Buchner. Les recherches de MM. Martin et Cherry sont une nouvelle contribution à l'étude de la question; elles viennent appuyer la manière de voir de Behring et de son école, et expliquent en même temps la cause de quelques

la solution sur une pellicule de gélatine, dans un filtre Chamberland, sous une pression de 50 atmosphères. Si une solution-type de toxine diphtérique est traitée de cette manière, la toxine traverse presque entièrement et son pouvoir n'a que très légèrement diminué. L'antitoxine de la diphtérie, au contraire, ne peut traverser un pareil filtre; toutes les substances protéiques sont retenues et le liquide qui a passé n'a plus aucun pouvoir antitoxique. On a donc un moyen simple de séparer un mélange de toxine et d'antitoxine, pourvu qu'elles n'aient pas réagi l'une sur l'autre.

Les auteurs ont donc mélangé une solution de toxine contenant par centimètre cube huit doses fatales pour un kilo de cobaye avec une quantité d'antitoxine de Behring plus que suffisante pour la neutraliser complètement. On laisse le mélange en contact pendant deux heures à 30° C., puis on le filtre sur la pellicule de gélatine. Le liquide filtré est injecté à des cobayes, à raison de 4 c.c. par kilo d'animal vivant, ce qui correspond originalement à 32 doses fatales. L'action est nulle; les injections ne produisent même pas d'œdème local. Si la toxine était restée inaltérée à côté de l'antitoxine, rien n'aurait dû l'empêcher de filtrer vu sa faible grandeur molécule; puisqu'il n'en est pas ainsi,

Tableau I. — Influence des facteurs temps et masse sur l'antagonisme des toxines et antitoxines.

PROPORTION entre la toxine et l'antitoxine par kilo d'animal		ANIMAL témoin ayant reçu le venin seulement	TEMPS PENDANT LEQUEL L'ANTITOXINE A AGI SUR LA TOXINE à la température de 20-23° centigr.					
Antitoxine	Toxine		2 minutes	5 minutes	10 minutes	15 minutes	30 minutes	∞ minutes
1 c. c.	2 doses mortelles	Mort en 15 heures	A survécu très malade 2 jours	A survécu malade 1 jour	A survécu aucun symptôme	A survécu aucun symptôme	A survécu aucun symptôme	A survécu aucun symptôme
1 c. c.	3 doses mortelles	Mort en 12 heures	Mort en 20 heures	Mort en 28 heures	A survécu malade 2 j.	A survécu malade 1 j.	Id.	Id.
1 c. c.	4 doses mortelles	Mort en 9 heures	Mort en 13 heures	Mort en 15 heures	Mort en 23 heures	A survécu très malade 2 jours	Id.	Id.

résultats contradictoires sur lesquels se base l'école opposée.

Les expériences ont été faites avec la toxine diphtérique et l'un des constituants du venin d'un serpent d'Australie, l'*Hoplocephalus Curtus*. La toxine diphtérique était préparée par la méthode de Spronck, filtrée au filtre Pasteur-Chamberland et essayée sur des cobayes; la dose mortelle minimum fut trouvée de 0,12 c. c. par kilo en 48 heures. L'antitoxine employée était celle de Behring (n° 1) et celle de l'Institut Pasteur de Paris. Pour le venin, la partie utilisée est celle qui n'est pas détruite par le chauffage de la solution à 90° C. Cette partie ressemble beaucoup, si elle n'est identique, au principal constituant du venin du cobra; le sérum antivenimeux de Calmette a une légère mais nette action antitoxique sur lui. Cette action est suffisante, car dans toutes les expériences on a employé des quantités de sérum relativement grandes avec de faibles doses mortelles de sérum; dans ces circonstances, ce dernier est aisément neutralisé. L'antitoxine était le sérum antivenimeux préparé à l'Institut Pasteur de Lille.

Pour rechercher si l'action des antitoxines sur les toxines est de nature chimique ou physiologique, les auteurs ont eu recours à une méthode physique. En 1896, l'un d'eux a montré qu'on peut, dans une solution contenant des substances à grosses molécules et à petites molécules, séparer les unes des autres en filtrant

c'est qu'elle est entrée, avant la filtration, dans une sorte de combinaison chimique avec les grosses molécules d'antitoxine.

MM. Martin et Cherry ont pris, d'autre part, des lapins et leur ont injecté des mélanges d'une partie du venin d'*Hoplocephalus Curtus* et de sérum antivenimeux de Calmette. 2 c.c. de ce sérum suffisaient pour neutraliser 0,002 gr. de venin desséché, quantité qui tue un lapin en huit heures environ. On a d'abord laissé ce mélange en contact pendant 30 minutes à la température du laboratoire, puis on l'a chauffé à 68° pendant 40 minutes pour détruire l'antitoxine. Dans les expériences de Calmette, les lapins inoculés avec le mélange chauffé mouraient; ceux qui avaient reçu le mélange non chauffé vivaient. De là, Calmette concluait que le sérum et le venin avaient coexisté côte à côte sans réagir l'un sur l'autre. Dans les expériences de Martin et Cherry, au contraire, les lapins inoculés avec les mélanges chauffés ou non ont tous vécu, sans présenter de symptômes. La seule conclusion à tirer de ces faits, c'est que, pendant le temps qui s'est écoulé entre le mélange du sérum et du venin et l'inoculation de celui-ci, le sérum a réagi sur le venin et l'a détruit en grande partie.

Ces résultats, qui concordent entièrement avec ceux des expériences sur la toxine et l'antitoxine diphtérique, sont tout à fait opposés à ceux de Calmette. Les auteurs ne pensent pas que cela provienne d'erreurs

expérimentales, mais plutôt de la différence des conditions dans lesquelles on opérerait. Calmette a complètement négligé l'influence possible du temps, de la température et des proportions relatives des masses actives de toxine et d'antitoxine en présence. Or, MM. Martin et Cherry ont étudié cette influence et constaté qu'elle est très importante; suivant qu'on néglige plus ou moins l'un des facteurs, on peut arriver à des résultats diamétralement opposés.

La toxine et l'antitoxine du venin ont toutes deux une complexité et une grandeur moléculaires élevées. La première est une deutéro-albumose, la seconde une globuline ou une substance du même ordre de complexité. *A priori*, on peut prévoir que le coefficient de vitesse de réaction entre ces molécules complexes est élevé, et en même temps, vu la grandeur des molécules, que la solution en contient relativement peu; donc, toute action chimique entre elles devra prendre un temps appréciable. La valeur du facteur « temps » et l'influence de la proportion des masses en présence sont bien montrées par le tableau I. En lisant horizontalement, on voit l'influence, sur le résultat de l'expérience, du temps pendant lequel la toxine et l'antitoxine ont agi l'une sur l'autre, les proportions des deux étant constantes. Dans le sens vertical, on voit l'influence de la variation des masses, le temps de réaction étant constant.

Les auteurs n'ont pas encore déterminé l'influence du facteur « température », mais les résultats déjà acquis leur semblent suffisamment décisifs pour conclure que l'antagonisme entre les toxines de la diphtérie et du venin de serpent et leurs antitoxines respectives repose sur une action chimique directe. Les conclusions opposées de Calmette, et probablement celles de Wassermann et Marengi, proviennent de ce que ces savants ont négligé l'influence du temps dans l'action chimique qui se produit.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 10 Mars 1899.

M. Oliver Lodge décrit un appareil qu'il emploie comme thermostat. Il se compose d'un cylindre en tôle de cuivre à double paroi; on met un peu d'eau dans l'espace annulaire et on fait le vide jusqu'à ce que l'eau bouille; puis on le ferme. La vapeur d'eau est un puissant égaliseur de température, et un manchon de vapeur de cette sorte est très efficace pour maintenir une température uniforme.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 23 Février 1899 (suite).

1^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Roozeboom présente encore, au nom de M. E. Cohen, une étude sur « La vitesse de réaction électrique ». Si deux éléments arrangés de la manière suivante :

électrode, réversible par rapport à l'anion.	solution saturée d'un sel en présence de la phase solide du sel,	électrode, réversible par rapport au cathion.
--	--	---

et dont cette phase solide du sel de l'un est une phase stable et celle de l'autre une phase métastable, sont liés par opposition l'un à l'autre, on obtient un élément de transition de troisième espèce. Si le sel est le sulfate de zinc, on peut se servir de deux éléments de Clarke, dont l'un contient le sel $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ et l'autre le sel $ZnSO_4 \cdot 6H_2O$, pourvu que la température se trouve entre la température cryohydratique de la dernière composition et le point de transition (39°). En représentant respectivement par T, ε , w_1 , w_2 et K la tempé-

rature, la force électro-magnétique (en millivolts), les résistances des deux sels et la vitesse de réaction

$$= \frac{\varepsilon}{w_1 + w_2}, \text{ l'auteur trouve :}$$

T	ε	w_1	w_2	K
- 5°	16,2	445,9	524,1	0,0167
0°	14,9	384,2	452,2	0,0178
+ 5°	13,5	337,0	396,3	0,0184
9°	12,3	305,75	360,35	0,0185
15°	10,3	271,60	315,50	0,0175
25°	6,4	236,40	274,25	0,0125
30°	4,2	225,10	248,85	0,0088
35°	1,9	218,50	228,35	0,0042
39°	0	215,0	215,0	0

La représentation graphique des valeurs de K en fonction de la température est donnée dans la figure 1. Elle

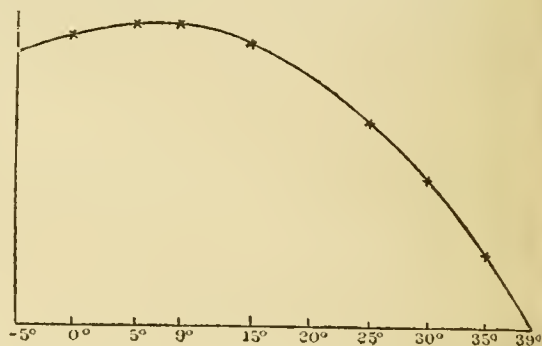


Fig. 1. — Vitesse de réaction électrique entre les deux sels $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ et $ZnSO_4 \cdot 6H_2O$ en fonction de la température.

montre que la vitesse de réaction électrique augmente considérablement quand la température s'abaisse de 39° , qu'elle atteint un maximum pour $t = 9^\circ$, etc. Cette courbe ressemble à celles qui font connaître la vitesse de cristallisation de plusieurs substances à des températures différentes au-dessous du point de congélation.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. B. J. Stokvis présente la thèse de M. G. Bellaar Spruyt : « Sur l'action physiologique de la méthylnitramine en rapport avec sa constitution chimique ». A plusieurs reprises, M. Franchimont a exposé, dans les séances de l'Académie, ses opinions sur la constitution chimique des nitramines. Jusqu'à présent, la question de la structure de cette substance est indéterminée, quant à la manière dont l'azote se lie aux autres constituants. Tandis que quelques auteurs prétendent que l'azote des nitramines est lié à l'hydroxyle, ce qui implique que la composition est une espèce de nitrile $H-O-Az=O$, M. Franchimont, au contraire, défend l'opinion que l'azote y est lié en cycle comme :



Parce que M. Franchimont présumait que l'étude de l'action physiologique des nitramines pourrait mener à une décision par rapport à la question indiquée, M. Bellaar Spruyt a examiné l'action physiologique du méthylnitramine. Ses résultats confirment l'opinion de M. Franchimont; car, d'après la propriété atoxique de cette substance, celle-ci n'est pas de caractère toxique des nitriles.

P.-H. SCHOOTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

VOYAGES D'ÉTUDE DE LA REVUE

CROISIÈRE EN CRIMÉE ET AU CAUCASE

AVEC LE CONCOURS DE LA COMPAGNIE DES MESSAGERIES MARITIMES

(26 AOUT-28 SEPTEMBRE 1899)

Il y aura deux ans aux grandes vacances, la *Revue générale des Sciences* voyait partir vers la Baltique et le Nord de l'Empire russe sa première croisière. Depuis, huit voyages ont eu lieu déjà, et à la fin du mois d'août prochain la neuvième croisière organisée par ses soins, avec le concours des Messageries Maritimes, se dirigera vers la Crimée et le Caucase.

Très dissimilaires l'une de l'autre, ces deux contrées diffèrent aussi beaucoup, quant à la nature physique et à la population, des autres parties de la Russie; et, de plus, leur situation économique, leurs rapports avec le reste du monde se ressentent déjà de la mise en valeur de la Russie méridionale et orientale, de l'exploitation minérale entreprise sur les bords de la Caspienne et dans l'Oural, des progrès de l'agriculture en Afghanistan, de la pénétration des Russes en Asie, de la grande ligne de commerce qu'ils ont établie jusqu'à Samarkande, de leurs relations actuelles avec la Chine, le Thibet et la Mandchourie, enfin de la création du chemin de fer Transsibérien.

Il y a, dans ces régions, toute une révolution agricole, industrielle et commerciale qui devra quelque jour y attirer nos touristes; dès à présent, elle retentit d'une façon très appréciable sur les pays que, pour cette raison, nous désirons leur faire étudier cette année.

Mais, si la Crimée et le Caucase doivent être le but de notre prochaine croisière, nous ne saurions, sans dommage pour l'intérêt du voyage, négliger de faire escale en quelques points particuliers de la Méditerranée, de l'Archipel et de la mer Noire, situés sur notre route.

Partant le 26 août de Marseille, nous nous arrêterons d'abord à Ajaccio, afin de permettre aux touristes de prendre quelque idée de la Nature et des hommes en

ce petit coin de terre française que d'ordinaire nous connaissons si peu.

De là nous nous rendrons à La Canée. La Crète offre aujourd'hui au visiteur un enseignement qu'il faut se hâter de recueillir. Sa population, toute de sang grec, mais divisée en orthodoxes et en Turcs, c'est-à-dire en grecs devenus musulmans, frémit encore des luttes farouches qui l'ont si cruellement décimée; si les discordes qui ont ensanglanté le pays demeurent actuellement refoulées dans les cœurs, elles se trahissent néanmoins par des attitudes de menace ou de mépris, des allures d'agression, dont l'observateur le moins perspicace est dès l'abord frappé. Dans les rues encore pleines de décombres et où se voit à chaque pas les ruines amoncelées par la guerre civile, chrétiens et mahométans n'échangent entre eux que des regards chargés de haine. Et cependant l'ordre apparent est partout rétabli. L'île est couverte de belles moissons que nous aurons l'occasion d'admirer en nous rendant, en voiture ou à cheval, de La Canée à La Sude. Les productions variées de l'agriculture crétoise, notamment les plantes odorantes, dont la parfumerie française aurait intérêt à se pourvoir, devront, en effet, s'imposer à notre attention; et nous n'aurons garde de ne pas la diriger non plus sur les marchandises d'Occident que les Crétois consomment et importent. Anglais et Allemands entretiennent avec eux un grand commerce. Pourquoi ne songerions-nous pas à prendre notre part de ces transactions?

De la magnifique baie de La Sude, où les escadres européennes viennent de monter une si longue garde, le navire nous mènera aux Dardanelles, et, dans ce beau détroit, à la cité du même nom. Nous verrons ainsi la vie maritime et la vie intime des petites villes turques échelonnées sur les deux rives, européenne

et asiatique, de cette partie de l'Empire Ottoman.

La traversée de la mer de Marmara aura lieu de nuit. Le navire arrivera, le soleil levé, devant Constantinople : inoubliable spectacle, lorsque après avoir dépassé la ligne des murailles de mer, puis la pointe boisée du Sérail, la Corne-d'Or s'ouvre tout à coup, avec les faubourgs de Péra et de Galata à droite, et vers la gauche le vieux Stamboul, étagé au flanc du promontoire, couronné par les minarets de Sainte-Sophie, des mosquées Ahmédî, Osmanié, Suleimanié et la Tour du Séraskiérat.

Un premier séjour de trois journées, pendant lesquelles le paquebot restera amarré au quai de Galata, permettra de visiter la vieille capitale byzantine, ses monuments antiques et ses mosquées, d'un sentiment si religieux dans leur majestueuse simplicité, de parcourir ses pittoresques quartiers du Vieux-Sérail à Eyoub, et, sur la rive d'Asie, Scutari, dominée par les cyprès du cimetière turc.

Dans toute cette région, ce ne sont pas seulement les restes du passé qui doivent attirer la curiosité du voyageur. Le monde moderne, la civilisation occidentale qui s'y est implantée et est en train d'y acquérir un extraordinaire développement, mérite aussi que nous la considérions de très près. Deux mille de nos compatriotes, établis à Constantinople, y répandent l'influence de notre pays : des commerçants français entretiennent dans la ville des entrepôts; des industriels de France y envoient des produits de leur fabrication. Dans quelle mesure et par quels moyens pouvons-nous développer ces affaires et lutter contre la concurrence, très redoutable, que nous font, spécialement en pays turc, les Autrichiens et les Allemands? La *Revue* se préoccupe d'organiser l'année prochaine une croisière qui aura pour objet ce grand intérêt. Mais, dès à présent, et malgré la brièveté de notre séjour à Constantinople, nous ne devons pas le négliger.

Signalons aussi comme importantes à visiter dans la grande capitale, plusieurs institutions qui font honneur à notre pays et contribuent à son bon renom dans cette partie du monde : l'hôpital français, fondé par l'Union française de Constantinople, les écoles de l'Alliance française, qui répandent notre langue, et divers établissements d'enseignement dirigés ou servis par des Français. C'est un charme inexprimable, quand on arrive pour la première fois à Constantinople, d'y trouver la France représentée et par une colonie riche, instruite et intelligente, et par tout un ensemble de créations scientifiques et philanthropiques qui témoignent avec éclat de son activité bienfaisante.

En quittant Constantinople, nous nous engagerons dans le Bosphore, l'une des merveilles de la contrée; puis commencera le périple de la mer Noire. La première escale aura lieu à Varua. En ce point du sol bulgare, bien rarement visité depuis que les Turcs ont relié Constantinople aux voies ferrées de l'Europe, ce n'est pas seulement la ville et le port qu'il faut voir : la campagne environnante, les paysans, qui ont conservé leur costumes pittoresques et, malgré le joug ottoman, l'amour indéfectible de l'indépendance, réclament aussi une visite; il sera intéressant de jeter, en passant, un regard sur cette société tourmentée, que les convoitises des Etats voisins rendent, à juste titre, si inquiète de son destin.

Les voyageurs toucheront pour la première fois le sol russe à Odessa. Il est, pour nous, de première importance de connaître cette grande place de commerce, créée par l'impératrice Catherine, mais qui s'est surtout et très vite développée sous la direction d'un Français, le duc de Richelieu; Odessa est aujourd'hui le premier port de la mer Noire, l'entrepôt le plus considérable des blés russes, la ville la plus commerçante de la Russie méridionale. Aussi sa population et, par suite, sa physionomie sont-elles très différentes de celles des autres cités de l'Empire. Des fortunes considérables s'y sont constituées, et, dans toute sa banlieue, de magnifiques villas, des parcs soigneuse-

ment entretenus disent la richesse de ses financiers, de ses armateurs et de ses industriels. A ce monde fiévreux des affaires s'entremêle, à Odessa, une population très opposée d'allures, celle des professeurs et des étudiants. Ceux-ci, groupés en une Université très active, entretiennent dans la ville un ardent foyer d'intellectualisme. La plupart caressent le rêve d'une humanité meilleure, édifient des systèmes politiques et souvent communiquent au milieu qui les entoure l'ardente passion sociologique qui les embrase. C'est la réunion de ces activités si diverses qui donne à la ville d'Odessa son cachet propre et la désigne particulièrement à l'attention du visiteur.

Du port d'Odessa, le bateau mettra le cap sur la Crimée, vers Sébastopol. Nous n'avons pas à évoquer ici les souvenirs rattachés à ce nom. D'une lutte héroïque, mais sans haine, une estime réciproque, transformée plus tard en amitié, est née entre deux peuples, et les voyageurs de la *Revue générale des Sciences* pourront constater que le cimetière français est aussi pieusement entretenu que celui où reposent les Russes. Aujourd'hui, Sébastopol, relevée de ses ruines, est devenue le grand port militaire de la Crimée, et les bateaux de commerce n'y sont plus admis.

Le nôtre, cependant, y déposera nos touristes; c'est de là, en effet, qu'ils partiront pour étudier le sud de la Crimée. Cette partie de la Russie, célèbre pour son climat doux, sa végétation luxuriante et l'aspect enchanteur de ses côtes, offre aussi à l'ethnographie et au politique un bien curieux sujet d'observation. Envahie autrefois par des races tartares converties à l'islamisme, elle a longtemps été occupée par des populations mahométanes, et aujourd'hui encore s'y rencontrent, entremêlés aux villages russes, de petites cités musulmanes. C'est l'un des grands attraits d'un voyage en Crimée que l'étude de ces petits groupements. Au milieu des Slaves fanatiquement orthodoxes qui les entourent, ces sectateurs du Coran pratiquent en toute liberté les mœurs et le genre de vie de leurs ancêtres; ils édifient leurs mosquées et suivent les préceptes de leur religion, à la façon de tous les disciples du Prophète. Sans les avoir façonnés à son image, le monde chrétien les a cependant, à certains égards, profondément transformés. C'est ainsi qu'en ce qui touche leur statut personnel, leur condition est tout autre qu'en territoire ottoman. Nous les observerons d'autant mieux que, quittant le bateau à Sébastopol pour ne le reprendre qu'à Yalta, c'est en voiture que nous parcourrons le pays. Notre itinéraire est tracé de façon à nous montrer les plus curieux villages et, dans toute son étendue, cette étonnante corniche de Crimée, dont tous les voyageurs s'accordent à dire qu'elle est l'une des merveilles du monde. Nous suivrons d'abord la vallée verdoyante de Baïdar. Lorsque la route émerge de cette vallée, par la porte du même nom, on aperçoit tout à coup la mer et l'on jouit d'un panorama qui ne le cède en rien à celui de la corniche de Nice. Une journée sera consacrée à cette promenade, qui permettra aux touristes de visiter le parc de Livadia, où se dressent le palais d'Alexandre II et celui où mourut, il y a cinq ans, Alexandre III. Devant l'aristocratie Yalta, le bateau attendra les excursionnistes, pour les déposer le lendemain à Féodosia, ville d'eau qui est aussi à la mode et où se pressent, en été, un grand nombre de Russes de la haute société.

De Féodosia, le navire nous portera à Novorossisk, sur la côte de Circassie. Ce port, de prospérité naissante, fait déjà un grand commerce de céréales, et les voyageurs y admirent de gigantesques *elevators* comparables à ceux de Chicago. Il est l'embarcadère principal du chemin de fer circassien de la mer Noire à la Caspienne et sera le point de départ d'où nous nous dirigerons vers le Caucase.

Les beautés naturelles et les richesses minérales de cette grande chaîne montagneuse, la plus élevée de l'Europe, y attirent depuis quelques années un certain nombre d'artistes, de savants et d'industriels. Mais,

jusqu'à présent, les voyageurs n'avaient pu y excursionner qu'en tous petits groupes; nous avons pensé qu'il serait du plus haut intérêt pour les touristes de la *Revue*, de pénétrer tous ensemble dans les districts qui, jusqu'à l'heure actuelle, n'ont guère reçu d'autres visites que celles des soldats russes, de quelques explorateurs et des trafiquants de la région. En conséquence, nous organisons, pour les excursions dans le massif de l'Elbrous et pour le passage de Circassie en Transcaucasie au travers du Caucase, un service particulier et exceptionnel de transports, qui, nous avons lieu d'y compter, nous donnera pleine satisfaction.

De Novorossisk, nous nous rendrons par train spécial à Kislovodsk et, de là, en voiture, au Bermamyt. Du sommet de cette montagne, déjà haute de 2,600 mètres, on a la vue de l'Elbrous, dont la masse s'élève colossale à 5,631 mètres d'altitude.

Revenant à la ligne principale, nous la suivrons jusqu'à Vladikafkas, au centre même de la Circassie. Là, nous l'abandonnerons et prendrons, en voiture, la route de Géorgie, qui traverse le Caucase à peu près à son centre. La vallée du Terek, la gorge de Dariel nous conduiront au pied du Kazbek, dont la cime se dresse à 5,046 mètres. Le point culminant du col est un peu au-dessous du sommet de la Krestovaïa Gora, qui atteint 2,788 mètres. De là, la route redescend vers Miskhet et Tillis. L'ancienne capitale de la Géorgie, blottie dans l'étroite vallée de la Koura, domine la rivière qui coule à 700 mètres plus bas, au fond d'un abîme à pic, et présente le plus pittoresque coup d'œil. Les Russes y conduisent les Géorgiens, les Persans, les Arméniens, les populations les plus diverses de langue et de costume, attirées par leurs intérêts vers ce marché très fréquenté.

De Tillis, un train spécial permettra d'atteindre en une nuit la cité du pétrole, Bakou, sur le bord de la

Caspienne. Tout à côté, à Balakhani-Sabountchi, où sont les principales sources, nous irons voir la naphte jaillir du sol; puis, à Tchorny-Gorod et à Biely-Gorod, la ville noire et la ville blanche, où sont les grandes usines, nous assisterons au raffinage du précieux liquide et à la séparation de ses divers carbures et de ses sous-produits.

Après cette pointe extrême vers l'Orient, nous reviendrons vers la mer Noire, en longeant les contreforts méridionaux du Caucase. Une excursion à Koutaïs nous permettra de pénétrer dans cette célèbre vallée du Rion, où le couvent de Ghélati conserve les souvenirs de l'ancien royaume d'Imérithie.

Notre dernière étape en Transcaucasie sera à Batoum. Nous y retrouverons notre bateau qui, notre visite faite à ce grand port, nous fera connaître la rive sud de la mer Noire : Trébizonde, l'ancienne Trapezos, riante d'aspect, avec sa ville turque, encore enserrée dans les vieilles murailles byzantines contemporaines des Commènes, et son quartier arménien en dehors des murs; ensuite Sinope, l'antique capitale de Mithridate, à la pointe d'une presqu'île, sur les hauteurs de laquelle s'étend la ville grecque, tandis que les maisons turques sont restées enfermées dans l'enceinte flanquée de tours, construite par les Byzantins.

Alors commencera le voyage de retour. Repassant devant Constantinople, nous nous y arrêterons deux journées, puis nous ferons voite vers la Sicile. Nous ferons escale à Messine et y passerons une pleine journée. De cette ville, le paquebot nous ramènera directement à Marseille.

Nous publierons prochainement la liste des ouvrages scientifiques, historiques et littéraires qu'il sera utile de lire avant le voyage. La plupart de ces livres seront, au siège de la direction de la *Revue*, mis à la disposition des touristes qui désireront les y consulter.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Charles Friedel.

Lorsqu'un homme doué d'une belle intelligence a consacré toute une vie de travail à enrichir le trésor des connaissances humaines; que, préoccupé de l'honneur de son pays plus que de ses propres intérêts, il est arrivé aux plus hautes distinctions, dédaigneux de l'intrigue pour lui comme pour ses amis; que, respectueux des convictions d'autrui, il a toujours porté haut le drapeau de sa foi scientifique, patriotique et religieuse; arrivé au bout du chemin de la vie, celui-là peut tranquillement fermer les yeux, certain d'avoir fait son devoir de savant, de citoyen et d'honnête homme, heureux de laisser à ceux qui l'ont connu l'exemple de vertus qui, tôt ou tard, porteront de nouveaux fruits.

Ce sont ces sentiments qui me vinrent tout naturellement à l'esprit lorsque, le 20 avril dernier, j'appris tout à coup la mort de mon cher et vieil ami, Ch. Friedel.

Je le connaissais depuis trente-quatre ans, et, durant cette longue période, son urbanité, sa bonté, sa bonne foi, toutes ces qualités morales, plus encore que sa vive intelligence, m'avaient, de jour en jour, rapproché de lui.

Aujourd'hui, on me demande quelques pages sur sa personne et sur son œuvre. Que saurais-je dire de mieux, sinon qu'il fut un savant convaincu, toujours au travail, un patriarce au milieu de sa famille et de ses élèves.

Il était né à Strasbourg le 12 mars 1832. Fils et petit-fils de négociant et de banquier, par sa mère Virginie

Duvernoy, fille de G.-Louis Duvernoy, professeur au Collège de France et membre libre de l'Institut, il avait sans doute reçu le sens des spéculations scientifiques. Toutefois, après avoir fait de bonnes études au gymnase protestant de sa ville natale, il entra, en 1851, dans les bureaux de banque de son père, où il passa un an environ. Mais les affaires l'occupaient moins que sa petite collection de minéralogie et surtout que le cours de Chimie que professait alors à la Faculté des Sciences de Strasbourg, un jeune et déjà brillant professeur, Louis Pasteur.

Bientôt, son père lui rendait sa liberté, et en 1852, son grand-père Duvernoy l'amena à Paris, suivre les cours des Facultés et du Collège de France.

Nommé, en 1856, sur la proposition de de Sénarmont, conservateur de Minéralogie à l'École des Mines, il s'était fait inscrire, comme élève, au laboratoire de Wurtz, à la Faculté de Médecine, où je le trouvai déjà en pleine production, lorsque, neuf ans après, j'y vins travailler moi-même. Depuis longtemps, il avait ses licences physique et mathématique; mais en ce temps-là, on cultivait beaucoup la science pour le plaisir qu'elle rapporte, et, quoique Friedel eût déjà publié de nombreux travaux sur les acétones et les aldéhydes, sur les acides gras bromosubstitués, sur l'acide lactique, sur les éthers mixtes, sur les dérivés organiques du silicium qu'il eut le premier l'idée de préparer, sur l'allylène et les homologues de l'acétylène, etc., ce ne fut qu'en 1869, treize ans après son entrée chez Wurtz, qu'il soutint, à la Sorbonne, sa double thèse de doctorat ès sciences : *I. Recherches sur les acétones et les aldéhydes. — II. Sur la pyroélectricité dans les cristallins conducteurs de l'électricité.* Ses nombreux travaux de Chimie organique ne lui

faisaient pas oublier la Minéralogie, sa première initiatrice. En 1836, il avait fait connaître une hémitropie spéciale au diamant, mesuré et étudié divers zircons¹. Plus tard, il découvrait le sulfure de zinc hexagonal, qu'il consacra à son maître sous le nom de *wurtzite*², et l'*adamine*, autre espèce minérale nouvelle (*arséniate hydraté de zinc*), analogue à l'olivénite. Son beau travail sur les propriétés pyroélectriques des cristaux³, la publication de plusieurs déterminations cristallographiques..., tout cela lui donnait, dès cette époque, une véritable autorité en Minéralogie. A l'Ecole des Mines où il avait, dès 1866, un petit laboratoire particulier, il avait réuni déjà plusieurs élèves, et il y cultivait tour à tour la Chimie organique et la Minéralogie. Personne ne fut donc surpris de le voir nommer, en 1871, chargé de conférences de Minéralogie et de Cristallographie à l'Ecole Normale Supérieure et de remplacement de Des Cloizeaux, maître de conférences l'année suivante, enfin, professeur de Minéralogie à la Sorbonne, en 1876, à la place de Delafosse, notre vénéré maître d'alors.

C'est en 1884 que Friedel échangea sa chaire de Miné-



Fig. 1. — Friedel à l'âge de 36 ans.

ralogie de la Sorbonne, pour celle de Chimie organique, devenue vacante par la mort de Wurtz. Il y était pour ainsi dire porté par le consensus général; et, durant les quinze années qu'il a professé cette science, Friedel a su, non seulement se tenir au courant des transformations rapides que subissait la Chimie, mais contribuer largement à ses progrès par ses travaux personnels, en même temps qu'il formait autour de lui de nombreux et distingués élèves, sur lesquels on peut compter.

Le 1^{er} juillet 1878, Ch. Friedel fut nommé membre de l'Académie des Sciences, où il héritait du fauteuil de V. Regnault. Son autorité scientifique, ses convictions qui n'étaient pas sans quelque ardeur de prosélytisme tempérée par l'aménité de son caractère et sa grande franchise, ne tardèrent pas à lui donner dans ce nouveau milieu une influence bien méritée.

Dans un article biographique forcément abrégé, tel que celui-ci, je ne saurais, sans sécheresse, donner la liste complète des travaux de Ch. Friedel, ni tenter de les apprécier comme il convient sans m'exposer à être trop long. Je dirai pourtant un mot de ses principales recherches.

En Minéralogie, outre les travaux plus haut signalés, je rappellerai surtout l'ensemble de ses synthèses d'un grand nombre de composés naturels⁴: production arti-

ficielle de l'orthose, de l'albite, de l'analcime, du quartz, de la topaze, de la néphéline, de l'amphigène, de la sodalite, de l'anorthite, de l'atacamite, de la chalcocménite (sélénite de cuivre), de la phosgénite ($Pb^2Cl^2CO^2$), de la léadhillite ($3PbCO^2, PbSO^4$), de la perylite (oxychlorure de Pb et Cu), de la tridymite, du sesquioxyde de titane cristallisé. Je ne ferai aussi que signaler ses découvertes de la *delafossite*, d'un nouveau tellurure d'or et d'argent, ses études sur la pyroélectricité dans la blende, le chlorate de potasse, la boracite, le quartz; ses déterminations de la brucite $Mg(OH)^2$, de l'hopéite $P^2O^3ZnO, 4H^2O$, etc., du diamant dans une météorite; enfin ses recherches sur les zéolithes.

En Chimie minérale, il suffira de citer ses travaux sur les chlorures, bromures, iodures de silicium, sur le poids atomique de cet élément, sur le silicichloroforme $SiHCl^3$, sur l'hydrogène silicé, sur le sesquichlo-



Fig. 2. — Friedel à l'âge de 66 ans.

rure et le chloro-bromure de carbone⁵, sur l'azoture et autres combinaisons du titane⁶, sur les phosphates et arsénates hydratés de cuivre et de zinc, sur les thiohypophosphates nouvelle série de sulfo-phosphures découverte par lui⁷, etc.

Mais c'est surtout en Chimie organique que Friedel, par ses découvertes et ses méthodes, s'est fait un nom qui restera dans la science.

Une première série de travaux a trait aux acétones et aldéhydes. Chancel, puis Williamson avaient déjà senti leur parenté et considéré les acétones comme des aldéhydes unies à un radical alcoolique; c'est Friedel qui parvint à établir définitivement, vers 1867, l'étroite analogie de ces corps et leur aptitude commune à s'unir à l'hydrogène naissant et à donner ainsi des alcools. Mais il observa que, tandis que les aldéhydes fournissent par hydrogénation des alcools aptes en s'oxy-

d'autres avec M. Guérin, puis avec son fils Georges Friedel en 1890.

¹ Voir pour ces travaux *Bull. soc. chim.* (2), t. XIII, p. 3; t. XVI, p. 244; t. XX, p. 481.

² En collaboration avec Guérin: *Ann. chim. phys.* — 5^e sér., t. VIII, p. 24.

³ *Bull. Soc. Chim.* (3^e série), t. XII, p. 1057.

⁴ *Annales des Mines*, 5^e sér., t. IX, p. 629.

⁵ *Compt. rend.*, t. LII, p. 983.

⁶ *Ann. chim. et physiq.*, (4^e série), t. XVII, p. 79.

⁷ Plusieurs ont été faites, de 1879 à 1883, avec M. Sarrazin

... dant à reproduire l'aldéhyde initial, puis un acide correspondant ayant même nombre d'atomes de carbone, les alcools dérivés des acétones donnent, aux deux degrés de leur oxydation successive, d'abord l'acétone d'où l'on est parti, puis deux acides produits par la dislocation de la molécule, et ayant chacun un nombre d'atomes de carbone plus faible qu'elle. Ainsi fut découverte et définie par Friedel la classe des *alcools secondaires*. Il avait découvert aussi l'alcool isopropylique, et l'un des alcools amyliques secondaires. Un peu plus tard,

il déduisait de ces vues la constitution de la pinacone, sorte de glycol bitertiaire où 2 molécules d'alcool secondaire $\text{CH}^3 - \text{CH}.\text{OH} - \text{CH}^3$ sont réunies avec perte de H^2 par leur chaînon central. En même temps, il réalisait la synthèse de l'acétone $\text{C}^2\text{H}^4\text{O}$ par l'action de l'alcool méthylique iodé sur le chloracétène $\text{CH}^3 - \text{CCl}$, et généralisait cette synthèse.

Il faisait plus: en vertu de ces hydrogénations et oxydations méthodiques, Friedel déterminait dans les molécules des divers composés obtenus la place respective des divers chaînons CH^3 , CO , $\text{CH}.\text{OH}$, $\text{CO}.\text{OH}$, etc. qui les forment, et fondait ainsi les règles qui permettent d'assigner aux molécules organiques leur constitution

atomique rationnelle. C'est à lui que l'on doit les premières constructions du méthylchloracétal $\text{CH}^3 - \text{CCl}^2 - \text{CH}^3$, du propylène chloré $\text{CH}^3 - \text{CCl} = \text{CH}^2$, du propylène $\text{CH}^3 - \text{CH} = \text{CH}^2$, et de son chlorure $\text{CH}^3 - \text{CHCl} - \text{CH}^2\text{Cl}$; du propylglycol $\text{CH}^3 - \text{CH}.\text{OH} - \text{CH}^2 - \text{OH}$, de l'acide lactique $\text{CH}^3 - \text{CH}.\text{OH} - \text{CO}.\text{OH}$, de l'acide pyruxique $\text{CH}^3 - \text{CO} - \text{CO}.\text{OH}$, de l'alcool allylique $\text{CH}^2 = \text{CH} - \text{CH}^2.\text{OH}$ et, en général, de presque tous les composés organiques en C^3 .

En même temps, développant l'idée de Williamson, Friedel obtenait et étudiait un grand nombre d'acétones mixtes: le méthylbenzoyle $\text{CH}^3 - \text{CO} - \text{C}^6\text{H}^5$, le méthylbutyryle, l'éthylbutyryle, etc., ainsi que de nouveaux alcools secondaires, l'alcool isoamylique entre autres.

Une autre série de recherches, et non des moins

originales et des moins délicates, s'enchevêtrait dès cette époque dans les précédentes et occupait Friedel et ses collaborateurs (Crafts, Ladenburg, et plus tard J. Guérin). Je veux parler de ses travaux relatifs à la substitution du silicium et plus tard du titane au carbone des corps organiques. Ces difficiles études devaient bien partir de cette Ecole des Mines où son précurseur Ebelmen avait déjà préparé, quelques années avant, l'éther silicique. Les travaux de Friedel établirent définitivement la tétravalence du silicium et

fixèrent son vrai poids atomique par des preuves toutes différentes de celles que Gerhardt avait le premier tirées des observations de Marignac sur l'isomorphisme des fluotitanates et fluosilicates.

Friedel prépara d'abord les mono, di et tri-chlorhydrènes de l'éther silicique en faisant agir sur l'éther d'Ebelmen le chlorure de silicium. Avec son ami Crafts, il découvrait les composés organiques du silicium, et donnait définitivement raison à la vue géniale de J.-B. Dumas qui, le premier, avait osé rapprocher le silicium du carbone. La découverte de l'hexaïodure de silicium $\text{Si}^3 - \text{Si}^3$ vint établir aussi que le silicium jouit, comme le carbone, de la propriété de former des chaînes conti-

Mon cher Gauthier
 Le Satou, Sels et
 moi, nous sommes
 enars 8 h 40: à la gare
 de Lyon salue des pas -
 perdus Avis au lecteur!
 Et se trouvez pas de proutu
 pour ne plus venir.
 Votre affectueux
 C. Friedel
 Samedi

Fig. 3. — Autographe de Friedel (1869).

mes en s'unissant à lui-même.

A propos de cette importante série de publications, je citerai seulement les belles suites de recherches entreprises par Friedel avec son ami J. M. Crafts, sur les *ethers siliciques*¹, sur le *silicium éthyte* et le *silicium méthyle*², sur l'*hydrate de siliconoyte* $\text{SiC}^2\text{H}^{10}.\text{OH}$, sur l'*oxyde de silicium triéthyte*; avec M. Ladenburg³ sur le *silicichloroforme* SiCl^3H et l'*ether siliciformique*, sur un *mercaptan silicique* $\text{SiCl}^2.\text{SH}$, sur un *oxychlorure de silicium*, sur l'*acide silicopropionique* $\text{SiC}^2\text{H}^3\text{O}.\text{OH}$., sur l'*hydrate siliciozatique* dérivé de l'hexaïodure de sili-

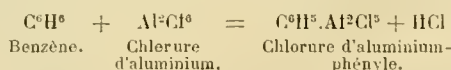
¹ Ann. Phys. Chim., 4^e série, t. IX, p. 5.

² Ibid., t. XIX, p. 331.

³ Ibid., t. XXII, p. 430; t. XXVII, p. 416 et 428; t. XXV, p. 423.

cium; avec M. Guérin, sur diverses *combinaisons analogues du titane*⁴.

C'est en mai 1877 que Friedel communiquait, en son nom et au nom de son fidèle collaborateur Crafts, ses premières observations relatives à l'action du chlorure d'aluminium sur les chlorures organiques. Cette méthode, étudiée d'abord par les deux amis et appliquée par eux à un grand nombre de cas, est devenue et est restée jusqu'à aujourd'hui un des moyens de synthèse organique les plus productifs et les plus puissants. Elle a été exposée par Friedel lui-même dans une conférence qu'il fit, en 1884, à la Société Chimique. Si l'on chauffe un hydrocarbure aromatique, tel que le benzène, avec un chlorure alcoolique ou acide et du chlorure d'aluminium sec, une première réaction tend à se produire, avec départ d'acide chlorhydrique, réaction d'où résulte un véritable composé organométallique :

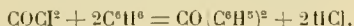


puis le chlorure organométallique agissant sur le chlorure organique ajouté en même temps, l'union de deux radicaux carburés se fait avec régénération du chlorure aluminique primitif :



et, le chlorure d'aluminium primitif étant ainsi régénéré, la réaction peut recommencer indéfiniment.

Friedel et Crafts établirent la généralité de cette méthode. Ils obtinrent coup sur coup, avec le benzène et le chlorure de méthyle, l'hexaméthylbenzène qui leur permit d'arriver ensuite par oxydation à l'acide mellique, le durol ou α -tétraméthylbenzène; ils préparèrent le diphenylméthane par l'action du toluène chloré sur la benzine, l'antraquinone en faisant agir sur elle le chlorure de phthalyle; l'anthracène au moyen du chlorure de méthylène; la benzophénone avec l'oxychlorure de carbone et la benzine :



Ils parvinrent de même, en présence de Al^3Cl^3 , à fixer directement l'oxygène, le soufre, l'acide carbonique, le cyanogène, sur les hydrocarbures aromatiques, obtenant ainsi directement les phénols, les mercaptans et sulfures correspondants, les acides benzoïque et toluïque, le benzonitrile, etc. Avec M. C. Vincent, en faisant agir le tétrachlorure de carbone sur la benzine, Friedel préparait, par la même voie, le triphénylméthane chloré qui, par simple action de l'eau, se transforme en triphénylcarbinol.

Plus tard, il obtenait les divers anthracènes méthylés, faisait la synthèse de l'aurine au moyen du phénol et du tétrachlorure de carbone, remplaçant cette fois le chlorure d'aluminium par celui de zinc et montrant que le chlorure ferrique peut aussi lui être substitué en certains cas.

Les derniers travaux de Ch. Friedel ont trait à la constitution de l'acide camphorique, à l'électrolyse de l'acide tartrique, aux relations qui peuvent exister entre la symétrie de la molécule chimique, résultant de l'hypothèse du carbone tétraédrique et la forme cristalline, etc. Le minéralogiste et cristallographe qu'était Friedel se trouvait dès longtemps préparé à tirer un parti personnel de cette précieuse branche de la Chimie générale, la *Stereo-chimie*, créée par Le Bel et par Van 't Hoff en 1874, et qui a depuis si brillamment tenu ses promesses. Grâce à elle, Friedel parvint à rendre compte de l'isomérisation du paraldéhyde et du métaldéhyde et à expliquer la constitution des deux hexachlorures de benzine dérivés du schéma stéréochi-

mique du benzène. En 1890, il publiait encore un travail de Minéralogie, avec son fils Georges, ingénieur distingué des Mines, relatif à l'action des alcalis sur les silicates alcalins et les micas, travail où ils réalisèrent la synthèse de l'amphygène, de la sodalite et de l'anorthite. En 1894, en collaboration avec son neveu, A. Combes, qui devait malheureusement être sitôt enlevé à la science, il donnait un nouveau procédé de synthèse de bases pyrazoliques, consistant à chauffer à 180°, en présence d'un excès d'anhydride acétique, les hydrazones des aldéhydes et acétones; enfin, en 1896, avec M. C. Chabrière, il publiait ses études sur les séléniophosphures métalliques.

Friedel travailla et soutint la pression formidable des obligations et des devoirs qu'il s'était imposés jusqu'à son dernier jour. Il avait réuni autour de lui, à l'École des Mines d'abord, puis à la Sorbonne, une élite de jeunes hommes studieux, et, devenu chef d'école, il fut toujours désireux de les aider de ses conseils et de son influence. Dans ce rôle, auquel sa santé suffisait à peine, il travaillait non pour lui, mais pour le triomphe de ses chères théories et la gloire de son pays. Friedel était un vrai patriote et sa pensée fixe était l'honneur de la science et la défense des intérêts moraux et matériels de sa patrie. C'est dans ces sentiments qu'il travailla à fonder deux Ecoles bien différentes, quoique issues d'une commune préoccupation : l'une, l'*Ecole Alsacienne*, établissement d'instruction secondaire, créée en 1871, après les désastres de la guerre, dans le but de donner à nos enfants une éducation à la fois libérale, rationnelle et scientifique, où l'on se préoccuperait, mieux que dans nos lycées, du développement du caractère, de l'éducation morale, de l'entraînement physique de l'enfant. Il resta administrateur et membre assidu des Conseils de cette école jusques à sa mort. Son autre création fut celle de l'*Ecole de Chimie industrielle* de la Sorbonne (installée rue Michelet), où il voulait former des praticiens instruits destinés à peupler nos usines de chimistes, de directeurs, de contre-maîtres capables, possédant bien les méthodes scientifiques et destinés à fournir à l'industrie française les moyens de lutter avec nos rivaux de l'étranger. Puisse-t-il avoir pleinement réussi dans cette création, et son œuvre trouver un continuateur enflammé de son énergie, de sa confiance, de son amour du bien public.

C'est ce dernier sentiment, tout autant que le culte de la science, qui fit l'unité de sa belle vie. C'est sa passion d'être utile à son pays, qui le rendit jusqu'à la fin assidu aux séances de la Société Chimique de Paris, à laquelle il aurait voulu, par sa présence, sa parole, ses conseils, infuser plus de vie encore, plus d'éclat et plus d'activité.

Il en était presque un des créateurs. Lorsque, en 1838, Wurtz l'avait fondée, réunissant en un seul faisceau, grâce à son activité et à son entrain personnel, les principaux chimistes d'alors : J.-B. Dumas, Balard, H. Sainte-Claire Deville, P. Thénard, Pasteur, Berthelot, Cahours, Bareswill, etc., il comptait déjà sur son élève Friedel qui ne tarda pas à devenir, en effet, son collaborateur principal pour la rédaction du Bulletin de la Société Chimique et son organisation. Vice-président de la Société dès son début, quatre fois élu président, presque continuellement membre de son Conseil, Friedel eut, sur le développement, la marche et la prospérité de la Société Chimique et la direction et la publication de son *Bulletin*, une influence prépondérante. Dans ce rôle encore, il sera difficile à suppléer.

Le portrait du savant et de l'homme serait incomplet si je ne montrais ici le fond de l'âme de cet apôtre du bien et de la vérité. Friedel était profondément religieux, et une partie de cette vie, déjà si remplie, fut consacrée au strict et sévère accomplissement des devoirs qui découlent de ce sentiment. Décrivant un jour le caractère et les convictions de son maître et ami A. Wurtz, Friedel avait prononcé ces paroles qui s'appliquaient si complètement à lui-même :

« Il resta toute sa vie fermement attaché à l'Eglise

⁴ *Ibid.*, 3^e série, t. VIII, p. 24.

« dans laquelle il était né, celle de la Confession « d'Augsbourg. Il tenait à elle non seulement par ses traditions et par ses souvenirs, mais par ses convictions; « il le fit voir en lui consacrant une partie de son « temps... Enfant de la Réforme et du libre examen, « il fut grand ami de l'initiative individuelle, non- « seulement en théorie, mais en prêchant d'exemple »¹.

Ces sentiments furent ceux de Charles Friedel. La hauteur de ses convictions fit la grandeur de son caractère. C'est ainsi qu'il s'imposa, plus peut-être que par ses belles découvertes, au respect, à l'affectueuse sympathie de tous ceux qui le connurent.

Puissent ces quelques lignes consacrées à sa mémoire, porter un peu de soulagement à la douleur de sa compagne, de ses enfants, de ses élèves, de ses amis.

Armand Gautier,
de l'Académie des Sciences,
Professeur à la Faculté de Médecine de Paris.

§ 2. — Physique

La vitesse des ions dans les flammes contenant des sels vaporisés. — Les phénomènes qui se passent dans une flamme contenant un sel à l'état de vapeur, ont attiré, depuis longtemps, l'attention des savants. Récemment (30 décembre, p. 922), nous rendions compte ici-même des recherches de MM. A. Smithells, H.-M. Dawson et H.-A. Wilson, sur la conductibilité électrique de ces flammes. L'un des trois physiciens anglais, M. Wilson, a poursuivi ces études et vient de faire connaître de nouveaux résultats d'un grand intérêt.

L'appareil utilisé consiste, on le sait, en un bec de Bunsen, dont les courants de gaz et d'air sont parfaitement réglés, le dernier entraînant dans la flamme un jet extrêmement fin d'une solution du sel en expérience. Deux toiles métalliques de fil de platine sont placées horizontalement l'une au-dessus de l'autre dans la flamme et parcourues par un courant. L'intensité et la force du courant dépendent de la position relative et de la distance des électrodes positive et négative. Si l'on examine la chute de potentiel entre les deux toiles métalliques, on constate que, lorsqu'elles sont chaudes, elle est de la même nature que celle observée dans les gaz aux faibles pressions. Ainsi, près de chaque électrode, il y a une chute relativement brusque de potentiel, plus grande au pôle négatif qu'au pôle positif, avec un gradient faible et presque uniforme entre les deux. Si l'une des électrodes est refroidie, la chute de potentiel près de cette électrode devient très grande et souvent presque égale à la chute totale entre les deux électrodes. Ces faits et d'autres semblent prouver que presque toute l'ionisation de la vapeur saline se produit à la surface des électrodes incandescentes et non à travers toute la flamme.

Pour déterminer les vitesses relatives des ions métalliques dans la flamme, l'auteur mesurait la différence de potentiel nécessaire pour leur faire traverser la flamme de haut en bas à l'encontre du courant de gaz. Il remarqua que les ions positifs des sels de Li, Na, K, Rb et Cs ont presque tous la même vitesse dans la flamme, tandis que les ions négatifs de divers sels de ces métaux ont des vitesses, presque égales aussi, mais environ soixante-dix fois supérieures.

L'auteur a également déterminé la vitesse des ions de divers sels dans un courant d'air chauffé à t.000°, et a obtenu les résultats suivants :

	VITESSE en cm. par sec.
1. Ions négatifs des sels de Li, Na, K, Rb, Cs, Ca, Sr, et Ba.	— 26,0
2. Ions positifs des sels de Li, Na, K, Rb et Cs	7,2
3. Ions positifs des sels de Ca, Sr, et Ba.	3,8

Il résulte de ces chiffres que les ions qui, en solution, portent d'égales charges, ont des vitesses égales à l'état gazeux. La vitesse d'un ion gazeux dans un milieu

donné dépend donc uniquement de sa charge. Les vitesses sont inférieures à celles calculées pour des ions composés d'un seul atome, de telle sorte que chaque ion paraît être un groupe d'atome. Si nous considérons ce groupe comme maintenu par sa charge, on peut supposer que le volume du groupe est déterminé par la charge. De là, les ions ayant d'égales charges sont d'égales dimensions et, par conséquent, d'égales masses; ils auront donc la même vitesse dans les mêmes conditions.

Les découvertes de l'auteur permettent d'expliquer facilement le phénomène de la conduction unipolaire. Si l'électrode négative est beaucoup plus chaude que l'autre, la négative émettra très abondamment des ions négatifs, et il y aura un fort courant; mais si l'électrode chaude est positive, la faible vitesse des ions positifs n'est pas favorable à leur arrachement de l'électrode avant qu'ils se recombinent, de sorte que le courant sera très faible, si une grande force électromotrice n'est pas employée.

§ 3. — Zoologie

Sur la régénération chez les Annélides. — Dans le numéro du 30 mars de la *Revue générale des Sciences*, M. Cuénot a fait de mon mémoire sur la régénération chez les Annélides, une analyse, dont je désire relever certains passages, en raison de la publicité de la *Revue*. — Pour ce qui concerne la première partie :

1° Contrairement aux assertions du critique, le mémoire de Korschelt, et le second mémoire de Morgan, sont (comme cela se lit dans mon travail) postérieurs (de quelques mois) à mes Notes préliminaires, insérées aux *Comptes rendus de la Société de Biologie*.

2° Seul, j'ai étudié les Polyclètes (11 espèces). 3° La confirmation de résultats nouveaux n'est jamais dénuée d'intérêt, surtout quand ces résultats soulèvent encore des contradictions. Aussi Hescheler a-t-il, lui, trouvé et témoigné, depuis, quelque intérêt à la concordance de nos recherches.

Relativement à la 2^e partie, de beaucoup la plus importante, l'analyse côtoie seulement, ou même passe sous silence précisément les points qui, par leur généralité et actualité, méritaient le plus d'être mis en relief :

Origine ectodermique des ébauches, bien en rapport avec la doctrine générale du rôle générateur des épithéliums; Rôle des fibrilles dans la délimitation des ébauches, notamment : 1° dans la métamérisation, surtout dans les types condensés; 2° dans la formation des basales par feutrage, résultat qu'on ne peut s'empêcher de rapprocher des rapports de structure des gaines nerveuses, en particulier d'après les récents travaux d'Apáthy; Confirmation des lois du parallélisme du développement, mais en évitant les systématisations exagérées qui avaient provoqué contre elles une réaction : 1° Parallélisme entre les divers types (théorie des feuilletts); mais sans spécificité absolue, les ébauches, quelle qu'en soit l'origine, étant d'abord indifférentes. — 2° Parallélisme entre les divers modes de l'ontogénie; mais dans la mesure du possible : ainsi, dans la Régénération, début après les premiers stades embryonnaires, non-formation d'un proctodæum inutile.

Dans un Appendice à mon mémoire, par conséquent le plus simplement possible, et en vue d'être utile à quelques-uns, j'ai déterminé et précisé la technique suivie, avec les améliorations dues à une pratique déjà assez longue du laboratoire. Tout progrès dans les résultats ne consacrerait-il pas une recherche dans la technique, et n'est-ce pas par la discussion de ceux-là qu'il faut juger celle-ci? Cependant, M. Cuénot se borne à voir là matière à un « grave reproche de forme »; pour lui, cette technique générale n'est plus que « banale ». Cela prouve simplement que nous n'avons pas la même manière de voir sur la méthode scientifique.

A. Michel,
Préparateur d'Embryologie générale à la Sorbonne.

¹ *Revue scientifique* 21 janvier 1885; p. 103 et 106.

LES PROTAMINES ET LES CORPS ALBUMINOÏDES

La voie par laquelle on acquiert la connaissance chimique des matières complexes qui constituent les organismes est aujourd'hui nettement tracée. On commence par isoler la substance en état de pureté chimique, on examine les réactions et les combinaisons et on fait le dosage des éléments qui y sont contenus. C'est là la première partie du travail. La seconde comprend les recherches sur la nature des fragments obtenus par la destruction de la grande molécule. Dans la troisième, on s'efforce d'opérer la combinaison ou la synthèse des fragments obtenus et de voir quelle est la quantité relative des divers produits de dédoublement et quel est le dessin d'après lequel il faut combiner ces produits pour reconstruire la molécule.

C'est dans cette troisième période de recherches que se trouve aujourd'hui l'étude des corps albuminoïdes. On tient dans la main chacune de ces pierres, qui constituent l'édifice moléculaire, on en contemple la forme, mais l'on cherche en vain à deviner la façon dont elles sont associées et agencées dans le bâtiment. Ce qui empêche de prendre de leur disposition générale une vue d'ensemble, c'est la masse et la diversité des produits de dédoublement.

Il m'a semblé qu'il y avait seulement une manière de résoudre ce problème : chercher les plus simples des matières albuminoïdes, étudier les fragments peu nombreux qui en résultent par dédoublement, parvenir à la connaissance d'une molécule type pour les corps plus complexes qui appartiennent au même groupe. C'est cette voie que je me suis proposé de suivre.

En cherchant l'albumine la plus simple, je suis remonté à l'étude chimique des cellules génératrices mâles. Ce sont là des éléments organisés, d'une composition très simple. Tandis que les cellules femelles contiennent les matières chimiques nécessaires pour la nutrition de l'embryon naissant, la cellule mâle est généralement dépourvue de toute fonction nutritive; elle ne contient que les éléments chimiques primitifs propres à la fécondation ou au mouvement.

C'est dans cette cellule que l'on peut espérer trouver les corps organiques simples qui donnent naissance aux matières plus complexes de la cellule développée et qui pourront déceler le plan d'après lequel ces matières sont construites.

En 1874, Miescher¹ publia des recherches sur

les spermatozoïdes du saumon, dont il précisa la composition chimique. Il y découvrit deux éléments, jusque-là inconnus : l'acide nucléique et la protamine, la protamine représentant 26,76 % de la matière organique des spermatozoïdes. La quantité des albumines, au contraire, était petite : elle ne dépassait pas 10,32 %. Miescher précisa la composition et quelques réactions de la protamine, mais la nature chimique de cette base restait inconnue. L'étude de cette substance, que j'ai reprise vingt ans plus tard, me donna l'idée d'une analogie de la protamine avec les albumines, et aujourd'hui, après avoir poursuivi ces recherches, il ne me semble pas douteux que cette base ne doive être regardée comme un corps albuminoïde d'une constitution très simple.

1

Considérons rapidement — pour comprendre cette analogie — les produits du dédoublement des corps albuminoïdes.

Quand on soumet une matière albuminoïde complexe à une ébullition prolongée avec des acides moyennement étendus, on obtient des produits appartenant à différents groupes du système chimique. Le liquide bouillant se colore de plus en plus en brun foncé, et il se forme un précipité d'une substance noire : l'acide humique ou mélanoidique. Le liquide contient un grand nombre de corps azotés : de l'ammoniaque, des acides amidés de la formule $C^nH^{2n+1}AzO^2$, savoir : la leucine $C^6H^{13}AzO^2$, l'acide amidovalérique $C^5H^{11}AzO^2$; des acides de la formule $C^nH^{2n-1}AzO^1$, savoir : l'acide aspartique et l'acide glutamique, contenant quatre et cinq atomes de carbone; de la tyrosine; de la leucimide; des dérivés soufrés et d'autres substances encore mal définies. A ces substances, connues par les recherches de Liebig, Bopp, Ritthausen, Illasiwetz et Habermann, Schützenberger et d'autres chimistes, s'ajoutent des corps plus riches en azote, signalés en ces derniers temps. En 1889¹ et au cours des années suivantes, M. Drechsel découvrit, parmi ces produits, la lysine $C^6H^{14}Az^2O^2$, qui est probablement l'acide diamidocaproïque, la lysatinine et un corps dont la formule correspond à l'acide diamidoacétique.

physiologischen Arbeiten, von F. Miescher. Leipzig, 1897, Bd I, S. 55-107.

¹ Archiv f. Anatomie und Physiologie. Physiologische Abtheilung, 1891, S. 248. — Berichte der K. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, 1892, S. 116.

¹ Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel, 1874. Bd VI, S. 138-208. — Die histochemischen und

Quelques années plus tard, *Hedin*¹ prouva que la *lysatinine* n'est pas un individu, mais qu'elle représente un mélange équimoléculaire de lysine et d'une base² découverte par M. E. *Schulze* dans les cotylédons de semences de lupins étiolées : l'*arginine*, qui a la formule $C^6H^{14}Az^1O^2$ et qui donne naissance, sous l'action de l'eau de baryte bouillante, à l'*urée* et à l'acide *diamidovalérique*. En outre, *Hedin*³ annonça parmi ces produits la présence d'une base que j'avais extraite, peu de temps auparavant, des spermatozoïdes de l'esturgeon⁴.

La composition de cette substance, que j'avais nommée *histidine*, est exprimée par la formule $C^6H^9Az^2O^2$.

En regardant la longue série de substances hétérogènes provenant de cette molécule des corps albuminoïdes, on comprend la nature complexe de l'albumine, fonctionnant comme acide et comme base, capable de se rattacher à la plupart des substances élaborées par la cellule, reflétant en sa molécule la complexité des phénomènes de la vie.

Cependant, il y a des substances qui portent les caractères des albumines et qui ne contiennent pas l'ensemble de tous ces groupes chimiques. La *conchioline*, renfermée dans les coquilles des mollusques, ne contient pas de tyrosine. La *fibroïne*, extraite de la soie, ne contient pas de groupe soufré. Il y a des corps albuminoïdes qui forment du *glycocolle*, tels que la gélatine, d'autres qui n'en fournissent pas. Il y en a dont la solution ne se colore guère quand on les fait bouillir avec des acides, et qui semblent ne pas contenir le groupe engendrant l'acide mélanoidique.

Y a-t-il donc des groupes qui ne manquent jamais dans la molécule albuminoïde, qui forment le noyau caractéristique de toutes les albumines et dont dépendent les propriétés générales de ces matières?

Voici les produits que l'on a trouvés dans tous les corps albuminoïdes, soumis jusqu'à présent à l'analyse et qui, pour nous, répondent à cette question :

La leucine	$C^6H^{12}Az^1O^2$
La lysine	$C^6H^{14}Az^2O^2$
L'histidine	$C^6H^9Az^2O^2$
L'arginine	$C^6H^{14}Az^1O^2$
L'ammoniaque	AzH^3

Cette série ne représente que l'état de nos connaissances actuelles. Les méthodes étant encore en voie d'évolution, il y a peut-être des produits de dédoublement dont on n'a pas vu la présence constante chez les différentes albumines. Tels sont

l'acide *diamidocétique* de M. *Drechsel*, la *leucinide* de M. *Ritthausen*, l'acide *amidovalérique* et les autres produits signalés par M. *Schützenberger*. En outre, on n'a pas encore étendu ces recherches à toutes les albumines connues.

On peut donc présumer que cette série est susceptible de se trouver diminuée ou augmentée par des recherches plus approfondies¹; mais, telle qu'elle se montre aujourd'hui, un fait très remarquable apparaît : cette série est formée par des substances organiques contenant six atomes de carbone et une proportion croissante d'azote, — substances pour lesquelles j'ai proposé le nom de *hexones*. Ces *hexones* prévalent donc dans le noyau chimique de la molécule albuminoïde; — peut-être le forment-elles exclusivement.

Ce noyau est caractérisé par quelques réactions communes à toutes les substances albuminoïdes : telle est la réaction du biuret; telle est aussi l'action de la trypsine. L'étude des enzymes a démontré que l'action d'une enzyme déterminée se borne à une certaine organisation chimique; or, la trypsine n'agit que sur les corps albuminoïdes. L'action de la trypsine diffère beaucoup de celle de la pepsine. Celle-ci ne semble pas attaquer le noyau, elle scinde les albumines plus complexes en formant des produits simples, des *peptones*, qui conservent encore la nature albuminoïde. La trypsine, au contraire, effectue un dédoublement total de la molécule en formant les produits déjà nommés : leucine, tyrosine, arginine, etc. Nous avons donc dans la *trypsine* un réactif pour le groupe chimique qui constitue le noyau des albumines².

II

Quels sont les réactions et les produits du dédoublement de ces *protamines*, que j'ai supposées être les albumines les plus simples?

Les *protamines* sont des bases; leur solution aqueuse a une réaction fortement alcaline, et l'on obtient des sels bien définis avec les acides. Le sulfate de *protamine* est franchement soluble dans l'eau distillée à l'ébullition ou dans l'eau froide contenant un excès d'acide sulfurique. Quand la solution neutre concentrée se refroidit, ou quand

senschaften, 9 avril 1896. — *Zeitschrift für physiologische Chemie*, Bd XXII, S. 176.

¹ Dans les recherches exécutées avec la collaboration de M. *Kutscher*, j'ai trouvé des albumines complexes qui ne fournissent qu'une faible proportion d'histidine. On peut en augurer que l'on découvrira des corps albuminoïdes exempts de cette base.

² Il y a quelques albumines insolubles qui sont très résistantes contre la digestion trypsique. D'après MM. *Kühne* et *Ewald* existeraient aussi quelques *peptones* solubles réfractaires contre l'action pure de la trypsine, par exemple la *peptone* de la gélatine.

¹ *Zeitschrift für physiologische Chemie*, Bd XX, S. 186. — Bd XXI, S. 155, 297.

² *Zeitschrift für physiologische Chemie*, Bd XI, S. 43.

³ *Zeitschrift für physiologische Chemie*, Bd XXII, S. 191.

⁴ *Sitzungsberichte der K. Preussischen Akademie der Wis-*

on sature la solution acide avec le chlorure de sodium ou le sulfate d'ammoniaque, il se sépare une huile qui contient la protamine.

Mes recherches¹ sur les testicules de différentes espèces de poissons ont démontré qu'il faut distinguer plusieurs protamines. La *salmine*, protamine signalée par M. Miescher, contenue dans les spermatozoïdes du saumon, a la constitution la plus simple de tous ces corps. L'analyse conduit à la formule $C^{30}H^{57}Az^{17}O^6$ ou $C^{30}H^{59}Az^{17}O^7$. Cette substance est identique à la *clupeïne*, que j'ai extraite des testicules du hareng, et elle ressemble beaucoup à la *scombrine*, découverte dans mon laboratoire par M. Kurajeff² dans les organes du maquereau. En soumettant ces substances au dédoublement avec l'acide sulfurique, j'ai obtenu seulement deux produits : l'*arginine* et l'acide *amidovalérique* $C^4H^8AzO^2$, à côté d'une petite quantité d'une matière encore mal définie.

La *sturine*, que j'ai trouvée dans les spermatozoïdes de l'esturgeon, est d'une constitution plus complexe ; elle fournit trois bases : l'*histidine*, l'*arginine*, la *lysine*, et une faible proportion d'une substance qui est probablement l'acide *amidovalérique*.

Nous voyons donc naître ici, sous l'action des acides bouillants, les produits hexoniques qui sont les éléments de ce que j'ai nommé le *noyau hexonique* de la molécule albuminoïde. Par l'action incomplète des mêmes réactifs, on obtient des produits intermédiaires plus solubles que les protamines et comparables aux peptones. En énonçant cette analogie, nous avons proposé le nom de *protones* pour ces matières.

Ajoutons que les protamines offrent des réactions communes à toutes les albumines. Elles sont lévogyres. Les protamines, comme les protones, donnent la réaction du biuret avec coloration rouge. Ces corps sont précipités comme les albumines par le ferrocyanure de potassium et par l'acide picrique, et — ce qui me semble le plus important — ils sont dédoublés par la trypsine en formant l'*arginine* et encore d'autres produits de la digestion pancréatique.

Pour concevoir la constitution de ces protamines, nous avons fait observer leur analogie avec un groupe de composés ternaires d'une grande valeur physiologique : les hydrates de carbone. L'amidon est transformé par hydratation en dextrine, puis, par dédoublement poussé plus loin, en maltose $C^{12}H^{22}O^{11}$ qui fournit deux molécules d'un *hexose* (le glucose) $C^6H^{12}O^6$. L'amidon est donc d'une constitution peu complexe, puisqu'il est composé de fragments unifornes.

Il y a d'autres hydrates de carbone, fournissant plusieurs hexoses de nature différente.

La raffinose, par exemple, est composée de trois hexoses, savoir le *d-fructose*, le *d-glucose*, le *galactose*.

C'est à ces substances que je compare les protamines. La grande molécule de la *salmine* est d'une composition relativement simple, puisqu'elle est formée par la combinaison multipliée de deux principes : une hexone et un composé de cinq atomes de carbone. La *sturine*, au contraire, serait comparable aux hydrates de carbone les plus complexes, puisqu'elle donne trois différentes hexones et, de plus, une autre substance, qui est probablement l'acide *amido-valérique*. La trypsine, transformant les complexes moléculaires plus élevés en hexones, est analogue à ces enzymes diastatiques, dédoublant l'amidon, la dextrine et les *hexobioses* en *hexoses*.

En admettant ces idées sur le noyau hexonique des matières albuminoïdes, on parviendra à une classification rationnelle de ces substances. On supposera : dans la *salmine* un noyau hexonique uniforme, formé par l'*arginine* ; dans la *sturine* un noyau complexe, composé par trois hexones différentes ; dans les corps albuminoïdes plus complexes, des noyaux contenant la leucine à côté de bases hexoniques.

La multiformité des albumines est causée par les groupes secondaires qui s'attachent au noyau hexonique. C'est par la combinaison avec les acides amidés de la série grasse, avec des complexes soufrés, avec la tyrosine, avec le groupe engendrant l'acide mélanoidique ou l'ammoniaque, que l'on obtient les différentes espèces des matières albuminoïdes.

A mesure que la proportion de leucine et des groupes secondaires augmente, le caractère basique causé par le noyau hexonique basique va disparaître. J'ai dosé, avec la collaboration de M. Kutscher, les bases hexoniques naissantes des corps albuminoïdes. L'albumine complexe la plus riche en base est une matière que j'avais trouvée en 1883 dans des tissus animaux, l'*histone*¹. Cette albumine a des propriétés basiques. On peut produire des corps analogues à l'*histone* en ajoutant à une albumine la protamine qui contient le noyau hexonique presque pur. Il se forme dans la solution aqueuse ammoniacale un précipité d'une combinaison albuminoïde que l'on ne peut distinguer de l'*histone*. L'élastine, au contraire, qui forme les fibres élastiques, contient un noyau hexonique pauvre en bases, riche en leucine².

¹ Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd XXII, S. 176. — Bd XXV, S. 165. — Bd XXVI, S. 588.

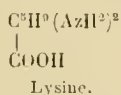
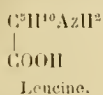
² Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd XXVI, S. 524.

¹ Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd VIII, S. 511. — Voir aussi LILJENFELD : *Ibidem*, Bd XVIII, S. 482.

² HEDIN : Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd XXV, S. 344. — KOSSEL et KUTSCHER : *Ibidem*, S. 551.

III

La constitution des complexes hexoniques qui forment ces noyaux n'est pas encore bien connue. On sait que la leucine est l'acide amido-caproïque; on suppose que la lysine a la constitution d'un acide diamidocaproïque :



L'arginine fournit, d'après les recherches de M. Schulze, l'urée et l'acide diamidovalérique. Les produits provenant de l'histidine ne sont pas encore connus.

Les molécules albuminoïdes primitives peuvent se combiner pour former des substances plus complexes. Telle est la réaction de la protamine, justement mentionnée. M. Kutscher a signalé¹ une combinaison analogue qui se forme en précipité quand on ajoute la solution aqueuse d'une peptone (deutéroalbumose) à celle d'une globuline.

Une complication encore plus grande est produite par l'addition de molécules hétérogènes, des groupes *prosthétiques*². Quand on ajoute à la solution d'une

albumine la solution d'un acide nucléique, on obtient un précipité contenant la *nucléine*. Cette substance est le type d'une série de corps fort répandus, formés par la combinaison d'une molécule albuminoïde avec d'autres groupes organiques. Il existe dans les tissus organisés des corps albuminoïdes, attachés aux molécules riches en phosphore, — tels que les nucléines, — ou aux groupes engendrant des hydrates de carbone, — tels que les mucines, la chondromucine, l'ovalbumine, — ou aux groupes formant des matières colorantes, — tels que les albumines colorées des globules rouges du sang.

Quand on considère ensuite que ces albumines complexes peuvent entrer en combinaison entre elles ou avec les groupes prosthétiques, on conçoit que les cellules réalisent toutes les conditions nécessaires à la formation d'une diversité infinie de corps albuminoïdes, dont chacun sera doué de nouvelles qualités chimiques particulières et sera propre à une nouvelle fonction physiologique déterminée.

D^r Albrecht Kossel,

Professeur de Physiologie
à l'Université de Marbourg a. L.

LA VALEUR ALIMENTAIRE

DES ALBUMOSES ET DES EXTRAITS DE VIANDE

Les diverses substances que l'homme utilise pour son alimentation peuvent être divisées en deux groupes : les aliments proprement dits et les condiments. On désigne sous le nom d'*aliment* toute substance qui, une fois modifiée par les sucs digestifs, fournit les aliments de réparation de nos tissus et les matériaux de la chaleur animale. Un rôle plus modeste, mais non moins important, est dévolu aux substances désignées sous le nom de *condiments* : elles aussi renferment des éléments nutritifs, mais leur destination principale est de relever le goût des aliments, de les faire facilement accepter et de favoriser la sécrétion du suc gastrique.

Si l'on veut comparer l'organisme animal à une machine, les aliments seraient le charbon qui fait marcher la machine, et les condiments, l'huile qui évite le frottement et facilite le jeu réciproque des divers rouages. Tous les deux jouent dans l'économie animale un rôle bien déterminé et

sont indispensables au fonctionnement régulier de la machine.

Parmi les préjugés sur la valeur nutritive, alimentaire de certaines substances, il en est un qui est particulièrement répandu dans le public : c'est celui qui concerne la valeur de l'extrait de viande. Beaucoup de personnes s'imaginent que l'extrait de viande est une véritable quintessence qui renferme les parties les plus nutritives de la viande, et que, par conséquent, une cuillerée d'extrait équivaut largement à un bon bifteck. Il ne m'appartient pas d'envisager ici l'origine de ce préjugé; mais, ce qui est certain, c'est que c'est sur ce préjugé, sur cette équivoque grossière, que fait fond, en très grande partie, l'industrie des extraits de viande, industrie qui, ces temps derniers, a pris un développement si considérable en Amérique et en Angleterre. Il suffit, du reste, de parcourir les annonces que ces diverses compagnies industrielles (Armour, Wyeth, Liebig, Kemmerich, etc.) publient dans les journaux, pour voir l'extrait de viande qualifié de « meilleur aliment », contenant toutes les parties stimulantes, nutritives et toniques de la

¹ *Zeitschrift für physiologische Chemie*. Bd XXII. S. 415.

² *Archiv f. Anatomie und Physiologie*. Physiologische Abteilung, 1893. S. 157.

viande sous une forme facilement assimilable ».

Or, rien n'est plus téméraire que cette assertion. L'extrait de viande n'est pas un aliment, mais simplement un condiment, car la quantité de principes nutritifs qu'il renferme est des plus limitées et il ne peut être pris à dose tant soit peu élevée. Les faits que nous allons citer, d'après un travail publié récemment par M. Voit (de Munich), le démontrent avec la dernière évidence.

I

L'extrait de viande, préparé en premier lieu par Proust, en 1821, n'est autre chose qu'un bouillon de viande concentré jusqu'à consistance sirupeuse. Comme le bouillon ordinaire, il ne renferme par conséquent que les parties de la viande solubles dans l'eau chaude. Les analyses anciennes, celles de Kemmerich, ont donné pour l'extrait de viande 27 % de substances albuminoïdes. Les analyses plus récentes de Stutzer ont fourni des chiffres moins élevés. Voici quelle serait, d'après lui, la composition de l'extrait de Liebig et de celui de Bovril :

	EXTRAIT de Liebig en %	EXTRAIT de Bovril en %
Eau	17,72	44,42
Substances organiques. . .	59,54	37,26
Sels	22,74	18,32

Les substances organiques se décomposent à leur tour en :

Albumoses solubles . . .	{ 20,50	{ 10,81
Albumine insoluble. . .	{ 0,75	{ 6,31
Matières extractives . . .	38,29	20,32

La composition de l'extrait de viande se rapproche donc de celle de la viande en nature. Mais si on les envisage en tant qu'aliments, on trouve entre eux la différence suivante : Tandis que la viande peut être consommée en quantités notables sans provoquer d'accidents, l'extrait de viande n'est toléré qu'à très petite dose. Ainsi, la quantité d'extrait de viande qu'on peut prendre par jour, est, d'après Liebig, Kemmerich et autres, de 5 grammes par jour pour un adulte; on peut aller jusqu'à 10, voire même 15 grammes par jour; mais c'est déjà la dose maxima qu'il ne faut pas dépasser sous peine de provoquer des troubles digestifs, de la diarrhée.

Prenons donc la dose moyenne de 5 grammes. Cinq grammes d'extrait de viande renferment au plus 1 gramme de substances albuminoïdes solubles. Cette quantité est tout à fait infime, si l'on songe que, pour l'entretien de son économie, au point de vue de l'équilibre azoté seul, un adulte bien portant a besoin de 118 grammes de substances albuminoïdes par jour, et que cette quantité est

de 80 grammes par jour pour un malade ou un convalescent.

Ce peu de valeur nutritive de l'extrait de viande, quand il est pris aux doses usuelles, est démontré encore par les expériences suivantes : Rubner, dans ses recherches faites sur des chiens, a trouvé que l'extrait de viande n'exerce aucune influence sur l'élimination d'acide carbonique et la production de chaleur par l'organisme : la plus grande partie des principes qu'il renferme traversent l'économie sans être assimilés et se retrouvent dans l'urine. Politis prend deux séries de rats : dans l'une, les animaux sont soumis à l'inanition absolue, dans l'autre chaque animal reçoit 4 grammes d'extrait de viande par jour : ces deux séries succombent en même temps. Le résultat a été le même dans les expériences identiques faites par Kemmerich sur des chiens. Il va de soi que, si les animaux soutenus avec de l'extrait de viande ne survivent pas aux animaux soumis à l'inanition, c'est qu'en l'absence de matières hydrocarbonées, l'extrait de viande, aux doses employées, renferme une quantité de substances albuminoïdes beaucoup trop insuffisante pour l'entretien de l'économie.

Pour augmenter la valeur nutritive de l'extrait ordinaire de viande, quelques industriels ont eu l'idée de l'additionner de poudre de viande. Ils ont ainsi créé un extrait pâteux de viande, qu'ils ont présenté comme étant cinquante fois plus nutritif que l'extrait ordinaire et constituant une sorte d'aliment concentré. Il suffit de regarder l'analyse ci-dessous de Stutzer pour voir jusqu'à quel point cette assertion est peu justifiée. On trouve notamment, pour 100 grammes de substance sèche, dans :

	EXTRAIT pâteux de Bovril	VIANDE
Substances organiques. . .	75,30	94,60
Sels	24,70	5,39

Les substances organiques se décomposent, à leur tour, en :

Albumoses solubles . . .	40,47	"
Albumine insoluble . . .	9,17	86,72
Matières extractives . . .	25,66	7,88

Il résulte de ces analyses que l'extrait pâteux contient deux fois moins de substances albuminoïdes et, en revanche, trois fois plus de sels et de matières extractives que la viande en nature. Si nous refaisons le même calcul que pour l'extrait liquide, nous trouvons que 5 grammes d'extrait sec (dose moyenne pour l'adulte) renferment un peu plus de 2 grammes de substances albuminoïdes, quantité, encore une fois, tout à fait insuffisante pour l'entretien de l'économie au point de vue de l'équilibre azoté seul.

Faut-il ajouter que ces 2 grammes de substances

albuminoïdes, le consommateur peut les trouver dans 10 grammes de viande de boucherie, en réalisant en même temps une grande économie? En effet, d'après un calcul de M. Voit, 20 grammes de substances albuminoïdes, contenus dans 100 grammes de viande en nature, coûtent en moyenne 20 à 25 centimes, tandis que le prix de la même quantité de substances albuminoïdes, sous forme d'extrait de viande, varie de 1 franc à 1 fr. 50, suivant les préparations. Une personne qui voudrait couvrir par l'extrait de viande les 148 grammes de substances albuminoïdes dont elle a besoin pour l'équilibre azoté de son économie, aurait à dépenser 6 à 9 francs par jour au lieu de 60 à 90 centimes que lui coûterait une quantité équivalente de substances albuminoïdes sous forme de viande de boucherie.

Tous ces faits montrent donc que l'extrait de viande ne peut nullement prétendre au titre d'aliment. Il renferme une trop petite quantité de principes nutritifs proprement dits; il ne peut être pris en quantité suffisante sans provoquer des troubles digestifs: il est d'un prix trop élevé pour la toute petite quantité de substances nutritives qu'il renferme. Si les industriels continuent à le présenter comme un aliment, c'est à tort et en exploitant, comme nous l'avons dit, un préjugé, une équivoque grossière.

L'extrait de viande, sans être un aliment, joue pourtant, comme nous l'avons dit, un certain rôle dans la physiologie de l'alimentation: c'est un condiment, et, comme tel, il peut être employé dans la confection des potages, des sauces, des soupes, non pour en relever la valeur nutritive, mais pour en relever le goût. Ce rôle ne doit pas être déprécié, car sans le secours des condiments, nombre de substances alimentaires ne sauraient être utilisées par l'estomac; en second lieu, les condiments combattent efficacement les effets souvent désastreux de la monotonie des aliments. On sait notamment que, dans les prisons, l'alimentation monotone et insipide provoque souvent des gastro-entérites graves et quelquefois mortelles, qui disparaissent quand, par l'addition de quelques condiments, on apporte un changement au goût des aliments. L'extrait de viande, comme tout autre condiment, peut être utilisé dans ce but.

11

Ce que nous avons dit de l'extrait de viande envisagé comme aliment, nous pouvons le répéter au sujet des *albumoses*.

Les albumoses, telles que les livre l'industrie, sont des substances albuminoïdes modifiées et rendues solubles par les ferments digestifs (pepsine, trypsine). Ce sont des pro-peptones, c'est-à-dire

des substances intermédiaires entre les substances albuminoïdes et les peptones proprement dites. Plus facilement assimilables que les substances albuminoïdes, les albumoses et les préparations dont elles forment la base, sont restées pendant longtemps, comme les peptones, dans le domaine de la pharmacie, c'est-à-dire qu'elles étaient destinées aux malades dont les digestions et la nutrition laissaient à désirer. Plus tard, avec le secours d'une réclame bien comprise, une de ces préparations, la *somatose*, fut lancée dans le grand public comme *aliment* tonique facilement assimilable. L'opération réussit à merveille en Allemagne, où, à l'heure actuelle, la somatose fait une concurrence sérieuse à l'extrait de viande et a acquis une telle vogue que les sociétés médicales ont eu à s'en occuper au point de vue de la santé publique. Aujourd'hui, les mêmes tentatives sont faites auprès du public français, et, comme le public est partout le même, on peut prévoir le moment où la conquête du marché français par la somatose sera un fait accompli. Il est donc intéressant d'être fixé, dès à présent, sur la valeur alimentaire des albumoses en général, et de la somatose en particulier.

Pas plus que l'extrait de viande, la somatose ne peut être considérée comme un aliment. Il est vrai que la somatose renferme près de 80% de substances albuminoïdes et que celles-ci se trouvent sous une forme qui permet à l'organisme de les utiliser pour remplacer l'albumine de son organisme. Mais, pour pouvoir jouer le rôle d'aliment, il faut encore que la résorption des substances albuminoïdes contenues dans la somatose se fasse d'une façon satisfaisante par l'intestin. Or, les expériences faites avec la somatose ont montré que cette résorption se fait très mal. Ainsi Ellisen nourrit des chiens pendant deux jours avec de la poudre de viande et pendant deux autres jours avec de la somatose; il dose l'azote des matières fécales correspondant à chacune de ces périodes, et voici les chiffres qu'il trouve:

	AZOTE contenu dans les aliments	AZOTE contenu dans les matières fécales	PERTE d'azote en % par rapport à celui des aliments
	gr.	gr.	gr.
Poudre	8,92	1,0	5,6
{ 1 ^{er} jour. .			
de viande	8,92	10,6	59,4
{ 2 ^e jour. .			
Somatose	8,92	10,6	59,4
{ 1 ^{er} jour. .			
{ 2 ^e jour. .	8,92	10,6	59,4

Ainsi, sur 17 gr. 84 d'azote contenus dans la poudre de viande, on retrouve seulement 1 gramme d'azote non assimilé; par contre, sur 17 gr. 84 d'azote contenus dans la somatose, on trouve ce chiffre énorme de 10 gr. 6 d'azote non assimilé; même en en défalquant les 2 gr. 98 d'azote provenant des sécrétions intestinales — car la somatose

irrite l'intestin, surtout quand la dose est tant soit peu élevée — on trouve encore 7 gr. 61 d'azote non assimilé. Autrement dit, tandis que l'azote de la poudre de viande est assimilé dans une proportion de 94,4 %, celui de la somatose l'est seulement dans une proportion de 40,6 %.

Comme nous venons de le dire, l'inconvénient principal de la somatose est de provoquer de la diarrhée quand on la donne en quantité un peu élevée, et cette diarrhée, cela va de soi, s'oppose non seulement à la résorption de la somatose elle-même, mais encore à celle des principes nutritifs des aliments pris en même temps que la somatose. La dose qu'il ne faut pas dépasser, chez l'adulte, sous peine de provoquer un flux de l'intestin, est de 20 grammes au plus par jour, en 3 ou 4 fois. Et encore, même avec cette dose, la diarrhée apparaît au bout de quelques jours. Or, 20 grammes de somatose, dose maxima, renferment 18 grammes de substances albuminoïdes; si l'on songe que la moitié de cette quantité ne sera pas résorbée par l'intestin et que, pour l'entretien de l'économie au point de vue d'équilibre azoté seul, l'organisme a besoin de 118 grammes de substances albuminoïdes par jour, on concédera que, comme l'extrait de viande, les albumoses ne peuvent prétendre au titre d'aliment. Comme pour l'extrait de viande, il y a encore la question du prix. M. Voit a établi, sur ce point, un tableau fort suggestif que voici :

100 gr. de subst. album. sous forme d'œufs	coûtent	0 fr. 54
100 gr. — — de lait	—	0 fr. 71
100 gr. — — de viande	—	1 fr. »
100 gr. — — de somatose	—	7 fr. 80

La somatose est-elle au moins un condiment au même titre que l'extrait de viande? En aucune façon, car les albumoses, étant complètement insipides, ne peuvent rehausser le goût des aliments, ni flatter le palais.

Il nous reste à envisager très brièvement la valeur des albumoses en tant que médicament. Ici encore, nous nous en tiendrons à la somatose, qui en est le prototype.

Au point de vue thérapeutique, la somatose semble indiquée dans les cas où, par le fait des troubles digestifs résultant d'une insuffisance sécrétoire ou motrice de l'estomac ou de l'intestin ou des deux à la fois, il s'agit de fournir à l'organisme des substances albuminoïdes déjà peptonisées, c'est-à-dire pouvant être directement résorbées et capables de

réduire au minimum le travail du tube digestif malade. Or, les faits que nous avons cités plus haut montrent que la résorption de la somatose par l'intestin, même aux doses rationnelles, se fait d'une façon défectueuse et que la quantité de substances albuminoïdes qui, dans ces conditions, pénètre dans l'organisme et est utilisée par lui, est minime et tout à fait insuffisante pour l'entretien de l'économie.

Il y a encore ce fait, que nous avons également signalé, à savoir que la somatose, en irritant l'intestin, augmente le travail sécrétoire de ses glandes et le travail moteur de ses tuniques musculaires, et provoque de cette façon la diarrhée avec toutes ses conséquences sur la résorption et l'assimilation des aliments; autrement dit, au lieu de mettre le tube digestif au repos et de réduire au minimum son travail effectif, elle le met en état de suractivité fonctionnelle. Aussi les cliniciens qui, comme Klemperer, ont sérieusement étudié les effets de la somatose, se sont-ils rattachés à l'opinion de Neumeister, pour lequel les albumoses ne sont d'aucune utilité chez les malades, et deviennent directement nuisibles quand on les donne pendant longtemps ou à dose élevée.

Si la somatose échoue dans les troubles digestifs proprement dits, elle peut, par contre, être avantageusement employée dans certaines formes de constipation habituelle, accompagnée d'inappétence. Grâce à la propriété qu'elle possède d'augmenter la sécrétion des sucs gastrique et intestinal et d'exciter les mouvements péristaltiques de l'intestin, la somatose, donnée à petite dose (5 à 10 grammes par jour), pendant quelques jours, régularise les selles et ranime l'appétit; les malades qui souffraient d'une inappétence absolue se remettent à manger; les forces reviennent et le poids du corps augmente. Mais il est évident que cette amélioration de l'état général ne peut être attribuée aux 4 grammes de substances albuminoïdes apportées à l'organisme par la somatose, mais au coup de fouet donné par cette substance à l'intestin paresseux de ces malades.

La somatose n'est ni un aliment ni un condiment: c'est un stomachique et un purgatif doux, qui, comme tel, mérite d'être utilisé par le médecin dans certains cas bien déterminés.

D^r R. Romme,

Préparateur à la Faculté de Médecine de Paris.

REVUE ANNUELLE DE PHYSIQUE

A de certains moments se produisent, dans le domaine de la Physique, comme, sans doute, dans ceux de toutes les sciences, des découvertes qui, brusquement, viennent briser les cadres où nous nous plaisions à enfermer nos connaissances. De nouveaux horizons surgissent alors, et la foule, chaque jour croissante, des chercheurs se précipite un peu en désordre vers les contrées récemment ouvertes à l'activité scientifique ; puis le calme se rétablit et l'œuvre de recherche continue avec méthode et patience.

Après des découvertes comme celle de Röntgen ou celle de Zeeman, il fallait qu'un certain temps s'écoulat pour que l'on pût entièrement défricher le terrain conquis sur l'inconnu ; pour une telle besogne, une année est peu de chose. Nous avons montré dans notre dernière revue de Physique¹ comment la tâche s'accomplissait, mais elle n'était point terminée ; depuis lors, les travailleurs ont, sans qu'aucun événement imprévu soit venu détourner leur attention, continué leur laborieuse et utile besogne.

La plupart des nombreux et remarquables résultats qu'il convient de signaler ici apparaîtront comme la suite naturelle de ceux que nous avons étudiés l'an dernier ; aussi croyons-nous devoir demander aux lecteurs la permission de suivre un plan presque identique, au moins dans ses lignes générales, à celui qui nous a précédemment servi.

I. — THÉORIE DE L'IONISATION.

C'est encore autour de la théorie de l'ionisation que viennent se ranger un nombre considérable de travaux ; nous n'exagérons point l'importance de cette théorie et l'influence qu'elle exerce sur la direction suivie par les physiciens en plaçant au début de nos études les recherches qui s'y rapportent.

La discussion de plusieurs résultats expérimentaux a permis de préciser quelques points relatifs à l'hypothèse des ions et a obligé à apporter diverses modifications aux idées précédemment admises. C'est par l'étude de la conductibilité des gaz que l'on saisit peut-être le plus directement le mécanisme de la dissociation de la molécule en ions électrisés ; aussi cette étude a-t-elle de nouveau attiré l'attention d'un certain nombre de physiciens.

M. Mac Clelland a mesuré la conductibilité des gaz chauds des flammes, en étudiant la vitesse de

chute du potentiel d'une tige placée dans l'axe d'un tube de laiton en communication avec le sol et traversé par le gaz qui provient d'une flamme d'un bec de Bunsen. Pour interpréter les résultats obtenus, on est amené à admettre que les ions positifs et les ions négatifs ne doivent point avoir la même vitesse. M. Zélény arrive à la même conclusion en étudiant les gaz ionisés par les rayons de Röntgen ; cette différence de vitesse pourrait être attribuée à ce que les ions n'ont pas la même grandeur, tout en portant des charges équivalentes. MM. Smithells, Dawson et Wilson arrivent à des résultats plus complexes ; d'après leurs expériences, qui paraissent bien conduites, la conductibilité électrique des flammes, contenant des sels vaporisés, ne serait pas, au moins dans le cas des métaux alcalins, analogue à une conductibilité électrolytique ; la coloration de la flamme, qui fournit d'autre part de précieux renseignements sur la constitution des gaz, ne semble point attribuable à une ionisation.

Quelques phénomènes s'accordent mieux avec l'hypothèse ; ainsi, M. Mare montre que, sous l'influence d'une force électromotrice élevée, les gaz subissent une augmentation de volume qui, dans certains cas, paraît vraiment attribuable à une ionisation des molécules, et M. Wesendonk, reprenant des expériences de J.-J. Thomson, explique comment des gaz filtrés perdent complètement leur pouvoir conducteur.

Appliquée aux dissolutions, la théorie a conduit à quelques résultats intéressants. M. Kohlrausch montre comment la connaissance de la mobilité des ions permet de calculer la conductibilité d'une dissolution, au moins pour quelques groupements particuliers. On a cherché aussi si l'on pourrait, dans la même hypothèse, interpréter certains phénomènes qui paraissent toucher de très près à la constitution intime des corps. Ainsi, M. Bagard ayant montré l'existence d'un phénomène de Hall, dans le cas d'un électrolyte binaire, on peut se demander si ce résultat est conforme aux théories de l'ionisation.

Pour l'expliquer, M. Donnan est obligé de faire intervenir la pression osmotique ; tandis que M. Wind modifie la théorie de Lorentz en introduisant, comme nous l'avons vu faire tout à l'heure par d'autres auteurs pour le cas des gaz, cette idée que la vitesse moyenne de déplacement n'est pas, en général, la même pour les ions positifs et pour les ions négatifs. Si pareillement l'on veut interpréter le phénomène de Kerr, il faudra, d'après le même

¹ Voir *Revue gén. des Sciences*, 1898, p. 418.

physicien, admettre qu'il existe en général, dans un milieu quelconque, deux sortes d'ions: les uns, qu'il appelle les ions diélectriques, et qui sont ceux qu'à surtout envisagés Lorentz; les autres, les ions de conduction, qui provoqueraient, par leur mouvement, des forces exercées par les particules pondérables avoisinantes, et qui seraient proportionnelles à ce mouvement. M. H. Poincaré, dans un même ordre d'idées, a montré que la théorie de l'ionisation prouve que le phénomène de Hall doit exister pour tous les métaux qui porteraient une forte charge et changer de signe avec cette charge. Ce phénomène n'a point encore été observé, et M. Poincaré décourage un peu les expérimentateurs qui pourraient être tentés de le rechercher, en montrant qu'il est peut-être assez petit pour échapper à l'observation et que, d'ailleurs, il pourrait toujours être attribué à l'actif de théories très différentes.

Ainsi, les théories de l'ionisation ne sauraient-elles être encore considérées comme définitivement assises, et il reste permis d'apporter aux conceptions fondamentales les modifications que suggèrent les découvertes récentes, ou même simplement l'imagination des théoriciens. Parmi les édifices ainsi échafaudés, et qui sont, pour la plupart, sans doute, appelés à disparaître assez vite, il faut faire une place à part au système construit par M. Riecke. Il présente, ce système, un intérêt incontestable, et il a l'avantage de former un ensemble homogène dont les parties sont solidement reliées les unes aux autres.

M. Riecke remarque, non sans raison, que les théories de la conductibilité électrolytique et la théorie de Lorentz rentrent, en somme, dans la catégorie des idées de Coulomb, d'Ampère et de Weber, et le point de départ du développement qu'il donne à ces idées est une modification d'une hypothèse de Weber. Il suppose que les molécules pondérables des métaux émettent dans toutes les directions des particules plus petites, les unes étant chargées positivement, les autres négativement; la trajectoire de ces particules est une ligne droite jusqu'au moment où un choc vient à modifier leur direction; elles peuvent se communiquer de proche en proche leur vitesse et, comme de cette vitesse dépend leur température, on peut concevoir par quel mécanisme la chaleur se propage par conductibilité. L'effet d'une force électro-motrice est de courber la trajectoire des particules électrisées; il se produit alors un mouvement de translation d'une quantité d'électricité positive dans le sens de la force électro-motrice. Les effets Pellier et Thomson, l'influence d'un champ magnétique sur la conduction de l'électricité et de la chaleur, s'interprètent très bien dans cette manière de voir. Enfin, l'auteur

pense que les rayons cathodiques pourraient être constitués par les particules chargées d'électricité négative, qu'il a été amené à envisager dans sa théorie, tandis que les rayons anti-cathodiques seraient formés par les particules positives.

II. — RAYONS CATHODIQUES ¹. DÉCHARGES ÉLECTRIQUES DANS LES GAZ.

L'hypothèse émise par M. Riecke rend bien compte des propriétés générales des rayons cathodiques, mais elle n'est certainement pas la seule possible, et un accord parfait ne règne point encore parmi les physiciens au sujet des interprétations que suggèrent ces rayons.

Leurs propriétés elles-mêmes sont encore sujettes à des contestations. Les lois de la propagation, par exemple, ne se dégagent point encore avec une netteté satisfaisante, et des affirmations presque contradictoires sont émises par des expérimentateurs dignes cependant de toute confiance. M. Starke pense avoir mis en évidence, soit par l'observation d'une substance fluorescente, soit par la charge communiquée à un cylindre de Faraday, l'existence d'une réflexion diffuse par les métaux, le pouvoir réflecteur d'un métal étant, en général, proportionnel à sa densité.

M. Jaumann persiste à croire que ses expériences, dont nous avons déjà parlé, prouvent l'existence de phénomènes d'interférences, et il montre que la vitesse de propagation serait environ la trois-centième partie de celle de la lumière. M. Ritter von Getler ne croit pas des interférences possibles; il fait cependant une observation curieuse qui serait, au premier abord, de nature à faire supposer l'existence de franges; en plaçant sur le trajet des rayons cathodiques un fil opaque, on aperçoit une ombre qui s'élargit ou se rétrécit suivant que le fil est chargé positivement ou négativement. En étudiant ce fait déjà connu, il montre que les circonstances du phénomène ne sauraient permettre de trancher, d'une façon absolue, la querelle toujours pendante entre les partisans de la théorie des ondulations et ceux de la théorie de l'émission. Il estime, toutefois, que l'apparence observée s'expliquerait fort bien en admettant que les franges ne se produisent point en réalité simultanément, mais bien à des intervalles dus aux oscillations de la bobine.

Quoi qu'il en soit, l'électrisation des rayons, qui

¹ Ce chapitre était écrit quand a paru, dans un précédent numéro de la *Revue* (30 avril), l'article où M. Villard expose avec une si grande compétence les questions relatives à la formation des rayons cathodiques; nous prions le lecteur de vouloir bien compléter notre court résumé en se reportant à ce remarquable article.

jone évidemment un rôle dans ces phénomènes, est, depuis les belles expériences de M. Jean Perrin, hors de doute, et elle conduit à des remarques intéressantes. M. Wien constate que les rayons restent chargés négativement, même après leur passage dans une fenêtre en aluminium en communication avec la terre, et c'est ce qui explique comment ils peuvent encore être déviés dans un champ électrostatique; leur vitesse serait environ le tiers de celle de la lumière. M. Lenard trouve semblablement que la charge négative paraît absolument inséparable du rayon cathodique; aussi un diélectrique solide traversé par un faisceau de rayons doit-il livrer passage à l'électricité négative. Des expériences de MM. Battelli et Garbasso semblent prouver, cependant, qu'un conducteur isolé frappé par des rayons cathodiques peut se charger négativement, et les auteurs ne sont pas éloignés de croire qu'il existe, dans l'intérieur des tubes, des particules matérielles chargées positivement.

La diversité des rayons ne peut d'ailleurs plus être contestée; le fait, établi précédemment par M. Deslandres, de la division du rayon ordinaire en rayons simples correspondant à des oscillations électriques simples, est aujourd'hui entièrement confirmé. D'ailleurs, l'existence des rayons de Goldstein découverts en 1881, retrouvés par M. Villard, est également hors de doute. D'après un travail récent où M. Goldstein reprend ses anciennes recherches, il se produirait, à la paroi anticathodique, une diffusion, et les rayons diffusés seraient transformés, comme M. Sagnac a établi que les rayons X pouvaient l'être. M. Campbell Swinton montre directement, au moyen d'une petite roue munie de palettes, l'existence d'un courant ramenant, de l'anode vers la cathode, des ions chargés positivement. M. Broca établit aussi qu'il existe des rayons anodiques capables de métalliser la paroi opposée; ces rayonnements sont dus sans doute à des particules matérielles de métal. Cette conception est à rapprocher de l'ingénieuse idée de M. Villard, idée que l'on se rappelle sans doute, et d'après laquelle les rayons cathodiques sont dus à de l'hydrogène; notons que cette idée a été reprise et confirmée par M. Schuster. En étudiant l'ombre cathodique d'un objet électrisé, M. S. P. Thompson est amené à admettre l'existence de rayons qu'il nomme para-cathodiques, et qui diffèrent des rayons cathodiques particulièrement par ce fait qu'ils ne pourraient donner naissance à des rayons de Rontgen.

L'action d'un champ magnétique sur les rayons a été étudiée par MM. Wiedemann et Wehnelt, qui ont pu vérifier, au point de vue quantitatif et qualitatif, les calculs que M. H. Poincaré a faits, en parlant de la théorie de l'émission, sur l'action qu'exerce

un pôle d'aimant. De même, en se servant, comme d'électrodes dans un tube de Crookes, des deux pôles d'un électro-aimant de Faraday, M. Phillips retrouve des résultats conformes aux prévisions; il signale un fait qui n'avait point encore été observé: si l'on fait fonctionner le tube de Crookes, sans que l'électro-aimant soit excité, puis qu'on supprime la décharge en excitant, au contraire, l'électro-aimant, on voit apparaître un anneau lumineux qui paraît tourner sur lui-même avec une grande vitesse.

Divers expérimentateurs se sont préoccupés de rechercher la façon dont se comportent les rayons au point de vue de l'énergie. M. Kauffmann estime que toute l'énergie électrique se transforme en énergie cinétique. M. Wiedemann montre qu'une fraction seulement de l'énergie d'un faisceau se transforme en lumière. M. Riecke mesure, à l'aide d'un radiomètre, la pression produite par la réaction des rayons cathodiques sur la cathode, et il trouve ainsi la même valeur que si toute la force vive se transformait intégralement en chaleur. Il est amené, par la discussion de ses expériences, à penser, comme d'autres auteurs l'ont indiqué, que la cathode doit aussi émettre des charges positives.

M. Wehnelt signale un fait intéressant: il montre que l'espace obscur qui existe autour de la cathode se comporte, par rapport à la décharge, comme un diélectrique; si cet espace obscur sépare complètement l'anode et la cathode, on obtient une décharge qui se comporte entièrement comme une décharge disruptive; elle possède, par exemple, les propriétés que l'on connaît aux étincelles produites dans les expériences de Hertz. M. Wehnelt signale aussi ce fait que, si l'anode est un point, tandis que la cathode est une surface étendue, ou réciproquement, le potentiel explosif augmente notablement par une diminution de distance quand l'anode est dans l'espace obscur.

M. Precht, dans un ordre d'idées semblable, montre que, dans une décharge, l'on peut rendre prédominante l'électricité positive ou l'électricité négative en prenant pour anode ou cathode une pointe, tandis que l'autre pôle est une surface sphérique. M. Hagenbach a fait une étude intéressante sur le même sujet, et c'est en partant d'une idée semblable que M. Villard a tout dernièrement réussi à réaliser un très ingénieux redresseur cathodique de courants induits; il avait déjà montré qu'à une pression donnée, la résistance électrique d'un tube de Crookes dépend uniquement de la section du courant gazeux positif qui alimente l'émission cathodique; ce courant peut être resserré par l'emploi de tubes étroits et de cathodes de faible diamètre; on utilise cette propriété pour constituer une sorte de soupape électrique.

Les décharges électriques dans les gaz non raréfiés ont donné lieu à des travaux très divers; signalons particulièrement des recherches de M. Toepler, qui tendraient à prouver qu'avec une machine de grand modèle on peut, à la pression ordinaire, obtenir des effets analogues à ceux que l'on obtient dans le vide. M. Henri a étudié la déviation de la décharge par le champ magnétique; il établit que la décharge s'effectue toujours par le chemin qui présente la résistance la plus faible, mais les courants de convection peuvent changer la direction de ce chemin, qui n'est pas nécessairement le plus court. Tout récemment, M. Abraham a publié un certain nombre de documents photographiques, qu'il a eu occasion de réunir dans ces dernières années, et qui mettent nettement en évidence la décomposition d'un courant à haut potentiel en une série de charges disruptives.

Examinant les aspects produits dans les gaz suivant le degré de raréfaction, M. Battelli est amené à imaginer une théorie ingénieuse et qui mérite d'être retenue. Il admet que les molécules des gaz sont d'abord polarisées et se disposent suivant des chaînes analogues à celle que l'on imagine dans l'hypothèse classique de Grotthus; entre les molécules de ces chaînes se produisent, comme dans l'électrolyse, des échanges d'atomes. D'ailleurs, ainsi que MM. Ebert et Wiedemann l'ont déjà supposé, les charges de ces molécules peuvent agir les unes sur les autres, de telle manière qu'elles vont produire des déplacements donnant lieu, à leur tour, à des oscillations qui font apparaître les vibrations lumineuses. C'est ainsi que se produiraient les phénomènes dans un tube où la pression est encore assez grande pour qu'il y existe un espace obscur; vient-on à diminuer la pression, les choses vont changer, les molécules se scindent en ions, qui sont lancés avec une grande vitesse, laquelle n'est pas nécessairement celle même des rayons cathodiques.

III. — RAYONS DE RÖNTGEN; RAYONS DE BECQUEREL.

Les questions les plus naturelles que posât la découverte de Röntgen sont encore, il faut l'avouer, restées sans réponse définitive, et tous ceux des physiciens qui ont pris position dans les discussions soulevées à ce sujet peuvent encore, en toute sincérité, conserver leur manière de voir.

Röntgen continue à voir, dans les rayons qu'il a découverts, une sorte particulière de rayons cathodiques. Lenard professe une opinion semblable, et il envisage rayons cathodiques et rayons X comme des rayons de même nature, ne différant que par l'intensité des phénomènes qu'ils provoquent. Walter pense que les rayons de Röntgen sont les particules des rayons cathodiques, réfléchies ou

plutôt diffusées dans tous les sens par l'anticathode, après qu'elles ont cédé à cette anticathode leur charge électrique. Et c'est précisément cette perte de charge qui, d'après lui, explique les différences observées, c'est à cause d'elle que les rayons X ne sont plus déviés par le champ magnétique, c'est à cause d'elle qu'ils traversent plus aisément que les rayons cathodiques les corps matériels, aucune attraction ne s'exerçant plus entre ces particules déchargées et les particules de la matière traversée. Les rayons cathodiques possèdent, on le sait d'ailleurs, une vitesse d'autant plus grande que les tubes sont plus raréfiés; c'est pour cela qu'il existe des rayons X ayant également un pouvoir plus considérable de transmission. Les résultats obtenus par M. Swinton montrent bien que ce sont les rayons cathodiques correspondant à une grande vitesse moyenne des molécules, qui produisent les rayons X les plus pénétrants sans qu'intervienne la nature de l'anticathode. Les expériences de M. Sagnac s'interprètent également; les rayons transformés ayant perdu de la vitesse sont plus facilement absorbés, ou plus tôt arrêtés que les rayons directs; quant à l'ionisation provoquée dans les gaz, elle peut se comprendre comme une sorte de dislocation produite dans la molécule par le choc des particules qui constituent les rayons.

Quelque séduisantes que paraissent de telles théories, elles sont loin d'entraîner la conviction: elles peuvent, en effet, être remplacées par des idées entièrement différentes qui expliqueront, avec le même succès, la plupart des faits connus. J. J. Thomson, par exemple, voit dans les rayons X des pulsations de petite amplitude produites au moment où, brusquement, les particules électrisées qui forment les rayons cathodiques viennent à frapper la paroi anticathodique. L'induction électromagnétique fait que le champ magnétique ne s'annihile point au moment où la particule s'arrête, et le nouveau champ produit, qui n'est pas en équilibre, se propage dans le diélectrique comme une pulsation électrique. Les pulsations électriques et magnétiques excitées par ce mécanisme peuvent donner naissance à des effets semblables à ceux de la lumière; toutefois, leur faible épaisseur est cause qu'il n'y aura ni réfraction ni phénomènes de diffraction. Si la particule cathodique n'est pas arrêtée en un temps nul, la pulsation devra prendre une plus grande amplitude et sera, par suite, plus facilement absorbable; c'est de là que proviennent les différences qui peuvent exister entre diverses ampoules et divers rayons. M. Sutherland a publié, il y a peu de temps, un mémoire important où il envisage les rayons X comme dus à la propagation, dans l'éther, de charges atomiques libres ou électrons pouvant se mouvoir sans support matériel; ces électrons,

qui forment également les rayons cathodiques, seraient considérablement plus petits que les atomes matériels, et peuvent traverser des épaisseurs assez grandes de matière.

Il ne nous est point possible de faire un choix rationnel entre ces théories et beaucoup d'autres encore que l'on pourrait citer; aussi répétons-nous ce que nous écrivions ici même l'an dernier: il nous paraît plus utile, pour le moment, d'élucider les propriétés des rayons que d'en chercher *a priori* la cause; et de même aussi que l'an dernier, nous avons à signaler, tout à fait à part, dans cet ordre d'idées, la continuation des travaux de M. Sagnac.

Cet ingénieux physicien a précisé les résultats que nous avons déjà indiqués, relatifs à la transformation des rayons X par la matière; il montre, comme conclusion générale de ses études, que les phénomènes de transformation des rayons X par la matière sont, pour ces rayons, ce que les phénomènes de luminescence sont pour les rayons ultra-violet; ils dévoilent, entre les rayons X et la matière, des relations caractéristiques. D'autre part, les rayons transformés sont divers: il existe toute une gamme graduellement descendante de rayons de plus en plus absorbables, à tel point que ceux que l'on obtient avec le plomb ont la plus grande partie de leur action photographique arrêtée par une simple feuille de papier noir. Signalons aussi un travail tout récent de M. Wind, et dont le résultat, s'il se confirme, est fort important: M. Wind aurait obtenu des phénomènes nets de diffraction avec des rayons X.

Les rayons que M. Becquerel a découverts ont été, eux aussi, l'objet de remarques importantes. M. Rutherford les a étudiés par l'ionisation qu'ils produisent, et qui semble à peu près indépendante de la nature du gaz. D'après ce physicien, la radiation émise ne serait pas simple; il y aurait une radiation très absorbable par le gaz et les métaux, une autre qui, au contraire, le serait fort peu. Dans l'ensemble, les propriétés de ces rayons sont analogues à celles des rayons de M. Sagnac. Quant à l'ionisation, M. Rutherford est amené à considérer qu'elle est proportionnelle à l'intensité de la radiation et à la pression du gaz.

M. Schmidt, qui découvrit, indépendamment de M^{me} Curie, les rayons du thorium, montre que ces rayons ne se polarisent pas, contrairement à une remarque faite par M. Becquerel pour les rayons de l'uranium; d'ailleurs, d'après M. Schmidt, un très grand nombre de substances émettent des rayons analogues qui, cependant, n'ont pas la propriété de rendre l'air conducteur, ainsi, par exemple, le spath fluor, ainsi la rétine. M. Becquerel lui-même a repris récemment l'étude du

rayonnement de quelques corps radio-actifs, et montré comment l'absorption permet de différencier les rayonnements de nature différente.

Les lecteurs de la *Revue* connaissent tous les admirables recherches de M^{me} et de M. Curie; elles ont été exposées ici même dans un article¹ que personne n'a dû oublier. Nous ne reviendrons point cette année sur cette question, mais l'importance d'une méthode qui fournit au chimiste un procédé de recherche comparable à l'analyse spectrale, l'originalité, la nouveauté des aperçus auxquels ont été conduits les auteurs, nous permettent de prévoir, à coup sûr, que nous aurons par la suite plus d'une fois à enregistrer de nouvelles découvertes accomplies dans la même voie.

IV. — PHÉNOMÈNES DE LUMINESCENCE. ACTIONS PHOTOGRAPHIQUES.

Les rayonnements étudiés par M^{me} et M. Curie provoquent la fluorescence, comme font les rayons X. Les phénomènes de luminescence prennent, par suite de ces nouvelles découvertes, une importance de plus en plus grande, et des travaux variés sont venus se joindre à ceux que nous avons antérieurement indiqués et qui avaient trait à l'étude directe de cette question.

On trouvera, dans un article de M. Cotton², des remarques fort intéressantes sur l'application de la loi de Kirchhoff à ces phénomènes. M. Jackson a fait, devant l'Association britannique, une remarquable conférence sur la luminescence, où il passe en revue tous les faits connus, et où il critique les interprétations et les hypothèses imaginées par les divers physiciens qui se sont occupés de ce sujet. La conclusion de M. Jackson est que, contrairement à une idée qui a aujourd'hui bien des partisans, la lumière émise par une substance fluorescente ne serait pas attribuable à des traces d'impureté; selon cet auteur, il se produirait des actions qu'il explique à l'aide d'une théorie assez semblable à celle de Crookes relative à la matière radiante.

On sait que MM. Wiedeman et Schmidt attribuent la phosphorescence et la fluorescence à des phénomènes de recombinaison d'ions séparés lors de l'excitation de la substance; on peut se demander si les phénomènes actino-électriques, c'est-à-dire la déperdition d'électricité négative que produit une radiation tombant sur un corps électrisé, ne pourraient pas de même s'expliquer par la présence d'ions libres: les expériences ne semblent pas justifier cette conception, et il n'apparaît aucun

¹ Voir la *Rev. gén. des Sciences* du 30 janvier 1899, page 41.

² *Idem*, livraison du 13 février 1899, p. 102.

rapport simple entre l'ionisation, la fluorescence et l'actino-électricité.

MM. Lumière ont publié, dans le même ordre de recherches, des remarques intéressantes sur la variation de la phosphorescence avec la température.

Le mécanisme de l'action photographique a, sans doute, les relations les plus étroites avec celui de la luminescence; il semble bien que l'action chimique proprement dite est précédée d'une action attribuable à une véritable ionisation; mais là encore la nature n'a pas livré son secret et aucune conclusion ferme ne peut être énoncée. Quelques remarques nouvelles sont cependant à signaler.

Plusieurs physiciens ont étudié un fait autrefois indiqué par M. Pellat et par M. Colson : l'action qu'exerce sur une plaque, dans l'obscurité absolue, un métal tel que le fer. MM. Muraoko et Kasuja généralisent cette observation; ils montrent que des corps très nombreux impressionnent à distance une plaque sensible, et, si le phénomène peut être attribué, dans plusieurs cas, à des vapeurs, il y a certains corps, tels que l'oxyde de cadmium, dont le rôle ne se comprend point dans cette manière de voir. M. Russell, qui a fait une étude analogue, croit plutôt que dans toutes ses expériences on peut admettre une vaporisation.

Nous ne pouvons qu'indiquer en quelques mots : un travail de M. Liesegang, où l'auteur donne une théorie, appuyée par de nombreuses expériences, de la formation de l'image latente et de son développement, en partant de l'idée que la lumière, agissant sur le bromure, donne naissance à un sous-bromure; une note de MM. Lumière, où ces habiles expérimentateurs prouvent que l'excitation photographique se produit à très basse température, et même que vers -200° elle s'emmagasine d'une façon qui paraît plus marquée qu'aux températures ordinaires; les curieuses expériences de M. Guebard, par lesquelles ce physicien établit que la plaque photographique voilée peut servir à l'enregistrement des phénomènes internes du bain révélateur, tels que les courants dus à des phénomènes d'osmose ou à des actions thermiques.

M. Villard a été amené, dans ses recherches sur les rayons X, à une remarque très importante et dont il a tiré des conséquences fort intéressantes pour la photographie; il a constaté que la lumière peut détruire l'impression que les rayons X ont produite sur le gélatinobromure d'argent; sans doute il y a là quelque chose d'assez analogue au renversement observé autrefois par Ed. Becquerel avec une plaque daguerrienne que l'on expose aux rayons rouges après l'avoir impressionnée par les rayons bleus. Partant de cette observation, M. Villard conclut qu'une plaque sensible exposée aux

rayons X, constitue virtuellement une sorte de tableau noir sur lequel la lumière peut dessiner en blanc, et il montre que l'on peut ainsi obtenir directement une épreuve positive; de même, il sera aussi facile d'avoir une radiographie positive avec ses demi-teintes.

V. — TRAVAUX D'OPTIQUE.

Si les rayons X, les rayons de Becquerel, les rayons transformés sont des rayons de longueur d'onde très petite, que l'on parviendra peut-être un jour à souder aux rayons ultra-violet, mais qui en sont encore séparés par un espace tellement inconnu que l'on ne saurait même prévoir les difficultés que peut réserver son exploration, de l'autre côté du spectre visible s'étend, entre les radiations électriques et les radiations infra-rouges, une région qui, de jour en jour, est mieux étudiée. M. Guillaume¹ a montré, par diverses formes de représentation, aux lecteurs de la *Revue* la carte des régions connues, et il a indiqué les régions qui restent encore à découvrir; ils savent donc que pour rejoindre les ondulations électriques aux ondulations les plus longues étudiées en Optique, il ne nous reste plus à faire qu'un effort que l'on sent graduellement possible.

Nous avons déjà en l'occasion d'insister, dans des articles précédents, sur les travaux remarquables accomplis dans cette voie par divers expérimentateurs. MM. Rubens et Aschkinass ont continué leurs recherches; ils ont étudié particulièrement des rayons voisins de 24μ , que l'on obtient par la méthode déjà décrite, qui consiste à filtrer en quelque sorte les radiations par la réflexion d'un faisceau sur quatre miroirs successifs de fluorine. Les radiations ainsi obtenues ont des propriétés intéressantes : comme Paschen l'avait déjà remarqué, elles sont grandement absorbées par la vapeur d'eau, et c'est sans doute par suite de cette absorption qu'on ne les trouve point dans le spectre solaire. L'eau, le phénol sont opaques pour elles, tandis que la benzine et le sulfure de carbone sont transparents; on remarque, d'ailleurs, que pour ces substances, conformément à la loi de Maxwell, le carré de l'indice limite calculé par la formule de Cauchy diffère peu de la constante diélectrique. Avec des miroirs de sel gemme et de sylvine, les mêmes physiciens ont obtenu, en prenant un bec Auer comme source, des radiations allant jusqu'à 70μ ; ces radiations traversent la gutta-percha, le caoutchouc; les substances les plus transparentes sont, en général, les plus isolantes. On sent que l'on approche des radiations électriques; il est, en effet, à remar-

¹ Voir *Revue gén. des Sciences*, 1899, p. 5.

quer que la longueur d'onde de ces rayons est cent fois plus grande que celle des derniers rayons rouges visibles, et soixante-dix fois plus petite seulement que celle des ondes électriques de courte période étudiées par M. Lampa. MM. Rubens et Aschkinass ont, dans un mémoire récemment paru, signalé ce fait curieux, que le quartz présente, pour les rayons qu'ils ont réussi à obtenir, d'une manière particulièrement nette le phénomène de la dispersion anormale.

D'autres travaux d'Optique méritent d'être mentionnés. M. Abramczik a étudié l'émission du sel gemme avec un bolomètre particulier; il montre que la chaleur émise se compose, comme Magnus avait cru déjà le voir, d'une partie absorbée par le sel, conformément à la loi générale de réciprocité; mais une seconde partie, au contraire, traverse bien le sel gemme lui-même; ce fait pourrait être considéré comme une exception extraordinaire au principe de Kirchhoff, si l'on ne pouvait admettre que ces radiations inattendues sont produites par des inclusions microscopiques qui pénètrent le cristal. M. Kurlbaum a, dans une série remarquable d'expériences, cherché à déterminer le rayonnement en valeur absolue, c'est-à-dire en unités d'énergie. A cet effet, il produit par la variation de la chaleur de l'effet Joule, variation due à un changement dans l'intensité du courant, une diminution de résistance du bolomètre qui compense exactement l'augmentation à laquelle la radiation donne naissance. Le corps rayonnant est un corps noir formé par une enceinte close noircie intérieurement, percée seulement d'une ouverture dont la surface forme la surface rayonnante.

Les phénomènes de dispersion anormale montrant, de toute évidence, que l'indice de réfraction et le pouvoir absorbant ne sont pas indépendants l'un de l'autre, M. Pfluger a cherché quelle relation pouvait exister entre eux; il a, dans cette vue, mesuré directement, pour la fuchsine et pour la cyanine solide, d'une part, l'indice d'extinction sur de petites épaisseurs évaluées par une méthode analogue à celle de Wiener, comme l'avait antérieurement fait M. S. Bloch, et, d'autre part, les indices de réfraction par la méthode du prisme. Les résultats semblent en accord suffisant avec ceux que l'on peut déduire des formules de Kettler et d'Helmholtz. Signalons aussi, dans le même ordre d'idées, un bon travail de M. Wood sur la dispersion anormale de la cyanine.

On sait que, si l'on éclaire avec de la lumière polarisée rectilignement une surface diffusante, on observe en général deux directions particulières, suivant lesquelles une assez forte proportion de lumière est polarisée circulairement. M. Lafay a étudié ce phénomène pour le verre dépoli, et il a

recherché quelle pouvait être l'influence des divers éléments, polissage, indice, couleur, orientation du plan de polarisation incidente; il trouve ainsi qu'il existe une ressemblance assez inattendue entre la diffusion vitrée et la réflexion régulière sur les métaux polis. Au sujet de cette réflexion, mentionnons un travail de M. Trowbridge, qui établit que les meilleurs miroirs sont ceux que forment les métaux bons conducteurs.

Les études sur le spectre ont fourni, comme d'ordinaire, d'intéressants résultats. M. Humphreys a continué des expériences de longue haleine sur les changements que produisent diverses causes dans la fréquence des ondes des lignes des spectres d'émission; il montre, par exemple, qu'un accroissement de pression déplace toutes les lignes isolées vers l'extrémité rouge du spectre. Une hypothèse curieuse a été suggérée à M. Johnstone Stoney par ses recherches de spectroscopie; il remarque que, dans la théorie cinétique des gaz, la vitesse moyenne de translation des molécules est déterminée par la température; mais, toutes les molécules n'ont pas la même vitesse, et il se peut faire que quelques-unes d'entre elles acquièrent des vitesses considérables. Ainsi, conçoit-on que certaines molécules, correspondant à la couche extrême de l'atmosphère d'une planète, possèdent des vitesses telles qu'elles échappent à l'attraction de cet astre, et gravitent ensuite autour du Soleil d'une façon indépendante. Un tel mécanisme pourrait expliquer comment notre atmosphère a perdu l'hydrogène et l'hélium qu'il pouvait contenir initialement, comment aussi la Lune ne possède plus ni azote ni oxygène.

L'étude des radiations nécessite un spectroscopie, et, de plus en plus, il est nécessaire d'avoir des appareils précis et commodes; MM. Broca et Pellin ont construit un beau spectroscopie à grande dispersion et à déviation fixe, qui peut rendre grand service. Mais quand on veut obtenir des spectres normaux, il faut recourir à des réseaux ou à une méthode comme la célèbre méthode de M. Michelson, la méthode de la visibilité des franges d'interférence.

Le grand physicien américain, remarquant que sa méthode a l'inconvénient d'exiger des mesures très longues, s'est proposé d'apporter à la construction des réseaux d'importants perfectionnements; avec M. Statton, il a construit une machine à diviser, où l'on corrige les défauts de la vis par l'observation de franges d'interférence, et il pense pouvoir donner aux sillons des traits une forme telle que la plus grande partie de la lumière soit concentrée dans un seul spectre. Il a, d'autre part, imaginé un appareil qu'il appelle le spectroscopie à échelons, et dont le principe consiste à empiler l'une sur l'autre des lames de verre d'égale épaisseur, dont chacune

est en saillie sur la précédente. Le système se comporte comme un très puissant réseau; le seul point délicat est de rendre constante, au point de vue optique, l'épaisseur des couches d'air emprisonnées entre les lames. Cette complication disparaît d'ailleurs, si l'on opère par transmission; M. Michelson est arrivé, par ce procédé, à dédoubler des raies dont la distance est la neuf centième partie de celle qui sépare les raies D_1 et D_2 .

On peut rapprocher de l'admirable instrument de M. Michelson l'appareil construit par MM. Fabry et Pérot, et qui fournit à ces ingénieux physiciens une nouvelle méthode de spectroscopie interférentielle. Ils remarquent, d'une manière générale, que l'aspect d'un système de franges, produit par une lumière qui n'est pas exactement monochromatique, dépend de la constitution de cette lumière, et qu'il est par suite possible, de l'aspect des franges, de déduire des conclusions relatives à la composition de la lumière incidente. Mais les franges devront, on le conçoit aisément, être d'ordre très élevé, tout en conservant les conditions de netteté parfaite; pour les obtenir, on s'adressera au système dont nous avons déjà parlé dans notre précédente revue et que les auteurs ont constitué en prenant deux lames de verre à faces planes, argentées chacune sur une de leurs faces; ces faces, placées en regard, sont exactement parallèles et comprennent entre elles la lame d'air qui produit l'interférence. Les mêmes auteurs ont également publié un fort important mémoire sur les méthodes interférentielles pour la mesure des grandes épaisseurs et la comparaison des longueurs d'onde; ils indiquent un procédé particulièrement commode pour déterminer le numéro d'ordre d'une frange, problème bien difficile quand le nombre des franges devient considérable; ils montrent comment on peut ensuite résoudre le problème connexe de la comparaison des longueurs d'onde; et enfin ils sont conduits à une méthode fondée sur l'emploi des franges en lumière blanche, ce qui permet de copier, et, par suite, de mesurer une épaisseur donnée invariable.

Parmi les travaux qui sont de nature à rendre service aux constructeurs, on peut ici signaler la méthode de contrôle de l'orientation des faces polies d'un quartz épais normal à l'axe, décrite par M. Dongier; cette méthode exige seulement l'emploi des accessoires destinés à produire un spectre cannelé.

Une question qui touche aux propriétés les plus intimes de l'éther lumineux, et qui a fait depuis longtemps l'objet de recherches délicates et de théories difficiles, a donné lieu cette année à quelques discussions intéressantes. C'est la question de l'entraînement de l'éther.

On peut se poser une question générale : l'éther lumineux a-t-il une mobilité propre? est-il au contraire immobile? Si l'on imagine une mobilité propre, on pourra, comme l'a remarqué Hertz et comme le rappelle M. Wien, étudier ce mouvement au moyen des équations de Maxwell; si l'on admet qu'il est immobile, doit-on supposer, avec Fresnel et ses successeurs, qu'il y a cependant un entraînement partiel possible à l'intérieur des corps pesants? Lorentz montre que cette conception n'est pas nécessaire : ce qui peut se transporter peut n'être pas l'éther, mais l'énergie électromagnétique qui adhère au corps pondérable. Lodge croit également que le mouvement de la matière pondérable par rapport à l'éther est pratiquement un mouvement absolu; que l'éther n'est pas entraîné par les corps mobiles. Il pense qu'en réalité les atomes pondérables n'arrivent jamais au contact; l'inertie de l'éther n'a aucune influence sur les actions mécaniques, aussi n'a-t-elle point à intervenir dans les équations de la Mécanique. Quand il y a équilibre électrique, une tension à travers l'éther s'étend toujours d'un corps matériel à un autre corps matériel. C'est à l'éther qu'appartient l'énergie potentielle, c'est à la matière pondérable qu'appartient l'énergie cinétique.

VI. — ÉLECTRO-OPTIQUE. PHÉNOMÈNE DE ZEEMAN, ETC.

Les relations qui existent entre la matière pondérable et l'éther seront peut-être plus faciles à déterminer, lorsqu'on aura résolu toutes les questions que pose la découverte de Zeeman. Nous savons déjà comment cette découverte s'est produite, conséquence des idées de Lorentz relatives à la théorie des ions.

M. Lorentz a continué ses travaux théoriques; il a étudié de nouveau les vibrations d'un système portant des charges électriques et placé dans un champ magnétique, et il est ainsi parvenu à expliquer comment les vibrations principales donnent d'abord les triplets observés par Zeeman, puis comment, par un mécanisme semblable à celui qui produit les sons de différence, il peut se produire des vibrations de combinaison qui expliqueraient d'autres particularités du phénomène. M. Lorentz a également complété la théorie qu'il avait donnée de l'absorption par une masse gazeuse et qui conduisait à des valeurs trop fortes de l'absorption; en tenant compte de la structure complexe des particules lumineuses et des chocs possibles, on arrive à un résultat de l'ordre de ceux que l'observation permet de constater; enfin, le même physicien a montré qu'en dehors de toute hypothèse particulière sur le mécanisme de la radiation, en n'invoquant que des considérations générales relatives

à la symétrie des milieux matériels, l'on peut interpréter les résultats remarquables obtenus par MM. Becquerel et Deslandres.

Au point de vue expérimental, divers physiciens ont cherché à préciser les conditions et les circonstances du phénomène de Zeeman. Ainsi, M. Preston a analysé, au moyen d'un puissant réseau de Rowland, la lumière émise par une étincelle d'induction qui jaillit entre deux pointes métalliques placées entre les deux pôles d'un électro aimant; il croit pouvoir, de ses observations, conclure que, dans tous les cas, la production du champ fait apparaître un triplet que des actions secondaires viennent ensuite modifier. Il se peut faire, par exemple, que l'une des composantes soit absorbée d'une façon plus ou moins complète. M. Michelson, en dispersant la lumière émise par la source au moyen d'un prisme à sulfure de carbone et l'analysant ensuite dans un réfractomètre interférentiel, ou bien encore, en utilisant son admirable spectroscopie à échelons, arrive à des résultats qui lui font penser que chaque radiation première est complexe; il peut se faire, d'ailleurs, qu'une composante se trouve en opposition de phase avec une autre, et interfère.

La modification profonde apportée à une radiation par l'effet Zeeman peut se combiner à d'autres phénomènes pour altérer d'une façon plus compliquée encore la lumière, et des résultats particulièrement intéressants peuvent se produire. C'est ainsi que M. Becquerel, à qui l'on doit déjà tant de beaux travaux qui ont jeté un grand jour sur ces délicates questions, a montré qu'une curieuse expérience de M. Voigt s'interprétait d'une façon très simple, comme conséquence de l'existence simultanée du phénomène de Zeeman et de la dispersion anormale de la vapeur de sodium.

Cette dispersion anormale joue aussi un rôle important dans une expérience remarquable faite par deux physiciens italiens, MM. Macaluso et Corbino; un faisceau de lumière polarisée par un premier nichol traverse un champ magnétique, puis un second nichol, ensuite une lentille cylindrique, et tombe enfin sur un réseau de Rowland, de façon que l'on observe le second spectre de diffraction; si l'on dispose la flamme sodée, source de la lumière, entre les pôles de l'électroaimant qui donne naissance au champ, on observe dans le spectre des bandes parallèles aux raies D, alternativement lumineuses et obscures, qui se déplacent par la rotation de l'analyseur: les auteurs croyaient pouvoir conclure, de cette expérience, que le plan de polarisation de la lumière qui traverse les vapeurs de sodium influencées par le champ, subit une rotation qui va en croissant de l'extérieur au bord de la raie, mais

M. Becquerel a fait remarquer que cette interprétation n'était pas fondée: le phénomène observé par MM. Macaluso et Corbino est une manifestation de la dispersion anormale de la vapeur de sodium.

Cette dispersion anormale avait déjà été signalée, mais n'était pas encore étudiée d'une façon précise. M. Becquerel a mis en évidence, par des expériences fort élégantes, la dispersion anormale considérable de la vapeur de sodium incandescente pour les radiations voisines des raies D_1 et D_2 , et il a réussi à étudier, ce que l'on n'avait point encore fait, les variations des indices; il montre ainsi que, dans l'effet observé en instituant une expérience analogue à celle des prismes croisés, au moyen d'un réseau et de la flamme d'un brûleur de Bunsen rendue prismatique par l'interposition d'une petite gouttière en platine, se superposent deux dispersions anormales différentes dues à chacune des raies D_1 et D_2 .

Tous ces faits ont une importance considérable; ils font voir combien sont profondes les modifications qu'apporte la propagation de la lumière dans les mouvements propres des milieux transparents, quand ces milieux vibrent presque à l'unisson des ondulations lumineuses qui les traversent.

C'est à un ordre d'idées semblable que se rapportent diverses expériences, particulièrement celles de M. Righi, celles de M. S.-P. Thompson et celles de M. Cotton; ainsi ce physicien, disposant entre deux nicols une flamme sodée ou de l'hypoazotite incandescente placée dans un champ magnétique et traversé par un faisceau intense de lumière blanche, dont les rayons sont perpendiculaires aux lignes de force, constate que la vapeur de sodium, par exemple, a des raies d'absorption qui, sous l'influence du magnétisme, présentent un caractère de polarisation particulier; là encore il y a superposition de deux effets dont l'importance relative varie suivant la richesse de la flamme et la valeur du champ; les expériences de M. Cotton lui permettent de préciser les propriétés nouvelles qu'acquiert la flamme dans le champ; par exemple, il montre que, pour les radiations de même période que les raies qu'elle émet, elle se comporte comme ferait une tourmaline dont l'axe serait parallèle ou perpendiculaire aux lignes de force, tandis que, pour les radiations très voisines de ces raies, elle joue le rôle d'un cristal qui aurait une dispersion de double réfraction anormale, dont le signe ne serait pas le même dans tout le spectre et dont le dichroïsme commencerait à se faire sentir.

VII. — ÉLECTRICITÉ.

Entre les phénomènes lumineux et les phénomènes électriques, les expériences comme celles

de Zeeman établissent des rapports étroits, mais encore sujets à des interprétations diverses. La transition est, au contraire, aujourd'hui parfaitement continue et clairement aperçue quand on considère les oscillations électriques; nous avons déjà dit combien l'espace qui sépare encore les vibrations de grande longueur d'onde obtenues dans les nouvelles études sur le rayonnement d'une part, et, d'autre part, les oscillations électriques de courte période, va chaque jour en diminuant; du terrain est constamment gagné des deux côtés.

Les propriétés des oscillations électriques font toujours le sujet de travaux remarquables; on recherche non seulement toutes les analogies qu'elles doivent présenter avec les phénomènes lumineux, mais encore les différences. L'ordre de grandeur de la période influe, en effet, sur un grand nombre de circonstances, et, dans bien des cas, les résultats pourront fort bien n'être pas semblables. Ainsi les phénomènes d'absorption et de dispersion se présentent sous une forme plus complexe en général dans les oscillations électriques.

On est d'accord aujourd'hui sur ce fait que les écarts observés dans les résultats fournis par les diverses mesures qui ont été faites de la constante diélectrique relative à certaines substances, sont dus le plus souvent à ce que cette constante varie véritablement, quand la longueur d'onde varie: il existe une dispersion électrique. Divers auteurs ont établi que cette dispersion était d'une nature très complexe; en particulier, il est hors de doute que la dispersion est rarement normale. Dans un intéressant mémoire, M. Barbillion a cherché à préciser quelques lois du phénomène: il emploie une méthode qui dérive de la méthode connue de Lecher et qui permet à chaque instant de comparer la capacité inductive du milieu que l'on étudie à celle d'un diélectrique étalon. Les résultats obtenus montrent bien la grande généralité du phénomène de la dispersion anormale; la présence d'un seul maximum de l'absorption semble souvent insuffisante pour tenir compte des variations de l'indice relatives à certains corps; on peut encore, toutefois, utiliser une formule de dispersion où n'entrent que les périodes propres. M. Barbillion établit aussi ce résultat important, que le pouvoir inducteur n'est pas une propriété caractéristique, spécifique, du corps; elle semble, au contraire, dépendre nettement des champs auxquels le corps peut être soumis.

MM. Graetz et Fomm ont obtenu des résultats analogues et M. Drude a continué ses belles études sur les mêmes questions: il remarque aussi qu'il existe une différence considérable dans l'ordre de grandeur de l'absorption anormale électrique et optique.

Pour les ondulations électriques, la bande d'absorption est considérablement plus étendue; si l'on admet la théorie optique, ce résultat signifierait que les vibrations propres de la molécule s'amortissent beaucoup plus rapidement; mais l'on peut aussi interpréter le phénomène en considérant l'isolant comme un milieu parsemé de petits conducteurs. M. Drude a aussi montré que l'absorption électrique de l'eau croît considérablement lorsque la longueur d'onde diminue; il établit, de plus, un fait qui peut avoir, s'il se vérifie et se généralise, une importance considérable: les ondulations réfléchies sur des masses métalliques paraissent avoir des longueurs d'onde plus grandes que celles qu'émet l'excitateur; en d'autres termes, il existerait dans ce cas une sorte de fluorescence.

MM. Dewar et Fleming, dans les belles expériences qu'ils poursuivent sur les propriétés physiques des corps aux basses températures, montrent également qu'on obtient des valeurs extrêmement différentes de la constante diélectrique de la glace, quand on opère avec des fréquences variables; toutefois M. Abegg attribue les écarts ainsi observés à diverses causes accidentelles.

L'étude des diélectriques a fourni d'autres résultats intéressants. MM. Pellat et Sacerdote ont mesuré les variations de la constante diélectrique de la paraffine et de l'ébonite avec la température; pour cette dernière substance, par exemple, la constante diélectrique augmente d'une façon très appréciable lorsque la température s'élève. M. Righi a vérifié la relation de Maxwell pour des diélectriques cristallisés, tels que la sélénite. M. R. Arno a fait voir que la perte d'énergie qui se produit dans un diélectrique placé dans un champ tournant, présente un retard qui dépend du temps, et qui est, par conséquent attribuable à une sorte d'hystérésis, conséquence conforme à une remarque faite autrefois par M. P. Janet; de même, M. Schaufelberger fait voir que l'amortissement des oscillations d'une sphère isolante dans un champ électrique constant, qu'a observé Quincke, paraît attribuable à l'hystérésis du milieu. MM. Corbino et Canizzo ont remarqué que l'on peut, par une traction, faire varier d'une façon très sensible la constante diélectrique du verre, et ils pensent que ce fait doit s'expliquer en admettant que l'on crée ainsi une double réfraction pour les ondes électriques.

L'application des recherches sur les oscillations électriques, qui, à coup sûr, a provoqué le plus vif mouvement de curiosité dans le public, est l'application à la télégraphie sans fil; les procédés expérimentaux, déjà plusieurs fois décrits dans cette *Revue*, sont restés les mêmes, mais ils ont reçu de divers expérimentateurs, parmi lesquels il convient

de citer en première ligne M. Marconi, puis MM. Blondel, Ducretet, le lieutenant de vaisseau Tissot, d'intéressants perfectionnements.

Il n'est que juste de ne point oublier la part prépondérante qui revient à M. Branly, dans cette importante découverte; les lecteurs de la *Revue* savent qu'il est l'inventeur du tube sensible, du cohéreur, sans lequel la réception des ondes eût été impossible. M. Branly a lui-même, cette année, continué ses remarquables travaux dans la même voie, en étudiant divers types de radio-conducteurs; il s'est également occupé des obstacles apportés par des écrans à la propagation des ondes, et il a montré que les oscillations hertziennes sont complètement arrêtées par une enveloppe métallique très mince, si celle-ci est hermétiquement close.

C'est particulièrement le mécanisme du cohéreur que beaucoup de travaux ont cherché à expliquer. M. Branly lui-même a obtenu, avec des colonnes de disques métalliques, des résultats qui semblent prouver que les disques sont écartés par des atmosphères superficielles qui s'opposent à leur adhérence; mais l'accord ne s'est point encore fait relativement à la façon dont il faut comprendre que l'oscillation va produire l'adhérence entre les parties conductrices.

M. Dorn, faisant le vide dans les tubes à limaille, les chauffant, etc., est conduit à des observations qui lui font admettre, avec Lodge, qu'il doit se former, par des étincelles produites, sous l'influence de la décharge extérieure, entre les particules métalliques, de petits ponts très subtils et facilement attaquables par l'air; c'est à la même conclusion qu'est amené, par ses expériences, M. von Gulik. M. Aschkinass, au contraire, ne croit pas à l'action de ces petites étincelles électriques; il ne croit pas non plus, contrairement à d'autres auteurs, qu'il se puisse produire des vibrations mécaniques capables de donner une meilleure adhérence. Cependant, M. Auerbach, puis M. Leppin ont montré que les ondes sonores déterminent une diminution persistante de la résistance. M. Leppin met aussi en évidence une influence notable des ondes calorifiques et des ondes lumineuses, qui peut être importante pour les applications à la télégraphie.

Divers physiciens ont modifié les premiers dispositifs d'une façon intéressante. M. Righi a décrit de nouvelles formes des tubes à décharge; M. Behrendsen montre qu'en remplaçant la poudre métallique par du charbon, on peut obtenir un cohéreur sensible seulement à des radiations de mêmes périodes que celles du résonateur. M. Muirhead et M. Lodge ont fait d'heureux essais pour obtenir la résonance parfaite du récepteur et du transmetteur d'ondes; M. Turpin, utilisant les résultats

auxquels l'ont conduit de précédentes recherches sur le champ hertzien, a imaginé un système de télégraphie par ondes qui résout en principe la multicommutation entre plusieurs postes embrochés.

Signalons aussi une méthode très curieuse, imaginée par M. Neuschwender pour déceler les ondes électriques et qui est, en quelque sorte, l'inverse de la méthode de M. Branly. Si l'on pratique, au moyen d'une pointe fine, une solution de continuité dans un dépôt métallique formé sur du verre, et que l'on souffle sur la fente ainsi obtenue, le dépôt de vapeur d'eau suffit pour rétablir une conductibilité électrique appréciable de la lame métallisée. Une onde électrique supprime brusquement la conductibilité ainsi acquise et le phénomène est d'une grande sensibilité.

Les phénomènes qui se rattachent au passage du courant dans les électrolytes continuent à être l'objet d'importants travaux. M. Townsend démontre que les gaz obtenus par l'électrolyse d'une dissolution d'acide sulfurique ou de potasse sont électrisés et qu'ils peuvent condenser la vapeur d'eau; il semble donc que l'ionisation produite dans la molécule de la dissolution persiste en quelque sorte. M. Cady signale ce fait très curieux que du potassium dissous dans de l'ammoniaque liquide fournit un conducteur qui se comporte comme un métal, et non comme un électrolyte. M. Bagard, qui avait déjà montré que la résistance d'un conducteur liquide varie dans un champ magnétique, étudie ce phénomène au moyen d'un dispositif très simple, et est amené à penser que l'aimant agit directement sur les ions qui transportent le courant de façon à déterminer une déformation de leurs trajectoires dans des milieux de résistivité constante et uniforme. M. Blondlot, fait voir que, conformément à la théorie, il se produit dans un champ magnétique une force électro-motrice entre deux dissolutions superposées et différemment concentrées d'un même sel.

Parmi les travaux relatifs plus spécialement au magnétisme, indiquons rapidement: les recherches de M. Ascan Lutteroth sur les variations des propriétés magnétiques des cristaux dans différentes directions quand la température change; les élégantes expériences de M. Weiss sur le magnétisme de la pyrrhotine dont nous avons déjà parlé l'an dernier, et que l'auteur a continuées; la belle étude de M. du Bois sur les écrans magnétiques; le nouveau magnétomètre de M. Guillet; les travaux théoriques de M. Duhem sur la viscosité magnétique et enfin les mesures de MM. Fleming et Dewar sur la susceptibilité magnétique de l'oxygène.

Nous aurons sans doute occasion de revenir un jour sur les recherches relatives à l'électricité

atmosphérique. Nous ne pouvons que citer ici les mesures de M. Chauveau sur ce sujet, et dire que des expériences de M. Pellat, sur la perte d'électricité par évaporation, jettent un grand jour sur la question.

VIII. — APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ; INSTRUMENTS DE MESURE

L'industrie électrique continue chaque jour ses progrès rapides; elle étend constamment son domaine; les nombreuses questions que les besoins de la pratique posent à l'ingénieur-électricien reçoivent aujourd'hui des réponses précises et rationnelles, mais une longue expérience n'a pas encore permis de faire un choix définitif entre toutes les solutions possibles d'un même problème; aussi peut-on constater une diversité très grande dans les procédés qu'on utilise actuellement pour arriver à des buts identiques.

On ne saurait songer ici à passer en revue tous les travaux accomplis en électrotechnique; aussi bien, il importe seulement d'indiquer ceux qui se rattachent à quelque principe scientifique nouveau, et il faut reconnaître que, si cette année a vu apparaître un grand nombre de perfectionnements importants, aucune découverte imprévue n'a pris naissance.

Toutes les questions qui se rattachent à la distribution et aux applications des courants alternatifs, soit du courant alternatif simple un peu démodé aujourd'hui, soit du diphasé et surtout du triphasé qui prend tant d'importance, donnent lieu à des travaux où l'intervention du théoricien est encore nécessaire et précieuse. Il faut faire une place à part aux belles recherches de M. Leblanc sur le compoundage des alternateurs à voltage constant, compoundage indépendant de la nature des courants fournis par l'alternateur; ces recherches constituent certainement l'une des plus importantes contributions que ces dernières années aient apportées à la théorie des générateurs et des récepteurs à courant alternatif. On s'est particulièrement occupé cette année des commutatrices dont l'emploi se généralise beaucoup; MM. Steinmetz, de Marchena, S. Thompson, P. Janet ont publié, sur ces appareils, de fort intéressantes remarques.

Le courant continu ne donne plus lieu qu'à des recherches de détail. Signalons toutefois des essais curieux de M. Elmore et de M. Badger, pour réaliser des machines unipolaires, et divers travaux sur le calage des balais et les étincelles, comme ceux de MM. Sayors, Lamme, Girault, Fischer, Hinnen.

L'éclairage électrique, qui se répand de plus en plus, n'a pas été l'objet d'un perfectionnement

encore assez sûr pour que se modifient complètement les appareils en usage; mais des tentatives ont été faites qui semblent promettre à brève échéance une révolution bienfaisante.

On sait que le charbon n'est pas le corps qui, pour une même quantité d'énergie dépensée, fournit le rayonnement lumineux le plus riche; l'invention du bec Auer est venue démontrer que les errements suivis depuis la plus haute antiquité n'étaient pas ceux qui pouvaient au point de vue du rendement fournir les meilleurs résultats, et que certains oxydes seraient, à cet égard, supérieurs au carbone. L'idée de faire profiter l'éclairage électrique d'un semblable perfectionnement est toute naturelle; les essais tentés dans cette vue et qui n'avaient jamais donné jusqu'à présent de bien bons résultats semblent avoir, cette année, conduit à de sérieuses espérances de succès.

M. Auer von Welsbach a lui-même construit des lampes à filaments d'osmium ou d'iridium qui, dans les mêmes conditions de fonctionnement, fournissent deux fois plus de lumière que les lampes ordinaires. M. Nernst constitue, avec certaines matières réfractaires, des lampes remarquables; ces matières ne sont conductrices qu'à chaud; la chaleur sera produite par le courant qui entretiendra une haute température, mais au début, et c'est une complication que l'éminent physicien tourne d'une façon ingénieuse, il faut chauffer les matières par un grillage de platine d'abord traversé par le courant et qui s'écarte ensuite automatiquement; la lampe fonctionne à l'air libre, ce qui est un avantage appréciable.

Un appareil déjà bien ancien a été singulièrement rajeuni par les découvertes récentes sur les décharges dans les gaz; c'est la bobine à induction, la bobine classique de Ruhmkorff; plusieurs physiciens ont étudié, avec toutes les ressources des théories et des instruments de mesure actuels, ce transformateur dont l'emploi est devenu si fréquent; ils sont arrivés ainsi à des résultats intéressants qui sont de nature à modifier les conditions de construction et d'utilisation de la bobine.

M. Walter, par exemple, établit nettement que les principes sur lesquels doivent reposer les procédés de construction ne sont pas les mêmes pour les grandes ou pour les petites bobines; avec les grandes, on obtiendra le maximum d'effet quand la période d'oscillation du primaire sera égale à celle du secondaire, tandis qu'avec les petites, à cause des phénomènes d'hystérésis, il convient que la période du primaire soit plus grande que celle du secondaire. M. Shess a utilisé le phénomène de Kerr pour étudier l'oscillation du secondaire; il trouve que la période est bien celle que l'on peut calculer, mais l'amortissement est plus grand que

celui auquel conduit la théorie ; M. Mizuno a fait d'intéressantes recherches sur le rôle du condensateur ; M. Oberbeck a étudié d'une façon rigoureuse la tension aux pôles ; M. Armagnat a fait diverses remarques très importantes sur le fonctionnement des bobines ; M. O. Rochefort a été conduit à la construction de remarquables transformateurs.

C'est particulièrement sur les procédés d'interruption du primaire que des perfectionnements intéressants, souvent même au point de vue de la théorie, ont été apportés par divers physiciens ou constructeurs. Nous ne saurions énumérer ici les divers modèles d'interrupteurs qui ont été décrits depuis quelques mois ; citons, par exemple, ceux de MM. Arons, Izarn, Margot, Welster, Cremieu, Villard, et enfin celui de M. Braun, qui a peut-être conduit M. Wehnelt au procédé remarquable dont les lecteurs de la *Revue* ont certainement tous entendu parler. On sait qu'utilisant un phénomène étudié par Davy, Planté, MM. Violle et Chassagny, M. Wehnelt intercale dans le primaire une cuve en plomb pleine d'eau acidulée au 1/10, où plonge un fil de platine soudé à l'extrémité d'un tube de verre ; la cuve est en relation avec le pôle négatif, le platine avec le pôle positif d'une batterie d'accumulateurs ; il se forme autour du fil une gaine lumineuse, accompagnée d'un bruit strident ; on obtient ainsi des interruptions variant de 1.700 à 15.000 par seconde et par suite une étincelle puissante dans le secondaire. Ce phénomène a donné lieu à des remarques fort intéressantes de la part de divers physiciens ; M. d'Arsonval, M. Pellat, M. Blondel, M. Armagnat, M. Le Roy et M. Bary ont publié sur ce sujet des notes sur lesquelles il nous faudra sans doute revenir ; M. Carpentier a réalisé un perfectionnement bien simple et bien important au point de vue pratique en montrant que, si l'on chauffe par le courant lui-même le bain liquide, le dispositif de Wehnelt peut fonctionner à bas voltage.

Les instruments de mesure, au fur et à mesure que se développent les applications, prennent une importance plus grande et, chaque jour, de nouveaux modèles sont proposés. Quelques-uns ont un point de départ curieux et original ; ainsi, M. Blondlot a fait connaître le principe d'un ingénieux compteur absolu d'électricité. L'instrument est composé d'une longue bobine dont l'axe est horizontal, et d'une autre bobine constituée par un anneau formé de quelques tours de fil et suspendue de façon que son plan soit vertical et qu'elle puisse tourner librement autour de son diamètre vertical. Les deux bobines sont parcourues par le même courant ; on démontre aisément que, si la bobine mobile oscille autour de sa position d'équilibre, quelle que soit l'intensité du courant et la période

d'oscillation, la quantité d'électricité qui traverse une section du circuit pendant que s'accomplit une oscillation, est toujours la même. Cette remarque conduit tout naturellement à la construction du compteur.

M. Marcel Deprez a décrit un nouveau modèle d'électrodynamomètre ; de même, M. Rossi, un électrodynamomètre qui, en outre, est propre à la mesure de la différence de phase entre deux courants alternatifs. M. Wilson prouve que l'électromètre de lord Kelvin fournit de bons résultats quand on l'emploie comme wattmètre pour courant alternatif. MM. Pérot et Fabry ont fait construire, sur le principe que nous avons déjà indiqué, un voltmètre électrostatique pour étalonnage.

La télégraphie et la téléphonie ont fourni des travaux importants. MM. Crehore et Owen Squier, s'appuyant sur ce fait qu'un courant alternatif n'est pas modifié dans sa forme si on le supprime pendant un instant, pourvu que les moments de l'ouverture et de la fermeture correspondent à des points où la sinusoïde représentative de l'intensité a une ordonnée nulle, décrivent un procédé simple permettant, avec un seul alternateur, la transmission simultanée de plusieurs dépêches. M. Barus, utilisant un inductomètre interférentiel de son invention, a étudié les excursions du diaphragme du téléphone et est arrivé ainsi à d'intéressants résultats. Sur le même sujet, M. Cauro a publié un important mémoire qui résout définitivement les principales questions relatives à la théorie du fonctionnement d'un poste téléphonique. Ce physicien arrive, par des expériences et des mesures directes, à des conclusions très nettes ; ainsi, par exemple, il établit qu'au phénomène qui produit le courant microphonique correspond, dans le circuit primaire, un courant alternatif dû à la variation de résistance du microphone, courant qui se superpose au courant principal et dont l'intensité efficace est une fraction de l'intensité de ce courant, qui reste la même quand on fait varier cette dernière. L'intensité efficace du courant secondaire est sensiblement proportionnelle à l'amplitude de l'onde sonore ; l'énergie absorbée dans le téléphone pendant l'unité de temps est représentée, dans le cas où elle est la plus grande, par des millièmes de volt.

IX. — CHALEUR ; ÉTUDES SUR LES FLUIDES.

On sait l'influence qu'ont exercée sur le développement de nos connaissances relatives aux propriétés mécaniques et thermiques des corps, les théories cinétiques ; ce sont de semblables théories qui ont cette année encore guidé les physiciens qui continuent d'intéressantes recherches sur les sujets de cette nature.

M. Dieterici établit que, dès à présent, l'application aux liquides des formules fondamentales de la théorie cinétique des gaz conduit à des résultats conformes à l'expérience; il donne, en particulier, une interprétation intéressante de la pression osmotique. M. Amagat, à qui l'on doit tant de beaux travaux, aujourd'hui classiques, sur ces questions, a donné une forme nouvelle de la fonction caractéristique des fluides; cette forme remarquable se prête très bien à la représentation des résultats fournis par l'expérience, dans le cas de l'acide carbonique depuis 0° jusqu'à 230°, et depuis les pressions les plus basses jusqu'à celle de la liquéfaction. M. Amagat montre qu'on peut facilement tirer de sa formule les valeurs de la force élastique maxima et des densités de liquide et de vapeur dans le cas de la saturation.

M. Daniel Berthelot a publié une série remarquable de mémoires sur des questions du même ordre. Après avoir, dans un premier travail, établi qu'il existe une proportionnalité rigoureuse entre les poids moléculaires des gaz et les densités limites prises sous une pression infiniment faible et déduit de cette remarque une nouvelle méthode purement physique pour la détermination des poids moléculaires des gaz et des poids atomiques de leurs éléments, il montre qu'on peut appliquer la même méthode aux liquides, en partant de l'équation de Van der Waals et en utilisant les données fournies par les expériences de M. Amagat et celles de MM. Leduc et Sacerdote. M. D. Berthelot fait voir que, dès à présent, il est ainsi possible d'obtenir les poids moléculaires des liquides avec une approximation de quelques centièmes. La méthode, appliquée à un certain nombre de corps, permet de constater que la majorité ont le même ordre de grandeur moléculaire à l'état liquide qu'à l'état gazeux; seuls l'eau, les acides gras et les alcools gras sont nettement polymérisés. On doit au même physicien, en collaboration avec M. Sacerdote, des expériences nouvelles sur les mélanges de gaz.

M. Mathias a continué les belles études qu'il poursuit depuis plusieurs années sur les propriétés des fluides saturés; il a ainsi vérifié une théorie de M. Raveau, d'après laquelle la chaleur spécifique à volume constant des fluides saturés doit rester finie, même à la température critique. M. Lussana également a poursuivi ses travaux calorimétriques; il est arrivé à des résultats concordants avec ceux de M. Amagat sur l'existence d'un maximum pour la chaleur spécifique à pression constante rapportée à l'unité de masse d'acide carbonique: ce maximum a lieu pour une pression voisine de 110 atmosphères.

Le passage de l'état liquide à l'état solide ou le

passage réciproque ont donné lieu à des travaux notables; M. Demerliac a publié une bonne étude de l'influence de la pression sur la température de fusion. M. Tammann, sur le même sujet, a fait connaître le résultat de ses recherches, d'où il ressort que, dans le passage de l'état liquide à l'état solide, il n'y a pas de point critique, et qu'il n'y a pas lieu de considérer un passage continu. Tel n'est pas cependant l'avis de M. Heydweiller, qui croit au contraire démontrer, dans le cas du menthol, l'existence d'un passage continu de l'état liquide à l'état solide; peut être dans ce cas se trouve-t-on en présence d'un mélange d'isomères miscibles en toutes proportions.

Au point de vue expérimental, la conquête la plus importante que la science ait faite dans ces derniers temps est peut-être celle du domaine des basses températures.

Au moment même où paraissait notre dernière revue, et nous avons pu l'indiquer alors, M. Dewar venait de réussir à liquéfier définitivement l'hydrogène et l'hélium; on a décrit précédemment la méthode employée par l'éminent physicien, et l'on a dit que l'hydrogène se liquéfiait à -205° sous 18 atmosphères; ces données suffisent à faire comprendre quelles difficultés il y avait à vaincre, car la distance qui, au sens thermodynamique, sépare la liquéfaction de l'hydrogène et celle de l'air, est relativement aussi grande que celle qui existe entre la liquéfaction de l'air et celle du chlore.

Aussi la liquéfaction de l'air, que l'on doit actuellement considérer comme aisée, est-elle une expérience presque courante, du moins dans les laboratoires qui possèdent la machine de Linde dont nous avons antérieurement parlé. M. d'Arsonval, par exemple, a pu utiliser une telle machine pour faire diverses expériences remarquables. On connaît la théorie de cette machine, et l'on sait que M. Linde utilise le refroidissement produit dans le vide par détente, refroidissement qui est dû à ce que l'air ne saurait être considéré comme un gaz parfait. M. Raveau a fait observer, cependant, que l'on peut produire du froid sans travail extérieur par la détente d'un gaz dont l'énergie serait fonction de la seule température, à condition qu'on lui laisse prendre de la force vive et que l'on n'utilise qu'une portion convenable du phénomène de détente. M. Witkowski a calculé, d'après ses propres expériences et celles de M. Amagat, le refroidissement que l'effet Thomson et Joule peut produire dans l'air par détente irréversible; il résulterait de ses expériences que, dans une machine comme celle de Linde, il n'y aurait pas intérêt à pousser trop loin la pression initiale.

Ce même effet Thomson et Joule a donné lieu aussi à des remarques intéressantes de M. Le-

duc; l'habile physicien a d'ailleurs continué ses recherches exposées ici l'an dernier, et qui ont trait à l'ensemble des propriétés des corps gazeux.

Parmi les curieux résultats obtenus aux basses températures, outre ceux qu'ont fournis les études de MM. Dewar et Fleming sur les propriétés électriques des corps, signalés dans un précédent chapitre, nous devons particulièrement retenir ceux que M. Behne a rencontrés en mesurant les chaleurs spécifiques. Pour la plupart des métaux, il semble se produire une diminution très accélérée de la capacité calorifique aux basses températures. Au fur et à mesure qu'on s'approche de ce point inaccessible, le zéro absolu, la quantité de chaleur nécessaire pour élever la température d'un corps diminue et semble tendre vers zéro; des résultats semblables ont été obtenus par M. Trowbridge.

X. — ÉLASTICITÉ DES SOLIDES. RECHERCHES DIVERSES.

L'hypothèse moléculaire permet de rendre un compte parfait d'un certain nombre de phénomènes qui se produisent dans les solides.

Ainsi, dans une série de mémoires remarquables, M. Brillouin établit qu'elle explique fort bien le frottement des solides polis. Cet auteur montre que les phénomènes auxquels donnent lieu des systèmes mécaniques conservatifs ne sont pas, comme on l'imagine volontiers, essentiellement réversibles. Bien au contraire, des phénomènes irréversibles peuvent prendre naissance entre deux points matériels dont les actions mutuelles dépendent de leur seule distance. Dans l'idée de M. Brillouin, et il en fournit des exemples topiques, la plupart des phénomènes physiques et chimiques irréversibles peuvent être rattachés à l'existence d'états d'équilibre instable.

Ce sont aussi des phénomènes irréversibles que cherche à éclaircir M. Marchis dans le travail considérable qu'il a publié sur les déformations permanentes du verre. Nous avons eu, plusieurs fois déjà, l'occasion de signaler les idées de M. Duhem sur ces phénomènes; le mémoire de M. Marchis est une remarquable illustration de ces idées. M. Marchis étudie les modifications permanentes que produit dans du verre une oscillation de température. Ces modifications, que l'on peut appeler des phénomènes d'hystérésis de dilatation, peuvent s'étudier d'une façon très sensible par la méthode thermométrique. C'est ce que fait l'auteur aussi bien avec des thermomètres très recuits que dans des conditions qui mettent en évidence les phénomènes accompagnant la trempe ou le recuit.

Le principe de la méthode qui consiste à considérer le système représentatif comme dépendant

de la température, et d'une ou plusieurs autres variables, comme par exemple une variable chimique, a été appliqué par M. Duhem et par M. Marchis à l'étude des aciers au nickel irréversibles de M. Guillaume; l'idée émise ici même par l'éminent collaborateur de la *Revue*, sur le rôle joué par les modifications chimiques dans les curieux phénomènes qu'il a découverts, se trouverait ainsi confirmée. D'autres interprétations cependant peuvent être imaginées. M. Houllevigue, par exemple, attribuerait plutôt les propriétés observées à une cause purement physique, aux pressions qui existent à l'intérieur des masses solides considérées.

Il n'est pas possible, à moins d'allonger outre mesure cette revue, de signaler ici tous les travaux qui mériteraient d'attirer l'attention: il en est beaucoup dont nous ne parlons point parce qu'ils se rattachent à des recherches que leurs auteurs poursuivent et dont seuls des résultats partiels ont été publiés; il en est d'autres qui se rapportent à des questions sur lesquelles sans doute nous aurons un jour à jeter un coup d'œil d'ensemble, mais qui, pour le moment, paraîtraient ici entièrement isolées. Nous ne saurions, par exemple, dans quel chapitre ranger les résultats remarquables obtenus par M. Lippmann relativement à la synchronisation des pendules ou bien les curieuses remarques du même auteur sur la mesure absolue du temps ou encore les recherches de MM. Poynting et Gray sur l'attraction.

Aussi bien, le compte rendu qui vient d'être donné du bilan de l'année, suffit-il à montrer combien précieux ont été les gains.

Laissant de côté la question de savoir quelle valeur absolue il faut attribuer aux symboles par lesquels on représente les phénomènes physiques, nous devons conclure que, grâce aux recherches récentes, deux classes de faits s'interprètent aujourd'hui de mieux en mieux. L'hypothèse de la constitution moléculaire de la matière nous permet de saisir les uns, l'hypothèse de l'éther nous amène à comprendre les autres.

Une transition reste à trouver: les relations qui doivent exister entre la matière et l'éther ne sont pas encore toutes connues; des obscurités subsistent, mais la question se précise; des théories et des expériences nouvelles ne fournissent pas encore la solution, elles font cependant pressentir que le moment n'est peut-être pas éloigné où elle pourra être donnée, et le siècle qui va finir ne laissera peut-être pas à celui qui va commencer le soin de résoudre ce difficile problème.

Lucien Poincaré.

Chargé de Cours à la Sorbonne.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Baire René, *Professeur au Lycée de Bar-le-Duc*. — **Sur les Fonctions de Variables réelles**. (Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris. — 1 vol. in-4° de 124 pages. Imprimerie Bernardoni de C. Rebeschini et C^o, Milan, 1899.

M. Baire s'attaque aux questions si ardues qui se rapportent à la continuité et à la discontinuité des fonctions générales de plusieurs variables réelles, et met en œuvre les propriétés démontrées, sur les ensembles, par MM. Cantor, Borel, etc.

Voici un très rapide aperçu des matières successivement traitées :

Une fonction z de deux variables x et y peut, et d'une infinité de façons, être réduite à une fonction d'une seule variable. Prenons x et y comme coordonnées d'un point m dans un plan M ; nommons ξ et η les droites, menées par m , parallèles respectivement aux deux axes des abscisses et des ordonnées, et γ une ligne tracée sur M . Quand m parcourt γ , x et y dépendent d'une variable unique t , et $z(x, y)$ se réduit à $f(t) = z_\gamma$. Une première remarque est celle-ci : z_ξ et z_η peuvent être continues, tandis que, pour un choix convenable de γ , z_γ est discontinue. Autrement dit : z est discontinue comme fonction de deux variables et continue par rapport à chaque variable prise isolément.

Quelle restriction apporte à la généralité de z la continuité de z_ξ et de z_η ? Voilà le premier problème proposé.

z_η étant continue et y tendant par exemple vers zéro, z tend vers une fonction $\varphi(x)$, fonction éventuellement discontinue, limite de fonctions continues. φ est représentable par une série dont le terme général est continu. Le second problème est l'étude des fonctions φ .

Les deux problèmes ont la même solution; pour avoir affaire, dans l'un et l'autre cas, à une fonction de la nature voulue, la condition nécessaire et suffisante est la « discontinuité ponctuelle ». Voici ce que c'est : dans le voisinage de tout point m de M doivent exister des points où la fonction est continue.

Quelques résultats sont étendus au cas à plus de deux variables.

La thèse se termine par un troisième problème, dont la dissemblance avec les deux premiers n'est qu'apparente.

Soit à intégrer un système d'équations aux dérivées partielles. On suppose forcément (sans quoi les recherches n'auraient pas de sens) que les fonctions inconnues ont des dérivées; seulement, on ne s'en tient pas là d'habitude, consciemment ou inconsciemment; on admet encore la continuité des fonctions inconnues et de leurs dérivées. Ainsi, pour le premier ordre et l'équation :

$$F(x, y, z, p, q) = 0 \quad p = \frac{\partial z}{\partial x} \quad q = \frac{\partial z}{\partial y}$$

on admet la continuité de z_ξ , z_η (voir plus haut), ce qui concourt à assurer l'existence de p et q ; mais on admet aussi la continuité de z , p et q , et cela n'est plus obligatoire.

Dans certains problèmes simples de calcul intégral, l'auteur cherche à réduire au minimum les hypothèses sur la continuité.

La thèse de M. Baire me semble extrêmement remarquable pour un double motif :

Il y a d'abord le mérite de la difficulté vaincue, car

de pareilles recherches sont on ne peut plus abstruses et ardues.

En second lieu, vient l'importance du sujet. Les essais d'interprétation mathématique pour les phénomènes naturels sont fondés sur l'introduction de certaines fonctions de variables réelles. On attache à ces fonctions la continuité, où M. Pomearé (voir son article sur le Calcul des Probabilités, dans la *Revue* du 15 avril 1899) voit une forme particulière attribuée au principe métaphysique dit « de la raison suffisante ». De là vient l'intérêt majeur qui existe à approfondir les mystères de la continuité.

Assurément, ce n'est point une remarque banale que celle-ci : une fonction discontinue de plusieurs variables peut être continue par rapport à chaque variable prise isolément. Cela n'est pas sans conséquences notables pour la Physique :

Soit un corps dont l'état est défini par certaines variables : température, pression, volume, indices ou pouvoirs divers optiques, électriques, électro-magnétiques... L'expérimentation consiste en ceci : on laisse fixes les variables x_1, x_2, \dots d'un groupe A, on mesure l'influence des variables y_1, y_2, \dots du groupe restant B, considérées isolément des x , on formule cette influence par une fonction, qu'on prend continue, des y . Quand tous ces travaux partiels sont terminés pour les diverses répartitions des variables entre deux groupes tels que A et B, on n'est nullement garanti contre les discontinuités de la fonction finale, celle où figurent toutes les variables et qui caractérise le corps.

On ne peut donc que signaler la thèse de M. Baire à l'attention des physiciens et des métaphysiciens aussi bien que des géomètres.

LÉON AUTONNE,

Maître de Conférences à l'Université de Lyon.

Föppl (Aug.), *Professeur à l'Ecole Technique supérieure de Munich*. — **Vorlesungen über technische Mechanik**. ERSTER BAND : **Einführung in die Mechanik**. — 1 vol. in-8° de 412 pages avec 78 figures. (Prix : 12 fr. 50.) B. G. Teubner, éditeur. Leipzig, 1899.

En rendant compte du tome III du cours de *Mécanique technique* de M. Föppl (*Revue*, 1898, p. 792), nous avons indiqué brièvement le plan général et le caractère de l'ouvrage. Le premier volume, qui vient de paraître, est intitulé : *Introduction à la Mécanique*; il contient l'exposé des notions fondamentales les plus importantes dans les divers domaines de la Mécanique et de leurs applications les plus directes.

L'auteur examine successivement la mécanique du point matériel, celle des systèmes et les propriétés relatives au centre de gravité. Viennent ensuite les transformations d'énergie, le frottement, l'élasticité et la résistance, puis le choc des corps solides, et enfin la mécanique des corps liquides. Ces diverses questions donnent lieu à de nombreux problèmes et applications numériques placés à la fin de chaque chapitre.

Bien que cet ouvrage soit destiné tout particulièrement aux étudiants, nous croyons cependant devoir le signaler à l'attention des ingénieurs et des géomètres. Au point de vue de la méthode suivie, il contient, en effet, une excellente innovation qui est due à la tendance de l'auteur à réduire le plus possible les moyens auxiliaires empruntés aux Mathématiques.

Tout en reconnaissant l'avantage que présente, en Mécanique, l'emploi des vecteurs, la plupart des auteurs conservent encore dans les calculs l'usage des trois composantes; ils n'empruntent au calcul vectoriel que la notion de somme géométrique. M. Föppl fait

un pas de plus; il renonce le plus possible aux composantes pour opérer directement sur les vecteurs. Sa méthode n'exige d'ailleurs aucune préparation spéciale; on y est amené d'une manière très naturelle. Elle comprend, d'une part, le *produit intérieur* auquel on se trouve conduit par la notion de *travail*, de l'autre, le *produit extérieur* qui se rattache à la notion de *moment statique*. Les propriétés de ces deux produits donnent immédiatement lieu au principe des vitesses virtuelles et au théorème des moments.

H. FURR,

Privat-docent à l'Université de Genève.

2° Sciences physiques

Le Verrier (U.), *Ingenieur en chef des Mines, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers. — La Fonderie.* — 1 vol. in-16 de 164 pages avec figures de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire (Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 fr.) Gauthier-Villars et G. Masson, éditeurs. Paris, 1899.

L'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire vient de continuer ses publications par un très intéressant ouvrage sur la Fonderie, par M. Le Verrier. Le nom seul de l'auteur, mieux que tout compte rendu, suffit à signaler cet Aide-Mémoire à ceux qui désirent avoir, sur les procédés de fonderie et sur la technique de cet art, des documents complets, récents, réunis dans un esprit à la fois scientifique et pratique, et condensés dans l'espace restreint (164 pages de format in-16) imposé par les éditeurs de l'Encyclopédie.

Dans un ouvrage traitant un pareil sujet, il était difficile de diviser le texte, comme dans la plupart des Aide-Mémoire de l'Encyclopédie, en deux parties : théorie et pratique. M. Le Verrier a composé son livre de quatre chapitres : I. Métaux employés en fonderie; II. Procédés de fusion; III. Procédés de moulage; IV. Installation de fonderies. Et il le termine par un appendice sur la fonte malléable.

Dans les deux premiers chapitres, sont condensés, d'une manière très complète, un grand nombre de renseignements sur les divers métaux employés : fonte, aciers, bronzes, laitons, sur les propriétés de ces alliages suivant leur composition, sur les appareils employés pour la fusion (cubilots, réverbères, creusets), et sur la conduite de cette opération. Le nombre des alliages employés dans l'industrie croît journellement; la fabrication de plusieurs d'entre eux est entourée d'un certain mystère; et ce n'est pas le moindre intérêt de l'Aide-Mémoire de M. Le Verrier de présenter, à leur sujet, un ensemble de faits, d'observations, et, sur leur fabrication, quelques données générales expliquant — sans les décrire, bien entendu — quelle est la portée des tours de main dont les inventeurs sont si jaloux.

Les deux derniers chapitres sont consacrés à l'étude des divers sables employés à la confection des moules, à la coulée, puis aux installations de fonderies, aux dispositifs mécaniques, aux poches de coulée, appareils de levage et de transport, etc. Enfin, l'importance de la fabrication de la fonte malléable justifiait pleinement l'appendice qui lui est consacré.

Si j'osais formuler une critique, j'exprimerais le regret de ne pas trouver dans cet ouvrage le détail et la théorie des opérations qui suivent le démontage, en particulier du recuit, dont l'effet est si important au point de vue des propriétés mécaniques des pièces fondues, et qui, pour l'acier notamment, constitue une partie essentielle de cette fabrication. Mais, c'est très évidemment avec intention, et pour ne pas faire double emploi avec d'autres volumes de l'Encyclopédie, que M. Le Verrier a renoncé à traiter ce sujet.

E. DE BILLY,
Ingénieur des Mines.

Colson (R.), *Répétiteur à l'École Polytechnique. — La Photographie stéréoscopique.* — 1 broch. de 20 p. (Prix : 1 fr.) Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1899.

Berthelot (Marcelin), *Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, Professeur au Collège de France. — Station de Chimie végétale de Meudon (1883-1899). Chimie végétale et agricole.* — 4 vol. in-8°. G. Masson et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1899.

Cet ouvrage renferme l'ensemble des recherches expérimentales poursuivies dans le laboratoire de Meudon, depuis seize années. L'auteur a pensé que le moment était venu de réunir, dans une publication unique, ces Mémoires disséminés, afin d'en montrer l'ensemble et les idées directrices.

Dans la préface, il explique d'abord comment la suite de ses recherches sur la synthèse des composés organiques, l'a conduit à étudier quelques-uns des problèmes relatifs à la Chimie biologique et spécialement à la Chimie végétale, étroitement liée avec la Chimie agricole. Il y raconte comment la station de Chimie végétale a été instituée et fondée en 1883 sur des terrains abandonnés, dépendant de l'ancien château ruiné en 1870. Les laboratoires et les champs de culture y sont décrits brièvement.

Le tome I a pour titre : « Fixation de l'azote libre sur la terre et sur les végétaux ». C'est l'exposé des recherches approfondies de M. Berthelot sur cette question, depuis 1876, époque où il a reconnu la fixation électrique de l'azote sur les principes immédiats des végétaux sous l'influence de l'électricité atmosphérique silencieuse, et, depuis 1883, époque où il a découvert la fixation microbienne de l'azote par la terre végétale, sous l'influence des microorganismes contenus dans le sol.

Ces travaux ont échangé de fond en comble les idées reçues et enseignées par les savants les plus autorisés sur le rôle négatif de l'azote atmosphérique libre dans la végétation. Ils ont servi de point de départ à un grand nombre de travaux postérieurs.

Le tome II est consacré à l'étude de la *marche générale de la végétation*, étude destinée à donner l'équation chimique pondérale d'une plante annuelle, comme composition relative et comme poids absolu de la plante totale et de ses différentes parties, à chaque instant et pour chaque période de son développement, depuis son ensemencement jusqu'à la reproduction de la semence et la mort de la plante. Ce sujet n'avait pas été jusqu'à présent traité d'une façon méthodique, malgré son importance.

Le tome II se termine par un examen des relations générales qui existent entre les énergies chimiques et les énergies lumineuses, qui interviennent dans tant de réactions de Chimie minérale et organique.

Les recherches exposées dans le tome III sont des *recherches spéciales sur la végétation*, c'est-à-dire sur la présence et la distribution dans les plantes de certains éléments, tels que le soufre, le phosphore, la silice; sur l'existence, la répartition et la formation des azotates dans les végétaux; sur l'acide oxalique et sur l'acide carbonique et leurs sels dans les végétaux; sur l'émission de l'acide carbonique et l'absorption de l'oxygène par les feuilles, etc. Enfin, ce volume renferme diverses études relatives aux transformations purement chimiques des sucres.

Il se termine par des recherches dont les plus anciennes remontent à 1860, sur les principes oxydables doués de propriétés oxydantes, recherches qui ont pris, dans ces dernières années, une importance toute particulière en Chimie physiologique.

Le tome IV comprend deux parties distinctes : l'une générale, relative à la *terre végétale*, au double point de vue de l'existence et de la constitution des principes organiques qui en forment la base, et de leurs relations avec l'ammoniaque atmosphérique, question connexe de la fixation de l'azote. On y décrit les méthodes pour le dosage des divers éléments volatils de la terre et des végétaux, tels que l'azote, le phosphore, le soufre, ainsi que pour le dosage de ses éléments minéraux, potassium et autres métaux alcalins

et terreux; dans l'autre partie figurent les études faites par l'auteur, depuis 1858, sur les vins. Il y traite de la formation des éthers que les vins renferment, de l'oxydation des vins, de leur bouquet, de leurs changements annuels et séculaires, enfin, du dosage de l'acide tartrique et de la crème de tartre qu'ils renferment¹.

Fierz (Ed.). — Les Recettes du Distillateur. — 1 vol. in-18, de 150 pages. (Prix : 2 fr. 75) Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1899.

Ce petit volume ne contient aucune théorie, mais uniquement des recettes. Après une vingtaine de pages consacrées à la préparation des sirops, des alcools aromatisés, etc., l'auteur donne les recettes de fabrication de 140 liqueurs, crèmes, amers, spiritueux et sirops divers.

La valeur d'un tel ouvrage dépend de la valeur des recettes qui y sont décrites. Aussi, la seule manière exacte de le juger consisterait-elle à mettre les formules en pratique et à goûter les liqueurs obtenues. Nous laisserons ce soin aux distillateurs curieux de s'instruire et de perfectionner leur fabrication. Nous nous bornerons donc à dire que ces recettes sont très variées, qu'elles sont clairement présentées et qu'elles ne sont pas la simple répétition des recettes qu'on trouve dans tous les livres sur ce sujet.

X. ROCQUES,

Ancien chimiste principal
du Laboratoire Municipal de Paris.

3° Sciences naturelles

Coutière (H.). — Les Alpheidae. MORPHOLOGIE EXTERNE ET INTERNE. FORMES LARVAIRES. BIONOMIE. (Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.) — 1 vol. in-8 de 360 pages avec 440 figures et 6 planches. G. Masson et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1899.

Les Alphéides sont de petits Crustacés Décapodes, apparentés aux Crevettes, dont un petit nombre d'espèces habitent les côtes d'Europe, les autres formes étant exotiques; M. Coutière, qui a disposé de matériaux considérables provenant de divers Muséums et des grandes expéditions maritimes, ainsi que de ses propres trouvailles à Djibouti, s'est proposé d'en faire une monographie complète, dont la présente publication représente une partie seulement, la plus intéressante d'ailleurs pour le biologiste. Dans ses descriptions de morphologie externe, extrêmement minutieuses et soignées, il cherche la raison d'être des dispositions actuelles à la fois dans les relations de parenté et dans le genre de vie, tournure d'esprit trop rare chez les taxonomistes: la partie anatomique est un peu restreinte, mais très suffisante, car les Alphéides ne paraissent pas différer notablement de leurs voisins très bien connus, et le matériel recueilli ne se prêtait guère aux recherches sur les points délicats; enfin, l'auteur a très bien saisi l'importance toute particulière que présentent les Alphéides au point de vue de leur développement et de leur biologie spéciale, et ses résultats seront très bien accueillis de tous ceux qu'intéressent les questions générales.

Les pattes thoraciques de la première paire sont terminées par une pince qui présente des caractères très variables: très souvent il y a asymétrie, l'une des deux pinces indifféremment la droite ou la gauche) restant petite et simple, l'autre devenant très grande et d'une forme tout autre; cette dernière se place le plus près possible de la ligne médiane, de façon à ne pas exercer d'influence fâcheuse sur l'équilibre de l'animal. L'asymétrie, toujours très accentuée chez les formes qui vivent dans un espace étroit, comme les

Alphéides habitant des oscules d'Eponges ou des galeries creusées dans des Madrépores, s'atténue chez les espèces abritées dans des terriers plus larges, dans lesquels elles peuvent se déplacer.

Les différences sexuelles sont dans le même sens que chez les autres Décapodes, l'asymétrie étant beaucoup plus accentuée chez le mâle: si l'espèce a deux pinces semblables, celles-ci sont plus volumineuses chez le mâle que chez la femelle.

M. Coutière a rencontré trois exemples de régénération avec hétéromorphose de la grande pince: je citerai le suivant: un *Alpheus rugimanus* avait, du côté opposé à la petite pince, une pince de forme à peu près identique à celle-ci, et plus petite que l'appendice qui aurait dû se trouver à cette place: évidemment, la grande pince, après autotomie, avait été remplacée par un appendice, non plus hautement différencié comme la grande pince des *Alpheus*, mais conforme au type plus banal et plus primitif de la petite pince.

On a déjà signalé, à plusieurs reprises, le bruit très singulier produit par les *Alpheus* et *Synalpheus*, quand ils sont irrités ou inquiets, bruit qui a peut-être la valeur d'un moyen de défense: un *Alpheus* de grande taille (7 ou 8 centimètres), placé dans une cuvette sous quelques centimètres d'eau, ferme sa grande pince avec le bruit que l'on pourrait réaliser en frappant de toutes ses forces avec une règle de bois sur le bord du vase. Le claquement est produit par la brusque fermeture de la pince, le doigt mobile frappant avec une extrême violence l'eau renfermée dans une cavité du doigt fixe, cavité placée juste en face d'un prolongement du doigt mobile, qui y pénètre exactement. L'articulation du doigt mobile présente d'ailleurs des particularités mécaniques très curieuses (plaques adhésives), qui ont pour effet, lors de la contraction du muscle abducteur, de déclencher le doigt mobile avec une grande vitesse initiale.

Les Alphéides à pinces asymétriques ont la grande pince tantôt du côté gauche, tantôt du côté droit: il est regrettable que l'auteur n'ait pas indiqué si une des dispositions est plus fréquente que l'autre, et si cette indifférence de côté est un phénomène remarqué chez toutes les espèces; son travail est muet à ce sujet; il se pose alors un curieux problème d'hérédité: étant donnée une femelle qui a la grande pince d'un côté, comment se comportent les jeunes auxquels elle donne naissance? Herrick avait trouvé, pour le *Synalpheus minor*, que les jeunes portés par une femelle avaient toujours sans exception la grande pince du même côté que celle-ci; Coutière, pour le *Synalpheus neptunus*, constate que la règle n'est pas absolue; les larves portées par trois femelles à grande pince gauche se répartissent ainsi: 2 seulement ont la grande pince à droite et 68 à gauche; les larves portées par une femelle à grande pince droite ont deux fois la grande pince à gauche, et quatre fois à droite. Avant d'en conclure, avec Herrick et Coutière, que ces chiffres prouvent la prépondérance du progéniteur femelle au point de vue héréditaire, il faudrait savoir si, dans les cas précédents, le mâle avait sa grande pince à droite ou à gauche, ce qui était d'autant plus facile à voir que le *Synalpheus neptunus* habite par couples dans les galeries d'une Eponge.

Les Alphéides, bien qu'appartenant de très près aux Décapodes bons nageurs, tels que les Palémons, montrent une tendance marquée à devenir des marcheurs; ils se logent souvent dans des galeries abandonnées d'Annélides, ou de petites anfractuosités des îlots coralliens; un grand nombre d'espèces vivent en commensales sur d'autres animaux, très souvent dans des Eponges, où elles habitent par couples composés d'un mâle, obturant l'orifice osculaire avec sa grande pince, et d'une femelle, toujours placée en dessous (*Synalpheus minor* et *neptunus*, *Alpheus erinitus*); l'*Alpheus laris* se tient entre les branches d'un polypier (*Porites*); les *Arctedorsalis* vivent par couples sur l'hémisphère oral d'un Oursin (*Echinometra lucunter*), le *Betun Harfordi* est logé sous le manteau d'un *Haliotis*, le *Synalpheus Comatulorum* s'attache aux bras d'une Comatule, au moyen de

¹ Cette analyse est extraite de la Notice que M. Berthelot vient de présenter à l'Académie des Sciences sur son nouvel ouvrage.

sa petite pince recourbée en crochet. Comme il arrive très fréquemment chez les commensaux, ils sont homochromes avec leur hôte; l'*Arcté dorsalis*, par exemple, qui vit sur un Oursin d'un rouge brun foncé uniforme, est d'un rouge lie de vin brillant, et lorsqu'on le sépare de l'*Echinometra*, il cherche visiblement à revenir entre les piquants de celui-ci; le *Synalpheus neptunus* est incolore, sauf la grande pince du mâle, seule partie visible, qui est vert sale, comme l'Eponge dans laquelle il habite.

S'il est bien connu que les formes abyssales ou obscurocoques ont des yeux peu développés ou sont même aveugles, on se demande encore s'ils sont ainsi par suite de l'action régressive du manque de lumière, ou, au contraire, s'ils vivent dans des lieux peu éclairés parce qu'ils étaient préalablement mal doués au point de vue visuel; les observations suivantes s'accordent seulement avec la seconde hypothèse, que, pour mon compte, je trouve d'ailleurs beaucoup plus vraisemblable: les *Alpheus ruber* et *megacheles*, qui vivent aussi bien à la surface qu'à des profondeurs de 600 mètres, ne présentent aucune différence dans les deux stations, les yeux étant tout aussi développés dans les deux cas; l'*Alpheus macrocheles*, recueilli entre 320 et 500 mètres, a les cornées entièrement dépigmentées, de même qu'*A. Talismani* (410-430^m), mais les facettes cornéennes sont aussi nettement marquées que de coutume. Enfin, deux formes exclusivement littorales, *Alpheus villosus*, dont le genre de vie est inconnu, et *Synalpheus Comatulorum*, qui est commensal d'une Comatule, ont des cornées également dépigmentées, leurs larves *Mysis* présentant déjà ce caractère. Il semble d'ailleurs que la vision des Alphéides soit en général très imparfaite, les yeux étant tellement protégés et cachés par des prolongements orbitaires de la carapace, que le champ visuel doit être très restreint et la vision réduite à une vague perception des mouvements des corps étrangers.

La plupart des Alphéides, aussi bien les espèces côtières que les abyssales, sortent de l'œuf sous la forme de larve *Zoe*; chez quelques espèces seulement (*Alpheus heterochelis*, *microstychus* et *villosus*, *Synalpheus Comatulorum*), le développement est abrégé; les œufs sont plus gros et moins nombreux, et les jeunes en sortent sous la forme *Mysis*, possédant déjà tous les appendices de l'adulte. Enfin, trois espèces de *Synalpheus* présentent la curieuse particularité de la péciogonie, c'est-à-dire que le développement peut être plus ou moins abrégé suivant les individus, alors que les adultes sont rigoureusement pareils: ainsi le *S. levimanus* éclôt tantôt sous la forme *Zoe* (sortant de petits œufs), tantôt sous la forme de *Mysis* (œufs plus volumineux); le *S. minor*, de Key-West, vivant dans une Eponge, éclôt au stade *Mysis*, tandis que la même espèce, recueillie en Californie entre des Madrépores, éclôt au stade *Zoe*; le *S. neptunus*, de Djibouti, habitant dans une Eponge, a de gros œufs et une larve *Mysis*, alors que, dans d'autres localités, il n'a que de petits œufs et éclôt sous la forme de *Zoe* plus ou moins avancée; le *S. biunguiculatus* présente dans la même localité et côte à côte des femelles à gros œufs (*Mysis*), et d'autres plus nombreuses à petits œufs (*Zoe*). Il semble que les Alphéides sont en voie d'acquiescer un développement abrégé, et que les variations désordonnées du développement, plus ou moins en rapport avec la distribution géographique et le mode de vie, nous marquent les étapes actuelles de cette évolution. D'ailleurs, la variation se remarque encore pour d'autres caractères: une même espèce peut avoir des habitats notablement différents, qui retiennent sur sa morphologie externe et parfois même sur son développement: ainsi l'*Alpheus crinitus* type habite à Djibouti, entre des rameaux de Madrépores, tandis que sa variété *Spongiarum* est logée par couples dans des canaux d'Eponges. Il est bien probable que ces variétés constituent dès maintenant des espèces physiologiques.

L. CUÉNOT,

Professeur à l'Université de Nancy.

4° Sciences médicales

Duplay (Simon), Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris, Chirurgien de l'Hôtel-Dieu. — **Cliniques chirurgicales de l'Hôtel-Dieu, recueillies par M.M. les D^{rs} M. CAZIN et S. CLADO. 2^e série.** — 1 vol. in-8° de 452 pages (Prix: 12 fr.) G. Masson et C^{ie}, éditeurs, Paris, 1899.

M. Duplay poursuit la publication de ses intéressantes *Cliniques* par ce second volume qui résume l'enseignement des deux dernières années. On y retrouve les qualités qui font de l'éminent professeur l'un des maîtres du diagnostic au lit du malade. Les symptômes sont exposés avec une précision et une méthode impeccables, et le raisonnement clinique séduit par sa logique et sa clarté. Ces leçons démontrent, en outre, l'activité du service de l'Hôtel-Dieu et l'ample moisson de documents qu'y peuvent trouver les étudiants.

Cette deuxième série de *Cliniques* comprend vingt-neuf conférences sur les sujets fournis par le hasard des malades. Citons parmi les plus importantes, les leçons sur l'abcès des os, les tumeurs de la joue, la septième côte cervicale, sur une forme particulière de cancer aigu du sein, la maladie kystique du rein, le traitement chirurgical de la tuberculose testiculaire, la carie sèche de l'épaule, la cure radicale des hernies inguinales sans fils perdus. Cette dernière est consacrée à l'étude d'un ingénieux procédé dont M. Duplay est l'auteur et qui supprime tous les accidents tardifs si fréquemment provoqués par l'élimination des soies.

D^r GABRIEL MAURANGE.

Hanotte (M.). — **Anatomie pathologique de l'Oxy-céphalie.** — 1 vol. in-8° de 86 pages avec 14 planches. G. Masson et C^{ie}, éditeurs, Paris, 1899.

La déformation oxycéphalique, dit M. Hanotte, ne constitue pas un caractère ethnique, car les crânes examinés appartiennent à des races différentes. Cette déformation est due à des synostoses pathologiques et prématurées sur certains points, précoces sur d'autres, des sutures métopiques, coronale et sagittale, amenant des arrêts de développement et des dilatations compensatrices. Malgré ces lésions, le cerveau peut acquiescer le volume nécessaire au bon accomplissement de ses fonctions. Au reste, d'après l'auteur, les synostoses crâniennes n'entraînent d'arrêt de développement cérébral que lorsqu'elles relèvent d'une lésion de l'encéphale, telle que celles que l'on observe dans l'hydrocéphalie.

Ce travail, fait sur l'instigation du D^r Hamy, de l'Institut, est à la fois intéressant et puissamment documenté.

D^r GABRIEL MAURANGE.

Giraudeau (C.), Médecin de l'Hôpital Tenon. — **Des Péricardites.** — 1 vol. in-16 de 186 pages de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire (Prix: broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 fr.) G. Masson et Gauthier-Villars, éditeurs, Paris, 1899.

Dans ce petit volume de l'Encyclopédie Léauté, M. Giraudeau nous trace l'histoire des péricardites, insistant particulièrement sur les points actuellement en discussion et donnant, après l'exposé des diverses théories en cours, sa note personnelle.

Nous signalerons, en particulier, au point de vue clinique et anatomo-pathologique, ce fait que l'auteur établit une différence fondamentale entre la symphyse cardiaque pure et celle compliquée de péricardite caillasse.

Dans le chapitre du traitement, M. Giraudeau, après avoir fait la critique des diverses médications, souvent illusoire, qu'on a proposées pour faire disparaître les épanchements péricardiques, indique tout le parti qu'on peut tirer de la paracentèse du péricarde, opération bénigne, trop rarement et trop tardivement pratiquée d'habitude.

HENRI HARTMANN,

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 1^{er} Mai 1899.

La Section de Botanique présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. Naudin : en première ligne, M. Prillieux ; en seconde ligne et par ordre alphabétique, MM. Bureau, Maxime Cornu, B. Renault et R. Zeiller.

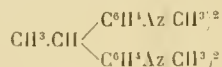
1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. H. Poincaré présente quelques observations au sujet de la théorie des groupes continus et montre que l'on peut démontrer l'existence d'un groupe de structure donnée par un procédé un peu différent de celui de Sophus Lie. — M. L.-E. Dickson généralise le théorème de Fermat de la façon suivante : Si $\varphi(d)$ désigne combien il y a de nombres premiers à d et non supérieurs à d , nous avons, pour tous les entiers a et N , N étant > 1 , la formule

$$\sum_a \varphi(d) = F a, N,$$

la somme étant étendue à tous les diviseurs propres d de a^{N-1} , c'est-à-dire que d ne peut diviser a^{N-1} si $m < N$. — M. A. Liapounoff présente quelques considérations sur les équations différentielles linéaires à coefficients périodiques, dans lesquelles ce coefficient, tout en restant réel, peut changer de signe. — M. S. Zaremba indique comment on peut développer une fonction arbitraire en une série procédant suivant les fonctions harmoniques.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. E. Branly a superposé en colonne verticale dans un tube de verre une série de billes d'un même métal et a constaté un phénomène analogue à celui des radioconducteurs à limaille : sous l'influence des radiations électriques, la résistance de la colonne diminue considérablement ; elle revient à sa première valeur par le choc. La sensibilité d'une colonne de six billes d'acier dur de 12 millimètres est à peu près égale à celle d'un tube à limailles en alliage d'or. — M. Thomas Thomasina place dans de l'eau un disque de cuivre relié à une source d'électricité, puis immerge la boule d'un pendule, relié à l'autre pôle de la source, jusqu'à ce qu'elle touche le disque. Il se forme alors au contact un dépôt noir électrolytique ; si l'on éloigne le pendule, il se forme une chaînette électrolytique par laquelle le courant continue à passer, alors même que l'extrémité de la chaînette est séparée du pendule. Enfin, si l'on éloigne la boule du disque avant que le dépôt soit formé, le courant passe néanmoins ; il se forme probablement une chaîne conductrice invisible dans l'eau. Cette chaîne peut se produire également sous la seule influence des ondes hertziennes. — M. Arnold Borel a mesuré la polarisation rotatoire magnétique du quartz pour des raies variant entre 613,87 et 319,34. Elle croît avec la chaleur, et cela d'autant plus que la lumière employée est plus réfrangible. — M. E.-U. Chatelain décrit une nouvelle pompe à mercure dans laquelle, la colonne barométrique étant supprimée, on commence les opérations du vide au moyen de la trompe à eau. — M. Armand Gautier a recherché l'iode dans l'eau de mer et est arrivé aux conclusions suivantes : 1^o L'eau de pleine mer, prise à la surface, ou puisée à une faible profondeur, ne contient pas d'iodures minéraux ; 2^o dans cette eau, la totalité de l'iode à des traces près) existe sous forme de composés organiques ; 3^o une partie de cet iode organique, le cinquième environ, est fixée dans les êtres microscopiques qui constituent le plankton ; 4^o les

quatre cinquièmes restants sont à l'état de composés organiques solubles. — M. E. Bonjean communique les résultats de l'analyse chimique de quelques roches volcaniques provenant de l'étoilement périphérique du Mont-Dore. — M. André Job a obtenu, par évaporation lente des liqueurs percériques de carbonate de potassium, préparées par l'eau oxygénée, des cristaux rouge-sang de carbonate double de potassium et de peroxyde de cérium $(CO_3)_2C_2O_3 \cdot 4CO_2K^2 \cdot 12H_2O$, appartenant au système triclinique. Le même carbonate peut se former aussi à froid par la peroxydation spontanée des sels de cérium. — M. F. Parmentier a constaté que les eaux du Mont-Dore et d'autres eaux minérales ne contiennent pas la moindre trace d'un composé fluoré quelconque. Les taches produites sur le verre par ces eaux sont dues à un dépôt très adhérent de silice. — M. E. Péchard a étudié le pouvoir oxydant des périodates alcalins ; en solution neutre ou alcaline au méthylorange, il est supérieur à celui des iodates dans les mêmes conditions. Il en est de même en liqueur acide, l'eau oxygénée décompose l'acide périodique tandis qu'elle ne réagit pas sur l'acide iodique. Les périodates ont donc une constitution différente des iodates, et diffèrent également des perchlorates qui ne donnent aucune de leurs réactions. — M. Albert Colson a fait des recherches sur le déplacement du mercure par l'hydrogène. L'action de l'hydrogène sur un composé mercuriel uniformément pulvérisé est proportionnelle au poids du solide ; elle est proportionnelle à la racine cubique de la pression. — M. D. Tommasi a constaté que si l'on projette un cristal d'azotate de potassium à la surface d'un bain d'azotite de potassium en fusion, il se forme un globule incandescent, entouré d'un anneau phosphorescent animé d'un mouvement giratoire très rapide. — M. Emile Leroy a fait quelques déterminations thermo-chimiques sur la morphine et ses sels. Sa chaleur de formation à l'état anhydre est de 408,24 calories. Ses chaleurs de neutralisation par divers acides montrent que c'est une base mono-acide, un peu plus énergique que l'isoquinoléine et la paratoluidine. Elle jouit, d'autre part, d'une fonction phénolique, qui est plus forte que celle du phénol ordinaire. — M. A. Debièvre a constaté que le camphre actif ordinaire peut être racémisé complètement par compensation, à une température relativement basse (80°-85°), si l'on opère sur la combinaison moléculaire que forme le camphre avec le chlorure d'aluminium. Cette préparation facile du camphre racémique pourra rendre plus aisée l'identification des produits obtenus par synthèse avec les corps actifs dérivés du camphre. — M. A. Trillat, en traitant un mélange d'alcool et d'acétal avec la diméthylaniline, a obtenu le tétraméthylamidodiphénylméthane dissymétrique :



Ce corps est susceptible de donner une foule de dérivés dont l'auteur poursuit l'étude. — MM. C. Istrati et G. Oettinger ont déterminé la quantité de sucre réducteur et inversible des tiges de maïs ayant végété après qu'ont été enlevés l'épi au moment de sa formation. Le poids de la tige, la densité du jus, la teneur en matière sèche et la teneur en matière réductrice ou inversible augmentent toujours dans les plantes sans épis. — M. Paul Bourcet décrit la méthode qu'il a employée pour le dosage de petites quantités d'iode dans les matières organiques. Celles-ci, finement pulvérisées, sont fondues avec de la potasse, puis dissoutes

et neutralisées avec de l'acide sulfurique. La liqueur est traitée par l'alcool absolu qui précipite le sulfate de potasse, puis l'iode y est déplacé par les vapeurs nitreuses en présence de sulfure de carbone et dosé colorimétriquement. — M. F. Gallard a étudié l'absorption de l'iode par la peau et sa localisation dans certains organes. La peau saine se laisse pénétrer par les iodures en dissolution dans l'eau, et l'iode qui passe dans l'organisme peut être retrouvé et dosé dans les urines et dans les viscères. L'alimentation joue un rôle important dans l'élimination de l'iode; l'iode semble avoir une prédilection pour certains organes, le cerveau par exemple.

3^e SCIENCES NATURELLES. — MM. Launelongue et Achard ont recherché l'influence du traumatisme sur le développement de divers processus morbides qui naissent d'ordinaire en dehors de son intervention. Dans le cas de la tuberculose, ils ont constaté que des lapins rendus tuberculeux, puis ayant subi des traumatismes plus ou moins importants, n'ont jamais présenté de lésions tuberculeuses au niveau des régions traumatisées. — M. Th. Guilloz, considérant, avec M. Bouchard, la goutte comme une auto-intoxication due à un ralentissement de la nutrition, a constitué un traitement électrique de cette maladie, consistant en un transport électrolytique de lithium au niveau des jointures atteintes et dans l'application des courants d'influence par auto-conduction. L'action thérapeutique est locale (transport de lithium) et générale (augmentation de l'activité de la nutrition). — MM. A. Lacasagne et Et. Martin ont recherché les causes de la rigidité cadavérique. C'est le premier terme de la désagrégation de la cellule musculaire. Elle survient fatalement dans un muscle privé de circulation et soumis aux lois immuables de la pesanteur, qui produisent la déshydratation de la cellule musculaire et la précipitation des matières albuminoïdes. — M. Fr. Dierckx conclut de ses recherches sur la structure des glandes anales des *Dysticoides* : 1^o la glande anale du *Dysticus* n'est pas un appareil de défense; 2^o le véritable appareil défensif du *Dysticus* est la poche rectale; 3^o la glande anale du *Dysticus* est destinée à faciliter la fonction respiratoire. — M. Louis Léger a trouvé, dans le tube digestif de l'Orvet, deux sortes de kystes appartenant à des Sporozoaires rhabdogénies. Ces germes, à la suite de l'ingestion de l'Orvet par un animal carnassier, achèvent leur complet développement dans le tube digestif du nouvel hôte, et deviennent, à leur sortie, aptes à infecter de nouveaux individus. — M. Emile Yung a observé les variations quantitatives du plankton dans le lac Léman, pendant l'année 1898. Le plankton animal est répandu partout, jusqu'aux plus grandes profondeurs explorées, mais sa répartition n'est point homogène, tant en profondeur qu'en surface. La quantité du plankton atteint un maximum en mai et juin, un minimum en mars et en septembre. — M. Michel Lévy sépare en deux groupes les épanchements volcaniques du Mont-Dore; il existe un étoilement central qui diverge autour du Sancy, puis un second étoilement périphérique plus au nord; les deux sont séparés par une faille que l'on remarque à La Bourboule. La caractéristique chimique du magma de l'étoilement périphérique consiste dans sa richesse en alcalis et sa pauvreté relative en chaux; la potasse est abondante et presque égale à la soude. L'étude du magma de l'étoilement central est encore peu avancée; la quantité de chaux, toutefois, est plus grande. — M. Stan. Meunier annonce qu'une énorme météorite est tombée récemment dans la mer, près de Borgo (Finlande); il se propose de l'étudier dès qu'elle aura pu être extraite.

Séance du 8 Mai 1899.

L'Académie procède à l'élection d'un membre dans la Section de Botanique. M. Prillieux est élu.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Lippmann montre qu'on peut déduire la mesure absolue du temps des

lois de l'attraction universelle. En effet, la valeur numérique de la constante newtonienne est indépendante du choix des unités de longueur et de masse; elle dépend uniquement du choix de l'unité de temps. Inversement, la grandeur de l'intervalle de temps pris pour unité est déterminée sans ambiguïté quand on se donne la valeur numérique de la constante newtonienne qui lui correspond. Cette unité de temps absolue exprimée en temps moyen vaut 3.862 secondes. — M. G. Bigourdan, étudiant les trépidations qui se produisent à la surface des bains de mercure dans les observatoires, en a distingué deux espèces: les unes, les *ondulations*, sont des oscillations assez lentes et assez régulières, d'une durée et d'une amplitude appréciables; les autres, les *vibrations*, sont des oscillations très rapides et irrégulières. Les premières sont dues au déplacement de poids considérables (trains, par exemple), et pénètrent profondément dans le sol; les secondes, dues à la circulation des voitures, ne dépassent généralement pas les couches superficielles. — M. C. Guichard étudie les réseaux qui correspondent au cas où la suite de Laplace est limitée dans un sens. Il établit le théorème suivant: On peut, d'une infinité de manières, déformer une quadrique, de telle sorte que les sections perpendiculaires à un axe se transforment en courbes planes situées dans des plans parallèles et que les sections menées par cet axe se transforment en courbes planes, dont les plans sont perpendiculaires aux plans des premières transformées. — M. Le Vasseur énumère les groupes d'ordre $p^2 q^2$, p étant un nombre premier plus grand que le nombre premier q .

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — MM. J.-J. Borgman et A.-A. Petrovski communiquent le résultat de leurs déterminations de la capacité électrique des corps mauvais conducteurs. Les capacités de colonnes de liquides mauvais conducteurs sont égales, pour de petites hauteurs, à celles d'égales colonnes de mercure; lorsque la hauteur va en augmentant, la capacité d'un tube contenant un gaz raréfié va en croissant à mesure que la pression du gaz diminue, jusqu'à une certaine limite. — MM. Ch. Fabry et A. Pérot conseillent d'employer, comme source intense de lumière monochromatique, l'arc au mercure dans le vide; le spectre de cette source comprend, comme raies très brillantes, une violette, une verte et deux jaunes. La raie verte, isolée, permet d'observer des interférences avec de très grandes différences de marche. — M. G. Le Cadet donne quelques renseignements sur l'ascension du *Baluschoff* exécutée le 24 mars 1899. La hauteur maximum atteinte a été de 4.014 mètres; à cette altitude, la température était de $-31^{\circ}6$. — M. Daniel Berthelot émet l'idée qu'on peut calculer l'augmentation de pression produite par le mélange de deux gaz en imaginant une suite d'opérations telle que la diffusion se fasse à l'état gazeux parfait. On suppose les deux gaz placés dans deux corps de pompe fermés par des pistons mobiles que l'on souleve jusqu'à ce que la pression soit devenue infiniment faible; on met alors les récipients en communication et l'on ramène les pistons à leur position initiale. L'emploi du cycle proposé se trouve justifié par l'expérience. — M. A. Leduc a déterminé le rapport des poids atomiques de l'oxygène et de l'hydrogène d'après leurs densités, la densité de leur mélange et l'augmentation de pression qui l'accompagne. Le nombre trouvé (15.878) est identique à celui qui se déduit de la synthèse de l'eau. — M. H. Baubigny a appliqué sa méthode de séparation du chlore et du brome dans le cas d'un grand excès de chlore. Il a reconnu que l'opération doit être faite à froid et en présence d'une solution saturée de sulfate de cuivre; alors, on peut retirer la totalité du brome, mais il y a en même temps mise en liberté de traces de chlore. On reprend le liquide du condensateur et on traite de nouveau à 100° par la méthode ordinaire. — M. Ad. Minet constate que les impuretés de l'aluminium, qui rendent ce métal beaucoup plus attaqué par les agents chimiques, ont

passé, de un centième qu'elles étaient autrefois, à quinze dix-millièmes aujourd'hui. Elles sont constituées en majeure partie par du fer. L'auteur décrit trois types de four qui ont pour but d'éliminer le fer, et dont l'un produit de l'aluminium ne renfermant plus que des traces de silicium. — M. Henri Gautier a préparé, par union directe du magnésium et du phosphore, un phosphure de formule P^2Mg^3 . Ce composé se détruit par l'eau avec une grande facilité en donnant de la magnésie et du phosphure d'hydrogène gazeux pur. Son action chimique est très grande : il réagit facilement sur les métalloïdes de la première et de la deuxième famille. — MM. Schlagdenhauffen et Pagel ont constaté que la flamme de l'hydrogène pur ou impur devient subitement bleu violacé quand on l'écrase par un corps froid, verre ou porcelaine, dans diverses conditions expérimentales. Cette coloration est due, non pas à la présence d'hydrogène sulfuré, comme l'avait admis Soret, mais à celle de l'hydrogène sélénié. — MM. Paul Sabatier et J.-B. Senderens ont reconnu qu'en présence de nickel réduit à la température ordinaire, l'hydrogène réagit sur l'acétylène en donnant, d'une part, des gaz forméniques avec une faible proportion de carbures éthyléniques; d'autre part, des produits liquides dont la composition paraît analogue à celle de certains pétroles naturels. — M. P. Petit a obtenu, par l'action de l'amylase sur divers moûts de bière, des dextrines de poids moléculaires différents $C^{11}H^{20}O^{10}$ (où $n = 2, 3, 4$ ou 5) donnant des composés barytiques définis. L'ensemencement d'une solution de dextrine avec du *Penicillium glaucum* ou de l'*Aspergillus niger* augmente le pouvoir réducteur en maltose.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. Th. Guilloz décrit un instrument qui permet de mesurer rapidement la dimension de petits objets, indépendamment de leur distance. Cet appareil s'applique remarquablement bien à la pupillométrie et à la laryngométrie. Il permet, en outre, de montrer l'illusion due au sens musculaire dans l'appréciation de la grandeur des objets. — MM. Charrin et Guillemont ont fait, sur des femelles de cobayes pleines et non pleines, une série d'expériences destinées à mettre en lumière certaines perturbations provoquées par la grossesse (démincralisation, hyperglycémie, hypothermie, lésions viscérales), et à montrer que ces processus font fléchir la résistance de l'économie à l'égard des principes morbifiques. — M. Et. Rabaud a étudié l'influence de la congélation sur le développement de l'œuf de poule. Celui-ci peut supporter, sans être tué, une température de $-15^{\circ} C.$; la congélation produit une perturbation profonde et durable, le développement, dans la plupart des cas, n'étant plus qu'une prolifération cellulaire sans développement marqué. Toutefois, l'individualité du germe se révèle encore dans quelques expériences, puisque certains œufs congelés peuvent donner des embryons affectés d'anomalies diverses, voire même normaux. — M. A. Kowalewsky communique quelques observations sur l'*Haementaria (Clepsine) costata* de Müller. D'après lui, l'organe désigné par Bolsius sous le nom de glande impaire n'est autre que le cœur de l'animal. Il donne également des indications sur le mode de copulation de cette Hirudinée. — M. G. Bonnier résume ainsi ses dernières expériences : Aux caractères alpins, qu'il est possible de provoquer artificiellement chez des végétaux maintenus en plaine, en leur faisant subir une alternance journalière de température comparable à celle qui se produit dans les régions élevées des montagnes, on peut ajouter les suivants : Les pétiotes des feuilles et surtout les tiges ont des tissus protecteurs mieux marqués, plus rapidement développés. Les feuilles, plus petites et plus épaisses, ont un tissu en palissade plus développé; elles présentent assez souvent une coloration rouge due à l'anthocyanine qui se produit fréquemment chez les plantes alpines; enfin, elles assimilent plus par unité de surface. Les fleurs sont relativement grandes et un peu colorées. — MM. Ar-

mand Viré et Et. Giraud ont poursuivi l'exploration de la rivière souterraine du Puits de Padrac et ont reconnu l'existence d'une nouvelle galerie au delà d'un siphon rocheux qui les avait précédemment arrêtés. Le cours actuellement reconnu se compose donc de trois grands biefs horizontaux. — MM. Marcellin Boule et Gust. Chauvet ont étudié un gisement fossile trouvé dans le quaternaire de la Charente, et ont reconnu l'existence de toute une faune d'animaux qui habitent aujourd'hui les régions arctiques de notre globe. Le Lièvre des neiges, le Campagnol du nord et le Renard arctique sont, pour la première fois, signalés en France à l'époque quaternaire. LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 11 Avril 1899.

M. Paul Berger signale un cas de torticolis congénital du sterno-cléido-mastoïdien du côté droit, avec scoliose et asymétries faciale et crânienne consécutives. Le malade a été guéri et complètement corrigé par la ténonomie sous-cutanée des chefs sternal et claviculaire du muscle et par le massage. — M. Prosper Lemaistre a trouvé, sur le crâne d'un homme de soixante-sept ans, deux empreintes circulaires qui paraissent avoir été faites par une branche de forceps qui aurait dérapé. — Le même auteur, comme conclusion à une étude sur l'absence de sens moral chez les criminels, voudrait voir rétablir comme pénalité l'exposition au pilori. — M. R. de Saint-Philippe lit un mémoire sur la guérison de gastro-entérites persistantes au sevrage par la suppression pure et simple du lait de l'alimentation. — M. le Dr Armaingaud donne lecture d'une note sur l'organisation et le fonctionnement de cours d'hygiène dans dix-sept arrondissements de Paris par la Ligue contre la tuberculose.

Séance du 18 Avril 1899.

M. Le Dentu présente un rapport sur une communication de M. Baudouin relative à un cas d'hypertrophie diffuse des os de la face et du crâne. A ce sujet, le rapporteur fait remarquer : 1° que les lésions de ce genre ne sont pas toujours symétriques; 2° qu'elles débutent quelquefois par le crâne; 3° qu'elles évoluent avec une lenteur plus ou moins grande, selon les cas, parfois même avec une grande rapidité; 4° que, loin d'être constituées uniquement par de la substance osseuse, elles peuvent offrir à l'examen histologique une combinaison, dans des proportions variables, d'éléments osseux, fibreux et embryoplastiques; 5° enfin, que cette constitution variable et mixte rend leur différenciation très délicate d'avec les tumeurs osseuses limitées et pédiculées de la face, comprises sous les dénominations d'ostéomes, d'ostéotibromes, voire même d'ostéochondrosarcomes. — M. Cornil présente un rapport sur un mémoire de MM. Chipault et Berezowski relatif à la dure-mère considérée comme un organe ossificateur. Lorsqu'on trépane le cerveau sans toucher à la dure-mère, celle-ci devient le point de départ d'un os nouveau qui remplace complètement l'os ancien; si la dure-mère est enlevée en partie, l'ossification est incomplète; si elle est excisée totalement, il n'y a plus d'ossification. — M. Hervieux montre que la variole crée une prédisposition presque fatale à la tuberculose. Sur un nombre de plus de 300 malades ayant eu la variole, on en a trouvé 97 % atteints de la tuberculose. — M. Ducroquet lit un mémoire sur le traitement de la luxation congénitale de la hanche par la méthode non sanglante.

Séance du 23 Avril 1899.

M. le Dr Ledé donne lecture d'un mémoire sur l'hygiène et la protection des enfants placés en nourrice. — M. Mouchet communique deux cas exceptionnels de rétrodéviations de l'utérus gravide traités par la laparotomie.

Séance du 2 Mai 1899.

L'Académie procède à l'élection de deux associés nationaux. MM. Doyon (d'Uriage) et Pamard (d'Avignon) sont élus. — M. Léon Colin, au nom du Comité des épidémies, dément formellement le bruit d'après lequel des cas de peste auraient éclaté à Paris. — M. A. Pinard présente un rapport sur un mémoire du Dr Pecker, intitulé : « La puériculture intra et extra-utérine par l'assistance scientifique et maternelle à domicile ». L'auteur a fondé à Maulé une Association de dames ayant pour but de secourir la femme enceinte depuis le commencement du mois qui précède jusqu'à la fin du mois qui suit son accouchement, et de lui donner tous les soins que réclame son état et celui de son enfant. — M. le Dr Roché lit un mémoire sur le paludisme en Paysais. — M. Motais donne lecture d'un travail intitulé : « Nouveau document sur la myopie scolaire ». — M. Chipault lit un mémoire sur quelques perfectionnements apportés au traitement de la scoliose par la réduction suivie d'immobilisation en bonne position. — M. Gourfein donne lecture d'une étude expérimentale sur la tuberculose des voies lacrymales.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 15 Avril 1899.

M. Ch. Richet a déterminé la toxicité du thallium. Un gramme de ce métal tue un kilo d'animal en injection intra-veineuse. Les injections sous-cutanées produisent un empoisonnement chronique avec atrophie musculaire. — M. Hayem a déterminé la composition du meilleur liquide pour le dénombrement des globules du sang. — MM. Gilbert et Castaigne ont étudié le fonctionnement de la cellule hépatique chez six chlorotiques; chez deux malades, le chimisme hépatique était normal; les autres présentaient plus ou moins les signes ordinaires de l'insuffisance hépatique. — Les mêmes auteurs ont observé, chez une malade atteinte de cirrhose hypertrophique alcoolique, avec ictère hémaphérique, la présence dans le sérum de pigments biliaires anormaux qui ne passent pas dans l'urine. — M. Thiercelin a trouvé dans l'intestin un microbe saprophyte, pouvant devenir très virulent, état auquel on l'isole et on le cultive très facilement. Il jouerait un rôle dans la pathogénie de l'entérite muco-membraneuse et de l'appendicite. — M. A. Chipault propose de traiter les ulcères variqueux par l'élongation des nerfs plantaires; l'action bienfaisante serait due à la suractivité proliférante des tissus après l'élongation nerveuse. — M. A. Laveran décrit un procédé de coloration des hématozoaires endo-globulaires. — M. Broca montre comment les astigmates peuvent voir nettement en contractant partiellement le muscle ciliaire suivant les nécessités. — M. Roussy présente un appareil pour maintenir ouverte la bouche des grands animaux.

Séance du 22 Avril 1899.

M. Hayem ramène à quatre le nombre des variétés des globules blancs du sang : 1° les mononucléaires incolores ou translucides; 2° les mononucléaires colorés ou opaques; 3° les polynucléaires; 4° les éosinophiles. Toutes les formes connues peuvent rentrer dans ces quatre classes. — M. Jolly a étudié, dans la moelle rouge du cobaye et du rat, des cellules à granulations réfringentes éosinophiles, dont les noyaux présentent les différentes phases de la division indirecte. — MM. Levaditi et Paris ont observé un cas d'infection streptococcique chez un nouveau-né, fils de cancéreuse. L'enfant présenta de l'hypothermie dès sa naissance avec une diminution des échanges chimiques; ces causes sont favorables à l'éclosion des maladies infectieuses. — M. Sabrazès a étudié chez le pigeon une maladie contagieuse fréquente, aboutissant à la formation de tumeurs ressemblant à des tubercules. C'est une simple pseudo-tuberculose, dont il a isolé l'agent microbien. — M. Delbet a obtenu la guérison

d'ulcères variqueux par la mise à nu du nerf et le herpage consécutif.

Séance du 29 Avril 1899.

MM. Gilbert et Castaigne, à la suite d'une observation de M. Hayem qui conteste l'existence, dans le sérum sanguin, de pigments modifiés anormaux doués de pouvoir tinctorial, ont cherché et trouvé dans la littérature un certain nombre de cas identiques. — M. Rosenthal a trouvé, dans quelques cas de bronchopneumonie infantile, le coco-bacille de Pfeiffer; il est tantôt pur, tantôt associé à un para-coco-bacille qui prend le Gram. — M. Chauveau présente des graphiques obtenus chez le cheval à l'aide d'une sonde intra-cardiaque munie du signal de Déprez. Il a pu inscrire ainsi les mouvements des valvules artérielles et des valvules auriculo-ventriculaires. — M. Laveran a déterminé la toxicité de la sarcocystine (extrait aqueux ou glycérolé de sarcopores du mouton). A dose massive, elle produit la mort du lapin avec hypothermie; à dose moindre, il y a d'abord des poussées fébriles et de l'œdème, puis l'hypothermie et la mort surviennent au bout de quelques jours. — M. Lépineois communique une note sur le chromogène des capsules surrénales. — MM. Athias et Franca envoient un mémoire sur le rôle des leucocytes dans la destruction de la cellule nerveuse.

M. Desgrez est élu membre de la Société.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 21 Avril 1899.

M. le Secrétaire général rend compte de l'exposition annuelle qui a eu lieu les vendredi 7 et samedi 8 avril. — M. G. Sagnac présente un appareil de M. P. Weiss, destiné à montrer l'existence dans la pyrrhotine de deux directions rectangulaires dont l'une est magnétique et l'autre non magnétique. Cette propriété a été découverte par le galvanomètre balistique; mais l'appareil actuel utilise la méthode d'arrachement, très grossière au point de vue quantitatif, mais très délicate comme méthode de zéro. Une sphère de pyrrhotine (FeS²), suspendue à un fil de laiton porté par un genou de Cardan, peut à volonté, en tournant autour d'un axe vertical, présenter une direction magnétique ou la direction non magnétique ou toutes les directions intermédiaires au pôle d'un aimant. Celui-ci peut être rapproché ou reculé au moyen d'un mouvement à vis, et quand la sphère présente sa direction non magnétique, il peut être amené jusqu'au contact et retiré sans produire le moindre mouvement. Quand on fait tourner la substance d'un angle droit, l'apparition des phénomènes magnétiques se manifeste par un mouvement de plusieurs centimètres d'amplitude. — M. Guébard a été amené par la discussion des observations relatives au rayon vert, dont il donne une bibliographie complète, à penser que ce phénomène est purement subjectif; il le distingue du soleil vert produit par la suspension de fins corpuscules dans les airs, du soleil vert qui est une simple image consécutive du soleil rouge et, enfin, des zones colorées du crépuscule qui semblent dues à la diffraction. Le rayon vert n'est, en réalité, que l'ombre grise brusquement jetée vers l'œil au dernier contact avec l'horizon, ombre que la rétine doit percevoir verte, comme toutes les fois qu'une ombre est projetée par une source lumineuse rouge intense, en présence d'une lumière blanche faible. Dans le cas du rayon vert, le blanc faible serait fourni par le zénith encore illuminé directement. M. H. Pellat considère le rayon vert comme ayant une existence réelle; il l'a observé souvent de ses fenêtres qui donnent au couchant. Quand le soleil est très bas sur l'horizon et qu'il présente une couleur jaune doré, son bord supérieur est bordé d'une bande verte et le bord inférieur d'une bande rouge; en observant le phénomène dans une lunette, on élimine tout effet de couleur consécutive. La réfraction atmosphé-

rique explique très facilement le phénomène; l'absorption du violet et du bleu, attestée par la couleur jaune du disque, a pour effet de ne laisser apparaître à l'extrémité du spectre que le vert bleuâtre. Si, pendant que le soleil disparaît derrière un obstacle, on continue à l'apercevoir en s'élevant lentement, on peut voir pendant plusieurs minutes le rayon vert. M. Guébbard croit que le phénomène décrit par M. Pellat est tout différent du rayon vert strictement défini comme succédant immédiatement au dernier contact du disque rouge (et non jaune) avec l'horizon et durant au maximum $\frac{1}{3}$ de seconde. Dans les expériences de M. Franceschì, le spectre de ce rayon vert disparaissait brusquement d'un seul coup; il importe, dans toute expérimentation sur ce sujet, de se mettre en garde contre les rayons rouges, qui pénètrent toujours inconsciemment à travers l'épaisseur de la paupière. M. Raveau a observé un phénomène très différent de celui que décrit M. Pellat. Au moment où le bord supérieur du soleil venait de disparaître, il a vu la mer s'éclairer, pendant un temps très court, d'une lueur verte; cette lueur a d'abord occupé un petit triangle ayant sa base sur l'horizon, à l'endroit où s'était évanouie la petite ligne lumineuse qui constituait la dernière partie visible du disque du soleil. La région éclairée s'est graduellement resserrée vers l'horizon et a disparu. L'ensemble du phénomène ressemblant à l'écoulement rapide d'un liquide lumineux. Rien n'a semblé indiquer que ces apparences soient dues à un effet de contraste. — M. Hurmuzescu expose ses recherches sur la transformation des rayons X par les différents corps. L'action photographique des rayons X est renforcée par la présence de certains corps métalliques, placés au voisinage de la plaque sensible. Avec des tubes de Crookes de plus en plus forts, on observe la même propriété pour d'autres corps: verre, papier, etc.; ces actions sont dues à des rayons X transformés. On a étudié ces rayons transformés en les faisant pénétrer, au travers d'une lame d'aluminium de 0^{mm},1 d'épaisseur, dans la cage d'un électroscope, et en mesurant le temps nécessaire pour que l'angle des feuilles descende d'une valeur initiale, toujours la même, à une même valeur finale. En interposant un même corps sur le trajet des rayons incidents et des rayons transformés, on constate que les seconds sont beaucoup plus absorbables que les premiers. L'intensité des rayons transformés rapportée à celle des rayons du zinc varie avec la nature du tube et son état. Les rayons transformés produits par un corps sont de préférence absorbés par ce corps; chaque couche d'un corps agit pour transformer les rayons et pour les absorber; la radiation incidente pouvant être convertie en chaleur, il n'y a pas de relation simple entre l'énergie vibratoire absorbée et l'énergie vibratoire transformée. L'ensemble des faits énoncés conduit à considérer que les rayons X sont transformés en d'autres rayons de plus grande longueur d'onde, cette transformation se faisant dans l'intérieur du corps, jusqu'à une certaine épaisseur limite. M. G. Sagnac rappelle l'importance de l'absorption énergétique qu'exerce même l'air atmosphérique sur les rayons secondaires issus d'un métal lourd frappé par les rayons X. Dans les expériences de M. Hurmuzescu, la présence d'une feuille d'aluminium, d'épaisseur notable, suffit à réduire l'action secondaire du fer et à la rendre inférieure à celle de la paraffine, tandis qu'elle est réellement beaucoup plus considérable si l'on a évité de dépouiller le faisceau secondaire du fer de ses rayons les plus actifs; l'ordre d'activité des différents corps n'a de signification simple que dans ces dernières conditions. La simple étude des actions électriques secondaires, dans les conditions où a opéré M. Hurmuzescu, ne peut faire reconnaître ni l'existence, ni le sens de la transformation des rayons X; M. Sagnac rappelle que, parmi les phénomènes qu'il a découverts, c'est l'influence de l'ordre des filtrations qui fournit la démonstration la plus

directe et la plus précise de la transformation des rayons X. Enfin, il existe une relation nécessaire entre l'absorption des rayons transformés par le corps qui les émet et l'échauffement de ce corps. — M. Michelson présente son nouveau spectroscopie à échelons. Il rappelle qu'il a décrit, il y a six ans, devant la Société, un réfractomètre interférentiel qui permettait d'aller beaucoup plus loin que tous les réseaux connus dans l'étude de la constitution des raies spectrales. Le seul inconvénient de cet appareil est la durée de l'ensemble de mesures qu'il exige; mais il est assez grave pour que M. Michelson se soit préoccupé de créer un appareil spectroscopique direct en perfectionnant les réseaux. On augmente le pouvoir de résolution d'un réseau en accroissant le nombre des traits, à condition que les intervalles soient réguliers. M. Michelson a construit, avec M. Stratton, une machine à diviser dans laquelle on corrige les défauts de la vis par l'observation de franges d'interférence, et espère bientôt pouvoir opérer sur une longueur de 40 centimètres. Il ne paraît pas impossible de donner aux sillons une forme telle que la plus grande partie de la lumière soit concentrée dans un seul spectre. Il semble qu'on arriverait plus facilement à ce résultat en empilant des lames d'égale épaisseur dont chacune serait en saillie sur la précédente; le seul point délicat est de rendre uniforme et constante l'épaisseur des couches d'air qui séparent les lames. Cette complication disparaît si l'on opère, non plus par réflexion, mais par transmission. Soient t l'épaisseur des lames de verre, s la saillie de chaque lame sur la précédente, n le nombre des échelons et b un coefficient dont la valeur, qui dépend de l'indice du verre, est comprise entre 0,5 et 1; le pouvoir de résolution, mesuré par l'écart, évalué en longueurs d'onde, des deux radiations les plus voisines qu'on puisse séparer, est $\frac{\lambda}{bnt}$, n étant le nombre des échelons. La distance angulaire des deux spectres est $\frac{\lambda}{bt}$; elle est très petite, ce qui permet de n'examiner que des raies fines; avec des lames de 7 millimètres d'épaisseur, on est limité à $\frac{1}{14}$ de la distance des raies $D_1 - D_2$. M. Michelson a construit trois spectroscopes à échelons, qui permettent de doubler des raies dont la distance serait respectivement $\frac{1}{200}$, $\frac{1}{500}$ et $\frac{1}{900}$ de celles des raies $D_1 - D_2$. L'étude de l'intensité montre qu'on voit en général deux spectres; on peut amener l'un au maximum d'éclat en faisant disparaître l'autre. M. Michelson indique comment on pourrait, en noyant les échelons dans l'eau, augmenter beaucoup l'éclat des spectres successifs; il expose des projets de construction de spectroscopie à échelons dans lesquels, pour éviter l'absorption, on opérerait par réflexion. — M. Pellin fait voir, au moyen d'un appareil de M. Michelson, le dédoublement d'une raie du mercure dans un champ magnétique. C. RAVEAU.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 1^{er} Avril 1899.

M. O. Boudouard a étudié la décomposition de l'oxyde de carbone à 650° en présence des oxydes métalliques. Il a reconnu que tandis qu'à 445° la transformation en acide carbonique était complète, à 650° la réaction s'arrête lorsque le mélange renferme 61 % d'acide carbonique et 39 % d'oxyde de carbone; M. Boudouard a également étudié la décomposition de l'acide carbonique en présence du charbon à 650°. Dans ce cas encore, il a reconnu l'existence d'une limite à la formation d'oxyde de carbone, et cette limite est identique à celle observée précédemment. — M. Joffe a reconnu que l'apatite et le phosphate tricalcique ont une grande différence d'action sur la végétation; le

phosphate monocalcique a une action bien supérieure et paraît être absorbé directement par les végétaux. — M. Le Bel donne la méthode qui lui a permis d'obtenir un produit actif en partant du chlorure d'isobutylpropyléthylammonium. Il a reconnu, comme récemment M. Marekwald, que les cultures ne réussissent pas sur le produit brut de la réaction. On opère ainsi : on prépare le sel double de plomb à 120° avec le chlorure de plomb, on projette dans l'eau et on élimine tout le sel double insoluble. En traitant la partie soluble par l'acétate de plomb, on élimine un nouveau précipité. L'acétate obtenu a donné à la culture — 20' pour 50 centimètres au bout de 12 jours. — M. Guerbet a reconnu que l'alcool amylique inactif pur réagit à 140°-160° sur son dérivé sodé pour donner un nouvel alcool de formule $C^{10}H^{20}O$, qu'il nomme alcool diamylique. C'est un liquide incolore, bouillant à 211°, de densité 0,8191 à 0°. Chauffé avec le bisulfate, cet alcool donne un carbure de formule $C^{10}H^{20}$ bouillant à 155°. L'auteur a préparé les éthers chlorhydrique, acétique, isovalérique, benzoïque, de ce nouvel alcool. Oxydé par la potasse, cet alcool fournit un acide de formule $C^{10}H^{18}O_2$, liquide huileux légèrement odorant, distillant à 162-163 sous 5 centimètres de pression. Ce composé donne un chlorure bouillant à 145° sous 6 centimètres et un amide fondant à 112°. M. Guerbet n'a pas obtenu de réaction avec l'alcool isobutylique, et avec l'alcool ordinaire il a obtenu de l'acide acétique, de l'hydrogène et de l'éthylène d'après l'équation :



— M. Engel dépose une note de M. Massol sur les relations entre les points de fusion et les poids moléculaires des acides normaux de la série oxalique. — M. G. Rosset a adressé une note sur une méthode de détermination des poids moléculaires basée sur la mesure des tensions de dissociation des hydrates de gaz; M. Berthelot, une note sur la synthèse de l'alcool; MM. Cavalier et Pouget, sur l'acide glycérophosphorique; M. A. Descamps, sur l'action des hydrazines sur les acides chloranilique et bromanilique.

E. CHARON.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Seance du 10 Mars 1899 (suite).

M. A. A. Campbell Swinton décrit l'interrupteur électrolytique Wehnelt. La *Revue* devant consacrer prochainement un article à cet intéressant appareil et aux recherches dont il a été l'objet, nous n'analysons pas en détail cette communication. — M. A. Griffiths décrit un appareil destiné à déterminer la vitesse de diffusion des solides dissous dans les liquides. L'appareil se compose d'un récipient cylindrique en verre, subdivisé, vers le milieu de sa hauteur, par une paroi non poreuse, traversée par un certain nombre de tubes verticaux. La partie inférieure du récipient est remplie de liquide, par exemple d'une solution aqueuse de sulfate de cuivre; la partie supérieure contient de l'eau pure. La méthode consiste à déterminer, par l'analyse chimique, la quantité de sulfate de cuivre qui passe à la partie supérieure par l'intermédiaire des tubes. L'auteur donne la théorie de la méthode et quelques résultats expérimentaux. Les observations sont affectées par divers mouvements du liquide dans les tubes, dus : 1° aux changements de température auxquels est soumis l'appareil; 2° aux variations de température à l'intérieur du liquide; 3° aux variations locales de volume produites par la marche de la diffusion; 4° aux inégalités de longueur des tubes. L'auteur donne les équations qui déterminent la grandeur des causes d'erreur et traite plusieurs cas numériques. — Le même auteur communique une note sur la source de l'énergie dans la convection diffusive. La diffusion tend à produire des variations locales de densité, qui causent des courants giratoires, lesquels

produisent un certain travail. Ce sont ces courants que l'auteur nomme « de convection diffusive ». Il détermine la chaleur équivalente au travail produit dans un cas particulier : celui de l'appareil décrit plus haut, avec deux tubes d'inégale longueur. Il montre que la chaleur absorbée, par suite de la diffusion à travers un des tubes, est indépendante du mouvement du liquide dans ce tube, et par conséquent de la longueur du tube.

Seance du 24 Mars 1899.

M. A. P. Trotter communique ses recherches sur les faibles variations des piles de Clark. Elles ont été faites pendant un espace de six mois sur des piles étalons, la température extérieure variant de 13° à 28° C. Les différences entre les forces électromotrices des piles et celle d'une pile de comparaison n'ont presque jamais dépassé un millième. M. E. H. Griffiths pense que les variations dépendent des changements de température, qui modifient le degré de saturation du liquide. Lui-même a fait des expériences pendant sept ans sur des piles de Clark, maintenues à une température constante; l'uniformité des forces électromotrices a été remarquable. — MM. E. H. Barton et W. B. Morton lisent un mémoire intitulé : Critérium pour la décharge oscillatoire d'un condensateur. Ils recherchent comment la condition pour la décharge oscillatoire d'un condensateur est modifiée quand on ajoute à l'équation différentielle ordinaire les termes indiqués par Maxwell pour tenir compte de la distribution du courant dans le fil. Les coefficients de ces termes sont relativement petits, de sorte que l'équation algébrique donnant les périodes est une quadratique avec de petits termes d'ordre supérieur. L'effet de ces termes est d'abord d'introduire des vibrations rapides de faible amplitude, et ensuite de modifier les racines de la quadratique non altérée. La nature de la décharge — oscillatoire ou non — est déterminée par les racines principales; le cas critique a lieu quand elles sont égales. La condition d'égalité est obtenue par une série de puissances des petits coefficients de l'équation, dont l'approximation successive peut être poussée aussi loin qu'on le désire. Les auteurs traitent encore la question par une autre méthode, qui consiste à remplacer la résistance, l'inductance et la capacité de la formule ordinaire par des valeurs modifiées. Ils montrent qu'un condensateur satisfaisant à la condition critique d'après la formule simple, doit donner une décharge oscillatoire si l'on tient compte des termes supplémentaires.

Seance du 21 Avril 1899.

M. C. S. Whitehead étudie théoriquement quel est l'effet d'une sphère conductrice solide placée dans un champ magnétique variable sur l'induction magnétique en un point extérieur. Il en tire les conclusions pratiques suivantes : Dans la télégraphie par induction, on obtient le meilleur résultat si la bobine réceptrice a son plan vertical et non horizontal : 1° parce que la distance du circuit inducteur à la surface de la plaque doit être petite en comparaison avec la distance du point à l'axe, de sorte que l'induction normale maximum soit petite comparée à l'induction tangentielle maximum; 2° parce que l'induction normale maximum varie en raison inverse de la cinquième puissance de la distance du point à l'axe, tandis que l'induction tangentielle maximum varie inversement à la quatrième puissance de la distance. M. Appleyard rappelle les expériences de M. Willoughby Smith, puis celles de MM. Kempe et Preece, qui ont semblé prouver que le meilleur effet est obtenu avec deux bobines verticales. M. Whitehead réplique qu'il a étudié seulement le cas d'une bobine inductrice horizontale et d'une bobine réceptrice verticale; il s'occupera prochainement de l'autre cas. — M. R. A. Lehfeldt a expérimenté une méthode due à M. T. W. Richards pour l'étalonnage des thermomètres. Elle se base sur le principe de la chaleur latente pour maintenir constante la température, mais elle y ajoute la

considération de plus de deux phases de la substance fusible. S'il y a *c* composants et *p* phases, le nombre de degrés de liberté du système est $c + 2 - p$; s'il est égal à 0, la température et la pression du système sont parfaitement définis. Ainsi, les formules suivantes représentent les quatre phases en équilibre dans le cas du sel de Glauber : $\text{Na}^2\text{SO}^4.10\text{H}^2\text{O}$; Na^2SO^4 ; solution; vapeur. M. Richards a déterminé la température d'équilibre dans beaucoup de cas usuels. Si le sel employé est pur et qu'on ait soin d'éviter la sursaturation, la méthode est très satisfaisante. Elle donne une série très étendue de points fixes, et est très utile pour graduer les thermomètres entre 0° et 100°.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 29 Mars 1899.

Séance anniversaire annuelle. M. J. Dewar, président, résume la marche et l'activité de la Société pendant l'année qui vient de s'écouler. M. T. E. Thorpe, trésorier, rend compte de l'administration des finances. Puis on procède à l'élection du bureau pour 1899. Sont élus :

Président, M. T. E. Thorpe. F. R. S.

Vice-présidents, MM. C. E. Groves, G. D. Liveing, T. Purdie, William Ramsay, J. Emerson Reynolds et John M. Thomson.

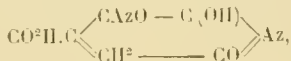
Secrétaires, MM. Wyndham R. Dunstan et A. Scott.

Secrétaire étranger, M. Raphaël Meldola.

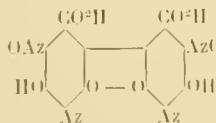
Trésorier, M. William A. Tildea.

Séance du 20 Avril 1899.

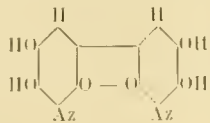
MM. W. J. Sell et H. Jackson ont préparé le nitroso-dérivé de l'acide citrazmique, de formule :



lequel donne par oxydation un acide jaune représenté par la formule I et par réduction un composé peu soluble, d'aspect bronzé, représenté par la formule II.



I



II

Le corps bronzé, bouilli avec de l'acide iodhydrique fumant et du phosphore, donne de l'acide α -diglutarique, ce qui prouve qu'il est un dérivé du dipyridile. — MM. R. S. Morrell et J. M. Crofts ont étudié l'action du peroxyde d'hydrogène sur les hydrates de carbone en présence des sels ferreux. On sait déjà que le glucose dans ces conditions est transformé en gluconose; l'osone est mise en évidence par la formation à froid de phényl et de méthylphényl-glucosazone (on s'assure que ces dérivés se forment à partir de l'osone et non du glucose même en détruisant ce qui reste de ce dernier par la fermentation). Le lévulose se comporte comme le glucose et donne de la gluconose. L'arabinose se comporte comme un hexose et donne de l'arabinosone. Les réactions peuvent être représentées par les équations suivantes :



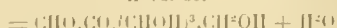
Glucose.



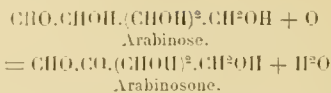
Gluconose.



Lévulose.



Glucosone.

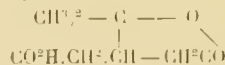


Arabinose.



Arabinosone.

— MM. J. Theodore Hewitt et Arthur Ernest Pitt ont étudié un corps soluble dans l'alcool, qui est le principal produit de la condensation à chaud de l'acide oxalique avec le résorcinol en présence d'acide sulfurique concentré. Ce corps est un acide carboxylique, donnant beaucoup de dérivés; sa constitution doit probablement être représentée par la formule $\text{C}^{18}\text{H}^2(\text{=O})_4(\text{OH})^4 \equiv \text{C}. \text{CO}^2\text{H}$. — MM. Edward Divers et Masataka Ogawa ont obtenu, en dirigeant dans de l'alcool des courants d'anhydride sulfureux et d'ammoniaque, un nouveau sel, le sulfite d'éthylammonium, cristallisable. Ce corps et d'autres analogues se distinguent des alcoylsulfonates en ce qu'ils sont décomposés par l'eau en alcool et pyrosulfite. — MM. Edward Divers et Seihachi Hada, en dissolvant ensemble, dans de l'alcool refroidi, de l'anhydride sélénieux et de l'ammoniaque, ont obtenu un nouveau sel, le sélénite d'éthylammonium, décomposable par l'eau en sélénite d'ammonium et alcool. Les amidosélérites (ou sélénosamates) obtenus par Cameron et Macellan en opérant dans des conditions analogues n'existent pas; ces auteurs ont probablement travaillé en présence de traces d'humidité et ont obtenu des sélérites acides d'ammonium. — M. D. L. Chapman tire les conclusions suivantes de ses expériences sur le phosphore : 1° Le phosphore métallique et le phosphore rouge sont identiques, car ils présentent la même structure sous le microscope; la tension de vapeur un peu supérieure de quelques variétés de phosphore rouge provient d'impuretés; 2° les vapeurs du phosphore rouge et du phosphore ordinaire sont identiques; la densité de vapeur du dernier a été déterminée aux points d'ébullition du mercure et du soufre et concorde avec la densité calculée en supposant que la molécule de phosphore est tétramérique; 3° le phosphore rouge fond sous pression, en donnant du phosphore ordinaire, au point de fusion de l'iodure de potassium. — M. P. C. Ray, en ajoutant du chlorure de sodium à une solution neutre de nitrites mercurieux et mercurique, a obtenu du nitrate de sodium et un corps donnant des cristaux rouge orangés, de composition $\text{HgCl}^2.2\text{HgO}.1.2\text{H}^2\text{O}$. En ajoutant du nitrite d'argent à une solution chaude de nitrite mercurieux (contenant un peu de nitrite mercurique) on obtient un précipité de mercure et de fins cristaux d'argent. — MM. F. H. Howles et Jocelyn F. Thorpe ont préparé, par l'action de la diéthylamine sur l' α -bromisobutylacétate d'éthyle, le β -isopropylacrylate d'éthyle, lequel, par condensation avec le sodiocyanoacétate d'éthyle donne un mélange d' α -cyano- β -isopropylglutarates d'éthyle neutre et acide. L'éther acide, hydrolysé par l'acide sulfurique, produit l'acide β -isopropylglutarique $\text{CO}^2\text{H}. \text{CH}^2. \text{CH}(\text{Pr})^2. \text{CH}^2. \text{CO}^2\text{H}$; l'éther neutre, hydrolysé par la potasse alcoolique, donne d'abord un sel de potassium, lequel, traité par l'acide chlorhydrique, produit l'imide de l'acide précédent. — M. W. Trevor Lawrence a préparé synthétiquement, par oxydation de l'acide β -isopropylglutarique, l'acide terpénylique



L'acide isopropylsuccinique est également oxydé par le mélange chromique en donnant l'acide térébique $\text{C}^{14}\text{H}^2\text{O}$. Un mélange d'acides térébique et terpénylique peut être séparé si on le dépose sur des plaques poreuses à 90°; l'acide térébique reste à l'état de poudre sèche à la surface, et l'acide terpénylique peut être extrait de la plaque par l'eau après enlèvement du premier.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Paléontologie

Sur la présence de coquilles fossiles calcaires au fond des mers actuelles. — La question de savoir si l'on peut retirer, par dragage, du fond de nos mers actuelles, des coquilles fossiles anciennes calcaires est importante et intéresse à la fois l'Océanographie et la Géologie historique.

La découverte de coquilles fossiles anciennes au fond des eaux marines actuelles n'a été signalée, à ma connaissance, que deux fois.

M. le Professeur Marion, à propos de dragages exécutés en Méditerranée, au bas de la falaise qu'il nomme falaise Peyssonnel, au large de Marseille, par des fonds compris entre 535 et 2.020 mètres, écrit les phrases suivantes¹ :

« Le sol sous-marin est partout occupé par le même limon gluant, un peu sableux, qui couvre déjà le plateau Marsigli. La drague s'engage aisément dans cette vase et rapporte quelquefois des parties solidifiées, identiques aux marnes des assises crétacées, aptiennes ou cénomaniennes qui s'étagent dans les escarpements émergés de Cassis et du cap Canaille. Ces couches plongent sous l'eau, mais nous n'avons pas encore assez de documents pour dire si elles constituent réellement les falaises sous-marines. Nous ne pouvons pas apprécier non plus jusqu'ici d'une manière exacte l'importance et la rapidité des sédiments qui s'accumulent dans les grands fonds, au large du plateau côtier. Le Rhône entraîne sans doute une quantité considérable de matériaux en suspension ; mais les éléments volumineux se déposent promptement et l'espace sur lequel doivent s'étendre les particules vaseuses est tellement vaste, que l'épaisseur des dépôts ne doit pas croître beaucoup, même en une longue suite d'années. On peut, en tous cas, reconnaître que les dragues pénètrent facilement au-dessous d'une mince couche superficielle occupée par les animaux vivants et qu'elles ramènent une foule de coquilles mortes, d'un aspect

particulier, appartenant soit à des espèces que l'on ne trouve que très rarement vivantes, soit à des formes dont les individus, actuellement vivants, n'ont plus que de faibles dimensions. On est naturellement amené à penser que ces échantillons sont déjà fossiles dans des parties anciennes du fond correspondant à des temps antérieurs aux nôtres, intermédiaires entre le Quaternaire et le Pliocène dont nous connaissons des parties émergées, et peut-être même touchant à cette époque géologique ancienne.

« Les *Terebratella septata* retirées du pied de la falaise Peyssonnel étaient, en effet, dans un état qui autorisait cette supposition. On n'aurait pu les distinguer des coquilles de même espèce des couches pliocènes de la Sicile. La plupart des *Limopsis aurita* pris à la même station pourraient être confondus avec les échantillons des formations de Biot, près Antibes. Ces aperçus sont basés déjà sur un certain nombre de faits nettement constatés ; mais il est certain qu'ils doivent être confirmés par des recherches spéciales qu'il sera possible d'entreprendre plus tard. »

M. le Professeur Pruvot a trouvé, lui aussi, en Méditerranée, par dragages, des coquilles fossiles. Le gisement en est situé entre Masa de Oro et le rech du Cap, en face du cap de Creus. Le terrain offre une pente générale comprise entre 0 et 600 mètres de profondeur sur 4 milles de distance, c'est-à-dire présente un angle de pente de 5 degrés environ. La drague recueille¹ « de petits galets de quartz jaune ou brun de un demi-centimètre à deux centimètres de diamètre, parfaitement roulés et polis, mêlés à une quantité considérable de coquilles entières ou brisées ». « Le beau développement des Tubulaires sur ces fonds du cap Creus, ainsi que la violence du courant dans les couches supérieures de la mer en ce point, l'absence de sédiments fins et l'état parfaitement lavé des galets et des coquilles dans les cavités desquelles on ne trouve jamais de vase, donneraient à penser que les courants s'y font sentir

¹ MARION : Considérations sur les faunes profondes de la Méditerranée. *Annales du Musée d'Histoire naturelle de Marseille*, t. I, première partie, 1882-1883, p. 34.

¹ G. PRUVOT et A. ROBERT : Sur un gisement sous-marin de coquilles anciennes au voisinage du cap de Creus. *Archives de Zoologie expérimentale et générale*, 3^e série, t. V, 1897, p. 498.

jusqu'au fond assez pour ne pas laisser s'y accumuler de dépôts meubles. Ces coquilles ont dû vivre dans notre région de la dernière partie de l'époque pliocène au milieu des temps quaternaires. »

Ces deux exemples sont, je crois, les seuls où il soit fait mention de coquilles fossiles recueillies au fond des eaux actuelles à l'aide de dragages. Aucune des expéditions océanographiques, si nombreuses durant ce dernier quart de siècle, exécutées par les diverses nations maritimes dans les parages les plus variés, expéditions anglaises, norvégiennes, allemandes ou américaines, n'ont mentionné la découverte de coquilles fossiles. On peut donc affirmer que cette rencontre est rare et exige des conditions toutes spéciales.

On a, il est vrai, récolté dans les plus grandes profondeurs, sur des fonds d'argile abyssale, des dents de requins, des bees de ziphioides et des os tympaniques de baleines; mais, outre que l'énorme profondeur des fonds place ces restes dans des conditions particulières, leur composition chimique et leur texture offrent une grande résistance à la dissolution. On ne saurait admettre la présence, au fond des eaux, depuis plusieurs milliers d'années, à la même place, à la surface du sol sous-marin, de coquilles en carbonate de chaux. Tous les auteurs, sans exception, ont reconnu que le carbonate de chaux est soluble dans l'eau de mer et particulièrement sous la forme de coquilles, dont la surface est très considérable par rapport à leur épaisseur. J'ai moi-même, dans des expériences directes¹, reconnu cette solubilité et en ai mesuré le taux, tout en constatant qu'elle est notablement moindre dans l'eau de mer basique que dans l'eau douce toujours chargée d'acide carbonique. Murray remarque qu'il ne reste des dents trouvées en mer profonde que la dentine dure ou émail, et que toute la vaso-dentine a disparu. Ce caractère distingue même ces dents de celles appartenant aux mêmes espèces et qu'on rencontre dans les dépôts tertiaires de Malte, de la Caroline et de l'Australie, dans lesquelles la vaso-dentine, ainsi que la base de la dent, sont toujours conservées. Le même auteur a, du reste, longuement étudié les différences de composition chimique existant entre des os fossiles et des os dragués dans les abîmes. Partout il a noté la disparition du carbonate de chaux par dissolution. « Que les coquilles « soient constituées par de la calcite ou de l'aragonite, « elles disparaissent toutes dans les grandes profondeurs de l'Océan, si elles demeurent exposées pendant un temps suffisamment prolongé à l'action dissolvante de l'eau de mer normale². »

Il résulte de ce qui précède que, s'il est possible qu'une coquille demeure quelques années au fond de l'eau dans les couches superficielles du sol sous-marin, c'est-à-dire non protégée ou mal protégée par une enveloppe de vase compacte, si, à la rigueur, ce séjour est susceptible de se prolonger pendant un siècle ou même deux, ce qui semble déjà fort long, il est absolument inadmissible qu'elle ait pu y séjourner pendant la durée géologiquement courte, mais démesurément longue au point de vue des phénomènes actuels, qui nous sépare de l'époque tertiaire. Une coquille calcaire au fond de la mer pendant plusieurs siècles ou un morceau de sucre au fond d'un bassin pendant plusieurs jours sont des impossibilités de même ordre.

Dans le cas signalé par M. Pruvot, beaucoup de ces coquilles sont très fragiles et ne peuvent être débarassées qu'avec précaution de la vase bleue compacte qui les enveloppe et les remplit. Leur mélange avec des galets de quartz de un demi-centimètre à deux centimètres de diamètre parfaitement roulés et polis est certainement tout récent. Des coquilles aussi fragiles

ne sauraient avoir été longtemps entraînées pêle-mêle avec ces cailloux de quartz par un courant assez fort pour les rouler les uns et les autres, sans se pulvériser. D'ailleurs, M. Pruvot lui-même fait remarquer qu'elles sont « non roulées, ayant conservé le tranchant de « leurs arrêtes et tout le détail de leur surface ».

Il est donc avéré que les coquilles fossiles sous-marines :

1° Ne sont point depuis une durée de temps géologique à la place où on les trouve aujourd'hui;

2° Qu'elles n'y ont point été amenées d'une autre localité.

Dans ces conditions, on ne saurait expliquer leur présence dans ces faibles profondeurs d'eau où se font sentir non seulement les courants sous-marins, mais même le mouvement continu des vagues de la surface qui agite les eaux, les renouvelle sans cesse et exalte ainsi leur pouvoir dissolvant, qu'en supposant que ces courants, passant le long de la tranche de couches géologiques d'abord submergées, puis émergées, puis de nouveau submergées, de nature peu résistante, telles que des marnes, des argiles fossilifères plus ou moins sableuses, des sables et des graviers non cimentés, les désagrègent. Les débris descendent alors la pente et pêle-mêle avec des galets antérieurement roulés et déposés en couche probablement très voisine de la couche de marne fossilifère, s'accumulent à son pied en un talus très aplati puisqu'il est sous l'eau. C'est à la surface de ce talus que la drague ramasse les fossiles sans cesse renouvelés avant qu'ils ne soient emportés et ne disparaissent à la fois triturés et pulvérisés au contact des cailloux et dissous par l'eau.

J'appelle sur cette explication, la seule qui me semble possible, l'attention des océanographes. Il appartient à des recherches ultérieures de la confirmer par de nouveaux exemples. Les expéditions océanographiques sont suffisamment fréquentes, au moins à l'étranger, pour que cette confirmation ne se fasse pas trop attendre. Elle importe beaucoup, car elle a pour conclusion l'impossibilité presque complète de poursuivre sous les eaux actuelles la trace des formations continentales autrement que par la topographie et l'obligation de ne s'occuper des cartes lithologiques sous-marines qu'au point de vue des sédiments actuels, dans le sens géologique du mot.

J. Thoulet,

Professeur de Minéralogie et d'Océanographie à l'Université de Nancy.

§ 2. — Hygiène publique

Valeur thermique de la ration alimentaire du soldat en garnison. — Dans un travail fort remarquable consacré à cette question, M. Ricoux¹ montre que l'apport calorifique total de la ration du soldat français est très largement établi, aussi bien pour la ration réglementaire que pour ses diverses variantes, cet apport atteignant une moyenne de 3.400 calories.

Aucune critique ne peut donc être faite quant à la générosité qui a présidé à la détermination des allocations alimentaires. Il en résulte même une ration d'engraissement, et il est bon qu'il en soit ainsi si l'on songe que le jeune soldat non seulement est astreint à des exercices souvent très actifs et en plein air, mais encore doit parfaire son développement physique.

L'apport d'albumine est aussi très largement établi puisqu'il atteint environ 2 grammes par kilo de poids vif, alors que, de l'aveu de tous les physiologistes, un apport de 1 gr. 5 à 1 gr. 7 d'albumine par kilo et par jour représente une ration azotée qui suffit grandement à l'ouvrier moyen. Seule la répartition entre les trois catégories d'aliments organiques gagnerait à être modifiée. Dans ce sens, il conviendrait d'augmenter un peu la quantité de l'aliment gras en diminuant celle des hydrocarbonés. Il suffirait pour cela d'une diminution légère de l'allocation réglementaire de pain.

¹ J. THOULET : Solubilité de divers minéraux dans l'eau de mer. *C. R. Acad. Sc.*, t. CVIII, p. 753, 1889, et t. CX, p. 652, 1890.

² MURRAY et RENARD : Deep sea deposits. *Reports on the scientific results of the voyage of H. M. S. Challenger*, 1891, p. 280.

⁴ *Rev. d'Hygiène*, 1899, vol. XXI, n° 3, p. 193.

Lutte contre la tuberculose. — Un Congrès international pour la Lutte contre la Tuberculose a été tenu à Berlin, du 24 au 27 mai dernier. La principale question qui y a été discutée a été celle de l'établissement des sanatoria populaires pour ouvriers tuberculeux. Nous consacrerons prochainement une étude de fond à cette question, qui présente un intérêt scientifique, social et économique de premier ordre.

§ 3. — Géographie

Voyage dans la mer Noire. — Crimée et Caucase; Livres à lire. — Selon son habitude, la *Revue* se fait un devoir d'indiquer aux personnes désireuses de faire le prochain voyage, les livres les plus importants sur les régions qu'elles doivent visiter.

Par une innovation qui, nous n'en doutons pas, sera très goûtée, la plupart de ces livres seront, dès maintenant mis, au siège de la direction de la *Revue*, à la disposition des touristes qui désireraient y chercher des renseignements.

Pour les ouvrages étrangers, plus difficiles à se procurer, nous indiquons la cote de classement à la Bibliothèque Nationale; l'inscription de cette cote sur le bulletin de demande du volume abrège considérablement les recherches et accélère, par conséquent, l'arrivée du livre.

Nous avons déjà donné, dans le numéro du 28 février 1898, la bibliographie relative à Constantinople, et nous y renvoyons nos lecteurs.

I. — GÉOGRAPHIE. GÉNÉRALITÉS.

ELISÉE RECLUS: *Nouvelle Géographie Universelle*: t. I, l'Europe méridionale (Turquie); t. V, l'Europe Scandinave et russe; t. VI, l'Asie russe. Paris, Hachette, 3 vol., gr. in-8°, chaque 30 fr.

A. LEROY-BEAULIEU: *L'Empire des Tsars et les Russes*. Paris, Hachette, 1881-1889, 3 vol., in-8°, 22 fr. 50.

A. RAMBAUD: *Histoire de Russie*. Paris, Hachette, 1878, in-12, 6 fr.

Vicomte de Vogüé: *Spectacles contemporains*. Paris, Colin, 1891, in-12, 3 fr. 50.

BEDECKER: *La Russie*. Paris, 1897, in-16, 13 fr.

JOANNE: *De Paris à Constantinople*. Paris, Hachette, 1896, in-12, 15 fr.

— *Les Etats du Danube et les Balkans*. Paris, Hachette.

F. DROUET: *De Marseille à Moscou par le Caucase*. Rouen, 1893, in-4°.

O. MAUS: *Esquisses à la plume: Malte, Constantinople, Crimée méridionale*. Bruxelles, Callawaert, 1881, in-16, 3 fr. 50. (Bibl. Nat. 8° G, 6923.)

PHILLIPS-WOLLEY. *Sport in the Crimea and Caucasus*. Londres, 1881, in-8°. (Bibl. Nat. 8° S. 2837.)

COMBES DE LESTRADES: *La Russie économique et sociale à l'avènement de Nicolas II*. Paris, Guillaumin, 1896, in-16.

F. BIANCONI: *La Russie au point de vue commercial*. Paris, Chaix, 1893, in-8°.

II. — CRIMÉE.

L. DE SOUDAK: *Voyage en Crimée, côte méridionale*. Paris, C. Lévy, 1892, in-18, 3 fr. 50.

— *Voyage aux villes de Crimée. Tour du Monde*, 1895.

DE VOGÜÉ: En Crimée. *Revue des Deux Mondes*, 1^{er} décembre 1886.

FR. BERG: *Tagebuchblätter aus der Krimm*. Reval, Kluge, 1883, in-8°. (Bibl. Nat. 8° M. 4253.)

ERNEST FAYRE: *Etude stratigraphique du sud-ouest de la Crimée*. Genève, Georg, 1877, in-4°, 10 fr.

H. WALTER: *Rapports de M. Henryk Walter, commissaire royal des mines*; I. Sur la présence du pétrole dans la Crimée; II. Levé géologique des terrains. Paris, 1887, broch. in-8°.

E. SOLOMKO: *Die Jura und Kreidekorallen der Krimm*. Saint-Petersbourg, 1887, in-8°. (Bibl. Nat. 8° H. Zür. ph. 143.)

L. PORTES et F. RUYSSSEN: *La rive en Crimée*. Alger, Fontana, 1891, broch. in-8°. (Bibl. Nat. 8° S. Pièce 3423.)

CAMILLE ROUSSET: *Histoire de la guerre de Crimée*. Paris, Hachette, 1877, 2 vol. in-8° avec atlas, 22 fr. 50.

Général CH. FAY: *Souvenirs de la guerre de Crimée*. Paris, Berger-Levrault, 1889, in-8°, 6 fr.

Cap. HENRI LOZILLON: *Campagne de Crimée. Lettres écrites de Crimée*. Paris, Flammarion, 1893, in-8°, 6 fr.

L. TOLSTOÏ: *Les Cosaques, souvenirs de Sébastopol*. Paris, Hachette, 1886, in-12, 3 fr. 50.

III. — CAUCASE.

§ 1. — Voyages.

ALEXANDRE DUMAS: *Le Caucase*. Paris, Lévy, 1859, in-12, 3 fr. 50.

J. MOURIER: *Guide au Caucase*. Tiflis, Liberman, 1891, in-16. (Bibl. Nat. 8° M. 10404.)

MOURIER: *Le Caucase illustré*. Tiflis, gr. in-4°. (Bibl. Nat. fol. M. 316.)

E. DE GROOTE: *Au Caucase*. Dessins originaux de Daniel de Haene. Bruxelles, 1891, in-8°. (Bibl. Nat. 8° M. 7432.)

E. DE ZICHY: *Voyages au Caucase*. Budapest, 1897, 2 vol. gr. in-4°. (Bibl. Nat. 4° O² 936.)

A. KÖEHLIN-SCHWARTZ: *Un touriste au Caucase, Volga, Caspienne, Caucase*. Paris, Hetzel, 1881, in-12, 3 fr.

E. BOULANGIER: *La traversée du Caucase par la route militaire du Darial*. Tours, 1887, in-8°, brochure.

J. LECLERCQ: *Du Caucase aux monts Alai*. Paris, Plon, 1890, in-18, 3 fr. 50.

E. ORSOLLE: *Le Caucase et la Perse*. Paris, Plon 1885, in-12, 4 fr.

F. C. GROVE: *Le Caucase glacé. Promenade à travers une partie de la chaîne et ascension du mont Elbrouz*. Paris, Quantin, 1881, in-12, 3 fr.

Baron ERNOUF: *Le Caucase, la Perse et la Turquie d'Asie, d'après la relation de M. le baron de Thielmann*. Paris, Plon, 1876, in-12, 4 fr.

DULAURIER: *La Russie dans le Caucase. (Revue des Deux Mondes, 1865-1866.)*

L. TOLSTOÏ: *Au Caucase*. Paris, Perrin, 1888, in-12, 3 fr.

CALOUSTE S. GULBENKIAN: *La Transcaucasie et la péninsule d'Apchéron*. Paris, Hachette, 1891, in-12.

J. MOURIER: *Batoum et le bassin du Tchorok*. Paris, Leroux, 1887, in-18, 2 fr.

MITTHEILUNGEN DE PETERMANN: *Articles sur le Caucase du général Chodzko*, 1839, 1862. — *de Stebnitzky*, 1865. — *Dr G. Radde*, 1867, 1868, 1874.

WALDVOGEL: *Reisebilder aus dem Kaukasus*, Schaffouse, Schoch, 1897, in-8°. (Bibl. Nat. 8° M. 10483.)

B. STERN: *Zwischen Kaspi und Pontus. Kaukasische Skizzen*. Breslau, Schottlaender, 1897, in-16. (Bibl. Nat. O²c. 92.)

A. ABICH: *Aus Kaukasischen Ländern. Reisebriefe*. Vienne, Hölder, 1896, 2 vol. in-8°. (Bibl. Nat. 8° M. 9603.)

C. HAHN: *Kaukasische Reisen und Studien*. Leipzig, Duncker, 1896, in-8°. (Bibl. Nat. 8° M. 9602.)

A. FISCHER: *Zwei Kaukasus-Expeditionen*. Berne, 1891, in-16. (Bibl. Nat. 8° M. 7459.)

H. MOUNSEY: *A Journey through the Caucasus*. Londres, 1872, in-8°.

Notes on the Caucasus by Wanderer. Londres, 1883, in-8°. (Bibl. Nat. 8°. M. 3369.)

J. ABERCROMBY : *A trip through the Eastern Caucasus, with a chapter on the languages of the Country.* Londres, 1889, in-8°. (Bibl. Nat. 8°. M. 6592.)

A. CUNYNGHAME : *Travels in the Eastern Caucasus.* Londres, 1871, in-8°.

DOUGLAS-W. FRESHFIELD : *The exploration of the Caucasus.* Londres, Arnold, 1896, 2 vol. in-4°. (Bibl. Nat. 4°. M. 1484.)

A.-F. MUMMERY : *My Climbs in the Alps and Caucasus.* Londres, Unwin, 1893, in-8°. (Bibl. Nat. 4°. G. 649.)

§ 2. — Les peuples et les langues.

L. LEGER : *La littérature russe.* Paris, Colin, 1892.

— *Etudes slaves.* Paris, Leroux, 1880-86.

R. VON ERCKERT : *Der Kaukasus und seine Völker.* Leipzig, 1887, in-8°. (Bibl. Nat. 8°. M. 5392.)

VIVIEN DE SAINT-MARTIN : *Recherches sur les populations primitives et les plus anciennes traditions du Caucase.* Paris, A. Bertrand, 1847, broch. in-8°.

E. CHANTRE : *Recherches anthropologiques dans le Caucase.* Paris, Reinwald, 1885-1887, 4 vol. in-4° et atlas.

R. BERNVILLE : *La Souanétie libre.* Episode d'un voyage à la chaîne centrale du Caucase. Paris, 1875, in-4°.

R. VON ERCKERT : *Die Sprachen...* (Les langues de la race caucasique). Vienne, 1895, in-8°. (Bibl. Nat. 8°. X. 11314.)

MOURIER : *Contes et légendes du Caucase.* Paris, Maisonneuve, 1888, in-12. 3 fr. 50.

DR GUSTAVE RADDE : *Bericht über die biologisch-geographischen Untersuchungen in den kaukasus Ländern.* Tiflis, 1866, gr. in-4°.

§ 3. — Archéologie.

J. DE MORGAN : *Mission scientifique au Caucase.* Etudes archéologiques et historiques. Paris, Leroux, 1890, 2 vol. in-8°, 25 fr.

E. CHANTRE : *Les Dobnens du Caucase.* Paris, 1885, in-8°.
— *Origine et ancienneté du premier âge du fer au Caucase.* Lyon, 1892, broch. in-8°.

— *Rapport sur une mission scientifique dans l'Asie occidentale et spécialement dans les régions de l'Ararat et du Caucase.* Paris, 1883, in-8°.

— *La bijouterie caucasienne de l'époque scytho-byzantine.* Lyon, Rey, 1892, pièce gr. in-8°.

G. BAPST : *Souvenirs de deux Missions au Caucase.* Paris, Leroux, 1886, in-8°, 2 fr.

— *Souvenirs du Caucase : Fouilles sur la grande chaîne.* Paris, 1885, broch. in-8°.

F. BAYERN : *Contribution à l'archéologie du Caucase.* Lyon, 1882, in-8°.

J. MOIRIER : *L'art religieux au Caucase.* Paris, Leroux, 1887, in-12, 3 fr. 50.

R. VIRCHOW : *Über die Culturgeschichtliche Stellung...* (Sur la place du Caucase dans l'histoire de la civilisation). Berlin, 1895, in-4°. (Bibl. Nat. 4° R. 5450, 139. 1.)

E. CHANTRE : *L'âge des nécropoles préhistoriques du Caucase renfermant des crânes macrocéphales.* Lisbonne, in-8°, broch. (Bibl. Nat. 8°. M. pièce. 1460.)

F. BAYERN : *Untersuchungen über die Aeltesten Gräber- und Schatzfunde in Kaukasien.* Berlin, 1885, gr. in-8°.

W. DE BLOCK : *Poteries vernissées du Caucase et de la Crimée.* (Société des Antiquaires de France, t. LVI.) Nogent-le-Rotrou, Daupley-Gouverneur, 1897, in-8°.

§ 4. — Géologie. Minéralogie.

E. FOURNIER : *Description géologique du Caucase central.* (Annales de la Faculté des Sciences de Marseille.) Paris, G. Masson, 1896, in-4°.

NEUMAYR : *Des fossiles jurassiques recueillis dans le Caucase par H. Abieh* (en allemand). In-4°. (Bibl. Nat. R. 621. 60. 1.)

E. FAVRE : *Notes sur quelques glaciers de la chaîne du Caucase.* (Bibl. univers. de Genève, 15 janvier 1869.)

L. DRU : *Rapport sur les eaux minérales du Caucase.* Paris, 1884, in-fol.

H. WALTER : *Rapport [sur les mines]. Voyage dans le Caucase et à Baku.* Paris, 1887, broch. in-4°.

§ 5. — Climatologie. Botanique. Culture.

B. STATKOWSKI : *Problèmes de la climatologie du Caucase.* Paris, Gauthier-Villars, 1879, in-8°, 6 fr.

MARSHALL VON BIBERSTEIN : *Flora Taurico-Caucasica.* Charkow, in-8°. (Bibl. Nat. 8° S. 8231.)

E. LEVIER : *A travers le Caucase.* Notes et impressions d'un botaniste. Paris, Fischbacher, 1894, in-4°.

KÖPPEN : *Geographische Verbreitung der Holzgewächse des europäischen Russlands und der Kaukasus.* Saint-Petersbourg, in-8°. (Bibl. Nat. 8° M. 1739.)

B. TAÏROFF : *Note sur la culture de la vigne et les vins du Caucase.* Montpellier, 1887, broch. in-8°.

G. DUCOSSO : *La culture du tabac au Caucase.* Nancy, 1891, broch. in-8°.

LASSERRE : *Culture de la consoude rugueuse du Caucase.* Paris, 1891, broch. in-16.

GREBÉYANOV : *Canaux d'irrigation au Caucase.* Paris, 1890, broch. in-8°.

§ 6. — Ornithologie.

G. RADDE : *Die Vogelwelt des Kaukasus.* Kassel, 1884, gr. in-4° (Bibl. Nat., fol. S. 288).

TR. LORENZ : *Beitrag zur Kenntniss der ornithologischen Fauna an der Nordseite des Kaukasus.* Moscou, 1887, gr. in-4°. (Bibl. Nat., fol. S. 336).

P. SAGE : *L'industrie du naphte au Caucase.* Paris, 1885, broch. in-8°.

F. HUE : *Le Pétrole. Son histoire, ses origines, son exploitation dans tous les pays du monde.* Paris, Lecène, 1885, in-12, 3 fr. 50.

§ 7. — Industrie et commerce.

RICHE et HALPHEN : *Le Pétrole.* Paris, J. B. Baillière, 1896, in-18.

IV. — BULGARIE.

F. KANITZ : *La Bulgarie danubienne et le Balkan.* Paris, Hachette, 1884, gr. in-8°, 25 fr.

DUMONT : *Le Balkan et l'Adriatique. Les Bulgares et les Albanais.* Paris, Didier, 1873, 2^e édit., 3 fr. 50.

LAMOUCHE : *La Bulgarie dans le passé et le présent.* Paris, Baudoin, 1892, in-12, 6 fr.

Prince FRANÇOIS-JOSEPH DE BATTENBERG : *Die volkswirtschaftliche Entwickelung Bulgariens von 1879 bis zur Gegenwart.* Leipzig, 1891.

JIRECEK : *Das Fürstenthum Bulgarien.* Vienne, 1891.

E. DICEY : *The Peasant State. An account of Bulgaria in 1894.* Londres, 1894.

V. — SINOPE.

PACHKOF : *Sinope.* Six mois de séjour dans l'antique capitale de Mithridate et la patrie de Diogène. *Tour du Monde*, 1889, t. LVII, p. 401-416.

§ 4. — Colonisation

Création d'une École pratique d'Agriculture à Ilué et d'une Ferme locale au Dahomey. — Nos colonies et pays de protectorat, répondant à la sollicitude de la métropole, recherchent tous les moyens possibles de mettre leur sol en valeur par l'agriculture.

Sous l'inspiration de M. Bouloche, résident supérieur de l'Annam, S. M. le roi d'Annam vient, en effet, de rendre une ordonnance royale d'après laquelle il décide « que tous les efforts de son gouvernement doivent tendre au développement de l'agriculture ». Il crée donc à Ilué, sa capitale, une École pratique d'Agriculture « destinée à faire connaître les nouvelles méthodes, les perfectionnements dont est susceptible l'outillage agricole, les manières d'employer les engrais, les nouvelles cultures à pratiquer en Annam, etc., etc. »

En plus des vingt-cinq élèves indigènes, l'École pourra recevoir un certain nombre de Français apprentis colons. L'ordonnance royale ajoute, en effet : « Il est nécessaire que l'enseignement de l'École soit également suivi par les Français qui désirent faire des plantations en Annam. » Une année passée à Ilué, dans un climat sain, au milieu de régions où des terrains immenses ne demandent qu'à produire, sera des plus utiles au nouveau colon.

Les élèves de nos grandes Écoles d'agriculture de France, de Tunis, etc., désireux de se fixer aux colonies, tiendront à venir à Ilué pour étudier les cultures de l'Annam, dans l'École modèle qui vient d'être créée.

D'autre part, nous apprenons que, par arrêté du 10 janvier, est créée au Dahomey, dans la banlieue de Porto-Novo, sur un terrain de 250 hectares, cédé gratuitement et en toute propriété par le roi Toffa à la colonie, une ferme du service local.

Cet établissement a pour but : 1° de recevoir, garder ou vendre, au profit du service local, les divers produits provenant de l'impôt indigène perçu ou à percevoir, ainsi que les produits résultant de l'élevage ; de rechercher et d'améliorer les variétés : chevalines, bovines, ovines, caprines, porcines, etc., existant déjà dans la colonie ; 2° de rechercher les perfectionnements à apporter aux systèmes de culture en usage jusqu'à ce jour au Dahomey ; de tenter la culture de toutes les plantes indigènes ou exotiques, dont les produits peuvent donner lieu à un commerce quelconque et de fournir à un prix aussi minime que possible aux particuliers, aux colons européens et indigènes, dont il convient d'encourager les efforts, les plantes, boutures, graines, etc. Il est bon de signaler ces créations pour bien montrer que, contrairement à ce qui a été dit quelquefois, les gouvernements de nos différentes colonies ont réellement conscience de leur rôle, et qu'ils ne reculent devant aucun sacrifice pour assurer la prospérité des vastes territoires qui leur sont confiés.

La réglementation de l'exploitation forestière au Congo français. — Le *Journal officiel* a publié un décret réglementant l'exploitation des forêts au Congo français.

Nous sommes heureux de constater que, pour éviter — ainsi que cela s'est produit dans un certain nombre de pays — un déboisement irraisonné, à la suite duquel on a constaté des diminutions notables dans le régime local des pluies, ce qui a eu pour conséquence de rendre presque stériles des régions jusque-là très fertiles, le décret susvisé fait certaines réserves parmi lesquelles il convient de faire connaître les principales, c'est-à-dire celles qui ont pour but d'empêcher la destruction complète des forêts existantes.

Le premier paragraphe de l'article 4 dit : « Il sera fait réserve de tous les arbres qui n'auront que 1 mètre de tour et au-dessous, mesure prise à 1 mètre du sol » ; et, plus loin, qu'il est interdit de déboiser ou de défricher les versants des montagnes offrant un angle de

35° et au-dessus. Une réserve est également faite pour tous les arbres à latex, et pour la récolte des écorces tannifères ou tinctoriales, des gommés, résines, caoutchoucs et guttas-perchas, qui devra se faire de manière à ne pas détruire les végétaux producteurs.

Pour éviter que les essences précieuses diminuent ou disparaissent, l'exploitant sera tenu de faire planter chaque année, à ses frais, un nombre de plants de même essence, ou d'une essence aussi riche, au moins double de celui des arbres abattus dans le cours de l'année. L'exploitant sera tenu également de planter annuellement un nombre d'arbres ou de lianes à latex qui ne sera pas inférieur à 150 pieds par tonne de caoutchouc ou de gutta récoltée dans l'année.

Après avoir signalé les réserves faites par l'administration coloniale, nous nous demandons comment il sera possible de les faire observer au Congo, où le Gouvernement ne dispose que d'un seul agent technique.

Productions coloniales. — Combien est intéressante, et surtout instructive, la communication faite à la *Société de Géographie commerciale* par M. H. Lecomte, chargé, il y a quelques mois, d'une mission du Ministère des Colonies, aux Antilles.

Avec la plus savante autorité, M. Lecomte a parfaitement démontré quelle peut être l'influence des Jardins d'Essai sur le développement agricole de nos colonies.

Il a signalé notre infériorité manifeste à cet égard, et a prouvé d'une façon irréfutable que, si nous possédons d'immenses territoires, nous n'en tirons à peu près rien, et que les denrées, dites coloniales, ne méritent ce nom que parce qu'elles nous viennent des colonies étrangères.

Les importations des colonies françaises ne représentent, en effet, qu'une très faible partie des importations totales : ainsi, pour 1896, nos colonies ne nous ont fourni que les proportions suivantes des marchandises importées au commerce spécial :

Coton	1/20000	sur	162.000.000	kilos
Jute	1/22000	—	69.000.000	—
Café	1/100	—	75.000.000	—
Cacao	1/24	—	16.000.000	—
Thé	1/150	—	765.000	—
Tabac en feuilles . . .	1/6	—	17.000.000	—
Sucre	3/4	—	157.000.000	—

Notre infériorité, qui apparaît nettement dans ce tableau, M. Lecomte la voit dans l'espèce de stagnation où a été laissée pendant longtemps notre agriculture coloniale.

Tandis que les Anglais possèdent dans leurs colonies des Antilles, pour ne parler que de celles-là, une dizaine de Jardins d'Essai, bien outillés et pourvus de crédits suffisants, nous n'en possédons, nous, à l'heure actuelle, que deux, dont les ressources, et partant les résultats qu'ils donnent, sont des plus modestes.

Au cours de sa communication, M. H. Lecomte a donné une série de tableaux montrant quelles ont été les exportations des colonies anglaises dans ces dernières années, et en regard celles des colonies françaises. La comparaison des chiffres oblige à convenir que si le gouvernement anglais a fait de grandes dépenses pour doter ses colonies d'établissements agricoles modèles, destinés à diriger et à donner l'impulsion nécessaire à ses colons, l'agriculture, l'industrie et le commerce des colonies anglaises se sont développés dans des proportions en rapport avec les sacrifices faits.

Le résumé de l'étude de M. H. Lecomte est que nous devons tirer de l'exemple des colonies anglaises un enseignement précieux pour nos propres colonies si nous voulons qu'elles ne restent encore pendant longtemps à la charge de la métropole.

Nous savons que, dans cet ordre d'idées, un vaste programme a été établi depuis au Ministère des Colonies par une commission technique ; nous ne pouvons donc que souhaiter qu'il soit mis en pratique au plus tôt.

LES COUCHES DE PASSAGE ET LE RAYON D'ACTIVITÉ MOLÉCULAIRE

L'objet du présent article est d'exposer et discuter les expériences qui permettent de définir physiquement ce que l'on a appelé les *couches de passage* et qui fournissent en même temps un moyen de mesurer leur épaisseur.

C'est la conception atomique de la matière qui a conduit d'abord à considérer de pareilles couches, en introduisant la notion de *rayon d'activité moléculaire*, qu'ont imposée l'étude des phénomènes capillaires et des phénomènes de cohésion. Mais rayon d'activité et couches de passage peuvent être envisagés indépendamment de toute théorie, d'une façon purement expérimentale.

Imaginons deux corps solides ou liquides, terminés par deux portions de surfaces identiques, susceptibles par conséquent de s'appliquer exactement l'une sur l'autre. Quand ces surfaces sont suffisamment éloignées, on ne constate entre les corps aucune attraction sensible. Mais, si on les rapproche, une attraction sensible se manifeste dès que la distance qui les sépare devient égale à une certaine valeur R ; cette force varie rapidement¹ quand la distance continue de diminuer, et atteint des valeurs considérables devant lesquelles l'attraction newtonienne, que l'on pourrait calculer par les intégrations ordinaires, est tout à fait négligeable. La quantité R , ainsi définie, est le *rayon d'activité moléculaire*.

A la vérité, l'expérience ainsi décrite n'a pas été réalisée; mais les phénomènes d'adhérence et de cohésion rendent indéniable l'existence de forces sensibles seulement à très petite distance, et, si l'on ne sait pas encore mesurer leur valeur exacte aux diverses distances, on peut arriver cependant, comme l'a montré Lord Kelvin, à donner dans certains cas une limite inférieure de leur valeur moyenne².

Une conséquence directe de ce qui précède est l'existence des *couches de passage*. Ces forces, sensibles seulement à petite distance, doivent modifier la constitution des corps au voisinage de leur surface. On peut alors envisager un corps comme terminé par une couche superficielle, derrière laquelle la constitution du corps devient constante.

¹ Elle doit passer par un maximum, s'annuler et devenir répulsive pour une distance suffisamment faible; cela résulte de la résistance qu'opposent les corps à la compression.

² LORD KELVIN: *Conférences et Allocutions*, traduction française, p. 7.

Pour définir cette couche superficielle, on étudiera comment varient certaines propriétés du corps avec la profondeur; par exemple, si le corps conduit l'électricité, on cherchera à quelle distance de la surface la conductibilité spécifique devient constante. On peut craindre alors que cette couche superficielle, définie par l'apparition de discontinuités dans les propriétés des corps étudiés, ne soit pas la même pour des phénomènes d'ordres divers, c'est-à-dire indépendante des propriétés particulières choisies pour mettre ces discontinuités en évidence. C'est, en effet, ce qui se produit dans certains cas, notamment en ce qui concerne les phénomènes optiques; mais il semble possible, malgré le petit nombre de résultats actuellement connus sur la question, de séparer ce qui appartient au corps lui-même et ce qui dépend des moyens mis en œuvre pour l'étudier. En un mot, on peut définir une couche superficielle *unique*, ayant une véritable existence objective; c'est elle que nous appellerons *couche de passage*.

Quelle relation existe-t-il entre l'épaisseur d'une pareille couche et le rayon d'activité moléculaire? Il est impossible de le dire pour le moment. Jusqu'ici, aucune mesure directe du rayon d'activité n'a été faite d'une façon certaine; les seuls renseignements, encore très vagues, que l'on ait à ce sujet, ont été fournis indirectement par l'étude des couches de passage.

Par contre, on a pu, dans des cas bien déterminés, étudier ces couches, marquer nettement la nature des discontinuités qui les définissent et mesurer l'épaisseur correspondante. Dans toutes les méthodes employées, les corps choisis, liquides ou solides, étaient étudiés en couches minces; on rendait ainsi prépondérante l'influence des couches superficielles.

On s'est adressé à trois types de méthodes, fondées: 1° sur les phénomènes capillaires; 2° sur les phénomènes de conductibilité électrique; 3° sur les phénomènes optiques. Les deux premières, seules, ont fourni des résultats précis. Les méthodes optiques n'ont rien donné dont l'interprétation puisse être fixée d'une façon certaine au point de vue qui nous occupe. Je les écarte donc; j'en dirai d'ailleurs quelques mots vers la fin de cet article.

Dans l'exposé que je vais faire, je suivrai l'ordre historique, en séparant toutefois le cas des solides de celui des liquides.

1. — LIQUIDES.

§ 1. — Expériences de Plateau.

Les expériences de Plateau sont les premières en date. Plateau se proposait de déterminer une limite supérieure du rayon d'activité moléculaire R . Voici comment il raisonnait¹ : Considérons une bulle de savon qui s'amincit graduellement, et adaptons-y un manomètre à eau pour mesurer la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur. La tension superficielle et, par suite, la différence de pression resteront indépendantes de l'épaisseur tant que celle-ci sera partout supérieure à $2R$. Mais si l'épaisseur de la bulle supposée uniforme devient moindre que $2R$, la tension superficielle diminuera et le manomètre accusera une diminution de la différence de pression.

Plateau fit un assez grand nombre d'expériences ; en aucun cas, il ne constata de diminution de pression. Il en conclut que toutes les bulles soumises à ses expériences avaient encore une épaisseur supérieure à $2R$ au moment où elles éclataient. Or, la plus mince d'entre elles présentait en lumière réfléchie, à ce moment, la couleur jaune clair du premier ordre des anneaux de Newton. Connaissant l'indice 1,377 de l'eau de savon employée, Plateau déduisit l'épaisseur $114 \mu\mu$ (millionièmes de millimètre) et admit donc que l'on doit avoir

$$2R < 114 \mu\mu$$

$$R < 57 \mu\mu.$$

Le raisonnement de Plateau est très contestable ; mais ce qui doit être retenu, c'est le résultat numérique : jusqu'à $114 \mu\mu$ la tension superficielle reste constante. Ce nombre peut être considéré comme une limite supérieure de la somme des épaisseurs des deux couches de passage qui terminent la bulle à l'intérieur et à l'extérieur.

§ 2. — Expériences de Reinold et Rucker.

Ces deux physiciens ont, eux aussi, étudié des lames formées avec l'eau de savon. Leurs nombreuses et minutieuses expériences ont été décrites dans une série d'admirables mémoires publiés de 1877 à 1893².

Le problème qu'ils ont eu en vue dès le début de leurs recherches a été d'obtenir un ordre de grandeur du rayon d'activité moléculaire. Ils n'ont pas réussi à trancher cette question d'une manière

entièrement satisfaisante, du moins sans faire intervenir des conceptions théoriques peut-être contestables ; mais leurs expériences mettent en évidence d'une façon certaine l'existence des couches de passage, en même temps qu'elles déterminent une limite supérieure et une limite inférieure de l'épaisseur de ces couches.

Les lames liquides étudiées étaient cylindriques et placées verticalement ; elles étaient formées, entre deux anneaux de platine d'égal rayon, à l'intérieur d'une enceinte où la température et l'état hygrométrique étaient maintenus rigoureusement constants. Une lame ainsi disposée s'amincissait graduellement par suite de l'écoulement lent du liquide ; l'épaisseur à chaque instant était à peu près constante sur chaque section horizontale, mais variait d'un point à l'autre dans le sens vertical. En examinant une lame nouvellement soufflée, on voyait au bout de quelque temps se former à la partie supérieure un anneau noir, dû à un grand amincissement de la lame en cet endroit et s'expliquant comme la plage centrale noire des anneaux de Newton. Cet anneau pouvait persister longtemps, grâce aux précautions prises pour éviter toute évaporation ; sa largeur, comptée verticalement, croissait lentement avec le temps. Les autres parties de la lame, quand l'écoulement lent du liquide les avait amincies suffisamment, présentaient des colorations diverses, disposées en couronnes circulaires, qui semblaient descendre lentement le long de la lame par suite de l'amincissement graduel. A chaque instant, on pouvait déterminer l'épaisseur de la lame aux différentes hauteurs, grâce à ces colorations, en se servant de la table des couleurs d'interférences des anneaux de Newton ; l'indice de réfraction du liquide dont la lame était formée avait été préalablement déterminé dans ce but. Cette méthode ne pouvait évidemment pas s'appliquer à la partie noire ; pour cette partie, l'épaisseur fut déterminée par une autre méthode optique et contrôlée par une méthode électrique qui donna généralement des résultats concordants. Je ne décrirai aucune de ces deux méthodes ; les développements qui seraient nécessaires sortiraient des bornes de cet article ; je me contente de renvoyer aux mémoires originaux³.

Ces préliminaires posés, je résume les principaux résultats obtenus par les deux physiciens anglais ; je citerai quelquefois textuellement.

L'épaisseur de la partie noire est absolument uniforme sur une même lame et demeure constante jusqu'au moment de la rupture.

« Cette épaisseur, quand on compare entre elles les différentes lames, varie seulement dans d'étroite

¹ PLATEAU : *Statique des liquides soumis aux seules forces moléculaires*, t. I, p. 204-211.

² A.-W. REINOLD et A.-W. RUCKER : *Proc. Roy. Soc. of Lond.*, 1877 ; *Philos. Trans. Roy. Soc. of London*, part II, 1881 ; *Philos. Trans. Roy. Soc. of London*, part II, 1883 ; *Philos. Magaz.*, vol. XIX, 1885 ; *Philos. Trans. R. S. Lond.*, part II, 1886 ; *Wied. Ann.*, t. XLIV, 1891 ; *Philos. Trans. R. S. Lond.*, t. CLXXXIV, 1893.

³ *Loc. cit.*

tes limites : de $7 \mu\mu$ à $14 \mu\mu$. » Elle est généralement voisine de $12 \mu\mu$.

Alors que dans les parties colorées de la lame on passe d'une couleur à l'autre par degrés insensibles, « la partie noire, au contraire, est toujours séparée du reste par un bord net, quand la bulle, en équilibre, n'est soumise à aucune force extérieure ». (On verra plus loin ce que les auteurs entendent par cette expression, force extérieure.) Si l'on examine avec soin les parties colorées contiguës à la partie noire, on constate qu'entre le noir et la première couleur visible qui le borde immédiatement, plusieurs couleurs indiquées dans le tableau d'interférences de Newton (en particulier toutes les nuances de gris) font défaut. Cette région de la lame présente donc une discontinuité d'épaisseur, et c'est ce qui fait paraître si net le bord du noir.

L'expérience suivante confirme l'existence de cette discontinuité : « Si un courant électrique d'une intensité suffisante traverse une lame dont une plage est noire, la limite du noir devient mal définie » ; le bord net s'efface, les couleurs qui manquaient apparaissent, « et il y a transition graduelle depuis l'épaisseur de la partie colorée jusqu'à celle de la partie noire de la bulle ».

« Si l'on interrompt le courant, le gris qui formait la transition entre le noir et la partie colorée disparaît, la discontinuité est rétablie » ; ce changement met d'ailleurs une certaine lenteur à se produire, « il prend environ 10 ou 15 secondes ».

C'est l'action du courant électrique que Reinold et Rucker entendaient par l'expression « forces extérieures ». On voit qu'au bord de la partie noire la lame présente certainement une brusque variation d'épaisseur lorsqu'elle est soumise aux seules forces moléculaires.

La stabilité de cette région noire, qui peut persister plusieurs heures, indique que la tension superficielle pour cette faible épaisseur est la même que pour les parties plus épaisses du reste de la lame. D'ailleurs, des expériences directes nombreuses ont confirmé cette manière de voir, et cependant ces expériences étaient assez précises pour mettre en évidence nettement une différence de $\frac{1}{200}$, si elle avait existé.

La discontinuité d'épaisseur qui se produit au bord du noir s'explique facilement en supposant que, pour les épaisseurs correspondant aux couleurs qui manquent, la tension superficielle n'est pas la même que pour les parties plus épaisses. L'hypothèse la plus simple est celle qu'exprime la figure 1 : la tension superficielle serait constante pour toute épaisseur supérieure à une certaine valeur critique a , diminuerait ensuite quand l'épais-

seur deviendrait moindre que a , passerait par un minimum, augmenterait de nouveau, reprendrait sa valeur primitive pour une certaine épaisseur b ; après quoi, elle passerait sans doute par un maxi-

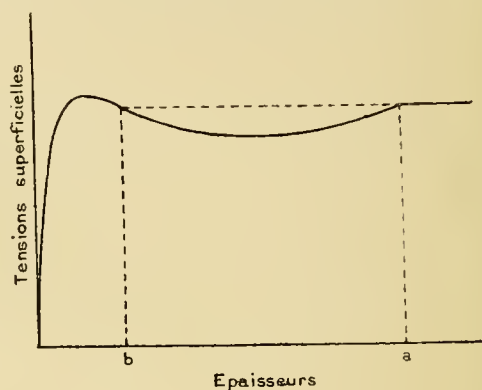


Fig. 1.

mum pour diminuer ensuite jusqu'à zéro. L'épaisseur b serait celle de la partie noire.

Une autre courbe (fig. 2) rendrait compte aussi de la discontinuité d'épaisseur, mais ne permet-

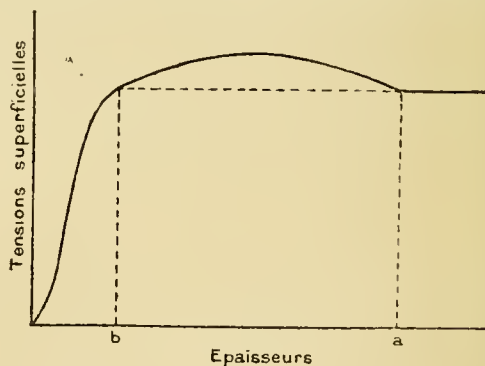


Fig. 2.

trait pas d'expliquer facilement la formation ni surtout la stabilité de la partie noire.

Quoi qu'il en soit, il est sûr qu'à partir d'une certaine épaisseur critique a , et pour des épaisseurs décroissantes, la tension superficielle, jusque-là constante, commence à varier : a est la somme des épaisseurs de passage. Il est difficile de la mesurer exactement, à cause de la très rapide variation d'épaisseur de la lame au voisinage du noir. Reinold et Rucker en ont fixé seulement deux limites, entre lesquelles elle est certainement comprise : $45 \mu\mu$ et $96 \mu\mu$.

§ 3. — Expériences de Fischer¹.

M. Fischer a étudié comment une goutte d'huile s'étale sur une surface de mercure propre ; l'auteur ne se proposait pas, dans ses expériences, l'étude

¹ FISCHER : *Sur l'épaisseur minima des membranes liquides*, Dissert. inaugurale, Munich, 1897.

des couches de passage; ce n'est donc qu'incidemment qu'il a touché au sujet qui nous occupe.

Une goutte d'huile déposée sur un bain de mercure s'y étale lentement, formant un disque d'épaisseur uniforme (sauf peut-être au voisinage de sa circonférence), qui, au bout de quelque temps, atteint un diamètre maximum et reste ensuite longtemps stationnaire. Diverses raisons conduisent M. Fischer à penser qu'entre le bord du disque visible et les parois du vase, la surface du mercure est recouverte d'une couche d'huile, très mince, invisible; en particulier, on remarque que, généralement, ce sont les disques les moins épais dont le diamètre atteint les plus grandes valeurs. L'équilibre qui existe prouve que la tension de cette couche très mince et celle du disque épais sont égales. En outre, le disque est limité par un bord très net indiquant à cet endroit une discontinuité d'épaisseur. M. Fischer assimile la couche mince invisible à la partie noire des lames de Reinold et Rucker et le disque visible aux parties colorées épaisses. La discontinuité d'épaisseur s'expliquerait alors de la même façon et mettrait en évidence l'existence de couches de passage. Malheureusement, M. Fischer n'a pas mesuré l'épaisseur de la couche épaisse à l'endroit de la discontinuité; il annonce sur ce point des expériences ultérieures, qui n'ont pas encore été publiées. Néanmoins, l'existence du bord net est certaine et, après celles de Reinold et Rucker, les expériences de M. Fischer étaient intéressantes à mentionner.

Le cas où s'est placé M. Fischer est d'ailleurs moins simple que celui qu'ont étudié les deux physiciens anglais: la viscosité de l'huile, la rapidité de formation des disques, la grandeur du vase qui contient le mercure interviennent évidemment dans les phénomènes, et il faudra en tenir compte dans l'interprétation des résultats.

Avant M. Fischer, divers physiciens avaient fait d'intéressantes expériences sur l'extension de l'huile, non plus sur le mercure, mais sur l'eau. Nous n'y insisterons pas, ces expériences n'ayant pas été faites en vue de mettre en évidence les couches de passage. Celles de Lord Rayleigh, cependant, peuvent nous fournir une indication. Ce physicien a montré¹ que l'on peut former sur la surface de l'eau de minces pellicules huileuses dont l'épaisseur ne dépasse pas 1 μ ,6 et qui suffisent pour arrêter complètement les mouvements de petites parcelles de camphre; ces pellicules huileuses ont une épaisseur certainement inférieure à la somme des épaisseurs de passage, car la tension de la surface d'eau huileuse ainsi constituée est

inférieure à la somme des tensions des surfaces eau-huile et huile-air. Lord Rayleigh mesurait la tension de la surface huileuse par l'ascension, entre deux plaques de verre parallèles et très rapprochées, d'eau surmontée d'une pareille couche superficielle. On pourrait tirer de là une méthode pour déterminer l'épaisseur de l'ensemble des deux couches de passage de l'huile (au contact de l'air et de l'eau); il suffirait de mesurer à partir de quelle épaisseur d'huile la hauteur soulevée et, par suite, la tension superficielle, deviennent constantes.

II. — SOLIDES.

§ 1. — Expériences de Quincke.

Quincke était jusqu'ici le seul qui, à ma connaissance, eût fait des expériences sur les solides¹. C'est la détermination du rayon d'activité moléculaire qu'il avait en vue. Le principe de sa méthode est le suivant: « On prend », dit-il, « une plaque de verre propre et homogène; on la recouvre d'une couche d'une autre substance, couche en forme de coin, dont l'épaisseur au tranchant est extrêmement faible et croît à partir de là uniformément. On plonge alors la plaque dans un liquide non susceptible de la mouiller; l'angle de raccordement du liquide et de la paroi dépend à la fois de la paroi et du liquide; la hauteur soulevée² ne commence à devenir constante que lorsque l'épaisseur de la couche cunéiforme devient supérieure au rayon d'activité moléculaire. » Quincke a opéré sur l'argent, en prenant comme liquide l'eau, et sur l'iode d'argent, le sulfure d'argent et le collodion³, en prenant comme liquide le mercure. Les meilleures mesures sont celles qu'il a faites sur les couches d'argent; l'épaisseur à partir de laquelle la hauteur du liquide soulevé devient constante a été trouvée voisine de 54 μ . Pour les trois autres corps, les nombres obtenus sont compris entre 48 et 80 μ .

Quincke admet, comme valeur moyenne de ces différentes mesures, le nombre 50 μ . Selon lui, ce nombre représente le rayon d'activité moléculaire qu'il suppose le même pour tous les corps. Dans le cas de l'argent, par exemple, Quincke interprète ses expériences ainsi: la hauteur soulevée varie tant que l'action du verre sur l'eau se fait sentir au travers de l'argent, mais devient constante dès que

¹ QUINCKE: *Pogg. Ann.*, t. CXXXVII, 1869.

² Quincke entend par liquide qui ne mouille pas, tout liquide tel que l'angle de raccordement soit différent de 0. Si cet angle est aigu, comme c'est le cas de l'argent au contact de l'eau, le liquide s'élève le long de la paroi; il y aurait dépression, au contraire, si l'angle de raccordement était obtus.

³ Pour ces trois derniers corps, Quincke ne s'est occupé que de la variation de l'angle de raccordement.

¹ On trouvera la reproduction de son mémoire dans les *Conférences et Allocutions* de Lord Kelvin, traduction française, p. 48.

la couche d'argent atteint une épaisseur égale au rayon d'activité moléculaire.

Il est facile de voir qu'une pareille interprétation n'est pas nécessaire. *A priori*, on ne peut dire qu'une chose : c'est que la hauteur soulevée deviendra constante dès que la somme des actions qu'exercent le verre et l'argent sur l'eau sera elle-même constante. Cette condition se prête à bien des hypothèses. On pourrait imaginer, par exemple, que le rayon d'activité est bien moindre que 50μ et que le verre cesse d'agir directement sur l'eau bien avant que la hauteur soulevée soit devenue constante; on admettrait alors que la surface de l'argent en contact avec l'eau a une constitution variable avec l'épaisseur, tant que celle-ci est inférieure à 50μ , mais qui devient constante au delà de cette limite. Ce nombre 50μ représenterait alors la somme des épaisseurs de passage¹. Bref, les expériences de Quincke, réduites à elles seules, ont une signification incertaine; on ne doit les considérer que comme indiquant un ordre de grandeur des quantités dont il est question dans cet article.

Ce n'est d'ailleurs pas la seule critique que l'on puisse faire au travail de Quincke. On peut se demander si les couches d'argent qu'il emploie et sur la préparation desquelles il ne donne que très peu de renseignements, sont bien comparables entre elles à toutes les épaisseurs; si, par exemple, la variation de la hauteur d'eau soulevée ne serait pas due à des traces d'impuretés aux petites épaisseurs ou à une altération de l'argent. J'ai examiné cette question à propos des couches d'argent que j'ai étudiées. Je suis arrivé à cette conclusion que, selon toute probabilité, Quincke a bien opéré sur de l'argent pur. En rapportant mes propres recherches, je montrerai que, parmi les diverses interprétations possibles des expériences de Quincke, les résultats que j'ai obtenus permettent d'en choisir une devenue plus vraisemblable que les autres et qu'ainsi les ingénieuses expériences du physicien hollandais confirment les résultats qu'on peut obtenir par d'autres voies.

Je bornerai là cet exposé historique. Les expériences que j'ai décrites ne sont pas les seules qu'on ait tentées dans le même ordre d'idées; mais j'ai laissé systématiquement de côté celles qui s'appuyaient sur des hypothèses plus ou moins contestables et ne tiraient pas leurs conclusions des résultats immédiats des mesures.

§ 2. — Recherches sur la conductibilité électrique des couches minces d'argent. — Application à la détermination des épaisseurs de passage.

L'étude de la conductibilité électrique de lames

¹ C'est l'interprétation que donne M. Bouasse, *Ann. Ch. et Phys.* (6), t. XXVIII, 1893, p. 172.

minces d'argent dans des limites d'épaisseurs suffisamment étendues, m'a permis de mettre en évidence d'une manière certaine l'existence des couches de passage, de mesurer leur épaisseur et de déterminer quelques-unes de leurs propriétés. Les principaux résultats de cette étude ont été communiqués à l'Académie des Sciences dans la séance du 14 mars 1898¹.

Parmi les divers métaux que l'on peut préparer en couches minces se prêtant bien à une pareille étude, l'argent est le seul qui fournisse des résultats suffisamment certains et précis, surtout en ce qui concerne les mesures d'épaisseur. Je ne veux pas dire que les résultats obtenus ne soient vrais que dans le cas de l'argent; on est conduit, au contraire, à les considérer comme généraux. Mais pour les établir une bonne fois avec certitude, il fallait s'attacher à étudier aussi complètement que possible un cas particulier.

Les couches étaient déposées sur verre. Sur chacune d'elles, j'ai déterminé la conductibilité superficielle $\frac{1}{\rho}$, et j'ai cherché comment cette quantité varie avec l'épaisseur.

J'entends par conductibilité superficielle la conductibilité d'un carré découpé sur la couche d'argent et orienté de telle façon que les lignes du courant soient parallèles à l'un des côtés; il est facile de voir que la conductibilité d'un tel carré est indépendante de sa grandeur, la conductibilité d'un rectangle dépendant uniquement du rapport des côtés. On déduit alors la valeur de $\frac{1}{\rho}$ de la mesure effectuée sur une bande rectangulaire dont on évalue la base et la hauteur². On peut choisir le rectangle aussi petit que l'on veut et ainsi déterminer la conductibilité superficielle au voisinage d'un *point* de la couche arbitrairement choisi; pour chaque couche, j'ai effectué cette détermination en deux régions distinctes; comme contrôle, les deux valeurs de ρ devaient être identiques.

L'épaisseur ε de chaque lame était déterminée par la méthode de Wiener³ un peu modifiée et contrôlée aux faibles épaisseurs par une méthode rapide, dont le principe a été indiqué par Fizeau⁴. Ces deux méthodes reposent, on le sait, sur la transformation de l'argent en iodure; c'est l'épaisseur de l'iodure qu'on mesure et l'on en déduit

¹ Par suite d'erreurs typographiques, les notations que j'avais employées ont été altérées dans le numéro des *Comptes Rendus* relatif à cette séance. Un erratum inséré dans le numéro suivant indique les rectifications nécessaires.

² J'ai employé une méthode différentielle éliminant les corrections qu'aurait rendues nécessaires l'épanouissement des lignes de courant aux bouts de la bande rectangulaire.

³ WIENER: *Wied. Ann.*, Bd XXXI, 1887, p. 630 et suivantes.

⁴ FIZEAU: *C. R.*, t. CII, p. 274, 1861.

celle de l'argent par une formule connue. On suppose essentiellement que l'iodure se comporte, au point de vue de la réflexion de la lumière et au voisinage de l'incidence normale, comme un corps transparent ordinaire. Des expériences très minutieuses de Wernicke ont démontré sans conteste qu'il en est bien ainsi.

Je ne puis évidemment songer à donner ici le détail des manipulations ou des mesures qu'ont nécessitées ces recherches; l'exposé en paraîtra prochainement ailleurs avec tous les développements désirables. Pour le moment, je me borne à indiquer les résultats généraux auxquels je suis parvenu.

Les épaisseurs des couches d'argent étudiées ont varié depuis 0 jusqu'à 170 $\mu\mu$. La loi de variation de la conductibilité en fonction de l'épaisseur est très simple et s'aperçoit immédiatement sur la

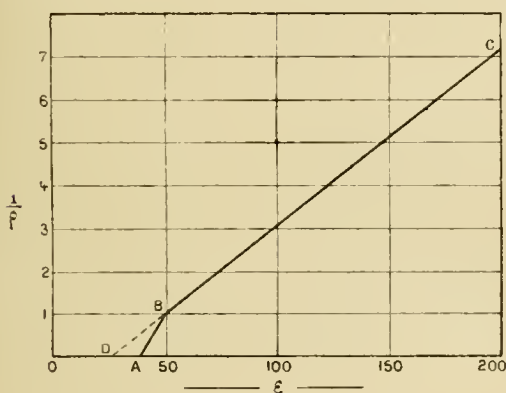


Fig. 3.

courbe représentative (fig. 3) obtenue en portant en abscisses les valeurs de l'épaisseur ϵ (exprimées en $\mu\mu$) et en ordonnées les valeurs de la conductibilité $\frac{1}{\rho}$ (les quantités ρ étant exprimées en ohms); les écarts entre les valeurs mesurées de $\frac{1}{\rho}$ et celles qu'on calculerait d'après cette courbe sont de l'ordre des erreurs d'expériences ($\frac{1}{20}$ environ, et souvent moindres).

Cette courbe se confond avec une droite BC à partir de l'épaisseur $\epsilon = 30 \mu\mu$ environ et pour toutes les épaisseurs plus grandes. Cette droite, prolongée, coupe l'axe des abscisses au point $\epsilon = 26 \mu\mu$ environ et passe ensuite au-dessous de l'origine. Pour les épaisseurs moindres que $30 \mu\mu$, la courbe s'abaisse nettement au-dessous de la droite précédente. Cette deuxième portion BA de la courbe rejoint l'axe des abscisses au voisinage du point $\epsilon = 36 \mu\mu$; au-dessous de $36 \mu\mu$, les couches ne sont plus conductrices; toute la portion de l'axe des abscisses qui s'étend depuis ce point jusqu'à

l'origine, appartient donc aussi à la courbe représentative¹. La forme rectiligne de la partie AB est douteuse à cause de son court trajet; mais ce qui est certain et ce qui est capital pour l'interprétation de l'ensemble des résultats — interprétation que j'indiquerai plus loin — c'est que la partie BC est rectiligne et que la partie BA est très nettement au-dessous du prolongement BD de BC.

L'équation de BC, déduite de la moyenne des nombres obtenus, est, à la température de 15° :

$$(1) \quad \frac{1}{\rho} = \frac{\epsilon - 26}{24,2}$$

Voyons ce qu'indiquent les résultats qui précèdent.

Si la conductibilité spécifique des couches était la même à toutes les épaisseurs, la courbe représentative obtenue en prenant pour coordonnées ϵ et $\frac{1}{\rho}$ serait une droite passant par l'origine. On devrait avoir, en effet :

$$\frac{1}{\rho\epsilon} = C_1 \text{e} \quad \text{d'où} \quad \frac{1}{\rho} = C_2\epsilon$$

Dans le cas de mes expériences, les points figuratifs ne se placent sur une droite que pour les épaisseurs supérieures à $50 \mu\mu$, et le prolongement de cette droite passe bien au-dessous de l'origine. Cela indique qu'au-dessous de $50 \mu\mu$, toute couche d'argent se compose d'une couche homogène de conductibilité spécifique constante, comprise entre deux couches superficielles de conductibilité moindre et d'épaisseur invariable. Ces deux couches de passage sont l'une au contact du verre, l'autre au contact de l'air; la somme de leurs épaisseurs est précisément $50 \mu\mu$.

Un calcul simple justifie ces conclusions. Représentons (fig. 4) une couche d'argent avec ses deux couches de passage. Désignons par ϵ et C , ϵ_1 et C_1 ,

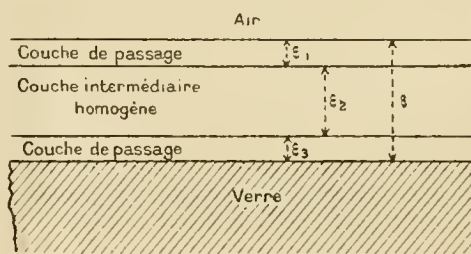


Fig. 4.

ϵ_3 et C_3 l'épaisseur en $\mu\mu$ et la conductibilité superficielle respectivement : de la couche tout entière,

¹ Il n'est pas impossible, en prenant des précautions spéciales, de préparer des couches encore conductrices au-dessous de $36 \mu\mu$; mais leur conductibilité est très faible et la partie correspondante de la courbe longe de près l'axe des abscisses.

de la première couche de passage (au contact de l'air) et de la deuxième (au contact du verre). Soient en outre : ε_2 , l'épaisseur de la couche intermédiaire homogène et c la conductibilité d'un parallépipède ayant 1 millimètre carré de base et 1 $\mu\mu$ de hauteur découpé dans cette couche (les lignes de courant étant parallèles à l'une des arêtes de base). On a évidemment :

$$\begin{aligned} \varepsilon &= \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3. \\ C &= C_1 + C_2 + c\varepsilon_2 = C_1 + C_3 + c(\varepsilon - \varepsilon_1 - \varepsilon_3). \end{aligned}$$

ou bien :

$$C = -A + c\varepsilon,$$

en posant :

$$A = c(\varepsilon_1 + \varepsilon_3) - (C_1 + C_3).$$

C n'est autre que la quantité désignée jusqu'ici par $\frac{1}{\rho}$: on peut donc écrire :

$$(2) \quad \frac{1}{\rho} = -A + c\varepsilon.$$

Tant que ε_2 n'est pas nul, c'est-à-dire tant qu'existe la couche homogène de conductibilité spécifique constante, comprise entre les deux couches superficielles, les quantités c , ε_1 , ε_3 , C_1 , C_3 sont constantes; A l'est donc aussi, et l'équation (2), où l'on prend $\frac{1}{\rho}$ et ε comme coordonnées, représente une droite. Cette droite coupe l'axe des abscisses au point $\varepsilon = \frac{A}{c}$; son prolongement passe donc au-dessous de l'origine si A est positif, c'est-à-dire si l'on a : $c(\varepsilon_1 + \varepsilon_3) > C_1 + C_3$, c'est-à-dire enfin si la conductibilité effective des couches de passage est moindre que si, sans changer d'épaisseur, elles étaient constituées comme la couche intermédiaire homogène.

Quand la couche intermédiaire n'existe plus, c'est-à-dire quand ε devient égal, puis inférieur à la valeur jusque-là constante de $\varepsilon_1 + \varepsilon_3$, l'équation (2) n'a plus de sens; la couche est alors hétérogène dans toute son épaisseur, et rien ne reste constant quand on passe d'une couche à une autre plus mince; si l'on se reporte à la courbe de la figure 3, les points figuratifs doivent alors se séparer de la droite et se placer au-dessous. L'épaisseur pour laquelle la discontinuité se produit est la somme $\varepsilon_1 + \varepsilon_3$ des épaisseurs de passage : dans nos expériences, elle est d'environ 50 $\mu\mu$.

Voilà donc nos conclusions justifiées, et nous pouvons dire en résumé :

1° *Toute couche d'argent dont l'épaisseur dépasse 50 $\mu\mu$ est composée d'une couche homogène, de conductibilité spécifique constante, comprise entre deux couches de conductibilité moindre, mais fixe, dont l'épaisseur est invariable;*

2° *La somme des épaisseurs de ces deux couches de passage est d'environ 50 $\mu\mu$.*

La comparaison des équations (1) et (2) nous fournit en outre :

1° La somme des conductibilités superficielles des deux couches de passage à 15° : $C_1 + C_3 = 1$;

2° La conductibilité spécifique c de la couche intermédiaire homogène : $c = \frac{1}{24,2}$.

Une double question se pose ici. En premier lieu, on peut se demander si ces couches superficielles sont bien constituées par de l'argent pur, si leur existence tient à une propriété spécifique de ce corps ou bien à une impureté altérant d'une façon constante les surfaces de toutes les couches. On peut, en outre, se demander si les couches sont bien continues ou bien plus ou moins trouées et composées de grains.

Je discute ces deux points dans le mémoire annoncé plus haut auquel je renvoie le lecteur. Sur le premier point, je conclus que j'ai bien opéré sur de l'argent pur; l'existence d'une impureté superficielle est invraisemblable, toutes les couches se comportant de même, au point de vue de la variation de résistance quand la température varie. En outre, la comparaison des diverses méthodes employées jusqu'ici pour la mesure des épaisseurs, conduit à attribuer aux couches d'argent, et en général aux couches solides minces de sulfure et d'iodure d'argent, respectivement les mêmes densités qu'en masse. Sur le second point, je fais remarquer que les chocs et les étincelles sont sans action sur la résistance des couches d'argent; j'ajoute que l'examen le plus minutieux au microscope ne m'a rien révélé qui pût faire supposer une discontinuité quelconque.

Une dernière remarque : toutes les couches ont été soumises aux expériences huit jours exactement après leur préparation. Une couche récemment préparée, comme l'avaient déjà signalé MM. Quincke et Meslin, subit une transformation moléculaire qui, au bout de huit jours, est terminée ou assez ralentie pour que les mesures donnent des résultats comparables.

Les résultats fournis par l'étude de la conductibilité des couches d'argent permettent d'interpréter simplement les expériences de Quincke. La hauteur d'eau soulevée le long d'une paroi de verre argentée

¹ La résistance spécifique de cette couche est donc 24 ohms. C'est la résistance spécifique qu'aurait une plaque d'argent assez épaisse pour qu'on puisse négliger l'influence des couches superficielles. Or, d'après les nombres de Matthiessen, on devrait trouver 16 ohms 6 environ à 15°; cet écart n'a rien de surprenant si l'on réfléchit au mode de préparation de nos couches d'argent, qui n'ont subi aucune des opérations mécaniques auxquelles l'argent de Matthiessen a été certainement soumis.

devient constante quand l'épaisseur de la couche atteint et dépasse une valeur voisine de $50 \mu\mu$. Ainsi, l'action exercée sur l'eau devient constante dès que les deux couches de passage sont complètement constituées, quelle que soit l'épaisseur de la couche intermédiaire homogène. Celle-ci n'intervient donc pas dans les phénomènes, et tout ce qui est derrière elle non plus; la couche de passage antérieure est seule active. On pourrait être tenté d'en conclure que son épaisseur est égale au rayon d'activité moléculaire; mais cette interprétation n'est pas nécessaire, comme il est aisé de s'en convaincre. Le rayon d'activité n'est certainement pas plus grand que l'épaisseur de la première couche de passage, mais il peut n'en être qu'une fraction, la moitié, par exemple; dans ce cas, la moitié de la première couche de passage aurait seule une action directe sur l'eau, mais cette action ne deviendrait constante évidemment que lorsque la constitution de cette demi-couche serait elle-même devenue constante, c'est-à-dire quand, les deux couches de passage étant entièrement constituées, la couche intermédiaire homogène commencerait d'apparaître.

Nous voyons, d'après les remarques précédentes, pourquoi l'interprétation de Quinke doit être rejetée. Ce physicien raisonne implicitement comme si, en chaque point, la couche d'argent était homogène dans toute sa profondeur et si sa constitution était indépendante de l'épaisseur, hypothèse manifestement contredite par les résultats des expériences de conductibilité.

Interprétés comme je viens de le faire, les résultats de Quinke fournissent une confirmation précieuse des miens; l'identité des nombres obtenus pour la somme des épaisseurs de passage d'une même couche d'argent par deux méthodes qui n'ont rien de commun, permet d'attribuer à ces couches superficielles une *existence objective*.

Il va sans dire que l'on peut étendre l'interprétation précédente aux expériences faites par Quinke sur des corps autres que l'argent: le sulfure d'argent, l'iode d'argent et le collodion.

III. — CONCLUSION.

Rapprochons les uns des autres les résultats obtenus pour l'épaisseur des couches de passage par les divers expérimentateurs.

Cinq corps ont été étudiés: l'eau de savon, l'argent, l'iode d'argent, le sulfure d'argent et le collodion.

Appelons A la somme des épaisseurs de passage; on a:

Pour l'eau de savon	$45 \mu\mu < A < 96 \mu\mu$.
Pour Ag, AgI, Ag ² S	$A = 50 \mu\mu$ environ.
Pour le collodion (pas de mesure exacte, mais une limite supérieure).	$A < 80 \mu\mu$.

Ainsi, toutes les mesures précises donnent un nombre voisin de $50 \mu\mu$, et les limites fournies par les mesures approchées comprennent ce nombre.

Voilà donc des corps très différents (l'un liquide, les autres solides), étudiés par des méthodes très diverses (méthode de Reinold et Rucker, méthode de Quinke, méthode des conductibilités électriques), dans des circonstances qui ne se ressemblent pas (le liquide, soufflé en bulle dont les deux faces sont baignées par l'air; les solides, préparés en couches minces sur verre): les résultats qu'ils fournissent conduisent au même nombre pour la somme des épaisseurs de passage. Cette concordance est importante. Elle permet d'abord d'attribuer une existence objective aux couches de passage que définissent les méthodes dont il a été question; elle fait prévoir, en outre, que la somme des épaisseurs de passage est la même pour toutes les substances. Si cette conclusion est admise, il est naturel de penser que, sur une même lamelle, l'épaisseur de chaque couche de passage est la moitié de la somme des deux (seule atteinte directement par l'expérience) et vaut par conséquent $25 \mu\mu$. Ce ne sont là, d'ailleurs, que des hypothèses, soutenables sans doute, mais qui sont loin d'être rigoureusement prouvées; les expériences sur lesquelles elles sont fondées sont encore trop peu nombreuses pour qu'on puisse énoncer en général plus que de simples probabilités; pour le moment, les résultats individuels seuls sont bien acquis.

1° *Remarques sur les méthodes optiques.* — Nous avons écarté les méthodes optiques pour la détermination des épaisseurs de passage, parce que les résultats qu'elles fournissent ne sont pas d'une interprétation simple ni satisfaisante. Les nombres obtenus dépendent du phénomène choisi et de l'incidence. Si l'on cherche, par exemple, à partir de quelle épaisseur devient constante la variation absolue de phase éprouvée par la lumière que réfléchit normalement une couche d'argent, on trouve que cette épaisseur est $12 \mu\mu$ (Wiener). Si l'on opère, au contraire, au voisinage de l'incidence 70° , le phénomène est tout autre; la différence de phase entre les deux composantes principales n'est pas encore indépendante de l'épaisseur à $230 \mu\mu$ (M. Mascart).

Mais il y a plus. Certains des phénomènes optiques, notamment ceux de réflexion, auxquels on peut s'adresser pour l'étude des couches de passage, peuvent être profondément modifiés sous l'influence de causes mal connues pour la plupart. Aussi, dans une première étude où l'on cherche à définir objectivement les couches de passage, les phénomènes optiques trop complexes doivent être rejetés.

2° *Remarques sur les propriétés des couches de passage.* — Les expériences que nous avons décrites mettent surtout en évidence l'existence de ces couches et fournissent une mesure de leur épaisseur. Mais, sur leurs propriétés et sur la manière dont ces propriétés varient avec la profondeur, on sait peu de chose. On sait quelque chose, cependant. Les expériences de Reinold et Rucker nous indiquent, pour l'eau de savon, l'allure de la variation de la tension superficielle au-dessous de $50 \mu\mu$; l'étude de la conductibilité électrique nous apprend, pour l'argent, quelle est la conductibilité de l'ensemble des deux couches de passage.

Il est vraisemblable que la densité et l'indice de réfraction des couches de passage varient avec la profondeur avant d'atteindre les valeurs définitives que l'on mesure dans les corps pris en masse. Cependant, la discussion des diverses méthodes que l'on peut employer pour mesurer les épaisseurs montre que les variations maxima de l'indice et de la densité ne dépassent vraisemblablement pas $\frac{1}{20}$ de leurs valeurs totales. Ces quantités varient donc très peu avec la profondeur, ou bien, s'il y a une épaisseur de variation plus rapide, elle n'intéresse qu'une très petite portion de chaque couche de passage.

Les couches de passage qui terminent un corps apparaissent ainsi comme ayant une constitution très peu différente de celle de l'intérieur, et il n'y a qu'un petit nombre de propriétés dont la variation puisse être estimée avec une sensibilité suffisante pour qu'on puisse mettre ces couches en évidence.

Cela est surtout vrai pour les liquides. La diminution de tension superficielle qui, dans les expériences de Reinold et Rucker, accuse l'existence de ces couches, est extrêmement faible. Ce qui le prouve, c'est l'expérience faite par les deux physiciens anglais pour bien montrer l'existence de la discontinuité au bord du noir. J'ai décrit plus haut cette expérience: par l'action du courant électrique, on compense la diminution de tension superficielle et l'on fait apparaître les couleurs qui manquaient; mais si l'on vient à supprimer le courant, les épaisseurs correspondant à une tension superficielle plus faible disparaissent de nouveau; aux endroits

où elles étaient visibles, la lame s'amincit et redevient noire sous l'effort de la tension plus grande des parties voisines. La différence de tension est ainsi bien démontrée, mais on constate en même temps combien cette différence doit être faible, car l'amincissement dure environ 10 ou 15 secondes. On pourrait, il est vrai, invoquer l'effet de la viscosité superficielle particulière aux lames liquides minces et signalée par Plateau; mais ce n'est pas une raison valable, car on sait quelles faibles variations de tension suffisent pour produire dans une lame des mouvements très rapides; qu'on approche le doigt d'un point d'une bulle assez amincie: la diminution de tension que produit la chaleur qu'il communique donne lieu à des mouvements très vifs sur la bulle.

Dans le cas des solides, celui de l'argent, par exemple, la différence semble plus grande entre les couches superficielles et l'intérieur: les variations de conductibilité électrique sont très notables. Mais, comme pour les liquides, les variations de densité et d'indice sont insensibles, au degré de précision des mesures faites jusqu'ici.

3° *Remarques sur la grandeur du rayon d'activité moléculaire.* — Les résultats actuellement connus sur les couches de passage nous apprennent très peu de chose sur le rayon d'activité. Si chaque couche mince est limitée par deux couches de passage d'égale épaisseur, $25 \mu\mu$, il semble bien que ce nombre représente une limite supérieure du rayon d'activité. Mais c'est tout ce qu'on en peut dire; le rayon d'activité peut être beaucoup moindre que cette limite, comme je l'ai indiqué à propos des expériences de Quincke. Pour préciser ce point, à défaut d'expériences directes qui ne semblent pas possibles, il faudra imaginer des hypothèses sur la constitution de la matière et essayer de les vérifier par quelques-unes de leurs conséquences⁴.

Georges Vincent,
Agrégé-Préparateur
à l'École Normale Supérieure.

⁴ Voir à ce sujet: M. BRILLOUIN: Tensions superficielles et formes cristallines. Domaine d'action moléculaire. *Ann. Ch. et Phys.* (7), t. VI, 1893.

L'ÉTAT ACTUEL ET LES BESOINS DE L'INDUSTRIE DU CIDRE EN FRANCE

1^{re} PARTIE : CULTURE ET FABRICATION

Introduite, il y a quelque trente ans, dans l'industrie du Cidre, la Science y a pris depuis quelques années une place considérable. Qu'il s'agisse de diriger la culture en vue d'obtenir les meilleurs fruits, de déterminer le meilleur traitement des jus ou de régler la marche des opérations, l'intervention du biologiste et du chimiste est aujourd'hui très justement requise par un nombre, déjà respectable, de praticiens.

A côté des paysans qui continuent de cultiver pommiers et poiriers suivant la routine, et de fabriquer le cidre à la façon de leurs ancêtres, des agronomes, des industriels ont modifié les errements d'antan, créé des plantations et fondé des usines telles que la science moderne les exige; ils ont remporté ainsi des succès qui constituent pour tout leur voisinage le plus utile enseignement.

Aujourd'hui d'assez nombreuses brasseries de cidre existent en Bretagne et en Normandie. Parmi ces établissements, quelques-uns ont une assez grande importance; citons notamment ceux qui sont établis : dans le Calvados, à Pont-Lévêque, Mesnil-Guillaume, Saint-Jacques de Lisieux et Lisieux; dans la Seine-Inférieure, à Gournay-en-Bray et à Rouen; dans l'Orne, au Theil; dans l'Eure, à Saint-Ouen-de-Thouberville; dans la Mayenne, à Mayenne; dans la Manche, à Cherbourg; dans l'Ille-et-Vilaine, à Redon. A côté de ces brasseries, dont la production annuelle varie depuis 3 à 4.000 hectolitres jusqu'à 25 et 30.000 hectolitres, il y en a un grand nombre de moyenne importance. L'ensemble des brasseries de Cidre, grandes et petites, fabrique environ 35 à 40 % de la production totale.

Nous voudrions, dans les pages qui vont suivre, montrer, en même temps que l'importance actuelle et les conditions de l'industrie du Cidre, ce que cette industrie, là où elle est prospère et bien organisée, doit à l'intervention des méthodes scientifiques; comment, enfin, un plus fréquent recours à ces méthodes contribuerait à la développer davantage.

I. — CONDITIONS GÉNÉRALES DE LA PRODUCTION.

§ 1. — Production en France et à l'Étranger.

Le Cidre est la boisson principale des régions du nord-ouest de la France; la culture du pommier

constitue une des richesses agricoles de ces régions. Cette culture, jointe à celle de la poire à poiré, a pris sa plus grande extension en Bretagne et en Normandie; elle est répandue sur tout le nord-ouest; elle est limitée au sud par la Loire et s'étend à l'est jusqu'à l'Yonne et à une partie de la Champagne¹.

La France est un des pays où la fabrication du Cidre a pris une grande importance, et, dans son ensemble, la production de cette boisson représente un revenu moyen de 120 millions de francs.

Malheureusement, la production des pommes est

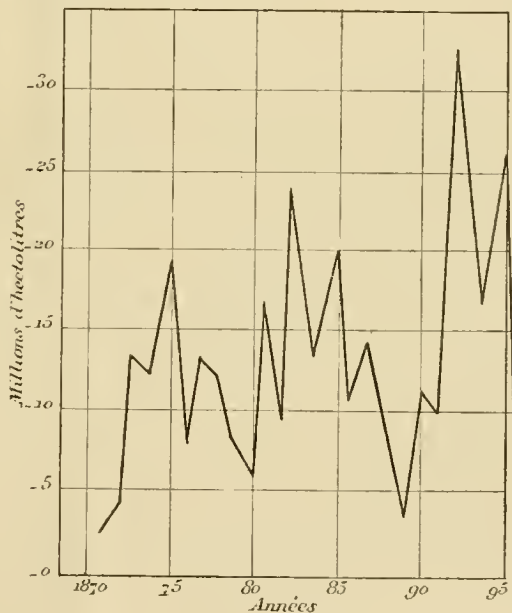


Fig. 1. — Production du Cidre en France (Cidre et Poiré).

tellement variable que ce fait constitue une des particularités de l'industrie du Cidre. Si l'on examine, en effet, les statistiques de la production française pendant une période de dix années, de 1884 à 1894 (fig. 1), on voit que la production du Cidre s'est abaissée en 1889 au dessous de 4 millions d'hectolitres, et qu'elle a atteint en 1893 plus de 31 millions d'hectolitres. Ce fait est dû uniquement à la pénurie ou à l'abondance de la récolte des pommes, car il ne s'est pas produit pendant

¹ La culture de la pomme à cidre est officiellement constatée dans 68 de nos départements, mais il n'y en a guère que 55 qui la produisent en grande quantité.

cette époque de changement appréciable dans la quantité des pommeraies exploitées.

Bien que toutes les cultures qui dépendent des conditions climatiques soient soumises à des vicissitudes diverses, qui se traduisent par des variations de rendement, il est peu de grandes cultures qui présentent des écarts aussi considérables entre les récoltes maxima et minima. Si nous envisageons, par exemple, trois autres des grandes productions agricoles de la France, le vin, le blé et le sucre, pendant la même période décennale (1884 à 1894) (Tableau I), nous constatons que les fluctuations

Seine-et-Oise.	137.899
Eure-et-Loir	118.968
Seine-et-Marne	82.363
Yonne	71.781
Maine-et-Loire	52.599
Ardennes	51.494
Pas-de-Calais	51.389

Après ces départements, viennent la Haute-Savoie, la Haute-Vienne, la Corrèze, etc., dont la production s'abaisse très rapidement.

En Allemagne, dans la région de Francfort-sur-le-Mein, on cultive les pommiers et l'on prépare des Cidres pour l'exportation. La Suisse et l'Au-

Tableau I. — Variations de quelques Productions agricoles de la France, de 1885 à 1894.

PRODUITS	MINIMA	MAXIMA	RAPPORT entre la production maxima et la production minima
Blé	77.000.000 d'hectolitres en 1891.	122.000.000 d'hectolitres en 1894.	1 1/2
Sucre	265 000 tonnes dans la campagne 1885-1886.	699.000 tonnes dans la campagne 1889-1890.	2 1/2
Vin	23.000.000 d'hectolitres en 1889.	50.000.000 d'hectolitres en 1893.	2
Cidre	3.700.000 hectolitres en 1889.	31.600.000 hectolitres en 1893.	8 1/2

de la récolte sont pour le Cidre 6 fois plus considérables que pour le blé; 3 fois 1/2 plus considérables que pour le sucre et 4 fois plus élevées que pour le vin. Il faut certainement voir dans ce fait une des causes d'infériorité de l'industrie du Cidre. Si l'on considère, par exemple, la production de 1871 à 1896, soit une période d'un quart de siècle, on constate qu'il y a eu seulement 13 récoltes supérieures à 12 millions d'hectolitres, soit une bonne récolte sur deux, en moyenne. Ce sont certainement des conditions peu favorables pour qu'une industrie fasse de sérieux progrès. Comment, en effet, améliorer, changer le matériel, créer des installations coûteuses, quand la matière première d'une industrie fait défaut une année sur deux!

Voici la moyenne de la production du Cidre dans les divers départements français (de 1880 à 1890) :

DÉPARTEMENTS	HECTOLITRES
Ile-et-Vilaine	2.200.341
Calvados	1.261.928
Manche	1.036.992
Seine-Inférieure	925.303
Orne	914.131
Côtes-du-Nord	863.567
Morbihan	762.973
Eure	749.487
Mayenne	618.746
Sarthe	421.310
Oise	337.585
Loire-Inférieure	244.862
Somme	458.239
Finistère	148.321
Aisne	144.503

triche-Illogrie produisent des pommes à pressoir et nous en ont expédié, notamment, en 1889. En Suisse, une localité a même reçu le nom de l'Inde des pommes. Les îles anglo-normandes fabriquent du Cidre; le Cidre de Jersey jouit même d'une certaine réputation, que nous jugeons exagérée.

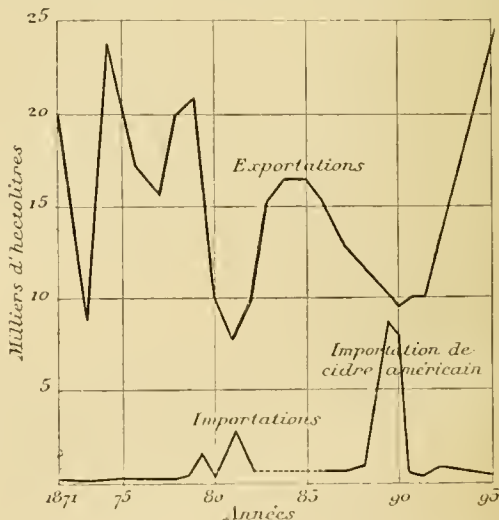


Fig. 2. — Commerce des Cidres en France (Exportation et importation).

En Espagne, dans les Asturies, on cultive le pommier, et ce pays nous expédie souvent des pommes. On y prépare aussi du Cidre; à Villaviciosa (Asturies) on vient d'installer une belle Cidrerie, montée dans le genre des Cidreries françaises.

La Belgique produit aussi du Cidre et on nous y signale une Cidrierie toute récente.

Aux États-Unis, on évalue la récolte des pommes à 250 millions de francs, le double de notre production, et celle des poiriers à 100 millions. Cette production considérable a déjà attiré l'attention de nos compatriotes : « La Normandie, disait M. Hervé-Mangon, convient autant que les États-Unis de l'Amérique du Nord à la culture des fruits à pépins. Hàtons-nous d'imiter les Américains pour qu'ils ne nous dépassent pas. »

§ 2. — Consommation et Commerce.

En France, la consommation du Cidre est surtout locale. Chez nous, cette boisson ne donne pas lieu à un grand mouvement commercial d'exportation et d'importation, ainsi qu'on peut en juger par les graphiques ci-joints (fig. 2 et 3); l'exportation est, en moyenne, de 15.000 hectolitres; elle paraît être en assez bonne voie d'accroissement depuis quelques années; mais elle est cependant bien faible, puisqu'elle n'est pas beaucoup supérieure au millième de la production. L'exportation française en Cidre moussoux se fait principalement dans les colonies françaises (Cochinchine, Tonkin, Madagascar, Nouvelle-Calédonie), et en Amérique (Rio de Janeiro, Bahia, etc.). On exporte aussi du Cidre en Angleterre, en Egypte, aux Antilles.

Quant à l'importation, elle est tout à fait insignifiante, puisqu'en général elle n'atteint pas 1.000 hectolitres. En 1889 et 1890 il y a eu une importation assez notable : ce Cidre était de provenance américaine; il était d'un goût fort agréable et se conservait bien. Mais, comme il devait cette dernière qualité à la présence de l'acide salicylique, et que l'emploi de cet antiseptique est interdit en France, cette importation américaine n'a pas longtemps duré, et dès 1891 l'importation s'est réduite au chiffre ordinaire.

Les Américains, ne pouvant plus nous expédier de Cidre, nous ont expédié depuis des pommes desséchées. L'industrie des « fruits évaporés » a pris chez eux un assez grand développement, et ils

y ont réalisé des progrès sur lesquels nous reviendrons en un prochain article.

La consommation du Cidre en France est intermédiaire entre celle du Vin et celle de la Bière. Le graphique de la figure 3 montre quelle est la consommation en France et à Paris du Vin, du Cidre, de la Bière et de l'Eau-de-vie.

Dans le graphique de la figure 4 nous avons indiqué la quantité de Cidre consommée à Paris.

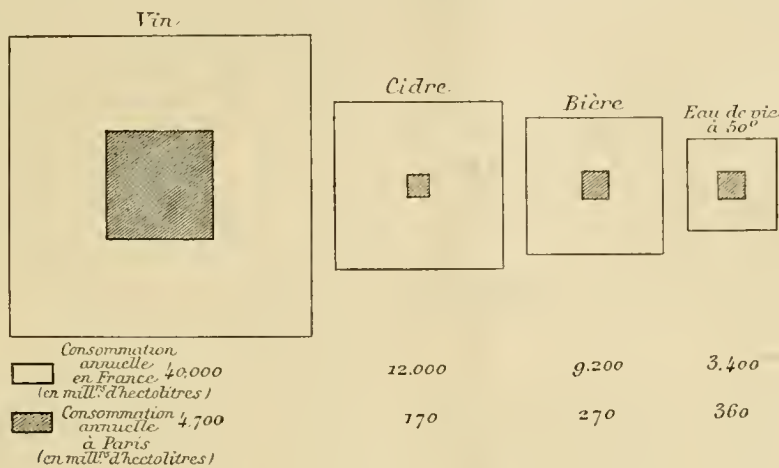


Fig. 3. — Consommation comparée des diverses boissons alcooliques en France.

§ 3. — Qualités et Prix des Cidres.

Il importe de faire une distinction parmi les diverses boissons que l'on fabrique avec la pomme. Il y a d'abord le Cidre pur ou pur jus, qui résulte de la fermentation du jus de pomme, sans addition



Fig. 4. — Consommation du Cidre à Paris.

d'aucune sorte. Il y a, ensuite, le Cidre marchand que l'on appelle Cidre, sans ajouter à ce mot de qualification spéciale, et dans la fabrication duquel entre une certaine quantité d'eau. L'emploi de cette eau se justifie par la difficulté que l'on éprouve à extraire entièrement et facilement le jus des pommes. Enfin, il y a la « boisson », des popu-

lations normandes et bretonnes, dans la fabrication de laquelle entre une quantité d'eau d'autant plus grande que la récolte est moins abondante. C'est cette boisson qui est en Normandie et en Bretagne d'un usage courant. Le Cidre pur contient de 6 à 7 % d'alcool, le Cidre dit « marchand », de 4 à 5 % et la « boisson », de 2 à 3 %.

Du Cidre véritable fait avec du jus de pommes, il convient de rapprocher le Poiré, fourni par le jus de poires, et le Cidre qu'on pourrait appeler hybride, résultant de la fermentation de ces deux sortes de jus.

Le prix du Cidre varie suivant les années, suivant sa nature et sa provenance. Voici les prix ordinaires de l'hectolitre de Cidre pris dans les pays de production :

	CIDRE PUR JUS ou cidre pur	CIDRE MARCHAND de qualité courante	QUALITÉ dite BOISSON
En bonne année . .	15 fr.	8 à 12 fr.	} 5 à 10 fr.
En mauvaise année.	22 fr.	15 à 17 fr.	
En année moyenne.	18 fr.	10 à 15 fr.	

Ainsi qu'on le voit, le Cidre est une boisson assez chère. Si l'on considère le Cidre pur et qu'on admette que sa teneur en alcool soit de 6°, on voit que le prix au degré d'alcool varie de 2 fr. 50 à 3 fr. 70 par hectolitre. C'est là un prix élevé comparativement à celui du Vin. Prenons, en effet, le Vin rouge comme terme de comparaison. Le Vin rouge ordinaire d'Algérie vaut de 1 fr. 25 à 1 fr. 60 le degré; le Vin du Midi, 1 fr. 75 à 2 francs le degré, et le Vin ordinaire du Bordelais (Palus), de 2 fr. 80 à 3 francs le degré par hectolitre.

II. — CULTURE DES FRUITS A CIDRE.

Avant d'examiner la fabrication du Cidre et celle du Poiré, il nous paraît indispensable d'étudier les matières premières de ces boissons, c'est-à-dire les pommes et les poires. Quel est l'état de cette culture en France? Quelles sont les améliorations qui y ont été apportées et dont elle est encore susceptible? Dans quelles conditions cette culture doit-elle être entreprise rationnellement? Telles sont les principales questions sur lesquelles nous devons porter notre attention.

La culture du pommier et du poirier a été l'objet de travaux importants dus à quelques pomologues et à quelques chimistes dont il est juste que nous fassions ici l'éloge, car c'est à leurs travaux que l'on doit attribuer les progrès les plus considérables qui ont été réalisés dans le choix des variétés utiles à propager.

Ce furent dans les Congrès annuels pour l'étude des fruits à Cidre, créés par la *Société centrale d'Horticulture de la Seine-Inférieure*, tenus de

1864 à 1870, et dont de Boutteville et Hauchecorne furent l'âme, que l'on a commencé à faire soigneusement et sérieusement l'étude et la sélection des variétés de fruits à Cidre. Interrompus en 1872, ces congrès furent repris en 1883 avec M. Desplanques, sous le titre d'Association Pomologique de l'Ouest (fondée à Saint-Lô), et depuis 1885 avec M. Lechartier comme président. Le congrès se réunit tous les ans.

Tout récemment, plusieurs pomologues distingués ont fait des études qui ont rendu les plus grands services et qui sont appelées à guider les cultivateurs vers la Pomiculture rationnelle. Citons, parmi eux : M. Truelle², pharmacien à Pont-l'Évêque, qui a publié de nombreuses monographies et analyses de pommes, a indiqué la manière d'associer judicieusement les fruits pour la fabrication du Cidre et a fait un sélectionnement des variétés d'arbres intéressantes à cultiver; M. Power³, qui a fait d'importants travaux sur les pommiers et le choix des variétés; enfin, M. Hérisant, directeur de l'Association Pomologique française, qui a créé à l'École des Trois-Croix, à Rennes, un verger-type où il cultive les variétés les plus nombreuses; il publie des monographies des diverses espèces, et ses études doivent également servir de base à un sélectionnement rigoureux des variétés utiles à propager en France.

§ I. — Caractères des bons fruits à Cidre.

Il n'est guère facile de donner une formule quelque peu précise qui soit la caractéristique du fruit type; les qualités qui font rechercher les fruits étant, en général, inégalement réparties, ce n'est, le plus souvent, qu'en assemblant certaines d'entre elles qu'on peut faire un Cidre parfait. On se bornait autrefois à l'examen organoleptique du fruit et l'on donnait comme règle que les fruits à Cidre doivent avoir les trois qualités suivantes : être sucrés pour donner une boisson alcoolique; avoir l'amertume nécessaire à la conservation, et enfin avoir le parfum susceptible de communiquer au Cidre un bouquet apprécié : Hauchecorne montra, en 1869, qu'il vaut mieux se baser sur l'analyse

¹ De Boutteville et Hauchecorne ont fait en collaboration des ouvrages très estimés sur le cidre, notamment un *Traité sur le Cidre*, rédigé d'après les documents recueillis par le Congrès. De Boutteville était pomologue et Hauchecorne chimiste; le premier était président de la Société centrale d'Horticulture de la Seine-Inférieure et le second pharmacien à Yvetot.

² M. Truelle a publié des ouvrages très documentés et fort intéressants : *L'Art de reconnaître les meilleurs fruits de pressoir*; *Guide pratique des meilleurs fruits de pressoir employés dans le pays d'Avue pour la composition d'un verger rationnel* (1895); *Atlas des meilleures variétés de fruits à cidre* (1896).

³ POWER : *Traité de la culture des Pommiers et de la fabrication du Cidre*, 2 vol.

chimique des fruits pour les apprécier. Actuellement l'analyse chimique et la dégustation sont appliquées concurremment par les pomologistes pour établir la valeur des fruits.

Le jus des pommes renferme un certain nombre de principes dont il est intéressant de connaître la proportion, car certains d'entre eux peuvent être utiles ou nuisibles suivant qu'ils sont ou non abondants. Ces principes sont : les *sucres*, les *tannins*, les *matières pectiques* et les *acides*.

Voici quelle est la proportion maxima, minima et moyenne de ces éléments que l'on rencontre dans un litre de jus de pommes :

1 LITRE DE JUS DE POMMES RENFERME :

	Minima	Maxima	Moyenne
Densité du jus	1.047	1.120	1.060
Sucres	80 gr.	260 gr.	126 gr.
Tannins	1 gr.	10 gr.	3 gr.
Matières pectiques.	3 gr.	20 gr.	9 gr.
Acides (en acide sulfurique monohydraté).	1 gr.	7 gr.	2 gr.

Ces chiffres ne sont destinés qu'à donner une idée approximative de la composition du jus de pommes. car on rencontre des variations très grandes dans la proportion de ces éléments principaux.

Les poires présentent certaines différences de composition avec les pommes. Le sucre y est, en moyenne, à peu près égal. Cette opinion, il est vrai, n'est pas partagée par tous les auteurs et on lit fréquemment que les poires sont plus sucrées que les pommes et que le Poiré est plus alcoolique que le Cidre. Cette opinion repose sur des interprétations un peu erronées : il est vrai que les variétés de poires ordinaires sont plus sucrées que les variétés de pommes ordinaires; mais le sélectionnement des espèces s'étant fait plus sérieusement sur les pommiers que sur les poiriers, on rencontre dans les vergers actuels des pommes aussi sucrées, sinon plus, que des poires. Quant au degré alcoolique du Cidre pur, il est aussi élevé, sinon plus, que celui du Poiré. Si les Cidres que l'on boit couramment sont plus faibles que les Poirés, cela tient tout simplement à ce qu'on a employé de l'eau dans la fabrication. Le jus de la poire s'extrait très facilement par pression, tandis que la pomme cède plus difficilement son jus et en donne une moins grande quantité; il n'est pas utile d'employer d'eau pour fabriquer le Poiré, alors qu'il est d'usage d'en ajouter pour préparer le Cidre.

Les poires sont moins tanniques, mais bien plus fortement acides que les pommes. Enfin, elles renferment beaucoup moins de matières pectiques.

Truelle a indiqué dans son *Guide pratique pour les meilleurs fruits de pressoir* une base permettant d'apprécier rationnellement la valeur des

fruits à Cidre d'après leur composition chimique et leurs qualités de conservation.

Pour les pommes, il faut faire entrer en ligne de compte le sucre, le tannin (qui doit dépasser 2 grammes). Il y a lieu de compter comme moins-value la présence d'une proportion de matières pectiques supérieure à 12 grammes, et l'acidité quand elle dépasse 3 grammes.

Pour les poires, les éléments utiles devant intervenir pour fixer le prix sont : le sucre, le tannin (jusqu'à 3 grammes), les matières pectiques (quand elles dépassent 2 grammes) et les qualités de conservation. Les éléments nuisibles donnant lieu à moins-value sont le tannin (au-dessus de 3 grammes) et l'acidité (au-dessus de 3 gr. 1/2).

§ 2. — Opportunité de la culture du Poirier.

Bien que le poirier ait toujours été cultivé concurremment avec le pommier dans les pays à Cidre, il a toujours été moins apprécié; on plante beaucoup plus de pommiers que de poiriers et la sélection des premiers a été l'objet de nombreux soins; le poirier a été, au contraire, négligé. Cependant des hommes très autorisés, comme du Breuil, Girardin, Morière, Power, Truelle, ont montré ses avantages. Le poirier est peu difficile pour le choix du terrain; il prospère aussi bien dans les terres légères et peu fertiles que dans les terres fortes et humides, qui sont défavorables au pommier. Il vit très vieux, produit trois fois autant que le pommier (fig. 5), ses fleurs résistent mieux aux gelées

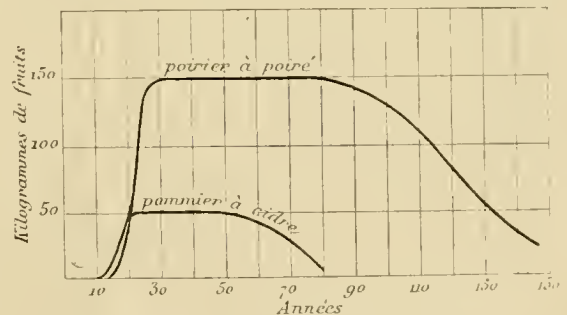


Fig. 5. — Production moyenne comparée du Pommier et du Poirier suivant l'âge de l'arbre.

printanières, ses fruits mûrissent plus tôt; leur jus s'extrait plus facilement et en plus grande abondance que celui des pommes.

Si, malgré tous ces avantages, le poirier n'a pas pris une place plus importante à côté du pommier, cela tient à ce que le Poiré n'a pas les qualités du Cidre; il n'a pas ce parfum, cette onctuosité qui plaisent dans ce dernier. Nous avons signalé plus haut les différences d'ordre chimique qu'il y a entre la poire et la pomme. Ces différences se retrouvent dans les boissons qui en dérivent. Le Poiré tient le milieu entre le Vin blanc et le Cidre;

on peut indifféremment le mélanger à l'une ou à l'autre de ces boissons sans en modifier sensiblement les qualités.

Si l'on tient compte des diverses observations que nous venons de faire, on conclut qu'il y a, en somme, avantage à se livrer à la culture du poirier concurremment avec celle du pommier, et Truelle a, suivant nous, donné un excellent avis en conseillant d'associer les deux cultures. « Un bon verger, pour être bien complet, dit-il, pour répondre à tous les besoins, doit comprendre des pommiers et des poiriers », et il conseille de mettre pour 100 arbres : 80 pommiers et 20 poiriers.

§ 3. — Variétés de Pommiers à propager.

C'est là une question du plus haut intérêt, car elle engage l'avenir de la Pomiculture française. Il est possible, en s'appuyant sur les travaux des Congrès annuels de Pomologie, sur ceux de Boutteville et Hauchecorne, de Truelle, de Power, de Hérisant et d'autres pomologistes, d'améliorer peu à peu les pommeraies en se basant sur la connaissance des variétés intéressantes à propager.

La valeur d'une variété d'arbre à Cidre dépend de deux facteurs : de l'arbre dont il s'agit d'apprécier la vigueur, la fertilité¹, la rusticité, l'adaptation au sol ; du fruit, dont la valeur peut s'apprécier par la somme des éléments utiles, diminuée de celle de ses éléments nuisibles.

C'est en tenant compte de ces deux termes que Truelle a classé les variétés de pommiers, dont le nombre dépasse actuellement 3.000.

De Boutteville et Hauchecorne préconisaient déjà la plantation des pommeraies en fruits riches, c'est-à-dire l'introduction progressive des bonnes variétés. C'était un excellent conseil, car il engageait les cultivateurs à améliorer leurs vergers ; mais la question du choix des variétés est complexe. Sans doute, il faut introduire dans les vergers des variétés riches en sucre, mais cet élément n'est pas le seul intéressant². Il y a, parmi les pommes, peu de fruits *complets* ou *parfaits* : il faut toujours faire un groupement de variétés pour avoir du bon Cidre.

A notre avis, l'objectif du cultivateur ou du brasseur de Cidre ne doit pas être de produire du Cidre très alcoolique. Du Cidre pur à une richesse moyenne de 5 à 7° représente un type très satisfaisant. Ce qu'il faut surtout chercher à produire, c'est un Cidre moelleux, parfumé. Le Cidre a son

¹ Truelle appelle fertile un pommier qui produit une moyenne de 1/2 hectolitre par an et un poirier qui produit 3 hectolitres par an.

² C'est ainsi que la variété la *Médaille d'Or* est remarquable comme richesse saccharine, mais elle donne un Cidre très peu agréable à boire.

caractère spécial ; pourquoi chercher à le rapprocher du Vin par sa richesse alcoolique ?

« Il importe que l'on sache bien, dit Truelle, que les Cidres agréables, toutes choses égales d'ailleurs, ne sont produits que par des fruits à densité moyenne, et que l'obtention des jus des sortes à haute densité nécessite souvent l'intervention de l'eau. Or, trop souvent l'eau est le véhicule de germes morbides... »

La composition rationnelle d'une pommeraie se composerait, dans cet ordre d'idées, de trois sortes de variétés :

- 1° Des variétés à *moyenne densité*, parfumées et de composition aussi bien équilibrée que possible ;
- 2° Des variétés à *haute densité* ;
- 3° De trois ou quatre variétés *aquuses*, mais *excessivement fertiles*.

Voici quelle est la liste des variétés classées par l'Association française pomologique comme les plus recommandables jusqu'à ce jour, tant au point de vue de l'arbre (fertilité, rusticité, santé, résistance générale aux froids, aux insectes, aux maladies cryptogamiques) qu'à celui de la qualité des fruits :

Ambrette.	Jambe-de-lièvre.
Argile (grise ou rouge).	Moulin-à-vent.
Binet rouge.	Petite-Douce rousse.
Bramtot ou Martin-Fessard.	Rousse de l'Orne ou de la Doux-Normandie.
Doux-Normandie.	Sarthe.
Fréquin-Lajoie.	Antoinette.
Hommet.	Binet blanc ou gris.
Michelin.	Blanc-Mollet.
Petite-Amère.	Doux-Geslin ou Reine des Pommes.
Reine des Hâtives.	Fréquin-La Caille.
Amère de Bêthecourt.	Havardais.
Bedan ou Bedange.	Médaille d'Or.
Binet violet.	Ormond ou Faux-Callouel.
Doux-Amer gris.	Précoce-David.
Fréquin-Andièvre.	Saint-Laurent.
Grise-Dieppoise.	

§ 4. — Composition et rapport d'une pommeraie.

Pour composer aussi rationnellement que possible une pommeraie, il faut tenir compte de diverses conditions : en premier lieu, il faut choisir des variétés d'arbres qui répondent aux desiderata que nous avons indiqués un peu plus haut. En second lieu, il faut assembler ces variétés de manière à ce que les divers fruits donnent par leur ensemble un Cidre bon et bien équilibré. En troisième lieu, il faut tenir compte des saisons de fructification et s'arranger de manière à ce que la récolte de la pommeraie soit échelonnée sur le plus long espace de temps possible (fig. 6). Enfin, il est bon de faire rentrer une certaine quantité de poiriers dans la plantation. Tels sont les principales conditions à réaliser au point de vue du choix des arbres.

Truelle a donné, dans son *Atlas des meilleures variétés de fruits à Cidre*, un exemple qui peut être pris comme base pour l'établissement d'un verger modèle de 1.000 pommiers.

Il les répartit ainsi :

75	pommiers de 1 ^{re} saison (comprenant 3 variétés).
400	— 2 ^o — — 16 —
525	— 3 ^e — — 21 —

Total. 1.000 pommiers comprenant 40 variétés.

A ces 1.000 pommiers on peut ajouter 200 à 250 poiriers. Power donne d'excellentes indications sur la manière de disposer les pommiers en les groupant par variétés de même saison. Truelle donne également un plan détaillé sur la manière de distribuer les variétés dans la pommeraie.

Quel est le rapport d'une pommeraie ? Voici les renseignements que donne Power à ce sujet : Un arbre de 10 ans, bien planté et bien soigné, revient à 15 francs, ce qui, avec l'intérêt de 5 % et avec un amortissement de soixante-dix ans, représente une annuité de 0 fr. 80. La location du terrain (20 mètres carrés), y compris l'impôt, étant admise de 100 francs l'hectare, il faut ajouter de ce chef

ou lorsque les brasseries de Cidre de Francfort n'ont pu faire leurs achats de fruits en Suisse ou en Autriche. C'est ainsi qu'en 1888, nous avons exporté en Allemagne de 5 à 6.000 wagons de pommes (environ 30 millions de kilos) et en 1896 de 1.500 à 2.000 wagons (environ 9 millions de kilos). Ces années n'ont cependant pas coïncidé chez nous avec une surproduction.

On a importé des pommes de Hongrie, de Suisse, d'Espagne. En 1897, les villes espagnoles de Villaviciosa, Avriès, Rivadessalla ont expédié en France beaucoup de pommes. Le port de Gijon en a expédié, à lui seul, jusqu'à 500 tonnes par jour.

L'achat et la vente des pommes se faisaient autrefois à la mesure de capacité, qui variait suivant chaque pays ; actuellement la vente en gros se fait au poids. C'est à M. Moulin, négociant de Gournay, que l'on doit la généralisation de cette excellente coutume, mais ce ne fut pas sans peine, ni sans

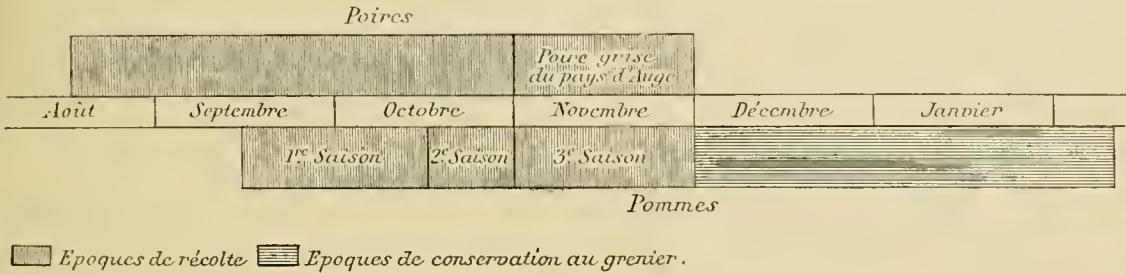


Fig. 6. — Epoque de récolte et de conservation des fruits à Cidre.

0 fr. 20. Enfin, les frais de récolte et les frais culturaux peuvent être évalués à 0 fr. 50.

Les dépenses sont donc de :

Intérêt et amortissement du capital-arbre.	0 fr. 80
Location du terrain	0 fr. 20
Récolte et soins culturaux	0 fr. 50
Total.	1 fr. 50

Si l'on admet une production moyenne annuelle d'un hectolitre de pommes (ce qui est peu), au prix de 4 fr. 50, on voit que le bénéfice net est de 3 francs par pommier, ou de 300 francs par hectare, s'il y a 100 pommiers à l'hectare.

La culture du pommier est donc lucrative. Il faut aussi tenir compte de ce fait que, concurremment avec la culture du pommier, on pratique l'élevage, le sol servant de pâturage.

III. — COMMERCE DES FRUITS A CIDRE.

Les fruits à Cidre donnent lieu à un commerce très actif à l'intérieur. L'exportation et l'importation ont, suivant les années, une certaine importance. L'exportation de France en Allemagne arrive à un chiffre élevé dans les années où ce dernier pays n'a pas produit suffisamment de pommes,

difficulté, qu'il réussit à vaincre un usage invétéré autant que regrettable. S'il a d'ailleurs complètement réussi auprès des vendeurs, le petit cultivateur persiste à vendre à la mesure ; la bascule l'effraie ; il y craint toujours la supercherie ! La mesure du cultivateur normand est la rasière, que l'on nomme aussi *barrelée* dans la basse Normandie et la Sarthe, et dont la contenance est de 50 litres. La rasière de pommes pèse de 25 à 27 kilos, et la rasière de poires de 35 à 37 kilos.

Le commerce des pommes à Cidre est très difficile à cause des fluctuations considérables que subissent les cours. Le prix varie, en effet, dans la proportion de 1 à 8 entre des années successives et quelquefois dans la proportion de 1 à 3 dans le cours de la même année. Voici les prix des pommes à Cidre :

Prix minima.	25 à 30 francs les 1.000 kilos.
Prix maxima.	200 — —
Prix moyen	80 à 100 — —

Le prix des poires à Poiré varie aussi, mais dans de moins grandes proportions :

Prix minima	15 francs les 1.000 kilos.
Prix maxima	75 — —
Prix moyen.	40 à 50 — —

La figure 7 permet d'apprécier l'ampleur des fluctuations de ce prix de 1880 à 1897.

La plupart du temps, pour l'achat et la vente des

richesse saccharine, qui se pratique pour la bette rave par exemple, n'est pas mis en pratique.

Ce mode d'achat a cependant été très conseillé



Fig. 7. — Graphique du prix des fruits à cidre, montrant les variations considérables qu'il subit.

pommes, on se borne à examiner les pommes et à s'informer de leur provenance. Ce n'est que très rarement qu'on examine les fruits au point de vue de leur richesse. L'achat à la densité du jus ou à la

par les pomologistes. Truelle a établi un aréomètre spécial, qu'il nomme *Pomivalorimètre*, et qui est gradué de 1 à 6, suivant la densité du jus; une table correspondant à cette graduation indique la quan-

tité de sucre par litre de jus, par kilo de pommes, ainsi que l'alcool et l'extrait sec qu'aurait le Cidre correspondant⁴.

Power proposait un système d'achat rationnel qui aurait en l'avantage d'encourager la plantation des variétés riches. Dans son système, le brasseur de Cidre payait les pommes au cours, et il payait, en plus, une prime de 0 fr. 05 par hectolitre et par degré de densité en plus de la densité moyenne de 1.035. Des pommes donnant un jus à 1.075 touchaient donc une prime de 1 franc.

Dans la pratique, il est rare que les achats se fassent à la densité, et il n'y a guère que des brasseurs soucieux de leur fabrication qui fassent l'essai sommaire des fruits qu'ils achètent.

Au sujet du commerce des pommes, il n'est pas sans intérêt pratique de signaler les desiderata de ce commerce au point de vue des transports. Les pommes se transportent en vrac dans des wagons où l'on en met de 5 à 6.000 kilos. Ce transport se fait souvent dans des conditions défectueuses et préjudiciables à la qualité de la marchandise, et cependant le prix en est relativement élevé. C'est ainsi que les fruits à Cidre paient beaucoup plus cher que des marchandises analogues, betteraves, pommes de terre, etc. Le tableau II ci-joint, qui indique le prix de transport pour une tonne à une distance de 400 kilomètres, le montre aisément.

Tableau II. — Prix de transport d'une tonne à 400 kilomètres.

COMPAGNIES	POMMES à cidre et poires à poiré	BETTE-RAVES	MARRONS	POMMES de terre	CAROTTES
	fr. c.	r. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
Ouest	24 50	9 »	13,65	15 »	13 »
Nord	18 »	10 »	11,75	11,75	11,75
P.-L.-M.	23,50	10 »	17,75	17,75	17,75
Est	30 »	» »	14,25	» »	» »
Orléans (wagons découverts)	18,50	10 »	18,50	11,25	18,50
État.	12 »	12 »	12 »	12 »	12 »

On voit que les fruits à Cidre sont bien peu favorisés; les frais de transport peuvent, dans les années où les pommes sont abondantes, doubler le prix de ces fruits. Le commerce des poires à Cidre a cherché fréquemment à faire abaisser les prix de transport, et il serait à désirer que satisfaction pût lui être donnée.

⁴ Voici la graduation du pomivalorimètre :

VARIÉTÉS

1. Médiocres, densité du jus comprise entre	1.047	et	1.056
2. Moyennes,	—	—	1.057 1.064
3. Bonnes,	—	—	1.065 1.069
4. Très bonnes,	—	—	1.070 1.079
5. Excellentes,	—	—	1.080 1.089
6. D'élite,	—	—	à partir de 1.090

III. — FABRICATION DU CIDRE.

La fabrication du Cidre comprend trois phases principales : la préparation du moût, consistant à extraire le jus des pommes ; la fermentation et les opérations subséquentes à la fermentation (soutirages et soins à donner au Cidre en vue de sa conservation).

§ 1. — Préparation générale du moût.

100 kilos de pommes contiennent environ de 95 à 97 kilos de jus et 3 à 5 kilos de matières insolubles, cellulose, etc. Le jus ayant une densité de 1.035 en moyenne, on voit que théoriquement l'on devrait pouvoir extraire 90 à 92 litres de jus de 100 kilos de pommes. En pratique, on s'éloigne beaucoup de ce rendement.

On peut extraire le jus de pommes par deux procédés bien différents : par la pression précédée du broyage du fruit, et par la diffusion. Dans le premier cas on cherche à déchirer aussi complètement que possible les cellules ; dans le second, on évite, au contraire, de déchirer celles-ci, en débitant le fruit en cossettes à section nette, et on met à profit les phénomènes d'endosmose ou d'exosmose pour extraire les principes solubles.

Nous examinerons successivement ces deux modes de fabrication :

1. *Préparation par pressurage.* — Le broyage se faisait autrefois et se fait encore aujourd'hui dans un trop grand nombre de cidreries au moyen du tour à auge ou tour à piler, formé d'une auge circulaire dans laquelle se meuvent verticalement deux meules actionnées par un cheval ou à bras d'homme. Ces appareils présentent de graves inconvénients : ils sont coûteux, encombrants, lents, donnent un broyage inégal ; on leur reproche aussi d'écraser les pépins, qui, suivant Berjot, donnent mauvais goût. Enfin, ce qui est plus grave, ils fournissent un jus bourbeux, difficile à clarifier ensuite. On les remplace très avantageusement, soit par des moulins concasseurs, munis de deux cylindres ou noix, soit par des broyeurs tels que celui de Simon. Nous n'entrerons pas dans la description de ces appareils, qui sont très connus ; nous ferons seulement remarquer qu'il faut broyer très énergiquement pour obtenir un bon rendement en jus.

On recommande de laisser cuver ou macérer, au contact de l'air, la pulpe écrasée, pendant douze à quinze heures, et de pelleter de temps en temps, pour favoriser la prolifération des ferments et développer la couleur qui se produit par l'action des oxydases. M. Rigaux conseille de faire macérer au moins pendant vingt-quatre heures ; les Cidres de macération, dit-il, se conservent bien. Aux Etats-

Unis on fait cuver quarante-huit heures et même plus longtemps. Ce cuvage prolongé serait avantageux pour les fruits américains, allemands et anglais, qui sont acides (car on prétend que ce cuvage fait perdre $\frac{1}{3}$ de l'acidité et gagner $\frac{1}{20}$ de sucre), mais il ne serait pas bon pour les

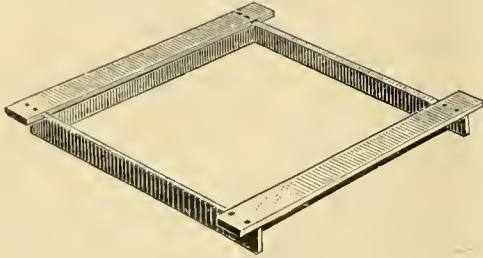


Fig. 8. — Cadre pour fixer la dimension du marc.

fruits français. Il faut donc tenir compte de la nature des pommes, et ne pas exagérer la durée de la macération.

Les pommes broyées doivent être soumises à une pression énergique pour en extraire la plus grande quantité de jus. Les meilleurs pommes ne

rendent néanmoins pas plus de 65 à 70 % de jus, au maximum.

Les principaux systèmes de pressoirs ont été comparés méthodiquement par M. Ringelmann, à l'occasion du concours organisé à Nantes en 1897 par l'Association pomologique de l'Ouest. Il résulte de ses expériences que le rendement en jus est surtout influencé par trois causes : la pression, le mode de drainage ou de bêcheage du marc et la durée du travail.

Le rendement croît avec la pression ; mais, au delà d'une certaine limite, l'accroissement de pression ne correspond plus qu'à une augmentation insignifiante de rendement. En pratique il n'y a pas intérêt à dépasser une pression effective de 4 à 500 kilos par décimètre carré de marc.

Dans les sept presses à vis essayées au concours, cette pression a varié de 323 à 670 kilos. L'emploi

de la presse hydraulique ne paraît donc pas indispensable pour l'obtention d'un grand rendement de jus.

Le mode de drainage du jus est très important. Il faut que le marc soit bien divisé par des claies en osier ou des linteaux. Ceux-ci favorisent l'écoulement du liquide.

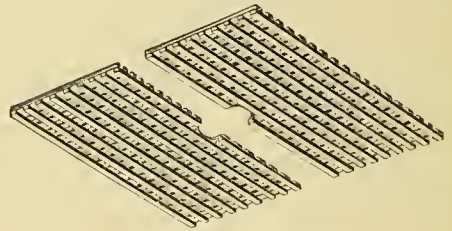


Fig. 9. — Clai de drainage.

On peut se rendre compte par l'inspection des figures 8 et 9 de la manière d'établir la pile de marc à presser. Le marc à presser est placé entre des toiles. On se sert d'un cadre (fig. 8) pour lui donner la forme et la dimension voulues. On replie ensuite les toiles pour que le marc soit entièrement en-

veloppé et l'on enlève le cadre qui sert pour faire successivement les autres couches. On sépare chaque sac par une clai de drainage (fig. 9).

La durée du travail exerce également une influence sur le rendement en jus. Cette durée a varié de quatre-vingt-huit à cent soixant-

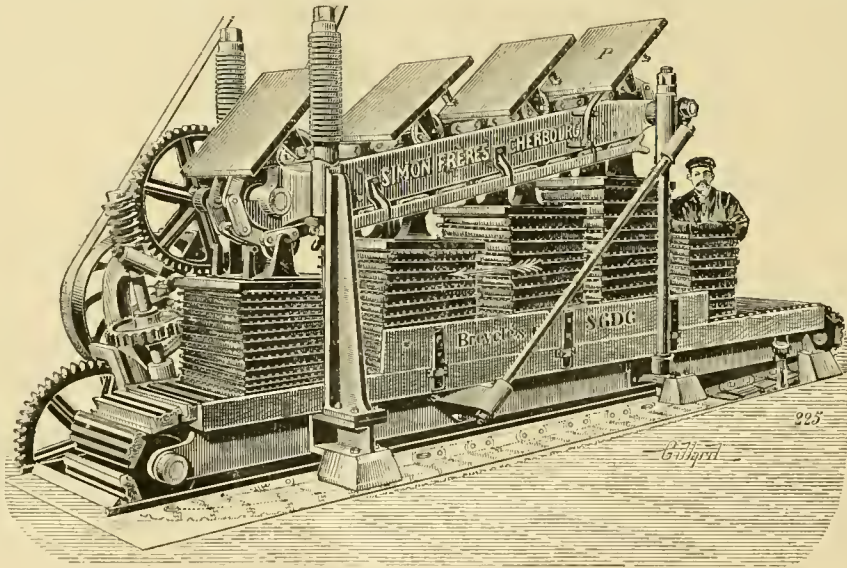


Fig. 10. — Pressoir continu Simon.

te-sept minutes pour les sept pressoirs mis en expérience par M. Ringelmann.

Ces expériences ont porté sur 600 kilos de pommes broyées, et le rendement en jus a varié de 58 à 63 % du poids des pommes. On peut obtenir par la pression de 60 à 72 % de jus.

MM. Simon frères ont tout récemment construit un pressoir continu (fig. 10 et 11) qui se compose de deux robustes sommiers, sur chacun desquels glisse un tablier mobile sans fin. Le sommier inférieur est horizontal, le supérieur est incliné. On dresse la pile de marc à presser sur le tablier

mobile. Ce tablier se déplace dans le sens de la flèche, entraînant dans son mouvement la pile, tandis que le plateau oscillant P vient s'appliquer sur le sommet de la pile. Ce plateau et les suivants se déplacent dans le même sens que le tablier inférieur, et, à mesure que la pile avance, la pression progresse. Le jus s'écoule par deux conduits latéraux dans une fosse située au-dessous. Arrivée à l'extrémité de l'appareil, chaque pile est enlevée, et les cadres débarrassés du marc servent à la confection d'une autre pile.

Le marc résultant de la pression contient encore 25 à 30 % de jus que n'a pu extraire la presse. Afin d'extraire ce jus, on pratique couramment le *remiage*, qui consiste à ajouter de l'eau au marc, à laisser macérer le marc mouillé, puis à en extraire de nouveau le jus par la presse. Nous devons insister ici sur la nécessité d'employer de l'eau de bonne qualité et non de l'eau souillée par du purin ou d'autres impuretés. Nous ne saurions trop nous élever contre ce préjugé qui consiste à croire que « la fermentation purifie tout » et que le Cidre fait avec une eau impure est meilleur, préjugé qui est malheureusement très répandu dans les régions cidrières¹. L'eau employée pour le remiage doit être de préférence

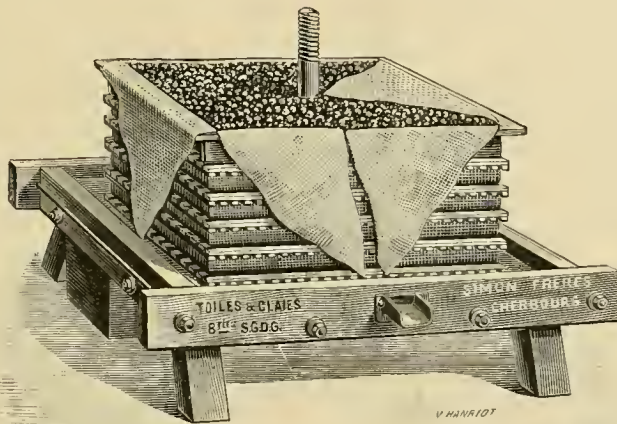


Fig. 11. — Montage de la presse Simon.

de l'eau de source, ou de l'eau de rivière non souillée par des agglomérations humaines ou par des usines. Il faut absolument rejeter pour cet usage les eaux stagnantes, qui sont souillées de matières organiques, et les eaux de puits, qui sont séléniteuses.

Voici, en principe, comment on fait le remiage : Au marc de pression de 100 kilos de pommes qui a donné environ 60 % de 1^{re} pression, on ajoute 25 litres d'eau ou mieux 25 litres de Cidre de 3^e pression provenant d'une opération précédente; on fait macérer pendant vingt-quatre heures, puis on presse à nouveau. On obtient 25 litres environ de Cidre de 2^e pression. On ajoute de nouveau 25 litres d'eau, on laisse macérer et on presse. Ce

Cidre de 3^e pression est employé pour tremper les marcs. Il peut aussi, si l'on veut utiliser la 1^{re} pression à faire du Cidre pur jus, être mélangé au Cidre de 2^e pression pour faire de la « boisson ».

Voici un exemple des résultats qu'on obtient ainsi avec 100 kilos de pommes :

1^{re} pression : 61 litres jus pur, de densité 1.036; macération avec 25 litres d'eau.

2^e pression : 26 litres de 2^e pression, de

densité 1.029; macération avec 25 litres d'eau;

3^e pression : 25 litres de 3^e pression, de densité 1.012.

Dans ces conditions, on extrait 90 à 92 % du sucre contenu dans les pommes. En augmentant la quantité d'eau de remiage, on peut obtenir un épuisement plus complet.

La quantité de moût qu'on obtient avec des pommes varie suivant la nature de la boisson qu'on fabrique.

Avec 100 kilos de pommes, on obtient :

65 à 70 litres de moût de Cidre pur jus (6 à 7°), ou 85 à 100 litres de moût de cidre dit « marchand » (4 à 5°), ou 100 à 200 litres de moût de boisson (2 à 3°).

En général, voici comment on procède pour la fabrication :

Dans les années d'abondance, on fait du *Cidre pur* et de la *boisson* plus ou moins forte, suivant la quantité d'eau ajoutée au marc; on coupe ensuite le *Cidre pur* avec de la *boisson* pour faire du *Cidre marchand*. Dans les mauvaises années, le Cidre pur

¹ M. Louis Olivier a trouvé le microbe de la fièvre typhoïde dans une eau de mare de Graville (faubourg du Havre). Or, on se servait de cette eau pour fabriquer du Cidre. M. Louis Olivier a constaté que la fermentation ne modifiait en rien la vitalité du microbe introduit sous forme de spore.

D'autre part, M. Bodin a publié, dans les *Annales de l'Institut Pasteur*, un travail relatant les expériences entreprises par lui dans le but de rechercher si le Cidre peut transmettre la fièvre typhoïde lorsqu'il est additionné d'eau contenant le bacille typhique.

D'après les essais de M. Bodin, le bacille de la fièvre typhoïde (bacille d'Eberth) est détruit dans le Cidre au bout d'un temps variant de deux à dix-huit heures, et ce résultat est dû à l'acidité du Cidre. Toutefois, la destruction n'a lieu que si l'acidité est assez prononcée (2 ‰ en acide malique); au-dessous de ce chiffre, le bacille peut survivre plus longtemps; mais il faut dire que les Cidres contiennent rarement une acidité inférieure à 2 ‰ en acide malique.

Le Cidre ne peut donc contribuer à déterminer l'écllosion de la fièvre typhoïde que s'il s'est écoulé moins de dix-huit heures à partir du moment où l'eau contenant le bacille spécifique a été ajoutée au Cidre.

Il n'en est pas moins vrai qu'il doit y avoir des cas où des bacilles pathogènes peuvent résister; aussi faut-il toujours, avec M. Louis Olivier, recommander vivement l'emploi d'eaux non souillées pour la fabrication du Cidre.

reviendrait trop cher (25 à 30 francs l'hectolitre), on ne fait alors que du *Cidre marchand* plus ou moins fort, suivant la quantité d'eau employée aux différents trempages, et on peut alors arriver à un prix de vente de 13 à 14 francs l'hectolitre.

2. *Préparation par diffusion.* — On a depuis longtemps cherché à utiliser la diffusion pour extraire le jus de la pomme. Cette manière de procéder sembla tout indiquée quand on vit quels résultats favorables on obtenait avec la betterave. En pratique, on a rencontré des difficultés qui tiennent principalement à la différence de composition des pommes et des betteraves, à la présence, en particulier, d'une grande quantité de matières pectiques dans les pommes. C'est ainsi que la diffusion des betteraves peut se faire dans d'excellentes conditions, même quand on l'opère à une température élevée, tandis qu'avec les pommes on ne peut dépasser une certaine température (20 à 25°) sans compromettre le succès de l'opération. Aussi se borne-t-on à opérer la diffusion à froid. Cette diffusion se pratique, soit en vase clos, soit en vase ouvert. Dans le premier cas, on emploie des diffuseurs analogues à ceux de la betterave. Certaines personnes conseillent de préférence l'une ou l'autre manière de procéder, mais leur succès dépend du mode d'installation et nous avons vu ces procédés donner chacun de bons résultats.

La bonne marche de la diffusion dépend surtout de trois facteurs : la température de l'eau, la rapidité d'écoulement du liquide et le volume de l'eau employée.

Au point de vue de la température, il y a souvent avantage à réchauffer un peu l'eau que l'on emploie. Au moment de la fabrication, l'eau et les pommes sont quelquefois à une température voisine de zéro : on peut donc faire passer l'eau dans un réchauffeur avant de la faire arriver dans le diffuseur. Dans les expériences que nous avons faites, c'est la température de 18 à 20° qui a paru être la plus favorable, et c'est celle dont nous conseillons de se rapprocher le plus possible.

La rapidité d'écoulement doit être proportionnelle à la masse totale du diffuseur ; d'une manière générale, l'écoulement doit être lent. Le réglage de cet écoulement et sa surveillance se font facilement par l'observation fréquente de la densité du moût qui sort du diffuseur. On a eu soin de prendre la densité du jus des pommes sur lesquelles on pratique la diffusion, car c'est cette densité qui sert de base pour juger de la marche de l'opération.

Enfin, comme le diffuseur peut donner le rendement que l'on veut, il faut soigneusement vérifier celui-ci et ne retirer d'une quantité donnée de pommes que la quantité exacte de moût qu'on veut

extraire. Il suffit pour cela de savoir une fois pour toutes quel est le poids de cossettes de pommes que renferment les diffuseurs, et de pouvoir, par un moyen pratique quelconque et facile à imaginer, mesurer le volume du moût que l'on en retire. Pour obtenir un moût d'une concentration suffisante, il faut diffuser très lentement et ne pas extraire plus de 80 à 85 litres par 100 kilos de pommes. En pratique, on peut extraire de 90 à 100 litres par 100 kilos de pommes. On peut en extraire plus encore si l'on veut faire de la boisson, et régler la marche des diffuseurs sur le degré de la boisson à obtenir.

La diffusion présente des avantages et des inconvénients. Les avantages sautent, pour ainsi dire, aux yeux : la mise en pratique de ce procédé est plus simple, plus commode, l'appareil plus facile à surveiller et à tenir en bon état de propreté. L'opération n'exige qu'un personnel très restreint. M. Rigaux estime que l'économie de main-d'œuvre est d'au moins 50 %. Elle n'est peut-être pas aussi grande. Dans une brasserie de Cidre où l'on fait à la fois du Cidre de pression et du Cidre de diffusion, on estime les frais de fabrication du premier à 1 fr. 50 par hectolitre et ceux du second à 1 franc ; il y a donc économie de 33 %.

La diffusion est le procédé qui *épouse le mieux* et le *plus économiquement* la pulpe.

Un autre avantage de la diffusion consiste à obtenir des moûts bien clairs, propres et aptes à donner de bonnes fermentations.

Power est d'avis que la diffusion est un procédé excellent pour faire de la boisson, mais non pas du Cidre fort, et il conseille de l'employer dans les grands établissements qui ont un nombreux personnel à nourrir et qui n'ont pas besoin de Cidres forts. L'emploi de la diffusion est très recommandable pour les grandes brasseries qui disposent de beaucoup d'eau.

Voyons maintenant les inconvénients. Tout d'abord, on ne peut utiliser les fruits trop mûrs, non susceptibles de se débiter en cossettes. L'opération exige beaucoup de régularité et une continuité de fabrication qui n'est pas toujours réalisable dans les petites exploitations. Elle ne peut, d'ailleurs, guère s'appliquer que dans les brasseries d'une certaine importance.

Enfin le Cidre obtenu par diffusion est bon, mais il est toujours moins plein et moins parfumé que le Cidre de presse ; il est parfaitement reconnaissable à la dégustation.

Le système qui paraît le plus rationnel est d'associer, dans les brasseries de Cidre d'une certaine importance, la pression et la diffusion. C'est d'ailleurs la méthode à laquelle paraissent s'être arrêtées plusieurs grandes brasseries de Cidre. On

peut, suivant les cas, faire moitié l'un ou moitié l'autre, ou donner la prédominance à l'un ou l'autre des procédés.

Dans les petites installations, on peut mettre en pratique la méthode des quatre baquets (fig. 12) qui est, en somme, une manière grossière de faire de la diffusion. On place en escalier quatre baquets portant un robinet à la partie inférieure. On remplit de pulpe les quatre baquets. On verse de l'eau dans le n° 1; on laisse macérer pendant trois heures; on fait écouler le jus dans le n° 2; on remet de l'eau dans le n° 1. Au bout de trois heures, on vide le n° 2 dans le n° 3 et le n° 1 dans le n° 2, on remet de l'eau dans le n° 1, et ainsi de suite. Au

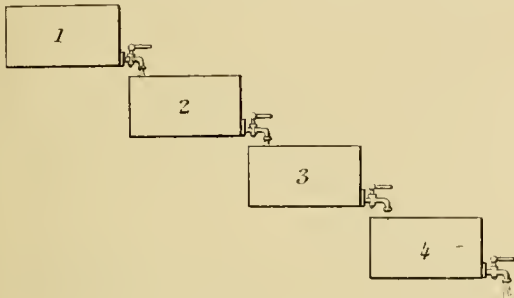


Fig. 12. — Schéma de la fabrication du cidre par la méthode des quatre baquets.

bout de quatre trempes, le n° 1 est considéré comme épuisé; le n° 2 devient le n° 1, etc..

§ 2. — Sucrage

Dans les mauvaises années, quand la maturité s'est effectuée dans de mauvaises conditions, il peut y avoir intérêt à ajouter au moût de pommes une certaine quantité de sucre pour rehausser le degré alcoolique du Cidre produit. Il est fait aux brasseurs de Cidre une défalcation d'environ moitié des droits sur le sucre quand celui-ci est employé à cet usage, et la loi fixe à 10 kilos la quantité maximum de sucre pouvant être employée pour 5 hectolitres de pommes ou pour 2 hectolitres de Cidre ou de Poiré. Suivant la statistique des contributions indirectes, on emploie par an environ 200.000 kilos de sucre qui servent à fabriquer environ 50.000 hectolitres de Cidre.

§ 3. — Fermentation

Le moût obtenu, soit par pressurage, soit par diffusion, est soumis à la fermentation. D'ordinaire, on néglige beaucoup cette opération si importante; on n'y apporte pas les soins de propreté et la surveillance indispensables pour en assurer la réussite.

Trois facteurs principaux interviennent surtout pendant la fermentation; ce sont : le moût, qui, par sa composition, peut être plus ou moins favorable

au développement du ferment; le ferment et la température.

Suivant l'état des facteurs, la fermentation se déclare dès le premier ou le second jour et suit une marche normale; ou bien elle tarde à se déclarer, ne part qu'au bout de dix, quinze, et même vingt jours et risque fort alors d'être entravée par des fermentations vicieuses.

Au point de vue de la composition des moûts, l'un des éléments qui ont le plus d'influence sur la marche de la fermentation est l'acidité. Celle-ci doit être comprise entre 1 gramme et demi et 2 grammes par litre. Si elle est inférieure, il y a lieu d'ajouter le moût d'une petite quantité d'acide tartrique. Quand elle est supérieure, il est quelquefois nécessaire d'en saturer une partie. On peut employer pour cela un peu de craie en poudre. Power recommande, dans le même but, l'emploi de 40 grammes de cendres de bois par hectolitre.

Le ferment est, en général, en quantité suffisante à l'état naturel dans le moût; il s'est développé si l'on a fait macérer la pulpe. En tout cas, on peut utilement conseiller d'ensemencer le moût avec de la lie fraîche d'une fermentation ayant bien marché. Pour la mise en marche de la brasserie, l'emploi des levures sélectionnées, que certaines fabriques de levure préparent spécialement pour les Cidres, assure une bonne fermentation si l'on a soin de développer progressivement ces levures dans un levain intermédiaire tel que du moût de pommes stérilisé, où elles se développent et accroissent leur vitalité.

Enfin, la température joue un rôle très important. Au moment de la fabrication du Cidre, c'est-à-dire dans les mois froids de l'année, la température est parfois très basse dans les brasseries de Cidre, et l'action du ferment se trouve paralysée. Il est absolument nécessaire, si l'on veut avoir de bonnes fermentations, de maintenir le moût entre 15 et 20° environ. Il n'est pas pour cela utile de chauffer la brasserie tout entière, ce qui est coûteux, peu pratique et ne place pas le brasseur dans les conditions les plus favorables, car le liquide s'échauffe difficilement à travers les parois des fûts ou des foudres et, une fois le liquide échauffé, cette atmosphère chaude devient nuisible en favorisant l'acétification. Il vaut donc beaucoup mieux chauffer le moût seul. Par un dispositif assez simple à imaginer, on peut réchauffer le moût au sortir du pressoir jusqu'à ce qu'il ait atteint 15 à 18°. On peut faire de même pour le jus sortant des diffuseurs, à moins qu'on n'ait maintenu l'eau de diffusion à cette température.

Enfin, dans certains cas, l'aération du moût peut avantageusement être appliquée pour activer la fermentation si celle-ci est paresseuse; on agit par soutirage ou par daudinage.

§ 4. — Soutirage, conservation et clarification du Cidre.

Dès que l'effervescence de la fermentation se ralentit, et lorsque le Cidre est, comme on dit, « entre deux lies », il faut le soutirer et le loger dans des fûts ou dans des foudres, où il continue à fermenter.

L'addition de tannin est avantageuse à ce moment de la fabrication ; on peut employer par hectolitre : 10 grammes de tannin ou 20 grammes de noix de galles en poudre, ou 30 à 50 grammes d'écorce de chêne du Midi en poudre.

A partir du moment où le Cidre est soutiré, il faut le soigner de telle manière que les maladies ou les altérations ne puissent l'atteindre. Or, il faut redouter, d'abord et surtout, l'acétification, ensuite le noircissement et la graisse.

L'acétification est l'altération la plus fréquente du Cidre dans les régions normande et bretonne. Elle provient de ce qu'on ne soigne pas le Cidre, et surtout de ce qu'on laisse les fûts en vidange. Dans ces conditions, le Cidre, qui est une boisson faible en alcool et riche en substances extractives et salines, se trouvant en contact avec l'air, offre au *Mycoderma Aceti* un champ de culture merveilleusement approprié à son développement. Aussi, dès que la fermentation alcoolique est terminée, le ferment acétique se multiplie, et l'acidité va sans cesse croissant. On dit alors que le Cidre devient « dur », et c'est ainsi que le paysan normand en arrive quelquefois à consommer une boisson qui pourrait faire office de condiment.

Il est cependant possible d'empêcher l'acétification. Il faut pour cela : 1° opérer avec propreté ; 2° soustraire le mieux possible le Cidre à l'action de l'air. Il faut nettoyer les fûts ou les foudres destinés à recevoir le Cidre, les laver, les soufrer, soigner, en un mot, le matériel de la cave ou du chai. Pour soustraire le Cidre au contact de l'air, il faut bien remplir les fûts ou les munir de bondes hydrauliques. En prenant des soins, on peut arriver à avoir des Cidres bien sains ; nous n'en voulons pour preuve que les Cidres allemands qui sont absolument secs, que l'on conserve plus d'un an en fûts et qui ne contiennent pas le moindre excès d'acide acétique.

Pour les petits récoltants ou pour les consommateurs de la campagne qui tirent le Cidre du fût au fur et à mesure de leurs besoins, on peut conseiller de mettre au fût une bonde hydraulique, d'ajouter par hectolitre et par mois 200 grammes de sucre, qui entretiennent la fermentation et empêchent le piquage.

MM. Dufour et Daniel ont étudié récemment l'influence du sous-nitrate de bismuth sur le dur-

cissement du Cidre. Ils ont constaté qu'il retarde le durcissement et que l'acidité du Cidre augmente d'autant plus lentement que la dose de bismuth qu'on y a ajoutée a été plus considérable. Comme combinaison pratique de leur travail, ces auteurs ont recommandé d'ajouter aux Cidres durs une dose de 10 grammes de sous-nitrate de bismuth par hectolitre. A cette faible dose, disent-ils, le sous-nitrate de bismuth ne saurait produire aucun effet nuisible sur l'organisme.

L'innocuité d'un Cidre ainsi traité ne nous paraît pas assurée, car les consommateurs de Cidre boivent journellement une grande quantité de cette boisson, et il vaut mieux, à notre avis, les préserver d'une ingestion si fréquente et si longtemps répétée d'un agent chimiquement actif sur l'intestin.

Quand le cidre est devenu dur, il n'y a pas de remède sérieux à lui appliquer. On peut, comme palliatif, saturer par une addition modérée de craie ou de cendre de bois, mais l'action du *Mycoderma Aceti* n'en est pas entravée, et le Cidre continue à se piquer.

Le noircissement est attribué à l'insuffisance d'acidité du Cidre ou à sa teneur exagérée en fer. On y remédie par une addition de 50 grammes d'acide tartrique par hectolitre.

Enfin, la graisse est due au manque de tannin, et aussi, suivant Power, à la malpropreté.

On le voit, en somme, c'est au manque de soin et de propreté que les altérations du Cidre sont dues la plupart du temps. On ne saurait donc trop appeler l'attention des producteurs de Cidre sur les soins qu'ils doivent apporter au traitement de cette boisson et qui peuvent se résumer ainsi :

Employer des foudres, cuves et fûts parfaitement nettoyés et soufrés.

— Entretenir le Cidre à l'abri de l'air (employer des fûts bien étanches, des bondes hydrauliques, et éviter de laisser le liquide en vidange.

— Savoir, au besoin, remédier à un défaut naturel de composition du Cidre (l'addition d'acide tartrique ou de tannin est dans certains cas presque indispensable).

Le Cidre est une boisson très difficile à obtenir claire. Les consommateurs sont tellement habitués à boire du Cidre d'aspect louche qu'ils éprouveraient probablement une certaine suspicion en présence d'un Cidre limpide. Ils sont, au contraire, fort exigeants pour la limpidité du Vin blanc et celle de la Bière. Ces difficultés de clarification du Cidre tiennent à la composition de cette boisson et surtout à la présence d'une certaine quantité de sucre. Dans les Cidres absolument secs comme les Cidres de Francfort, on peut assez aisément obtenir la limpidité absolue ; mais il n'en est pas de même pour les Cidres encore sucrés, car on ne peut

songer, paraît-il, à les stériliser par la chaleur sans altérer leur goût.

On ne peut non plus avoir recours aisément au collage, qui s'opère mal dans un liquide peu alcoolique et en fermentation lente, mais continuelle. Le filtrage est donc le procédé qui paraît le plus indiqué pour éclaircir le Cidre. Ce filtrage doit s'opérer à l'abri de l'air et sous une certaine pression.

§ 5. — Traitement particulier des fruits et conduite de la fermentation par le procédé Jacquemin.

L'une des caractéristiques du procédé de M. Jacquemin est le développement des parfums de la pomme et leur extraction complète. M. Jacquemin avait antérieurement montré que certaines parties des végétaux, les feuilles, par exemple, contiennent des glucosides qui, sous l'influence de la fermentation, se dédoublent en sucre et en principes odorants du fruit de ce végétal. Or, dans la pomme elle-même, outre les principes odorants formés pendant la maturation, il existe une notable proportion de glucosides inodores, non encore transformés et susceptibles de se dédoubler en sucre et bouquet de fruit, si on les soumet à une fermentation.

1. *Préparation du moût.* — On broie les pommes à la manière ordinaire et on les presse pour en extraire le jus. Les tourteaux de pulpe, au sortir du pressoir, sont émiettés, puis placés dans un bac, avec de l'eau tiède et une certaine quantité de levain de levure sélectionnée. On maintient le bac à la température de 25° pendant vingt-quatre heures, et on y fait barboter de l'air purifié. Il se produit dans la masse un commencement de fermentation; on déverse alors le contenu du bac dans un appareil diffuseur. On fait circuler dans la batterie des diffuseurs de l'eau chauffée à 35-40°, de manière à ce que la température, dans les diffuseurs, ne dépasse pas 30°. Aussitôt que les pulpes du dernier diffuseur paraissent épuisées, on y fait arriver de l'eau chauffée à 80-90° pour faire distiller les bouquets volatils de ce diffuseur dans le diffuseur voisin, chauffé à 30° seulement.

Le liquide provenant de cette macération à haute température est encore extrêmement parfumé; il est utilisé ultérieurement.

Au lieu de diffuser les tourteaux de pulpe, on peut faire macérer celle-ci et lui donner, toujours en présence de levure, des trempes successives à 25-30° et finalement à 90°.

Enfin, on peut opérer par diffusion proprement dite, mais en ajoutant du levain aux cossettes dans les diffuseurs, laissant la fermentation s'y déclarer, puis épuisant comme ci-dessus.

2. *Fermentation.* — Le jus de pomme de première expression, seul ou mélangé avec les liquides d'épuisement des tourteaux, est mis en fermentation au moyen d'un levain obtenu avec des levures sélectionnées. On maintient la température de fermentation dans les limites de 20 à 25°. Quand la densité est presque tombée au point que doit avoir le Cidre qu'on veut préparer, c'est-à-dire quand il s'en faut encore de 2 à 3 dixièmes pour que cette densité soit atteinte, on soutire le Cidre, on le refroidit en le faisant passer dans les tuyaux d'un réfrigérant refroidi, soit au moyen de glace, soit au moyen d'une circulation de saumure froide provenant d'une machine à glace, de manière à ce qu'il arrive au foudre de garde à une température comprise entre 0 et — 2°. Cette réfrigération a pour but de paralyser la levure et de la faire très rapidement tomber contre les parois du foudre. Pour hâter ce dépôt, on peut avantageusement garnir ce foudre de copeaux de noisetier semblables à ceux usités dans les brasseries à fermentation basse. Dans ces conditions, le Cidre se clarifie très rapidement et se conserve admirablement en présence de la levure du dépôt, qui continue à produire une fermentation lente. On soutire en fûts d'expédition au moyen d'un système à contre-pression d'acide carbonique.

3. *Préparation d'un Cidre mousseux à goût de pommes.* — Pour préparer ce Cidre, on emploie le jus pur de pommes, additionné de l'eau parfumée provenant de la première trempée chaude, et on le fait fermenter à une température ne dépassant pas 20°, sous l'influence d'une levure sélectionnée de pommes de grand cru. Si l'on veut fabriquer un Cidre très alcoolique pour l'exportation, on y ajoute la quantité de sucre nécessaire.

La fermentation terminée, on refroidit le cidre entre 0 et — 2°, et on le conserve, comme nous l'avons dit plus haut, jusqu'à ce qu'il soit limpide. A ce moment, on le soutire de nouveau sans réfrigération, dans de petits foudres ou fûts capables de supporter une pression de 4 atmosphères et munis d'une soupape de sûreté semblable à celle utilisée pour la fermentation lente en brasserie à fermentation basse. Le Cidre est additionné d'une quantité de sucre calculée, comme dans la fabrication des vins de Champagne, pour produire la dose d'acide carbonique nécessaire à la prise de mousse. Puis on y ajoute, par hectolitre, un litre de levain de levure sélectionnée qui, au moment où l'atténuation en était parvenue à moitié, a été refroidi à — 1° et maintenu à une température comprise entre 0 et — 1° pendant six heures. Ce traitement de la levure a pour but de lui faire subir une sorte de paralysie qui l'oblige à opérer la fermentation à

la manière de la levure des vins de Champagne, qui s'agglomère et ne trouble pas les vins soumis à la prise de mousse.

Dans ces conditions, le Cidre se champagnise plus ou moins suivant la température du cellier, et, une fois la champagnisation faite, on opère la mise en bouteilles au moyen d'un appareil à contre-pression d'acide carbonique.

Tels sont les modes de préparation que M. Jacquemin a fait récemment connaître et dont nous ne pouvons encore apprécier les résultats. Nous ne doutons pas, néanmoins, que la mise en pratique de méthodes aussi rationnelles n'apporte des améliorations importantes à la fabrication actuelle. M. Jacquemin, qui, dans ses recherches sur les levures sélectionnées, a étudié de près les fermentations, a voulu hausser la fabrication du Cidre à la hauteur de la fabrication de la Bière. C'est engager l'industrie du Cidre dans une voie excellente.

§ 6. — Utilisation des marcs.

Les marcs de pommes peuvent être utilisés soit pour la nourriture du bétail, soit comme engrais. Quant aux marcs de poires, les animaux ne les aiment pas, et on ne peut guère les employer que comme engrais. Les marcs de pommes sont bien

acceptés par les animaux. Certains auteurs prétendent que le marc prédispose les vaches à l'avortement. D'autres disent que le goût du lait s'en ressent, mais ces deux objections ne paraissent pas suffisamment vérifiées. En tous cas, on conseille de ne pas faire entrer le marc de pommes pour plus du tiers de la ration.

Pour l'utiliser comme engrais, il est bon de mélanger le marc avec du fumier de ferme, de la chaux, de la marne ou des phosphates. On fait un compost calcaire très estimé dans la Seine-Inférieure, en mélangeant le marc avec un quart ou un cinquième de marne ou de chaux. Il est également recommandable de faire un compost phosphaté en ajoutant au marc un quart ou un cinquième de phosphate. Pour le marc de poires, le compost avec la chaux est préférable.

Dans un prochain article, nous terminerons cette étude, en comparant à la fabrication du Cidre, telle que nous l'opérons en France, les industries similaires de l'Allemagne et des États-Unis d'Amérique.

Xavier Rocques,

Ingénieur-Chimiste.
Ex-chimiste principal
au Laboratoire municipal de Paris.

LA LUTTE CONTRE LE GRISOU

Les savants ne poursuivent pas seulement la recherche du vrai, ils s'efforcent de combattre et de diminuer les dangers multiples auxquels nous sommes tous soumis, quoique à des degrés divers.

Je voudrais aujourd'hui exposer de quelle façon la *Société belge de Géologie*, en s'inspirant des principes de la pure science et de ses dernières données, a entrepris d'arracher au grisou les 2.000 victimes qu'il moissonne annuellement.

On ne saurait louer trop hautement l'initiative prise par les savants belges, auxquels se mêlent des savants de tous les pays. Mais, dans cette initiative, qui a paru bien hardie à certains, il faut faire une place à part à M. Van den Broeck, l'aimable et estimé géologue qui a engagé la Société belge de Géologie à faire une étude complète de ce terrible destructeur : le grisou.

Certes, il ne convient pas de triompher trop vite, mais il est bon de ne pas oublier en l'occurrence, cette pensée célèbre : *Celui qui, en dehors des sciences mathématiques, prononce le mot impossible commet une imprudence.*

Pour bien combattre son ennemi, il faut bien le connaître. C'est parce qu'on ne connaît pas suffi-

samment le grisou qu'on n'a pu, jusqu'aujourd'hui, avoir complètement raison de lui. La Société belge propose donc de faire une étude *complète* de la question du grisou, et elle convie à cette œuvre de véritable socialisme humanitaire : les pouvoirs publics, les administrations intéressées et les amis des travailleurs, si éprouvés, de la mine. « Livrée à elle-même, elle ne pourrait suffire à cette tâche, car elle n'en peut assumer que la partie purement d'initiative et de direction scientifique ». Il est du devoir de tous de faire connaître le programme de nos savants confrères, et de les aider, chacun selon ses moyens, à mener à bonne fin une œuvre que nous souhaitons féconde en résultats humanitaires, économiques et scientifiques.

Les données qui suivent ont été puisées dans les procès-verbaux des séances de la Section permanente d'études du grisou de la Société belge de Géologie.

C'est M. Van den Broeck, le promoteur de l'étude, qui a rédigé l'exposé des motifs et a étudié plus spécialement les rapports des manifestations grisouteuses avec les phénomènes de météorologie endogène. Il a été fortement secondé dans l'éla-

boration du programme d'études par M. Gérard, ancien professeur de l'Université de Bruxelles. L'intervention de M. Harzé, directeur général des Mines de Belgique, aura permis de préciser certains points des recherches. Il n'est pas douteux qu'il ne prête son puissant concours à l'œuvre entreprise, bien qu'il ne partage pas toutes les idées des auteurs du projet.

1

Qu'est-ce que le grisou? Quel est son gisement? Sa manière d'être? Comment le combattait-on jusqu'ici? Quelles sont les nouvelles mesures proposées? Nous examinerons, très succinctement, ces divers points en empruntant nos documents aux mémoires précités.

On sait que les masses végétales, en se minéralisant, par la distillation plus ou moins lente et plus ou moins complète des matières volatiles, donnent lieu à des hydrocarbures. Une partie de ces produits, n'ayant pu se dégager par l'effet de diverses conditions de gisement, imprègnèrent le résidu, c'est-à-dire la houille, et même jusqu'à un certain point les roches encaissantes. Pour certains, cette imprégnation existerait sous forme liquide, sinon même sous forme solide. Les irrptions spontanées du gaz seraient la conséquence de la rapide volatilisation d'une certaine quantité de grisou liquide ou solide. Mais, comme au-delà d'une profondeur, non encore déterminée jusqu'ici, la température des roches doit dépasser le *point critique* du formène ou grisou pur, — c'est-à-dire le degré de chaleur au-dessus duquel la liquéfaction de ce gaz devient impossible, quelle que soit la pression, — à partir de cette profondeur, le grisou doit se trouver dans les roches, à l'état gazeux, sous une tension assez grande, tandis que dans les régions supérieures, il pourrait être liquide et même solide. Or, les gaz liquéfiés et solidifiés reprennent assez lentement l'état gazeux à cause de l'énorme quantité de chaleur qu'exige ce changement d'état. On pourrait trouver dans ce rapprochement l'explication du dégagement continu et moins abondant dans les parties supérieures des mines à grisou, et de la production brusque de grandes quantités de gaz dans les régions inférieures où la température atteint et dépasse le point critique. Lorsque les travaux viennent saigner les masses profondes, l'équilibre des pressions est détruit et des tensions intérieures dangereuses sont à redouter.

On comprend que le grisou soit plus spécialement localisé dans les crochons ou dans les parties de moindre compacité. Qu'un outil ou un choc quelconque vienne rencontrer ces nids à grisou, il les fait éclater à la façon des larmes bataviques et il

y a une grande émission de gaz et projection de charbon pulvérulent. M. Harzé cite qu'au coup de grisou survenu en 1879, au charbonnage de l'Agrappe, où 121 ouvriers trouvèrent la mort, la larme batavique, en se brisant, fournit 4.000 hectolitres de charbon pulvérulent (40 grands wagons de nos chemins de fer) et un volume de gaz qui alimenta pendant deux heures à l'orifice du puits une flamme gigantesque de 30 à 40 mètres de hauteur.

La mesure prophylactique principale, la plus utile, employée contre les coups de grisou consiste à mélanger le gaz, dont on ne peut empêcher la production, avec une quantité d'air suffisante pour qu'il perde son pouvoir explosif, de sorte qu'il ne puisse être enflammé ni par mélange ni par un coup de mine. Lorsque le grisou est ainsi étendu, on l'extrait rapidement de la fosse à l'aide de puissants ventilateurs.

La production du grisou dans les fosses est, en outre, constamment surveillée; tous les courants d'air sont mesurés à l'anémomètre pour connaître leur vitesse et au moyen de lampes spéciales indiquant très exactement la teneur en grisou.

Les lampes, les explosifs ont reçu également de notables et heureuses modifications durant ces dernières années, et l'on peut dire que, grâce aux mesures préventives, la proportion des victimes du grisou a diminué d'une manière sensible; mais il est nécessaire de la réduire encore davantage, en prévenant les dégagements grisouteux et surtout les dégagements instantanés qui augmentent avec la profondeur de plus en plus grande des exploitations actuelles.

Les résultats pratiques obtenus jusqu'ici, bien que précieux par eux-mêmes, à cause des faits nouveaux qu'ils ont établis et des conditions favorables qu'ils ont amenées dans la lutte contre les dégagements *normaux*, laissent, en ce qui concerne les dégagements *instantanés*, la question du grisou et des lois régissant ses manifestations presque entière et non résolue.

Pour combattre l'ennemi, dit M. Van den Broeck, il ne faut pas continuer des recherches *isolées* et *incomplètes*, comme cela s'est fait jusqu'à aujourd'hui, mais les faire entrer dans une voie nouvelle d'exploration rationnelle, en leur donnant un corps, une méthode et une direction bien déterminée, en la dotant des appareils d'étude et d'investigation nécessaires. On n'a pas tenu compte, jusqu'ici, des progrès naissants et successifs qu'une science nouvelle mettait depuis peu d'années au service des chercheurs. Aux fonctionnaires et ingénieurs, il eût fallu adjoindre des spécialistes en matière de Géologie, de Météorologie endogène, des sismologues, des physiciens et toutes les individualités

capables de faire entrer les études dans les domaines nouveaux et inexplorés.

Il eût fallu aussi ne pas limiter trop étroitement les ressources et permettre officiellement l'accès au but par toutes les méthodes d'investigation nouvelles.

Un groupe de personnalités scientifiques, spécialisées dans les diverses branches intéressant le grisou, travaillant librement, sans contrôle, ni règlements restrictifs, tel, en un mot, que le groupe représenté par la Société belge de Géologie, paraît utilement appelé à prendre l'initiative au moins d'une direction nouvelle et systématique à donner aux études et aux recherches relatives au grisou.

Il s'agit donc d'entreprendre une étude complète, une *monographie* du grisou, en l'envisageant au point de vue géologique, physique, chimique, biologique et météorologique; mais c'est principalement les rapports des dégagements grisouteux avec les phénomènes microsismiques qui ont attiré d'abord l'attention de la Commission.

II

Disons tout de suite qu'il paraît exister des corrélatiions évidentes entre les dégagements brusques du grisou et les mouvements du sol, de sorte que, si l'on possède des données précises sur ces derniers, il sera peut-être permis de *prévoir* les manifestations grisouteuses, ce qui jusqu'à présent n'avait pu être tenté d'une manière efficace.

C'est le professeur italien de Rossi qui est le promoteur de ces idées nouvelles. Dans une conférence donnée à Liège, en 1880, le savant italien s'exprimait ainsi : « La météorologie atmosphérique nous donne, par certains indices, le moyen de prévoir les fatales explosions de grisou auxquelles les dépressions barométriques ne sont pas étrangères. Mais on comprend que les dépressions barométriques ne peuvent contribuer à ces explosions que comme condition favorable et qu'il faut en chercher ailleurs la cause principale. Cette cause véritable et efficiente n'est autre que la production surabondante de gaz inflammable, production qui est elle-même l'effet immédiat d'une phase d'activité intense de la force endogène. J'ai eu l'occasion de montrer maintes fois la coïncidence des désastres arrivés dans les mines avec les époques où l'on a constaté que l'exercice de l'activité interne du globe s'accuse avec une énergie particulière. J'ai insisté sur la nécessité d'établir à proximité des mines des observatoires géodynamiques pour y surveiller, à l'aide du microphone, les moindres mouvements sismiques du sol. L'utilité de ces observations n'apparaît si grande et si évidente que je ne puis m'empêcher de les recommander chaque fois que l'occasion s'est présentée ».

Il y a bientôt vingt ans que ces sages et judicieux avis ont été publiés. Et c'est au Japon qu'il faut aller pour voir la question entrer dans la pratique de l'expérimentation! Il existe dans ce pays un service microsismique admirablement organisé, dirigé par M. Milne, un spécialiste anglais qui a appliqué le programme qu'il s'était tracé, à l'étude des dégagements grisouteux de la mine de Tokoshima, dans leurs rapports avec les mouvements du sol.

En 1883, M. de Chancourtois signala, à son tour, dans le jeu des sismes et des microsismes un mode d'avertissement des dégagements grisouteux. En mission scientifique avec MM. Chesneau et Lallemand, il visita les importantes installations géodynamiques installées par Rossi et installa alors un double poste d'étude comprenant l'observatoire de Douai et l'un des puits les plus grisouteux de la Compagnie d'Anzin : la fosse d'Hérin. Le rapport que ces savants publièrent sur les observations faites du 1^{er} février au 31 décembre sur ces deux points est des plus importants. Voici comment M. Van den Broeck résume les observations faites, du 6 au 10 décembre, par M. Chesneau.

Un véritable orage endogène coïncida pendant la période du 7 au 10 décembre 1886, dans la partie occidentale de l'Europe avec une intense dépression barométrique et avec l'apparition de dégagements accentués de grisou, signalés en France, en Angleterre et en Belgique. Le relevé des phénomènes volcaniques et sismiques qui affectèrent vers cette époque et notamment du 8 au 16 décembre les régions les plus diverses du globe (Europe, Amérique, Asie), montre d'une manière frappante que les cas sporadiques, mais pour ainsi dire simultanés, d'accidents grisouteux qui se présentèrent dans des contrées relativement éloignées les unes des autres, devaient être en réalité, *intimement reliés*, comme mode de *causalité* première, à la tempête sismique endogène qui surtout, du 7 au 9 décembre, fit sentir ses efforts sur une grande partie du globe terrestre.

La venue subite et considérable du grisou dans la mine d'Hérin fut telle, le 8 décembre, qu'il fallut évacuer la mine, et, dans de nombreux charbonnages du Nord et du Pas-de-Calais, il y eut, le *même jour*, des dégagements si accentués que sur certains points les chantiers durent être également abandonnés,

Le *même jour*, il y eut au charbonnage d'Angleur, près de Liège, un important dégagement grisouteux, accompagné d'une projection brusque, sous l'impulsion du souffle grisouteux, de 72 hectolitres de charbon menu. Le *lendemain* 9 décembre, à Beaulieuart, dans le centre, un dégagement instantané se produisit qui ensevelit cinq ouvriers sous le

charbon projeté. En Angleterre, dans la mine de Marsden (Durham) et dans plusieurs mines des environs, il y eut, le 8 décembre, un tel dégagement grisouteux que, là aussi, l'évacuation de ces mines fut ordonnée, et, chose particulièrement intéressante, un appareil enregistreur microsismique, qui avait justement été installé à Marsden par une Commission spéciale du grisou, indiqua, en corrélation avec l'émanation grisouteuse, de fortes perturbations microsismiques. Et il est à remarquer que ces états des corrélations grisouto-sismiques, avaient été faits simultanément, mais d'une manière tout à fait indépendante, en France et en Angleterre.

Le fait des corrélations grisouto-sismiques est donc, pour cette date du 7 au 9 décembre, nettement et absolument constaté. Voyons maintenant comment s'établissent, sur le diagramme de M. Chesneau, les relations considérées au point de vue *chronologique*, et spécialement celles qui sont relatives aux perturbations atmosphériques, c'est-à-dire à la dépression barométrique. La figure 1 ci-contre est particulièrement suggestive. Les trois éléments considérés s'y présentent nettement définis, chacun dans l'évolution de son pourcentage spécial et en relation chronologique générale comparative. En suivant l'ordre chronologique, nous trouvons, le 6 décembre à quatre heures de l'après-midi, une première dépression barométrique rapide et accentuée qui nous mène jusqu'à quatre heures et demie du matin le 7 décembre. C'est une baisse d'environ 1 millimètre à l'heure et il est certain qu'elle constitue un premier et sérieux avertissement. Mais, de midi à sept heures du soir, le 7 décembre, la pression remonte vivement aux 6/10 de cette première baisse. Ceci rend le pronostic quelque peu douteux et en diminue la valeur.

Mais à huit heures du soir, le 7 décembre, une action endogène microsismique s'établit brusquement et s'accroît constamment et rapidement, pendant à peu près douze heures consécutives, car c'est le 8 décembre, à sept heures et demie du matin, que l'amplitude croissante des mouvements du trausmomètre est arrivée à son point culminant, pendant que, de son côté, le baromètre, depuis le 7 au soir, partant de 753^{mm}5, descendait de nouveau avec une grande rapidité, jusqu'au 8 décembre, à dix heures du matin, où la descente prend une marche plus calme, mais en dépression constante, s'étendant jusqu'au lendemain matin, 9 décembre, avec un minimum de 727 millimètres.

Or, en passant à l'élément *grisou*, dont la proportion dans le retour d'air de la mine, était, le 6 décembre, inférieure à 1%, et dépassait à peine ce chiffre dans la nuit du 7 au 8, nous voyons que le 8 décembre à huit heures du matin une expansion

gazeuse considérable envahit subitement l'air de la mine, qui, à cinq heures du soir, contenait, dans son retour d'air, la dangereuse proportion de 3% de grisou, redescendue, à minuit, à environ 1,5%. La proportion élevée de 2 à 3% de grisou, qui avait commencé à s'établir vers midi, pour s'ac-



Fig. 1. — Diagramme chronologique des phénomènes barométriques, sismiques et grisouteux notes à la mine d'Hérin (Anzin), par M. Chesneau, du 6 au 10 décembre 1886.

centuer à cinq heures du soir, ne faiblit qu'après neuf heures du soir.

Quant à la *seconde* dépression barométrique qui, avec la première du 7 décembre, a pour ainsi dire *encadré* les phénomènes grisouto-sismiques du 8 décembre, elle a eu sa plus forte accentuation le 9 décembre, à quatre heures trois quarts du matin, et, cette fois, la dépression considérable qui a coïncidé avec les grands troubles atmosphé-

riques des 8 et 9 décembre, s'est élevée à 29 millimètres de mercure. Certes, la partie la plus brusque, la plus rapide de cette dépression a précédé le dégagement grisouteux du 8; mais l'avertissement sismique, ininterrompu et continuellement accentué, du 7 au soir a marché parallèlement avec la dépression barométrique, montrant les étroites relations de ces phénomènes divers.

Le point capital de l'observation est que le *maximum* de l'agitation microsismique a précédé de neuf heures le *maximum dangereux* de l'émanation grisouteuse, alors que le *maximum* de la dépression barométrique a suivi de près de douze heures le *maximum dangereux* du dégagement grisouteux.

III

L'encadrement des phénomènes endogènes grisouto-sismiques par des phénomènes *exogènes* atmosphériques est donc très nettement démontré par le diagramme de M. Chesneau.

En est-il toujours ainsi? y a-t-il toujours corrélation entre les trois catégories de phénomènes dont nous venons de parler? Il y a de fortes probabilités pour croire que cette concordance est générale. De nouvelles expériences bien conduites, d'une durée assez longue, proposées par la Section du grisou, diront ce qu'il en faut retrancher ou ce qu'il faut y ajouter, en un mot, feront les modifications que comportent de pareils résultats.

Mais les auteurs du projet lui donnent une ampleur encore plus grande en y rattachant les découvertes si curieuses du Professeur Zenger, qui trouve la cause des manifestations endogènes dans les phénomènes cosmiques. Pour le savant professeur tchèque, il existe des relations étroites (qu'il a démontrées par de nombreux exemples) entre la constitution physique, les phénomènes (protubérances et taches) et les influences électriques et magnétiques diverses du Soleil et l'ensemble grandiose, étroitement uni, que la science commence à bien connaître des phénomènes de la Physique du globe: aurores boréales, orages, tremblements de terre (orages endogènes), microsismes, phénomènes, perturbations et orages magnétiques et telluriques, et, enfin, les phénomènes de la météorologie endogène.

Ces manifestations naturelles offrent des connexions étroites et obéissent à des lois d'influence cosmique et de retard périodique. Quelques-unes d'entre elles ont déjà pu être formulées et s'adaptent rigoureusement aux faits observés.

Ne citons qu'un exemple de cette concordance. On se souvient des vives dénégations parues dans les journaux italiens et opposées par le Professeur Palmieri, à la prédiction faite en juin 1892, par

M. Zenger, d'événements sismiques et volcaniques très accentués, annoncés pour le 8 juillet 1892. Ce jour-là était le jour de la période solaire, précédée du passage, le 5 juillet, d'un essaim périodique d'étoiles filantes, et il devait être suivi, le 12, d'un passage connu de holidés. Qui avait raison: Palmieri ou Zenger?

Les sarcasmes dont on accablait Zenger ne se prolongèrent pas longtemps. Les 7, 8 et 9 juillet, les deux modes d'investigation de l'activité solaire, les taches et les plaques photographiques spéciales dénotaient une agitation extraordinaire, tandis que le Stromboli, l'Etna et le Vésuve entraient en éruption pendant ces trois jours. En même temps, de grands tremblements de terre secouaient l'Italie dans la nuit du 8 au 9 juillet. Zenger triomphait. Pour se faire pardonner, il continua ses prédictions.

D'après lui, on peut, en se basant sur les données fournies par l'étude des phénomènes cosmiques, prévoir les dates des grandes perturbations atmosphériques, électriques, magnétiques: celles des aurores boréales et des tremblements de terre et même des éruptions volcaniques pour une région terrestre déterminée.

La Société belge de Géologie a pensé qu'il convenait d'entrer dans la voie des applications, ouverte par les découvertes des Professeurs Zenger, de Chancourtois, Chesneau, Forel, etc., en recherchant les relations qui existent entre les phénomènes cosmiques et les phénomènes terrestres.

Comme *résultat pratique*, la Société espère établir, au moyen de stations et d'observatoires convenablement outillés et aussi nombreux que possible, les rapports des dégagements grisouteux avec l'ensemble des phénomènes terrestres et extra-terrestres.

C'est là un programme bien vaste, mais bien digne de tenter les savants. Il exigera beaucoup de temps et le concours d'un grand nombre de spécialistes: géologues, ingénieurs, physiciens, chimistes, astronomes, etc. Un pareil groupement d'hommes de science, de toutes les nations du globe, unis dans une pensée commune et que les difficultés ne peuvent arrêter, ne saurait être que fécond en résultats scientifiques, et, espérons-le, aussi en résultats pratiques.

Félicitons donc nos confrères belges d'entreprendre cette étude, et souhaitons-leur de trouver, auprès des pouvoirs publics et des particuliers, les subsides nécessaires pour faire aboutir les recherches dont ils ont dressé le programme, recherches dont le corollaire humanitaire est la lutte *rationnelle* contre le grisou.

Ph. Glangeaud,

Maitre de conférences

à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Genocchi (Angelo). — *Differentialrechnung und Grundzüge der Integralrechnung* publié par M. G. PEANO, traduit en allemand par MM. G. BOULMANN et A. SCHEPP, 1^{er} fascicule. — 1 vol. in-8° de 224 pages. (Prix de l'ouvrage complet : 13 fr. 25.) B.-G. Teubner, éditeur; Leipzig, 1899.

L'édition allemande des leçons d'Analyse de A. Genocchi, publiées par M. G. Peano, comprendra deux fascicules. Le premier, qui vient de paraître, contient les *éléments du calcul différentiel* exposés au point de vue purement analytique. Il n'est fait usage d'interprétations géométriques que dans des cas isolés. Quant aux applications géométriques, elles n'ont pas été prises en considération.

Après avoir consacré un chapitre à la notion de fonction continue d'une variable indépendante, l'auteur passe à l'étude des dérivées; puis il examine d'une manière approfondie les séries, les développements en série et les produits infinis. Les deux chapitres suivants sont consacrés aux fonctions de plusieurs variables indépendantes, aux fonctions implicites et aux applications analytiques; étude des formes indéterminées, maximum et minimum des fonctions d'une ou de plusieurs variables indépendantes. Vient enfin les notions élémentaires relatives aux fonctions d'une variable complexe. A la fin de chaque chapitre sont placés quelques exercices; leur nombre est toutefois assez restreint.

Ces éléments sont présentés sous une forme à la fois simple et claire, et avec la rigueur que l'on est en droit d'exiger d'un pareil ouvrage. L'étudiant de première année y trouvera des développements théoriques qui lui seront très utiles pour une étude approfondie de l'Analyse.

H. FEHR.

Privat-Dozent à l'Université de Genève.

Damour (Emilio), *Ingenieur civil des Mines, Chef des Travaux chimiques à l'Ecole supérieure des Mines*. — *Le Chauffage industriel et les Fours à gaz*. — 1 vol. in-8° de 142 pages, avec 27 figures. (Prix, relié : 7 fr. 50.) Baulby et C^e, éditeurs. Paris, 1899.

Les combustibles à l'état gazeux sont tous les jours plus employés pour le chauffage industriel, et cette préférence se justifie par les grandes facilités avec lesquelles ils se prêtent à une combustion plus complète et à la récupération des chaleurs perdues. On peut dire que l'industrie moderne doit une grande partie de son développement à la vulgarisation des fours à gaz. Mais, si leur origine remonte au célèbre brevet Siemens de 1861, il y a relativement peu de temps que l'on se rend un compte exact des conditions dans lesquelles s'accomplissent les phénomènes généraux de la combustion, et c'est grâce aux beaux travaux de MM. Berthelot, Vieille, Mallard et H. Le Châtelier que ces progrès se sont produits.

L'étude de M. Damour, qui n'envisage qu'un côté du problème si compliqué du chauffage dans l'industrie, ainsi que l'indique l'auteur dans une préface où la question est nettement posée, a principalement pour objet de traiter de l'utilisation de la chaleur et de la récupération. Elle comprend deux parties bien distinctes: l'une théorique, l'autre pratique. Quand un phénomène à étudier présente un caractère complexe, comme c'est ici le cas, il n'est possible de l'analyser qu'en y appliquant d'abord simplement les lois physiques ou mécaniques et en faisant abstraction de cer-

taines données expérimentales, qui seront plus tard introduites comme correctifs, mais dont l'importance est assez secondaire pour ne pas modifier totalement les bases qui ont servi. Telle a été la marche suivie par l'auteur; aussi, nous insistons bien sur ce point: malgré les apparences, c'est un livre pratique qu'il a écrit et qui sera utilement consulté par les ingénieurs.

Après avoir très clairement énoncé les définitions scientifiques qui se rapportent aux corps solides ou gazeux jouant un rôle dans la combustion, telles que *chaleurs de combustion, pouvoirs calorifiques, chaleurs d'échauffement, chaleurs spécifiques*, M. Damour classe les différents systèmes de fours à gaz suivant la nature du gaz combustible employé (gaz à l'air, gaz à l'eau, gaz acide carbonique) et suivant aussi la manière dont la récupération est appliquée (simple récupération par l'air secondaire seul, double récupération par l'air secondaire et le gaz; double récupération par l'air secondaire et primaire ou par l'air total; triple récupération par l'air primaire, l'air secondaire et le gaz). En y ajoutant, à titre comparatif, les foyers à chauffage direct, c'est-à-dire ceux encore très répandus où l'on brûle directement les combustibles solides, il arrive au nombre de douze fours, dont il établit la valeur relative en posant et résolvant pour chacun d'eux l'équation d'utilisation: $Q = P + U$. (Pouvoir calorifique = chaleur utilisée + chaleur perdue), et en en déduisant le rendement de récupération $\frac{U}{Q}$.

En vue de cette discussion, M. Damour a soin de rappeler certains principes fondamentaux bien souvent méconnus dans les questions d'échanges de température. Puis, après avoir parfaitement expliqué la valeur des termes P et U de l'équation fondamentale, il arrive au rendement en déterminant dans chaque cas P par le calcul direct et Q par la mesure du pouvoir calorifique ou par les chaleurs de combustion des corps simples: la valeur de U est obtenue par différence.

Mais les résultats théoriques auxquels on arrive ainsi, au moyen d'un certain nombre d'hypothèses, toutes en faveur de la bonne utilisation de la chaleur, sont optimistes et fixent seulement une limite supérieure au rendement; aussi l'auteur examine ensuite dans quelle mesure la réalité peut modifier la valeur absolue des chiffres attribués à chaque four et, par suite, le classement de ces fours. Nous ne décrivons pas les calculs concernant les fours à chauffage direct sans gazogènes, dont les foyers de chaudières à vapeur sont un cas particulier, non plus que ceux des fours à récupération avec les différents gaz et suivant toutes les variantes, pour la plupart desquelles un intéressant exemple est cité. Nous en rappellerons seulement les principales conclusions: Lorsqu'il s'agit de chauffage à températures élevées (1500°), le meilleur des fours à gaz actuellement en usage est le four Siemens, sans siphon, avec gaz à l'eau et double récupération par l'air secondaire et le gaz; en chauffant l'air primaire, c'est-à-dire en transformant le précédent four en four à triple récupération, il serait possible de gagner encore environ 10% des calories. Aux températures moyennes (1000°), bien que le même four tienne encore la tête, la double récupération n'a plus ici un intérêt proportionné aux dépenses d'établissement et d'entretien qu'elle entraîne, et ce sont surtout les fours à simple récupération par l'air secondaire seul avec gaz à l'eau et à l'air qui sont employés. La discussion montre cependant que l'on aurait encore avantage, dans ces fours, à chauffer l'air primaire ou à renvoyer une partie des fumées sous la grille.

Enfin, aux basses températures (500°), comme dans les et audières à vapeur, la récupération ne trouve pas d'application utile, et l'on doit surtout s'attacher à obtenir une combustion complète sans excès d'air.

Dans les quelques chapitres qui terminent son ouvrage, M. Damour indique les moyens et appareils qui sont à la disposition de l'ingénieur désireux de se livrer à l'étude expérimentale de ses fours et, en véritable comptable, il montre, par l'exemple, les déductions fécondes que l'on peut retirer de l'établissement du bilan des calories, méthode dont on ne saurait trop recommander l'emploi dans les usines.

C'est évidemment l'objectif de tous les industriels d'apporter des économies toujours nouvelles à leurs fabrications, et ils y sont d'autant plus poussés à une époque où la concurrence les oblige à serrer de plus près leurs prix de revient. A ce point de vue, le livre de M. Damour, rend un réel service à l'ingénieur en lui indiquant les moyens de mieux utiliser la chaleur dans ses fours, c'est-à-dire d'améliorer l'un des organes les plus importants de son industrie.

EMILE DEMENGE.

Ancien élève de l'École polytechnique.

2° Sciences physiques

Cavalier (Jacques), *Maître de Conférences à l'Université de Rennes*. — *Recherches sur les Ethers phosphoriques*. (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.) — 1 brochure in-8° de 110 pages. F. Simon, imprimeur, Rennes, 1899.

Dans ce mémoire, l'auteur s'est proposé de compléter et d'étendre l'histoire intéressante des éthers de l'acide phosphorique. Cet acide à fonction mixte, qui forme trois séries de sels, est, en effet, susceptible de donner trois catégories d'éthers, dont deux possèdent des hydrogènes acides.

M. Cavalier a d'abord contribué à caractériser les éthers acides en préparant les principaux sels acides des éthers mono-méthyl et mono-éthylphosphoriques (sels acides de K, Na, Az H⁴, Ca, Sr, Ba). Vient ensuite l'étude complète des trois éthers allyliques, l'éther mono-allylique en solution avec ses sels acides et neutres, le phosphite diallylique en solution et quelques sels, et le phosphate triallylique, liquide dont on décrit la préparation et les principales propriétés.

Les données thermo-chimiques n'ont pas été négligées : on a mesuré les chaleurs de neutralisation des éthers acides en solution aqueuse. Ces corps sont des acides forts qui se montrent nettement monobasiques vis-à-vis de l'héliantine. La chaleur de neutralisation des éthers monoalcoylés est plus grande que celle des deux premières valences de l'acide phosphorique ; de plus, la chaleur dégagée dans la neutralisation des éthers dialcoylés est supérieure ou égale à celle qui correspond à la première acidité des monoalcoylés. L'auteur conclut de ces faits que l'introduction successive de radicaux alcooliques dans l'acide phosphorique fait disparaître l'acidité la plus faible, c'est-à-dire donne naissance à des acides plus forts que les générateurs ; — conséquence trop absolue, peut-être, si l'on réfléchit à « cette complication parasite (du dissolvant) qui rend insuffisantes les comparaisons tirées des chaleurs de neutralisation, déterminées dans l'état dissous. » Il eût été, d'autre part, fort intéressant de mesurer la tonalité thermique lors du mélange de ces acides avec la solution de leurs sels neutres ; une conséquence nécessaire de la théorie de la dissociation électrolytique est qu'il doit se produire, dans ce cas, une *absorption* de chaleur. L'expérience serait d'autant plus importante, jusqu'à présent, les vérifications de cette proposition sont peu nombreuses et sujettes à discussion. Les éthers phosphoriques acides, surtout les dialcoylés, s'y prêteraient admirablement.

Enfin, l'auteur consacre la dernière partie de son travail à l'étude de la vitesse de décomposition des éthers phosphoriques par l'eau. Une élégante méthode de dosage, basée sur l'emploi simultané des réactifs indicateurs et sur la différence de solubilité des sels de baryum, lui permet de déterminer facilement les proportions relatives des divers éthers et d'acide phosphorique qui existent à un moment donné dans la liqueur. Grâce à de nombreuses courbes, on peut suivre aisément les phases de la décomposition de l'éther primitif, ainsi que la formation et la saponification progressive des produits intermédiaires. Les opérations se faisant en présence d'un excès d'eau, toutes ces réactions sont du premier ordre. Comme toujours, l'influence de la température est énorme.

Par cette étude, M. Cavalier a ajouté un chapitre plein d'intérêt à l'histoire des réactions simultanées ; elle termine dignement son travail consciencieux de Chimie pure.

P.-TH. MULLER.

Maître de Conférences à l'Université de Nancy.

Sansone (Antonio), *Ancien directeur de la Section de Teinture à l'École Technique de Manchester*. — *Des Progrès récents dans la Teinture et l'Impression des Tissus de Coton et d'autres fibres*. 1^{er} Fascicule. — 1 vol. in-8° de 92 pages, avec 20 figures et 15 planches d'échantillons. (Prix : 10 fr.) G. Carré et C. Naud, éditeurs, Paris, 1899.

Le but de cet ouvrage, comme le dit l'auteur dans sa préface, est de donner un aperçu, aussi complet que possible, des principales découvertes et inventions faites dans ces dernières années, et introduites dans les industries de la teinture, de l'impression et du blanchiment.

L'ouvrage entier comprendra 4 ou 5 fascicules. Le premier seul a paru et c'est celui que nous allons analyser.

Dans un premier chapitre, l'auteur passe en revue les machines, découvertes et innovations dans les procédés de teinture et d'impression, en promettant de revenir sur chacune d'elles et de les décrire plus longuement, ce dont on ne saurait trop l'approuver, car cette simple énumération est réellement insuffisante.

Le chapitre II traite de la résistance des couleurs à l'action de la lumière, du savon, des alcalis et des acides. Peut-être eût-il mieux valu le placer à la fin de l'ouvrage, après avoir exposé les modes d'emploi des diverses couleurs. Comme faits intéressants, nous signalerons que les couleurs les plus solides à la lumière sont le noir d'alizarine et le noir cyanine, surtout quand ils sont teints sur mordant double de tanin et de chrome, d'après un procédé de l'auteur. Le bleu indoïne, fugace quand on l'emploie comme colorant direct, tient aussi remarquablement à la lumière, s'il est appliqué sur mordant de tanin et d'antimoine. M. A. Sansone propose d'utiliser cette propriété protectrice du tanin pour rendre les couleurs sur coton plus résistantes à la lumière, en faisant suivre la teinture de passages en tanin, puis en sel de cuivre, pour recouvrir le tissu d'un enduit de tannate de cuivre.

Le chapitre III a pour objet l'étude des couleurs directes, c'est-à-dire teignant le coton non mordancé, qui sont, comme on le sait, des colorants hisazoïques dérivés des diamines, telles que la benzidine, la tolidine, etc. L'auteur donne des détails circonstanciés sur leur emploi et expose d'une manière très complète le procédé de diazotation sur la fibre de couleurs directes, appliquées préalablement par teinture, et la copulation des diazoïques ainsi obtenus, avec des développeurs appropriés. On arrive ainsi à produire de nouvelles nuances, douées d'une plus grande résistance à la lumière et aux agents chimiques. Ce fascicule se termine par une série de vingt planches de machines relatives au blanchiment, à la teinture et à l'impression, et de quatre-vingts échantillons teints ou imprimés.

M. PRUD'HOMME.

¹ BERTHELOT. *Thermochimie*, t. I, p. 380 (1897).

3° Sciences naturelles

Pagès (C.), *Vétérinaire sanitaire de Paris et du département de la Seine. — Les Méthodes pratiques en Zootechnie.* — 1 vol. in-8° de 216 pages, avec 12 figures. (Prix cartonné : 5 fr.) G. Carré et C. Naud, éditeurs, Paris, 1899.

Il est toujours agréable de lire un ouvrage qui sort des sentiers battus tout au moins lorsque l'originalité de la forme n'est pas destinée à masquer la faiblesse de la documentation. On suivra donc avec plaisir M. Pagès dans l'exposé très particulier qu'il fait des principes de la Zootechnie et des moyens à mettre en œuvre pour leur application.

Le livre est divisé très naturellement en deux parties : la première traite de l'action de l'homme sur les animaux ; la seconde étudie les principales opérations zootechniques.

C'est dans la première, à coup sûr, que le lecteur trouvera les données les plus attrayantes et les plus instructives. Les moyens d'action de l'homme sur les animaux y sont exposés d'après une conception toute personnelle, mais d'une manière éminemment propre à retenir l'attention. L'auteur montre comment l'éleveur intelligent dirige et manœuvre, dans le sens de son intérêt propre, les divers modificateurs organiques. Ce sont d'abord des moyens indirects qui sont mis en jeu : l'application intelligente des méthodes de culture, qui amène une amélioration qualitative ou quantitative des récoltes, partant des aliments ; puis l'action bien dirigée des agents de l'hygiène, qui permet d'utiliser ces aliments dans les conditions les plus avantageuses.

D'autres modificateurs ont une action directe et beaucoup plus apparente sur l'organisme : citons la castration, l'entraînement, l'alimentation raisonnée, le changement de milieu. Mais le moyen à la fois le plus puissant, le plus rapide et le plus stable est, sans au'un doute, la reproduction, dont l'auteur passe en revue jusqu'aux plus étranges modalités.

La seconde partie, moins bien assise sans doute, comporte quelques indications d'ordre général sur la spécialisation des fonctions, mais nous entraîne définitivement dans le domaine des opérations pratiques de la zootechnie, c'est-à-dire de la production des divers types d'animaux. L'étude des animaux-aliments y tient, à juste titre, la plus large place ; celle des animaux de travail est peut-être un peu écourtée ; enfin, les animaux de luxe fournissent matière à quelques vues originales.

Au total, ce livre est des plus instructifs ; l'auteur a su y faire intervenir ses qualités de physiologiste, et, tout en le maintenant sur le véritable terrain scientifique, il n'a pas négligé de tenir compte des observations et des documents divers fournis par les éleveurs. Aussi paraît-il bien répondre au but complexe en vue duquel il a été conçu.

A. RAILLIET.

Professeur à l'École Vétérinaire d'Alfort.

Anastasiu (Victor), *Professeur au Lycée Lazar (Bucarest).* — Contribution à l'étude géologique de la Dobrogea (Roumanie). Terrains secondaires. (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris). — 1 vol. in-8° de 136 pages, avec figures et 1 carte en couleurs. G. Carré et C. Naud, éditeurs, Paris, 1899.

Popovici (V.). — Etude géologique des environs de Campulung et de Sinaia (Roumanie). (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris). — 1 vol. in-8° de 220 pages, avec figures. G. Carré et C. Naud, éditeurs, Paris, 1899.

Ces deux importants travaux seront analysés en détail dans la Revue annuelle de Géologie de cette année. (Nous ne les mentionnons ici que pour les répertoire.)

Le Double (A.-F.), *Professeur d'Anatomie à l'École de Médecine de Tours, Correspondant de l'Académie de Médecine.* — Rabelais anatomiste et physiologiste. Avec une préface de M. MATHIAS DUVAL, de l'Académie de Médecine. — 1 vol. in-8° de 440 pages, avec 174 figures et 32 fac-similés. (Prix : 15 fr.) E. Leroux, éditeur, 28, rue Bonaparte, Paris, 1899.

Rabelais médecin est à l'ordre du jour. Après l'étude si documentée de M. A. Bertrand sur le *Séjour de Rabelais à Lyon*, voici l'ouvrage non moins érudit de M. Le Double sur Rabelais anatomiste. « Il est un des premiers, sinon le premier, nous dit le professeur de Tours, qui ait fait des démonstrations sur le cadavre et qui ait vanté l'utilité des dissections. » A ce titre, il méritait bien qu'un anatomiste de profession s'a taché à recueillir tout ce qui, dans son œuvre, a trait à la structure du corps et de ses fonctions, et à déchiffrer les fameux chapitres hiéroglyphiques du livre IV que les commentateurs, faute de connaissances techniques, considéraient comme une simple fantaisie de langage. Par de nombreuses figures à l'appui, M. Le Double nous montre l'étendue des connaissances de Maître en Anatomie et l'ingéniosité de ses comparaisons. Tout en passant sont signalés quantité de faits qui se rapportent à la vie de Rabelais, aux idées et aux mœurs de son temps. J'ajouterai que l'admiration passionnée de l'auteur pour son illustre compatriote tourangeau communique à l'ouvrage une ardeur sincère qui en soutient l'intérêt jusqu'au bout, et que la trop courte préface de M. Mathias Duval est une agréable porte d'entrée à ce livre instructif et récréatif.

A. CHARPY,

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

4° Sciences médicales

Lyon (Dr Gaston), *Ancien chef de Clinique médicale à la Faculté de Médecine de Paris.* — *Traité élémentaire de clinique thérapeutique (Troisième édition).* — 1 vol. gr. in-8° de 1332 pages. (Prix : relié, 20 fr.) G. Masson et C^{ie}, éditeurs, Paris, 1899.

La Revue a rendu compte, dès leur apparition, des deux premières éditions de cet important ouvrage. La troisième édition, qui paraît aujourd'hui, comporte peu de modifications.

En raison du court espace de temps qui s'est écoulé entre la seconde édition et la présente, l'auteur n'a pas eu à enregistrer des progrès bien notables dans le domaine de la Thérapeutique. Cependant, quelques médications nouvelles ont dû être mentionnées ; notamment le traitement sérothérapique de la peste, les différentes applications de l'opothérapie, qui se sont multipliées depuis peu de temps, le traitement des cardiopathies par les agents physiques, les traitements chirurgicaux d'affections considérées jusque-là comme relevant exclusivement de la thérapeutique médicale (angiocholites infectieuses, ulcères de l'estomac, sténoses gastriques, etc.).

D'autre part, un certain nombre de chapitres nouveaux ont été ajoutés, avec tous les développements que comporte leur importance ; citons ceux consacrés aux cardiopathies infantiles, aux sténoses du pylore, aux péritonites aiguës, aux méningo-myélites aiguës, aux polio-myélites, à la peste, etc.

Le chapitre consacré aux dyspepsies a été récrit en entier. Tous les autres chapitres de l'ouvrage ont été l'objet de modifications de détail ; quelques-uns même ont été presque entièrement refondus (blennorrhagie, syphilis, neurasthénie, infections gastro-intestinales infantiles, etc.).

Enfin, une table alphabétique a été ajoutée, qui facilitera les recherches et sera grandement appréciée des lecteurs.

En somme, les modifications apportées ont eu pour but de mettre en relief, aussi nettement que possible, l'évolution de la thérapeutique contemporaine.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 15 Mai 1899.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Appel présente un rapport sur un mémoire de M. Jean Mascart relatif à la constitution de l'anneau des petites planètes. Dans la première partie, il applique le calcul des probabilités à l'étude de la coïncidence d'éléments des planètes; dans la seconde, il cherche à préciser l'action de Jupiter en rapportant les orbites de 417 astéroïdes au plan de Jupiter. — MM. Lubrano et Maître ont calculé de nouveaux éléments de l'orbite de la planète EL (Coggia, 31 mars 1899), au moyen d'observations faites à Marseille et par la méthode d'Oppolzer. — M. G. Mittag-Leffler étudie le problème de la représentation d'une branche uniforme de fonction analytique prolongée dans le domaine le plus étendu possible; il le résout au moyen de trois théorèmes qui peuvent s'étendre aux fonctions d'un nombre quelconque de variables indépendantes. — M. Jules Beudon indique une méthode très générale qui permet de calculer des formules contenant des fonctions arbitraires. — M. E. Guyou présente un recueil d'éphémérides, de tables et de types de calculs nautiques, destinés à une série d'expériences qui vont être entreprises pour étudier, au point de vue des intérêts de la navigation, les avantages que pourrait offrir l'extension du système décimal à la mesure de la circonférence, et pour se rendre compte des difficultés que rencontrerait l'accomplissement de cette réforme. Il montre, en même temps, que la réforme des unités d'arc n'est pas nécessairement solidaire de celle des unités de temps.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Pellat montre que la théorie de la polarisation fictive ou instantanée est impuissante à expliquer les forces qui se produisent sur un diélectrique, primitivement non électrisé, placé dans un champ électrique; elle doit donc être complètement abandonnée, car elle n'est pas nécessaire non plus pour l'explication des autres phénomènes électrostatiques. — MM. A. Pérot et Ch. Fabry ont constaté que l'emploi du courant continu pour l'obtention de phénomènes d'interférences à très grandes différences de marche est recommandable aux points de vue de la finesse des raies et de l'éclat relativement faible des composantes. Aussi considèrent-ils ce mode d'alimentation comme le meilleur pour les tubes de M. Michelson, toutes les fois que la longueur d'onde devra s'introduire comme étalon de longueur. — M. E. Lagrange a cherché à donner, dans le cas d'une électrode négative, de la stabilité à l'état instable du passage du courant dans un électrolyte. Il y est arrivé en donnant à l'électrode négative en cuivre une large surface refroidissante et en utilisant un circuit sans self-induction sensible. — M. Th. Tommasina a constaté que l'on peut rompre les chaînes de limaille dans les cohérens par l'approche d'un aimant; l'adhérence conductrice se reproduit sous l'action d'une nouvelle onde électrique et après éloignement de l'aimant. L'auteur a remplacé le trembleur de l'appareil récepteur par un électro-aimant, lequel donne des effets moins variables que les chocs. — M. P. Compan étudie théoriquement la transmission de la lumière par les milieux troubles; il arrive à cette conclusion que, dans la formule donnant l'intensité de la lumière transmise, doit intervenir un facteur fonction de la dimension des particules. — M. Daniel Berthelot indique la méthode qui lui permet de calculer la compres-

sibilité d'un mélange gazeux d'après celles de ses éléments. Les résultats du calcul concordent très bien avec ceux de l'expérience. — M. Ed. Defacqz a préparé le pentabromure de tungstène par l'action d'un courant d'acide bromhydrique gazeux sur l'hexachlorure chauffé vers 300°. Il cristallise en aiguilles rassemblées; il est très hygroscopique, fume à l'air; l'eau le décompose en donnant de l'oxyde bleu. — M. V. Thomas a préparé de nouveaux sels mixtes halogénés du plomb: le chlorobromure $3\text{PbCl}^2.\text{PbBr}^2$, en faisant cristalliser un mélange des solutions des deux constituants; le chlorobromure PbBrCl , par l'action du brome sur le chloriodure; le bromiodure $3\text{PbBr}^2.\text{PbI}^2$, de la même façon que le chlorobromure correspondant. — M. H. Baubigny indique une nouvelle méthode pour la séparation et le dosage de traces de brome en présence d'un très grand excès de chlorure. A la solution du mélange, on ajoute du permanganate et un peu d'acide chlorhydrique; on chauffe et on fait passer un courant d'air. L'acide chlorhydrique se décompose en donnant du chlore, qui déplace le brome, lequel est entraîné avec un peu de chlore dans le condensateur. Les deux halogènes sont alors séparés par la méthode ordinaire. — M. José Rodríguez Mourelo a constaté que, de même que le sous-nitrate de bismuth, le carbonate de manganèse, dissous dans la masse d'un sulfure de strontium, lui communique la propriété de luire avec une belle nuance verte très claire, après que le mélange a été soumis à l'action de la chaleur au rouge vif pendant quelques heures. — M. Em. Bourquelot a retiré de la gentiane, des pétales de rose, du coing, du cynorrhodon, de la groseille à maquereau, en les traitant, après épuisement par l'alcool, par l'eau chauffée sous pression, cinq pectines différentes. Leur solution aqueuse est coagulée par la pectase; elles sont dextrogyres, avec des pouvoirs rotatoires différents; par hydrolyse sulfurique, elles donnent de l'arabinose; avec l'acide nitrique, de l'acide mucique. Enfin, elles sont aussi hydrolysées par un ferment naturel, la pectinase, qui se trouve dans l'orge germé.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. A. Chauveau, au cours de ses expériences sur l'inscription des mouvements valvulaires du cœur du cheval, a reconnu que le cœur est extrêmement sensible à l'action de l'extra-courant d'ouverture du petit signal électro-magnétique employé comme indicateur des mouvements. Dans plusieurs cas, les animaux tombèrent foudroyés par ce faible extra-courant. — MM. L. Lapicque et A. Vast ont examiné le mécanisme de l'action de la toluylène-diamine sur les globules rouges. Le mécanisme fondamental de l'intoxication par ce poison paraît consister beaucoup moins en une destruction des globules dans le sang circulant qu'en une altération de ces globules portant sur leur résistance et sur leur matière colorante, altération qui provoque vraisemblablement la destruction de ces globules par les organes hématolytiques et spécialement par le foie. — M. Henri Mouton a étudié le galvanotropisme des infusoires ciliés, c'est-à-dire l'orientation que ces êtres prennent dans un liquide traversé par un courant électrique. Le courant agit directement par son passage et non par l'intermédiaire de produits diffusibles formés au voisinage des électrodes, et possédant sur les infusoires une action chimiotropique. — M. Joseph Perraud a reconnu que les formes de conservation du champignon du black-rot pendant l'hiver, sont: 1^o les stylospores sorties de leurs pycnides à l'automne; 2^o les pycnides conservées intactes; 3^o les sclérotés et périthèces. L'enfouissement des

grappes blackrotées dans les labours d'automne peut seulement immobiliser un certain nombre de germes, à condition de ne pas les déterrer par des travaux ultérieurs. — M. J. Beauverie a déterminé les conditions qui favorisent au plus haut degré la transformation du *Botrytis cinerea* en une forme stérile fixe (*Toile*) très dangereuse pour les végétaux; ce sont : une haute température, un état hygrométrique voisin de la saturation, un substratum médiocrement nutritif, une atmosphère confinée. — M. Noël Bernard a observé la germination des graines de *Neottia Nidus-Avis*, et a reconnu que les mycorhizes sont indispensables à la plante dès l'époque de sa germination. — M. P. Termier a poursuivi, sur de nouveaux échantillons, l'étude des esquilles de tachylite arrachées par des dragages au fond de l'Atlantique. Il y a reconnu des taches polychroïques et biréfringentes, qui semblent correspondre à un cristal naissant d'un certain minéral; ce minéral se rapprocherait de la hornblende ferrifère.

Séance du 23 Mai 1899.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. le Secrétaire perpétuel présente à l'Académie le Rapport, resté inédit, lu par Poisson, le 4 juillet 1831, sur le Mémoire de Galois relatif aux conditions de résolubilité des équations par radicaux. Le rapporteur, sans proposer de jugement sur des raisonnements très subtils et trop peu développés, les trouvait assez importants pour en exposer les conclusions et conseiller à l'auteur d'en compléter la rédaction. — M. G. Darboux poursuit l'étude de la déformation des surfaces générales du second degré. Il arrive au théorème suivant : Si une surface réglée (Q) roule sur une surface applicable (θ), les points où les différentes lignes de longueur nulle de (Q) rencontrent le plan de contact de (θ) et de (Q), points qui sont tous situés sur la génératrice rectiligne de (Q) contenue dans le plan de contact, décrivent des surfaces qui se correspondent avec similitude des éléments infiniment petits, leurs lignes de longueur nulle correspondant aux lignes asymptotiques de (θ). — M. A. Thybaut rattache certaines surfaces isothermiques à celles qui sont associées à la déformation du paraboloïde. — M. Tzitzéica montre que les surfaces qui admettent des réseaux conjugués ayant la même représentation sphérique que les développables d'une congruence Γ sont susceptibles de ∞⁴ déformations conservant ces réseaux. — M. Paul Painlevé constate que le beau théorème que vient de publier M. Mittag-Leffler sur le développement d'une branche uniforme de fonction analytique peut être rattaché à un mode de développement des fonctions analytiques réelles qu'il a déjà indiqué. — M. Emile Borel montre quel parti on peut tirer des séries de M. Mittag-Leffler et des séries analogues pour l'étude des développements de Taylor à rayon de convergence nul. — M. A. Petot a calculé l'effort maximum disponible à la barre d'attelage d'un tracteur. Il arrive à la conclusion suivante : A vitesse constante, en palier et alignement droit, dans le cas où la vitesse est assez faible pour que la résistance de l'air soit négligeable, un tracteur dont tous les essieux sont moteurs n'utilise aucune fraction de son adhérence pour se remorquer lui-même; le pouvoir adhérent P_f est alors entièrement disponible à la barre d'attelage.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. P. Didier a attaqué un certain nombre de silicates naturels (péridots, cécite, amiante, etc.) par l'acide sulfhydrique en tube de porcelaine vers 1400°. Les métaux que ces minéraux renferment sont en partie transformés en sulfures; il se forme en même temps une petite quantité d'acide sulfurique. — M. Ch. Lepierre estime que l'affirmation de M. Parmentier, d'après laquelle la présence du fluor dans les eaux minérales constituerait une grande exception, est trop absolue. Il est certain que le fluor se trouve à l'état de traces dans plusieurs eaux minérales connues; les eaux de certaines sources du Nord du Portugal (eau de Gérez, etc.) sont même relativement très riches en fluorures alcalins. — M. A. Haller

a fait réagir les aldéhydes méta et para-méthoxybenzoïques et le pipéronal sur le camphre sodé et a obtenu le méthéméthoxybenzylidénecamphre, le paraméthoxybenzylidénecamphre ou amicalcamphre et le pipéronylidénecamphre. Ces trois composés donnent, par réduction, des alcoylcamphres. — M. H. Fournier a préparé l'acide diisoamylnalacétique (C¹¹H²²O₂ — CO²H), en décomposant par la chaleur l'acide diisoamylmalonique; c'est un corps cristallisable en aiguilles blanches, insolubles dans l'eau, solubles dans les dissolvants organiques. Il donne facilement une amide par l'intermédiaire du chlorure acide.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. J. Chevalier a isolé de diverses tumeurs cancéreuses naturelles ou expérimentales un parasite spécial. Il se cultive particulièrement bien sur bouillon de mamelles de vache, d'où il peut être transporté sur d'autres milieux (agar, sérum, pomme de terre, etc.). Suivant l'âge, le parasite se présente soit sous forme de sphérules, de spores ou de conidies, soit sous forme mycélienne, stérile ou féconde. — M. P. Villain s'est occupé de la genèse des minerais de fer de la région lorraine. D'après lui, la théorie qui les attribue à un dépôt littoral dont la minéralisation aurait été déterminée par des sources thermales jaillissant dans le fond de la mer liasique, peut se justifier par un grand nombre de considérations. Les sources sont venues de la profondeur par des fissures coïncidant avec des failles, dont l'auteur a fait une étude approfondie.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 9 Mai 1899.

M. Chauvel présente un rapport sur un Mémoire de M. Gourfein relatif à la tuberculose des voies lacrymales. L'auteur est arrivé à inoculer directement la muqueuse en déposant à sa surface une particule solide d'une culture très virulente; contrairement à l'opinion de M. Valude, les larmes ne sont pas un liquide bactéricide pour le bacille de Koch.

Séance du 16 Mai 1899.

M. Lucas-Championnière présente un malade ayant reçu dans le thorax une balle de revolver, qui avait provoqué un épanchement pleural très considérable. Il fut guéri par l'immobilisation et une diète sévère. L'auteur estime que, dans les plaies pleuro-pulmonaires, le mouvement peut provoquer la mort rapide par exagération de l'hémorragie. Au contraire, le repos absolu arrête rapidement ces accidents. L'abstention est donc le véritable traitement des plaies de poitrine. — M. E. Javal présente un rapport sur un Mémoire du Dr Romiée relatif à la myopie chez les élèves des écoles à Liège. L'auteur constate que depuis dix-sept ans elle a fortement diminué, et il attribue le fait à l'amélioration des conditions d'éclairage diurne et nocturne. — M. le Dr Ledé donne lecture d'un mémoire sur l'évolution dentaire chez les enfants placés en nourrice. — M. le Dr Barette lit un travail sur un cas de malformation utéro-vaginale compliquée de fibrome utérin.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 6 Mai 1899.

M. J.-V. Laborde a obtenu de très bons résultats dans le traitement de quelques épileptiques par le bromure de strontium. — MM. Marfan et Bertrand n'ont pas trouvé de microbes dans la muqueuse de l'intestin chez un animal sain aussitôt après la mort; la présence de microbes dans l'épaisseur de la muqueuse ou dans les glandes implique l'existence d'un état pathologique. — M. Babinski a étudié la contractilité des muscles striés après la mort, sous l'action d'une excitation électrique, et il a constaté qu'elle est analogue à celle qui est consécutive à la dégénérescence des nerfs. — M. Théohari décrit des filaments basaux dans les cel-

lules principales de la muqueuse gastrique pendant la digestion. — MM. Ch. Richet et P. Langlois ont déterminé les variations du volume de l'air dans la respiration en vase clos et ils présentent leurs résultats sous forme de graphiques. — M. A. d'Arsonval mesure la surface du corps en la chargeant par une machine statique et en déterminant ensuite sa capacité électrique. — M. Manuelian étudie le développement des fibres grimpanes dans le cervelet. — M. Morard envoie une note sur l'injection de matières minérales dans la tuberculose; M. Leprince, une note sur la sérothérapie du rouget du porc; M. Abelous un travail sur la présence, dans l'organisme animal, d'un ferment soluble décomposant l'eau oxygénée. — M. Loisel expose ses recherches sur la spermatogénèse des Oiseaux.

Séance du 13 Mai 1899.

MM. Macé et G. Etienne ont observé un cas de fièvre typhoïde, ayant débuté brusquement sans période prodromique, et qui s'est terminé au 21^e jour par la mort. A l'autopsie, on a trouvé les lésions de la dothiérientérie avec perforation intestinale; le sang renfermait un bacille non encore décrit. — M. Guillaumin a étudié les voies lymphatiques de la moelle en injectant dans le cordon postérieur d'un chien une solution d'encre de Chine. A l'autopsie, on voit que les granulations d'encre se prolongent jusque dans la substance grise vers le canal épendymaire très élargi. — MM. Gilbert et Castaigne ont constaté, dans deux cas, que le volume de la rate n'avait pas augmenté malgré l'existence d'une cirrhose hypertrophique biliaire. — M. E. Toulouse expose une nouvelle méthode pour la mesure de l'odorat basée sur l'emploi de solutions aqueuses de camphre. Il distingue : le minimum de sensation (solution la plus faible où l'on perçoit une odeur non défilissable) et le minimum de perception (solution la plus faible dont on apprécie l'odeur). — MM. Toulouse et Vaschide ont fait des expériences comparatives sur l'olfaction chez l'homme et chez la femme. Les femmes ont présenté une supériorité marquée. L'habitude de fumer chez l'homme n'a pas d'influence sur le pouvoir olfactif. — MM. Courmont et Doyon n'ont pas obtenu de résultat positif dans le traitement du tétanos par les injections sous-cutanées d'acide phénique suivant la méthode de Bacelli. — MM. Charrin et Guillemonat ont observé des nouveau-nés issus de mères malades; ils présentent de l'hypothermie, des oxydations incomplètes et une croissance lente et irrégulière.

M. Chantemesse est élu membre de la Société.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 3 Mai 1899.

M. Sacerdote expose ses recherches sur la loi du mélange des gaz. Il résulte des expériences de M. Leduc que le mélange de SO_2 et de CO_2 , à partir d'une pression de 66 centimètres de mercure, doit s'effectuer avec une augmentation de pression de $1^{\text{mm}},25$; ce résultat est déduit d'expériences relatives à la compressibilité et à la densité des gaz, qu'on ne peut effectuer que sur des échantillons d'une pureté absolue. M. Sacerdote s'est proposé de vérifier directement le fait; il emploie deux ballons de 750 c. c. de capacité dont les cols à angle droit sont réunis par un robinet à trois voies de 6 millimètres de diamètre; on remplit séparément les deux ballons et on les met en communication; au bout de sept jours, on a observé une variation de pression de $1^{\text{mm}},36$. La variation a été beaucoup plus faible, presque incertaine, avec un mélange de CO_2 et Az^2O ; dans une expérience faite en commun avec M. D. Berthelot sur H et O, la pression monta en vingt et un jours de 765,8 à 765,95, mais la diffusion était à peine opérée aux deux tiers. Dans une nouvelle expérience, on eut soin de chauffer et de refroidir alternativement chacun des deux ballons, et, dans l'état définitif, atteint

au bout de six jours, la pression s'éleva de 752,15 à 752,36. M. Sacerdote a construit un appareil permettant de vérifier en quelques minutes l'augmentation de pression qui accompagne la diffusion; les gaz sont contenus dans deux petits ballons, reliés à un troisième récipient dont le volume (160 c. c.) est légèrement supérieur à la somme des volumes des deux premiers. Les trois ballons sont entourés de glace frappée; on remplit les deux premiers respectivement d'hydrogène et d'acide sulfurique sous la pression atmosphérique; en tournant deux robinets, on fait passer le mercure qui remplissait le troisième récipient dans les deux autres, les gaz sont chassés et viennent se réunir dans le troisième ballon en passant par un même conduit, où ils se mélangent; la pression, mesurée par un manomètre à acide sulfurique, est alors de 2 centimètres plus élevée que celle de l'atmosphère (soit $3^{\text{mm}},9$ de mercure). Le résultat général des expériences est que l'augmentation de pression due à la diffusion est d'autant plus grande que les gaz sont plus dissemblables et dans des conditions plus différentes des états correspondants. — M. Broca présente, au nom de MM. Blondel et Dobkevitch un *cohéreur réglable très sensible* pour la télégraphie sans fils. La difficulté dans le réglage des cohéreurs consiste dans la détermination de l'espace à attribuer respectivement à la limaille et au vide qui sépare les deux électrodes. M. Blondel soude au tube de verre, entre les deux électrodes, un tube normal au premier et recourbé, au moyen duquel il peut très facilement faire varier la quantité de limaille utile; quand le tube cesse de fonctionner convenablement, on peut remplacer la limaille qui a servi par celle qui était en réserve dans le tube latéral. M. Blondel conseille d'employer tout métal qui n'est pas très oxydable; en opérant sur l'or et le platine absolument purs, conseillés par M. Branly, il a obtenu des résultats très variables. L'appareil marche très bien quand les électrodes sont très légèrement oxydées; mais avec des surfaces parfaitement nettes, le fonctionnement s'arrête. L'argent légèrement sulfuré, déjà employé par M. Tissot, donne des résultats assez inconstants, probablement parce que le métal est trop mou. En faisant le vide dans l'appareil, on augmente beaucoup sa durée. — M. Abraham expose ses recherches sur la *décomposition d'un courant à haut potentiel en une série de décharges successives*. Ce genre de décomposition s'obtient toutes les fois que l'on charge un condensateur sur lequel on met en dérivation un appareil quelconque: galvanomètre balistique, électroscope à feuille d'or dans les expériences de Gauvain, distance explosive dans les expériences de Hertz. Dans ces dernières expériences, l'étincelle efficace serait, d'après MM. Hazenbach et Zehnder, constituée par une série de décharges de même sens; c'est aussi ce qu'on observe dans les premières expériences de Feddersen. En photographiant, au moyen du miroir tournant ou d'un objectif mobile, une étincelle de décharge, M. Abraham a obtenu de nombreux clichés qu'il projette devant la Société. Il lançait dans le primaire d'une bobine de Ruhmkorff, un courant alternatif et observait la décharge produite dans le secondaire entre les bornes duquel était en dérivation une capacité variable. Quand le courant primaire est d'abord très intense, la décharge est une flamme permanente; on a un courant alternatif dans l'air chaud, avec une différence de potentiel de 5 ou 6.000 volts aux bornes. Si l'on diminue l'intensité du courant primaire, la différence de potentiel augmente, puis l'intensité du courant secondaire devenant insuffisante à maintenir l'air à haute température et conducteur, le régime de décharge disruptive s'établit; la flamme s'éteint, le condensateur se charge et l'étincelle rallume la flamme. En continuant à réduire le courant, on obtient une multitude d'étincelles et la flamme ne se rallume plus. On arrive enfin à obtenir un flux d'étincelles sensiblement égales. Avec des étincelles très nourries, on voit une gaine entourant le trait de feu, puis une forme en

chenille, avec canal intérieur très nettement limité. On finit par arriver à une seule étincelle par demi-période : elle est alors constituée par un trait rectiligne éblouissant. Pour que le courant se décompose en étincelles rigoureusement égales, il suffit que l'air chaud que vient de traverser chacune d'elles soit emporté, ce que l'on obtient au moyen d'un courant de gaz rapide; les étincelles qui éclatent alors entre deux boules sont parfaitement rectilignes. La théorie montre que la loi de succession des décharges d'un condensateur, chargé par un courant alternatif, doit être sensiblement si-usoïdal en fonction du temps; c'est ce qu'on vérifie aisément en opérant avec un miroir qui oscille synchroniquement au courant et une plaque photographique mobile. Si le mouvement du miroir est en retard d'un quart de période sur le courant, on doit obtenir, et M. Abraham a obtenu en effet, des étincelles équidistantes; il a vérifié également que leur distance est proportionnelle à la capacité du condensateur. Il a pu obtenir des photographies révélant 300.000 décharges par seconde. Quand l'étincelle est mal soufflée, sa forme devient irrégulière; une série de décharges se recourbe et s'allonge pour suivre l'air chaud jusqu'à ce que le trajet direct recommence à présenter une résistance plus faible. A diverses questions de MM. Deslandres et Le Châtelier, M. Abraham répond : 1° l'irrégularité apparente que présente la décharge d'une bobine de Ruhmkorff doit avoir pour cause les oscillations du système constitué par le primaire et son condensateur; au début de chacune de ces oscillations, correspondent deux ou trois décharges visibles suivies d'un temps d'arrêt; 2° il n'a pas cherché à voir si les décharges, qui se présentent comme simples dans ses expériences, sont en réalité alternatives, il pense toutefois que l'alternance est beaucoup plus rare qu'on ne le croit d'ordinaire; 3° les étincelles entre points sont beaucoup moins régulières à cause de la modification que subit toujours l'électrode au moment où chacune d'elles se produit.

Séance du 19 Mai 1899.

M. le Secrétaire général lit une lettre dans laquelle M. E. Branly, à propos d'une communication récente de M. Broca, rappelle que ses expériences sur les alliages d'or et d'argent peuvent être faites sur des tubes non fermés et qu'il est facile de constater leur sensibilité aux décharges électriques en les réglant progressivement. — M. Thuillier présente les *tachymètres à liquide* de M. Vedovelli. Après plusieurs essais infructueux sur un disque de cuivre entraîné par un aimant mobile et une sorte de thermomètre dont le réservoir métallique se déformait sous l'action de la force centrifuge, M. Vedovelli a utilisé un tube rempli de liquide; la surface libre se creuse en forme de paraboloïde de révolution; lorsque la hauteur du tube est limitée par un couvercle, la flèche devient proportionnelle, non au carré de la vitesse, mais à la vitesse elle-même. Les indications de l'appareil restent exactes tant que l'inclinaison de l'axe sur la verticale ne dépasse pas 3°. M. Vedovelli a construit, sous le nom de *selftrains*, un appareil destiné à indiquer la vitesse d'une bicyclette; l'axe du tube étant, pour la commodité de l'observation, à 45° de la verticale, les indications sont faussées dès que la pente de la route devient un peu grande. — M. A. Chauveau expose quelques *théories relatives à l'électricité atmosphérique*. Il rappelle d'abord les faits bien établis par l'observation. 1° Par un ciel sans nuages, dans les régions tempérées, la différence de potentiel entre un point de l'air et le sol croît à mesure qu'on s'élève; la surface du sol est négative. La valeur du champ à la surface de la terre est à peu près constante dans les régions tempérées (60 volts environ par mètre). Une bonne série d'expériences continuées pendant huit ans à Batavia indique une valeur de même signe, mais notablement plus faible : à 78° de latitude, des expériences d'Andrée (1882) donnent à peu près la même valeur du champ qu'à Batavia. Enfin, à 80° de

latitude, M. Wijkander a observé que le champ tendait à devenir nul et changeait peut-être de signe. Il ne faut pas oublier que toutes les expériences faites à la surface du sol sont affectées de perturbations. On n'a pas fait d'expériences à la surface de la mer. 2° La variation diurne semble présenter quelques caractères absolument réguliers; à quatre heures du matin, il se produit sur toute la surface de la terre un minimum du champ. Lorsqu'on s'affranchit des perturbations dues au voisinage immédiat du sol, comme l'a fait M. Chauveau, il semble qu'il ne se produise par jour qu'un maximum et un minimum. 3° Les expériences de MM. Lecher et Tuma, faites en ballon, ont établi que, jusqu'à 7 ou 800 mètres, le champ augmente avec l'altitude. A des hauteurs plus grandes, les observations de MM. Boernstein, Baschin et Le Cadet montrent que cette variation change de signe; l'air serait donc chargé négativement au voisinage du sol et positivement dans ses couches élevées. M. Chauveau passe à l'étude des théories. Celle de Volta, qui attribuait l'électricité atmosphérique à l'évaporation, doit être rejetée d'après les expériences les plus certaines. Dans la théorie de Peltier, on considère que la charge originelle de la terre peut être disséminée dans l'air par la vapeur d'eau qui s'élève; il est aujourd'hui certain que la vapeur qui se dégage d'une surface d'eau électrisée enlève, en effet, de l'électricité. M. Sohncke pense que les cirrus, sous l'action d'un courant d'air humide, s'électrisent positivement pendant que l'air devient négatif; il a développé sa théorie avec beaucoup de détails. M. Brillouin pense que les aiguilles de glace des cirrus, placées dans un champ électrique, abandonnent sous l'action des radiations ultra-violettes du soleil, leur électricité négative, qui passe à l'air ambiant; ce fait serait conforme à une expérience faite par M. Buisson sur la glace sèche. Le champ électrique primitif serait fourni par le mouvement des cirrus dans le champ magnétique terre-terre. M. Lenard pense qu'il peut se produire, dans l'agitation de la surface de la mer par le vent, le même phénomène qu'on observe au voisinage des cascades; l'eau devient positive et l'air négatif, mais une petite quantité de matière saline dans l'eau change le signe des électrisations. Enfin, Edlund a basé une théorie de l'électricité atmosphérique sur les explications qu'il a données des phénomènes dits d'induction unipolaire. Il admet que le mouvement de la terre produit, par l'entraînement de l'éther, un véritable courant électrique; sous l'action du champ magnétique terrestre, il doit se produire une accumulation d'électricité négative à l'équateur. Malgré les très graves difficultés qu'elle soulève, cette théorie mérite d'être prise en considération, à cause de l'explication complète qu'elle fournit des particularités de l'aurore boréale.

G. RAVEAU.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 28 Avril 1899.

M. Hanriot, président de la Société, annonce la mort de M. C. Friedel et retrace rapidement la belle carrière de l'illustre maître. — M. Auger a étudié l'éther oxyde du benzoïdrol. Il a reconnu que le chlorure d'acétyle ne fournit, avec cet oxyde, que de l'acétate et du chlorure de benzoïdrol; il ne se forme pas trace de β -pinacolime. Il en conclut que la formule de Liemann et de Friedel et Balsohn est juste, et que c'est à tort que MM. Thörner et Zincke font de l'oxyde de benzoïdrol un dérivé du tétraphénylthaue. — M. Bouveault a étudié les produits de l'électrolyse de l'éthylsuccinate de sodium. Outre la formation d'adipate et de propionate d'éthyle, déjà signalée par MM. Brown et Walker et par M. Etaix, l'auteur a isolé deux nouveaux éthers; l'un bouillant à 187° et qu'il a pu caractériser comme étant le β -oxypropionate d'éthyle, et un second composé, bouillant à 190-200° sous 10 millimètres, et dont l'étude est poursuivie. — Il a été de plus adressé à la Société une note de M. Armand Gautier : sur la

quantité maximum de chlorures contenus dans l'air de la mer; une note de M. Pélabon : sur l'action de l'hydrogène sur le sulfure d'argent; deux notes de M. Bouveault : une sur les aldéhydes isomères de l'essence de lemon-grass et une sur la nature de l'isomérisation des deux lémonals (citral); une note de MM. Cazeneuve et Breteau : sur la solanine; deux notes de M. Trillat : une relative à la recherche de l'alcool méthylique dans les liqueurs naturelles ou composées, et une relative à la recherche du même alcool dans les spiritueux; enfin une note de MM. A. et P. Buisine, sur la régénération par le chlorure de chaux des alcools dénaturés.

Séance du 12 Mai 1899.

M. A. Gautier communique ses recherches sur l'iode des eaux douces ou salées. L'eau de mer renferme approximativement 0 gr. 0025 d'iode par litre entièrement à l'état organique, soit dans des êtres microscopiques, soit dans une matière organique iodée, azolée, phosphorée et manganésifère. Dans les eaux douces, l'iode est contenu, soit à l'état d'algues microscopiques, soit également sous forme de sel. L'eau de la Seine en contient 0 gr. 005, l'eau de la Marne 0 gr. 03. — MM. Sabatier et Senderens ont fait réagir l'acétylène sur l'hydrogène, en présence des métaux réduits. Avec le nickel, dès la température ordinaire, ils ont obtenu un mélange de carbures formés en gaz et en liquides avec un peu de carbures éthyliques et aromatiques. Ce mélange rappelle absolument les pétroles naturels, aussi les auteurs rapportent la formation de ce produit à une réaction identique; le fer, le cobalt, le cuivre se conduisent comme le nickel vers 100°. A 180°, et avec l'acétylène seul, le cuivre donne naissance à la formation de carbures éthyliques. Le métal foisonne, il se forme une matière jaune brun de plus en plus clair, légère et brûlant comme l'amadou : c'est un hydrocarbure complexe renfermant des traces de cuivre. Il se forme également des carbures verdâtres en partie éthyliques. — Il a, en outre, été adressé à la Société une note de M. Schlumberger, sur les hydrates métalliques condensés; une note de M. André : sur la constitution des matières humiques naturelles; une note de M. Berthelot : sur le dosage du soufre dans les composés organiques; une note de M. Meillère : sur l'emploi de la centrifugeuse pour recueillir les précipités dans les dosages par pesée; une note de M. Pélabon : sur la dissociation de l'oxyde de mercure, et enfin une note de MM. Meillère et Ph. Chapelle : sur le dosage du sucre par pesée du précipité cuprique. E. CHARON.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1^o SCIENCES PHYSIQUES.

A. E. Tutton : La dilatation thermique du nickel et du cobalt purs. — Depuis les déterminations faites par Fizeau, en 1869, la découverte du nickel carbonyle est venue permettre de préparer le métal à un degré de pureté bien supérieur à celui que donnaient les anciennes méthodes. Il était donc désirable de procéder à de nouvelles déterminations des constantes physiques du nickel et du cobalt; c'est ce que M. Tutton a entrepris, en ce qui concerne la dilatation, avec l'aide de son dilatomètre à interférences.

Les expériences ont été faites sur des blocs rectangulaires, préparés par M. Tilden, d'une épaisseur variant de 8 à 13 millimètres; les températures limites utilisées ont été 0° et 121°. Les coefficients de dilatation linéaire α qui se déduisent des expériences, sont les suivants :

$$\alpha = \frac{a}{t} + \frac{2bt}{t^2}$$

Nickel	$\alpha = 0,000,012,48 + 0,000,000,014,8 t,$
Cobalt	$\alpha = 0,000,012,08 + 0,000,000,012,8 t,$

On voit que les coefficients α du nickel et du cobalt possèdent une réelle, quoique légère, différence, celui du nickel étant le plus grand. Cette différence se retrouve à la fois dans les deux constantes a et b ; elle

doit donc augmenter avec la température. En effet, à 0°, elle est de 3,2 %; à 120°, de 4,5 %. On remarque encore que le métal possédant le plus faible poids atomique, le nickel, a la plus forte dilatation.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 20 Avril 1899 (suite).

MM. Percy Frankland et Henri Aston ont déterminé les pouvoirs rotatoires des ditoluyglycérates isomères de méthyle et d'éthyle. Dans la série, les *p*-toluyglycérates ont le plus fort, les *o*-toluyglycérates le plus faible pouvoir rotatoire. La dextrorotation de ces composés diminue quand la température s'élève. Les pouvoirs rotatoires de ces corps suivent le même ordre que leurs volumes moléculaires. — M. G. B. Cockburn a constaté que la fenchonoxime, traitée par l'acide sulfurique dilué, donne un mélange de deux nitriles isomères. Ceux-ci, par saponification, donnent les deux isomères d'un acide non saturé, l'acide fencholénique, $C^8H^{12}CO_2H$; le premier isomère est solide, le second liquide; ils sont facilement séparables. Ces réactions montrent l'analogie du camphre et de la fenchone. — MM. G. G. Henderson, T. W. Orr et R. J. G. Whitehead ont préparé un grand nombre de composés nouveaux : 1^o les molybdicitrates de sodium, potassium et ammonium, $MoO_2(C^4H^6O^7M^1)_2 \cdot xH_2O$, par ébullition du trioxyde de molybdène avec une solution aqueuse d'un citrate primaire; ces sels cristallisent en prismes, solubles dans l'eau, décomposables par la chaleur et la lumière; 2^o les tungsticitrates doubles des mêmes métaux, $WO_2(C^4H^6O^7M^1)_2 \cdot xH_2O$, par ébullition des citrates monoalcalins avec l'oxyde tungstique; 3^o les molybdinalates alcalins, $MoO_2(C^4H^6O^7M^1)_2 \cdot xH_2O$, par la même méthode; ils sont très aisément décomposables par la chaleur et la lumière; 4^o les tungstimalates des mêmes métaux, $WO_2(C^4H^6O^7M^1)_2 \cdot xH_2O$, non décomposables jusqu'à 105°; 5^o les molybdimucates alcalins, $MoO_2 = C^4H^6O^7M^1 \cdot xH_2O$, par ébullition des mucates mono-alcalins avec l'oxyde de molybdène (il se forme un composé double intermédiaire), et le tungstimucate de potassium; 6^o le molybdilactate de potassium, $MoO_2(C^4H^6O^7K^1)_2$, cristallisable et assez stable; 7^o les titanitarates alcalins, $TiO_2(C^4H^6O^7M^1)_2 \cdot xH_2O$, par ébullition des tartrates avec l'oxyde de titane hydraté; 8^o les stannitartrates correspondants, $SnO(C^4H^6O^7M^1)_2 \cdot xH_2O$; 9^o enfin quelques titanicitrates, stannicitrates et titanimucates.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 25 Mars 1899.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J.-C. Kluyver s'occupe des « Intégrales hyperelliptiques réductibles ». Etant donnée une intégrale abélienne de première espèce, relative à une courbe f de genre p , il se peut que, les $2p$ périodes se ramenant à deux périodes distinctes, l'intégrale se change en une intégrale elliptique par une substitution algébrique déterminée. Weierstrass a fait connaître les conditions qui doivent être remplies pour que cette réduction soit possible. Dans la présente note, il s'agit de trouver l'équivalent algébrique des conditions de Weierstrass qui se rapportent exclusivement à l'ensemble des périodes que possèdent les intégrales de première espèce. L'auteur fait voir que, dans le cas d'une intégrale réductible, il existe dans le plan de la courbe fondamentale f quatre courbes adjointes R de degré s , appartenant à un faisceau et présentant les deux particularités suivantes : 1^o Chacune de ces courbes touche f en r points distincts; en outre, il se peut que quelques-uns de leurs points communs P se trouvent sur f ; 2^o par les $4r$ points de contact on peut faire passer une courbe adjointe de degré $2s$ qui, en dehors des points multiples de f , ne rencontre la courbe fondamentale qu'aux points P , où elle lui est tangente. Le système

des quatre courbes R, s'il existe, n'est pas unique; un point pris à volonté sur f peut être regardé comme un des 4^r points de contact, de sorte que l'existence des courbes R comporte sur f une correspondance symétrique ($r-1$, $r-1$). Inversement, si l'on peut trouver quatre courbes R satisfaisant aux conditions mentionnées, au moins une des intégrales de première espèce se ramène à une intégrale elliptique. L'auteur indique comment il faut alors construire cette intégrale réductible et obtenir la substitution qui effectue la réduction. Ensuite, en supposant que la courbe f soit hyperelliptique, les cas $r=2,3$, $p=2,3$ sont traités avec quelque développement.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. van der Waals : « Contractions de volume et de pression » (troisième communication, voir *Revue générale des Sciences*, t. X, pp. 83 et 123). Pour qu'on puisse juger du montant de ces contractions, il est nécessaire que, pour des mélanges dans lesquels les deux substances entrent en différentes proportions, on connaisse les pressions où, à la même température, un même volume contient le même nombre total de molécules des deux substances. S'il n'y avait pas de déviation de la loi de Boyle, les pressions en question seraient égales. En égard à cette déviation, un calcul assez simple fait voir qu'on obtient le résultat désiré en choisissant les quantités des différents mélanges qu'on compare entre elles, de manière que, pour chacune d'elles, l'expression $(v_0)_x (1+a_x)(1-b_x)$ ait la même valeur. Dans cette expression on a :

$$a_x = a_1(1-x)^2 + 2a_{12}x(1-x) + a_2x^2, \\ b_x = b_1(1-x)^2 + 2b_{12}x(1-x) + b_2x^2,$$

tandis que $(V_0)_x$ désigne le volume du mélange à 0° et sous l'unité de pression. Ici ce résultat est mis en rapport avec les expériences de M. J. Verschaffelt sur un mélange d'acide carbonique et d'hydrogène (*Rev. gén. des Sc.*, t. X, p. 124), où il s'agit de la détermination des volumes à quantités égales de molécules. Cette comparaison démontre que la déviation entre la théorie et l'expérience reste au-dessous de 1%. — Puis, M. van der Waals présente une communication de M. L. Boltzmann, de Vienne (en allemand), intitulée : « Sur l'équation de l'état de van der Waals ». En se servant du résultat d'intégration dû à M. J. J. van Laar (*Rev. gén. des Sc.*, t. X, p. 256), le professeur autrichien parvient à la formule :

$$p + \frac{a}{v^2} = rT \left[\frac{1}{v} + \frac{b}{v^2} + \frac{5b^2}{8v^3} + \left(\frac{1283}{8960} + \frac{3\beta}{2} \right) \frac{b^3}{v^4} \right] \\ - \frac{rT}{v-b + \frac{3b^2}{8v} + \left(\frac{957}{9960} - \frac{3\beta}{2} \right) \frac{b^3}{v^2}}$$

ou, d'après M. van Laar, $\beta = 0,0958$. Cette formule ne s'accordant pas avec celle de M. van der Waals lui-même, M. Boltzmann y fixe l'attention dans l'espoir de provoquer une discussion que, du reste, M. Boltzmann considère comme plus intéressante pour les mathématiciens que pour les physiciens. La communication est divisée en deux parties; dans la première, il s'agit de l'espace disponible dans le gaz pour le centre d'une molécule qu'on y ajoute, la seconde donne la correction indiquée. — M. H. Kamerlingh Onnes présente, au nom de M. E. van Everdingen Jr, une communication : « Les phénomènes galvanométriques et thermomagnétiques dans le bismuth » (seconde partie, voir *Rev. gén. des Sc.*, t. IX, p. 835). Dans cette partie, l'auteur compare les résultats de ses expériences, faites à l'aide de la même petite plaque de bismuth précipité par l'électrolyse, avec une formule empirique :

$$\epsilon (1 + C_1 \sqrt{\mu^2}) = C_2 \mu^2,$$

où ϵ mesure le phénomène observé et M la force magnétique, tandis que C_1 et C_2 sont des constantes. Successivement, il étudie la variation de la résistance galva-

nique, la variation de la conductibilité par rapport à la chaleur et le phénomène thermomagnétique longitudinal; dans chacune de ces sous-divisions, il donne à côté de ses propres résultats ceux observés par d'autres expérimentateurs. Pour faire connaître l'ordre d'exactitude des expériences, nous insérons le tableau suivant qui se rapporte à la variation de la résistance galvanique, indiquant sous M la force du champ magnétique en unités de 1.000 centimètres-grammes-secondes, sous A_0 et A_c les accroissements observés et calculés de la résistance en pour cent et, sous D, la différence $A_c - A_0$:

M. van Everdingen ($C_1 = 0,258$ $C_2 = 1,000$)

M	A_0	A_c	D
4659	9,7	9,8	+ 0,1
6100	14,3	14,5	0,0
9200	25,1	25,1	0,0

Des expériences de l'auteur, on déduit qu'à la température de 20° la résistance spécifique du bismuth monte à peu près à 182.000 centimètres-grammes-secondes, etc. — M. H. A. Lorentz : « Théorie simplifiée des phénomènes électriques et optiques dans les corps en mouvement ». Dans ses recherches antérieures, l'auteur s'est servi de l'hypothèse que les phénomènes électriques et optiques qui se présentent chez les corps pondérables doivent être attribués à des particules chargées en ions, liés à des positions d'équilibre dans les corps diélectriques, tout à fait mobiles — à une résistance comparable à un frottement près — dans les corps conducteurs. D'après cette hypothèse, un courant électrique n'est autre chose qu'un mouvement des ions dans un sens déterminé, et la polarisation diélectrique dans un corps non-conducteur consiste dans un écartement des ions de leurs positions d'équilibre. Dans cette théorie, on supposait que les ions se meuvent à travers l'éther qui reste en repos, et pour lequel ils sont tout à fait perméables. Et tandis que l'éther fut supposé soumis aux équations électro-magnétiques ordinaires, pour les ions certaines relations se présentaient presque d'elles-mêmes, de manière qu'on obtint un système d'équations assez simple, suffisant pour l'explication d'un nombre de phénomènes. A l'aide de certains artifices mathématiques, l'auteur est parvenu, par des raisonnements assez courts, à des conclusions qui auraient exigé autrement des déductions assez compliquées; ici l'auteur veut montrer comment on peut simplifier encore davantage la théorie, en se servant d'un système d'équations fondamentales transformé d'avance. Nous ne pouvons reproduire tous ses calculs; contentons-nous de dire qu'il applique les formules trouvées aux phénomènes électrostatiques. Elles lui permettent de réduire chaque problème électrostatique d'un système en mouvement au problème analogue d'un système en repos, et font voir que, dans les phénomènes électrostatiques, l'influence du mouvement de la terre est proportionnelle au carré de la quantité très petite $\frac{v}{V}$. Ensuite, l'auteur les applique à des phénomènes optiques, ce qui, si on néglige les termes de l'ordre $\frac{v^2}{V^2}$, mène au théorème suivant, déduit auparavant à l'aide de considérations beaucoup plus compliquées : Si un corps ou un système de corps sans translation admet un état de mouvement dans lequel les déplacements des ions et les composantes des secteurs F' et H' sont des fonctions déterminées des coordonnées et du temps, alors ce corps ou ce système animé d'une translation admettra un état de mouvement où les déplacements et les composantes de ces vecteurs sont les mêmes fonctions des coordonnées et du temps local. Ce théorème explique la plupart des phénomènes de l'aberration. Enfin, l'auteur s'occupe de l'expérience due à M. Michelson, sur l'interférence de deux rayons de lumière qui ont parcouru de grandes distances, l'un parallèle à la vitesse du mou-

vement de la terre, et l'autre dans une direction perpendiculaire. Pour expliquer le résultat négatif de l'expérience, MM. Fitzgerald et Lorentz ont supposé que les dimensions des corps fixes portant les appareils optiques sont influencés d'une manière déterminée par la translation. D'après M. Liénard, la théorie de M. Lorentz exigerait que l'expérience ait un résultat positif, si sur le chemin des deux rayons de lumière se trouvent, au lieu de l'air, des diélectriques solides ou liquides. Au contraire, l'auteur démontre qu'il se pourrait que, même dans ces nouvelles circonstances, l'expérience donnât toujours le même résultat négatif qu'auparavant, et il fait voir la signification théorique de ce résultat hypothétique. — Ensuite M. Lorentz présente : « La théorie de l'aberration de Stokes dans la supposition d'un éther ne possédant pas partout la même densité ». La théorie de l'aberration donnée par M. Stokes exige que l'éther soit animé d'un mouvement irrotationnel et, qu'en tout point de la surface de la terre, la vitesse de ce mouvement soit égale à celle du mouvement annuel de notre planète. D'après l'auteur, ces deux conditions sont incompatibles, si l'on suppose que l'éther ait partout la même densité; ici il publie un calcul de M. Planck, de Berlin, cède à cet effet, qui fait voir que les deux conditions peuvent exister l'une à côté de l'autre, si l'on suppose que l'éther puisse être comprimé et condensé, comme une masse gazeuse, autour de la terre par la gravitation. Il y aura toujours quelque glissement de l'éther par rapport à la terre, mais la vitesse de ce mouvement relatif peut être diminuée autant qu'on le désire, en augmentant suffisamment la condensation de l'éther à la proximité de la terre. Le résultat de ce calcul est compris dans les équations :

$$\left. \begin{aligned} -a + b &= c \\ 2a &= f^2 + 2f + 2 \quad e^{-f} b \\ 4v &= f^2 e^{-f} b \sin \theta \end{aligned} \right\}$$

Là a et b sont deux constantes, c est la vitesse du mouvement annuel de la terre, f est $\frac{kgv}{p}$ (où k , v , p , représentent la densité de l'éther, le rayon de la terre et la pression), θ est l'angle du rayon terrestre du lieu considéré avec la direction du mouvement annuel de la terre et v est la vitesse avec laquelle l'éther glisse sur la surface de la terre. Ainsi, des trois équations, la première et la seconde donnent a et b , tandis que la dernière fait connaître v . En supposant que la constante de l'aberration soit connue à 0,5 % près, la théorie de Stokes exige que la vitesse v soit inférieure à 0,5 % de celle de la terre. Pour $f = 11$, on trouve $v = 0,035c$; donc on a $f > 11$, ce qui implique une condensation $n > e^{11}$ ou $n > 60.000$. De plus, la théorie de Stokes exige que la vitesse de propagation de la lumière dans l'éther comprimé d'une manière si considérable, soit la même que dans l'éther ordinaire. Donc, MM. Planck et Lorentz croient qu'il faut préférer la théorie d'un éther complètement en repos, qui n'a besoin que du coefficient d'entraînement de Fresnel, vérifié par des observations directes et calculé à l'aide de considérations théoriques assez plausibles. En effet, il serait bien singulier, si par hasard on trouvait pour ce coefficient précisément la valeur nécessaire pour une fausse théorie; de plus, si l'on espère un jour expliquer la gravitation au moyen d'actions qui se propagent dans l'éther, il est naturel d'admettre que l'éther ne soit pas soumis à cette force. Cependant l'auteur, au lieu de rejeter entièrement la théorie de Stokes, y consacre quatre remarques : 1° L'acceptation de la condensation énorme trouvée plus haut, explique tous les phénomènes. 2° En supposant que les équations,

données par Hertz pour les corps diélectriques mobiles, s'appliquent tout de même au mouvement de l'éther, la propagation de la lumière va dépendre d'équations simples. 3° La supposition que seulement la gravitation, et non pas une force moléculaire, peut condenser l'éther, pourrait servir à expliquer les expériences de Fizeau avec les tubes parcourus d'un courant d'eau; on aurait alors à introduire le coefficient de Fresnel. 4° On obtiendrait aisément une décision entre les deux théories, si l'on connaissait suffisamment les phénomènes de l'aberration diurne. — MM. H. Haga et C. H. Wind : « La diffraction des rayons Röntgen ». Les auteurs se sont proposé de soumettre la question de la diffraction des rayons X à une épreuve rigoureuse dans le laboratoire de Physique de l'Université de Groningue. Essentiellement l'appareil consistait en deux écrans parallèles, portant deux fentes étroites parallèles, placés à une distance de 75 cent mètres l'un de l'autre. Derrière la première fente de 14 microns de largeur et 1 centimètre de hauteur, se trouvait un des excellents tubes de Röntgen construits par Müller (Hambourg), avec un régulateur automatique du vacuum. La deuxième fente, la fente diffringente, en platine de un demi-millimètre, présentant des bords soigneusement travaillés, et avait la forme d'un triangle isocèle très allongé ou d'un coin (hauteur 3 centimètres, largeur maximum, 14 microns, largeur minimum environ 2 microns). La plaque photographique était placée à des distances de la fente diffringente variant de 20 à 105 centimètres; la durée de l'exposition variant de cinquante-sept à deux cents heures. Pour assurer la stabilité pendant ces expériences, dont quelques-unes duraient plus de dix jours, les écrans et la plaque avaient été fixés solidement à des supports lourds, fixés eux-mêmes avec du plâtre, à une table de pierre de taille (200 X 40 X 3 centimètres). Cette table, soutenue par trois colonnes de la même matière, était placée sur un grand pilier à fondement propre. En examinant l'image de la fente diffringente au moyen d'un microscope, on voit surtout à l'extrémité la plus large de la fente une ligne noire centrale en forme de coin avec des bords diffus; en poursuivant cette ligne vers le milieu, on voit qu'elle tend à disparaître et qu'en même temps l'image totale s'élargit, formant une sorte de panache étroit. Et toujours, tandis que l'intensité diminue, la largeur de l'image diminue pour augmenter de nouveau, etc. Les auteurs se sont demandé consciencieusement s'il est possible d'expliquer ces élargissements, observés en des lieux où le rétrécissement de la fente ferait attendre des diminutions de la largeur de l'image, soit par de petits dérangements des appareils pendant l'expérience, soit par des radiations secondaires (Sagnac), soit par une sensibilité inégale de la couche sensible, soit par une irradiation photographique. Mais ils n'y ont pas réussi, de manière qu'il ne leur reste que d'attribuer ces élargissements à une *diffraction des rayons Röntgen*. Comme il n'était pas possible de déterminer exactement le montant des élargissements, une mesure de la longueur d'onde des rayons X n'était pas possible non plus; donc, les auteurs se sont contentés d'une évaluation tant soit peu grossière. Ils trouvent une longueur d'onde variant de 0,12 à 2,7 unités d'Angström (0,0001 micron), ce qui correspond à 4 demi-octaves de rayons Röntgen, séparées par 11 octaves des rayons jaunes.

P. H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER



CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Hommage à un savant français. — A la dernière réunion annuelle tenue à Göttingen par le Congrès d'Electrochimie, la Société allemande d'Electrochimie a élu à l'unanimité notre illustre collaborateur, M. Henri Moissan, membre honoraire.

Le jubilé de Sir George-Gabriel Stokes. — L'Angleterre vient de célébrer, il y a quelques semaines, le jubilé d'un de ses plus éminents savants, Sir George-Gabriel Stokes, qui occupe depuis cinquante ans la chaire Lucasienne de Mathématiques à l'Université de Cambridge.

Ces fêtes, auxquelles ont pris part des savants de tous les pays, ont commencé le 1^{er} juin par la *Rede Lecture*, faite par M. A. Cornu, sur ce sujet : *La théorie ondulatoire de la lumière et son influence sur la Physique*. Notre illustre compatriote, en rappelant les recherches de Newton, Young, Maxwell, Rayleigh, Kelvin et Stokes, a rendu un magnifique hommage à ceux dont les travaux sont la plus grande gloire de l'Université de Cambridge.

Cette conférence a été suivie d'une réception au *Fitzwillan Museum*, au cours de laquelle Lord Kelvin a remis deux bustes de Sir G. Stokes, l'un au collège de Pembroke, dans lequel il fit ses premières études, l'autre à l'Université de Cambridge.

Le 2 juin, les délégués d'un très grand nombre d'Universités et de Sociétés savantes ont présenté à Sir G. Stokes des adresses de félicitations. L'Université de Paris était représentée par M. G. Darboux, doyen de la Faculté des Sciences; l'Académie des Sciences, par M. Becquerel; l'École Polytechnique, par M. Cornu; l'École Normale, par M. E. Borel.

Après cette cérémonie, l'Université de Cambridge a remis au grand physicien anglais une médaille commémorative en or. En même temps, M. A. Cornu lui présentait, au nom de l'Académie des Sciences dont M. Stokes est Correspondant, la médaille Arago, réservée aux savants qui ont rendu à la Science les plus éminents services.

A l'occasion de ce jubilé, l'Université de Cambridge

a conféré le grade de docteur ès sciences honoraire à quelques-uns de ses hôtes les plus distingués : MM. A. Cornu, G. Darboux, A. Michelson, G. Mittag-Lœffler, G.-H. Quincke et W. Voigt.

Elections à la Société Royale de Londres. — Dans sa séance du 1^{er} juin, la Société Royale de Londres a procédé à l'élection de cinq Associés étrangers. Ce sont : MM. Ludwig Boltzmann, professeur de Physique à l'Université de Vienne; Antoine Dohrn, ancien directeur de la Station zoologique de Naples; Emil Fischer, professeur de Chimie à l'Université de Berlin; Neunayer, de Hambourg, et Treub, directeur du Jardin botanique de Buitenzorg.

§ 2. — Nécrologie

Ch. Naudin. — Bien peu, parmi nos contemporains, ont connu Naudin. L'Académie des Sciences, qui l'avait accueilli en 1863, ne le voyait plus depuis longtemps; il avait quitté Paris et n'y revenait pas. Ce n'est pas pourtant qu'il eût, comme son contemporain Tulasne, cessé de s'intéresser à la science en quittant la capitale. Comme jadis A.-P. de Candolle, il appréciait les avantages de la vie de province, moins tourmentée et moins distraite que celle de Paris, et la jugeait favorable à la continuité du travail. Il se trouvait bien de la retraite où il vivait. Il suivait de loin les progrès des sciences : aucune d'elles ne lui était étrangère; mais il se faisait un devoir de connaître toutes les branches de la Botanique. Il lisait attentivement les mémoires qui lui arrivaient; il les analysait, la plume à la main, quand il en reconnaissait la valeur; il en faisait la critique en quelques lignes brèves, pour son usage personnel; il se plaisait à se faire une idée des hommes d'après leurs œuvres; il la soumettait volontiers aux personnes qu'il croyait plus au courant que lui du mouvement scientifique; ses jugements étaient fort justes le plus souvent. Grâce à ces lectures auxquelles il était fidèle, il suivait de près les questions scientifiques. Il n'a pas interrompu non plus ses études personnelles, et son dernier travail marque la date de sa mort.

Naudin était un vieillard, lors que j'eus l'honneur de

le connaître, il y a bientôt vingt ans. Séparé du commerce habituel des hommes par une surdité complète, il inspirait dès l'abord un grand respect; sa taille dépassait la moyenne; sa longue barbe blanche et une chevelure abondante encadraient des traits vigoureux, amaigris par la souffrance. Son œil profond interrogeait sans cesse. Son regard très vif s'animait beaucoup à la conversation et prenait une expression remarquable d'intelligence et de bienveillance. C'était, en somme, une figure très personnelle que celle de Naudin : elle était le miroir de son intelligence toujours active et de son âme débordante de sympathie. Chose rare parmi les hommes atteints de surdité, il était demeuré ce qu'il avait été dans sa jeunesse, un brillant causeur. Il passait volontiers son ardoise aux personnes avec lesquelles il se trouvait et posait une question; c'était, pour peu qu'on l'y encourageât, le thème d'une discussion où il apportait beaucoup de logique et de charme.

Charles Naudin est né à Autun, le 14 août 1813. Ses débuts dans la vie furent difficiles. Son enfance fut errante comme la carrière de son père; transporté de bonne heure à Bailleul-sur-Thérain, dans l'Oise, il continua ses études à Limoux sur les bords de l'Aude. Son père, instituteur instruit, lui avait inspiré le goût des lettres, qu'il conserva toujours; il connaissait ses auteurs latins et les citait volontiers. C'est à Montpellier qu'il fut reçu bachelier. Il y commença ses études médicales après avoir enseigné pendant quelques mois dans de modestes institutions; mais la Médecine ne lui plut pas; il y renonça pour se consacrer d'une manière exclusive à l'étude des sciences naturelles, et partit pour Paris en 1839.

C'était une décision héroïque de la part d'un jeune homme qui n'avait point de ressources, à une époque où les sciences naturelles ne donnaient accès à aucune carrière lucrative. Le jeune Naudin en prit son parti. Il veilla la nuit pour gagner durement sa vie. Reçu licencié en 1841, docteur ès sciences en 1842, il avait déjà donné aux *Annales des Sciences naturelles* une Note relative au développement de bourgeons adventifs sur la feuille d'un *Drosera*. Sa thèse de docteur le classa d'emblée dans cette phalange de botanistes, ses contemporains, tous disparus aujourd'hui, qui honorèrent la science et la France pendant la moitié du siècle.

Mis en rapport avec Aug. Saint-Hilaire, il accepta de se savant la collaboration à un *Synopsis* de la flore du Brésil; mais la maladie du collaborateur principal interrompit souvent ce travail, qui fut abandonné après la publication de quelques mémoires imprimés aux *Annales des Sciences naturelles*, de 1843 à 1845. L'activité de Naudin était engagée dans une voie nouvelle; il la suivit en consacrant sept années à l'étude monographique des *Mélastomacées*, à peine connues jusque-là. Il en décrivit 250 genres et plus de 500 espèces nouvelles dans un grand Mémoire accompagné de 27 planches dessinées par lui.

Naudin avait alors quarante-deux ans; sa vie matérielle n'était pas encore assurée. Appelé à Rouen par Pouchet, pour s'occuper de la détermination des plantes du Jardin botanique de cette ville, il y avait passé quelques mois. L'amitié de Decaisne lui avait valu une chaire de Zoologie au collège Chaptal, où lui-même enseignait la Botanique. Au moment où il pouvait se croire sûr du lendemain, il fut atteint de névralgies faciales qui ne cédèrent à aucun traitement; il en souffrit cruellement jusqu'à son dernier jour. Obligé de renoncer à l'enseignement, il fut admis au Muséum comme employé temporaire, sans traitement fixe; c'est dans ces conditions qu'il acheva la monographie des *Mélastomacées*. Lorsque Decaisne succéda à de Mirbel comme professeur de Culture, en 1854, il s'attacha Naudin comme aide-naturaliste.

La maladie qui priva Naudin des relations ordinaires avec ses semblables paraît avoir exercé une grande influence sur la suite de ses travaux. A partir de ce moment, il poursuivit avec une étonnante persévérance le but qu'il s'est proposé. Il consacra près de dix ans à l'étude des

Cucurbitacées; les idées les plus contradictoires régnaient sur ces plantes, étrangères, pour la plupart, aux pays tempérés. La culture d'un nombre énorme de variétés de Courges et les essais de croisement dont elles furent l'objet permirent à Naudin d'affirmer que cette multitude de formes, si étrangement dissemblables d'aspect, de port, de grandeur et de saveur, se ramenaient aisément à trois espèces naturelles parfaitement limitées et toujours reconnaissables à des caractères tranchés et constants, malgré leur prodigieuse variabilité. Naudin établit, en outre, que ces espèces refusent de se croiser entre elles et de donner des hybrides; que chacune d'elles a produit pourtant un nombre immense de races et de variétés, parfois plus différentes les unes des autres, dans une même espèce, que ne le sont les espèces elles-mêmes; que les races bien caractérisées se montrent aussi stables et aussi invariables dans une longue suite de générations que les espèces elles-mêmes, à la condition d'être fécondées par leur propre pollen. Ainsi, dans ce groupe de plantes, la possibilité ou l'impossibilité des croisements fertiles fournit le critérium le plus sûr pour la distinction des espèces et la reconnaissance des races et des variétés qui leur appartiennent. Les travaux de Naudin ont permis à A. de Candolle de découvrir la patrie des Melons, des Concombres et des Potirons de nos jardins.

Ces études sur les Cucurbitacées furent le point de départ de recherches sur l'hybridité des végétaux, qui valurent à leur auteur le grand prix de Physiologie végétale en 1861. On se préoccupait beaucoup alors de l'origine des espèces et du rôle possible des hybrides dans leur formation. Darwin n'avait pas encore publié son beau livre sur ce sujet. Naudin fut un précurseur de la théorie évolutionniste.

La philosophie de la Nature avait hanté son esprit dès le début de sa carrière. Ses cahiers de notes montrent avec quel soin et quel sens critique il examinait les théories philosophiques qui ont occupé notre siècle. Dès 1852, il avait développé des *Considérations philosophiques sur l'espèce et la variété*. L'espèce et la race lui semblaient alors des groupes de même nature, dont les caractères, une fois produits par l'action du milieu, peuvent être fixés par l'hérédité accumulée. Les types primitifs auraient possédé une plasticité extrême, source de variations indéfinies, fixées maintenant « par le nombre prodigieux de générations qui se sont succédé depuis l'origine des espèces actuelles ». Darwin devait donner, six ans plus tard, une autre interprétation des faits, tout en étant d'accord avec Naudin sur le fond de la doctrine. Renseigné par trente années d'expériences et d'observations, Naudin revient sur ce sujet en 1874, à l'occasion des publications de Jordan; il s'éloigne définitivement de Darwin en rejetant l'hypothèse de la sélection naturelle; suivant lui, la force évolutive de la substance vivante était extrême au début; elle va s'affaiblissant, comme toute force diminue en raison du travail qu'elle produit. En un mot, Naudin est essentiellement évolutionniste, mais il n'est pas transformiste.

En 1872, désireux sans doute de s'isoler de plus en plus du monde, il se retira à Collioure, dans un joli vallon du Roussillon. Il s'y livra plus particulièrement à des essais d'acclimatation et de Botanique expérimentale. Il y passa neuf ans, collaborant aux publications horticoles et agricoles, poursuivant la solution de problèmes qu'il s'était posés depuis longtemps. Il céda pourtant aux instances de Decaisne en acceptant la direction de la villa Thuret, offerte à l'Etat par M^{me} Thuret-Fould, pour devenir un laboratoire de recherches botaniques. C'est là que s'acheva sa vie, au milieu de la plus riche collection de végétaux vivants qui soit en France, avec des moyens d'étude considérables, dans un site merveilleux. Il mit à profit les ressources dont il disposait à Antibes en abordant l'étude de groupes mal connus et difficiles. Il réunit une nombreuse collection d'*Eucalyptus*, qu'il cultiva pendant longtemps et dont il fit la monographie. C'était un travail d'autant plus ingrat que les nombreuses espèces et formes de ce

genre cultivées en Europe ont subi spontanément, ou par le travail des horticulteurs, des fécondations croisées à l'infini et sont arrivées à cette période de la *variation désordonnée* sur laquelle Naudin a le premier appelé l'attention. Il a donné vers le même temps un *Manuel de l'Acclimateur*, où l'on trouve les résultats de ses expériences de Collioure et d'Antibes.

Nous ne pouvons songer à rappeler, encore moins à analyser l'œuvre entière de Naudin; nous ne pouvons que nous efforcer d'en donner une idée suffisamment exacte. Il conserva jusqu'à la fin de sa vie une étonnante verdeur physique et les mêmes qualités intellectuelles; son dernier travail, daté de cette année même, jette la lumière sur les *Pittosporum* cultivés dans le midi de la France. Son écriture est demeurée jusqu'à la fin ferme et régulière; il n'a pas cessé de répondre longuement et sans compter à toutes les lettres qu'il recevait, prodiguant les avis à ceux qui les lui demandaient.

Ce grand caractère a été pourtant soumis aux plus terribles épreuves. Aux cruelles souffrances physiques qui ne lui ont pas laissé de répit pendant cinquante ans, les douleurs morales les plus poignantes se sont ajoutées. Il perdit plusieurs fils, objets de ses espérances; deux d'entre eux succombèrent à l'âge d'homme, lentement, sans que l'art ait rien pu pour les sauver. Au malheur qui pesait sur lui, Naudin opposa un courage stoïque; à ses amis les plus fidèles, il n'aimait pas dire son chagrin. La philosophie n'avait fait qu'affermir sa foi profonde dans le dogme chrétien; certain que la vie de l'homme ne finit pas ici-bas, soutenu par le courage d'une épouse vaillante entre toutes, la sérénité de son âme ne fut pas troublée; il travailla jusqu'au bout, il espéra toujours et mourut dans la paix sans avoir laissé échapper une plainte. Il serait difficile d'imaginer une vie à la fois plus laborieuse, plus douloureuse et plus digne.

Ch. Flahault,

Professeur de Botanique
à l'Université de Montpellier.

O.-Ch. Marsh. — Les Etats-Unis viennent de perdre un de leurs savants les plus éminents dans la personne de M. O.-Ch. Marsh, décédé récemment à New-Haven (Connecticut).

Marsh était né en 1831; il fit la plus grande partie de ses études à l'Université de Yale; puis il vint en Europe, où il se consacra plus spécialement à l'étude de la Géologie et de la Paléontologie dans les laboratoires de Berlin, de Breslau et de Heidelberg. Rentré aux Etats-Unis, il fut nommé, en 1866, professeur de Paléontologie à l'Université de Yale, poste qu'il n'a jamais quitté. Il était également, depuis plusieurs années, paléontologiste du Service géologique des Etats-Unis.

Le nom de Marsh restera attaché, avec ceux de Leidy et de Cope, aux découvertes de Vertébrés fossiles dans les Montagnes Rocheuses qui ont eu un si grand retentissement dans la seconde moitié de ce siècle.

En 1869, il commençait ses explorations dans les environs de Fort-Bridger, à la base des Monts Uinta. De 1872 à 1879, il faisait connaître les grands oiseaux à dents du Crétacé (*Icthyornis*, *Hesperornis*) et les gigantesques Dinosaures du Jurassique (*Brontosaurus*, *Atlantosaurus*). En 1889, il s'attaquait aux formations crétacées de Laramie dans les montagnes du Dakota et en retirait un immense Dinosaur à corne qui dépassait tous ses prédécesseurs du Jurassique.

Marsh ne recula devant aucune fatigue pour mener à bien ses explorations; il n'a pas traversé moins de vingt et une fois les Montagnes Rocheuses, de 1869 à 1888. Possesseur d'une grande fortune, il l'a consacrée entièrement à l'arrangement de ses collections et à la publication de magnifiques ouvrages dans lesquels il les décrivait. Tout récemment, d'ailleurs, il en faisait don à plusieurs établissements publics des Etats-Unis. Aussi le nom de Marsh restera-t-il honoré par tous ceux qui s'intéressent à l'histoire de la vie dans les temps passés.

§ 3. — Physique

La luminosité des terres rares exposées aux rayons cathodiques dans le vide. — On sait que, dans l'éclairage au gaz par incandescence, il est nécessaire d'employer des mélanges définis de terres rares pour obtenir le maximum de luminosité des manchons. Ainsi, un manchon composé, soit de thorie, soit de cériote pures, ne donnera, dans la flamme d'un bec de Bunsen, que le onzième de la lumière obtenue avec un manchon composé de 99 % de thorie et 1 % de cériote (composition ordinaire des manchons Auer).

Plusieurs théories ont été proposées pour expliquer ce remarquable phénomène; c'est en vue d'élucider ce problème qu'un savant anglais, M. A. Campbell Swinton, a entrepris une série d'expériences, qui consistent à soumettre des manchons composés d'oxydes purs ou mélangés, au bombardement cathodique dans le vide.

Les manchons ont été préparés suivant la méthode ordinaire d'Auer, et, pour obtenir des comparaisons plus exactes, ils ont été formés de pièces rapportées, chaque manchon complet se composant de deux ou quatre sections imprégnées séparément de solutions différentes. Les manchons étaient placés dans le tube à vide, de telle façon que les rayons cathodiques tombassent également sur toutes les parties; une égale portion d'énergie se trouvait donc communiquée à chaque pièce.

Dans ces conditions, le mélange ordinaire d'oxyde de thorium avec 1 % d'oxyde de cérium donne à peine un peu plus de lumière que l'oxyde de thorium pur; la différence n'excède pas 3 %. Mais, au commencement de la décharge, le mélange d'oxydes se chauffe plus rapidement jusqu'à l'incandescence, et, à l'interruption de la décharge, il se refroidit plus rapidement que l'oxyde de thorium pur. D'autre part, avec une intensité de rayons cathodiques qui donnait une brillante lumière pour l'oxyde de thorium pur ou pour le mélange d'Auer, un mélange de 30 % de thorie et de 50 % de cériote, ou encore de l'oxyde de cérium pur, ne produisent aucune lumière, devenant à peine rouges.

Les luminosités maxima ne peuvent être obtenues qu'à un très haut (et très instable) degré de vide, ce qui rend les mesures photométriques peu précises. Toutefois, avec l'oxyde de thorium pur, dans des conditions favorables, la quantité de lumière est au moins de 150 bougies par pouce carré de surface incandescente, la dépense d'électricité étant approximativement de 1 watt par bougie, à une tension de 8.000 volts.

Les rayons cathodiques exercent une action réductrice sur les oxydes; ceux-ci se décolorent sous le bombardement et se recolorent par oxydation lorsqu'on laisse rentrer une petite quantité d'air. Cet air est rapidement absorbé; lorsqu'on a exécuté plusieurs fois cette opération, le degré de vide qui donne l'incandescence maximum s'est beaucoup modifié; le gaz résiduel semble devenu moins conducteur. Si l'on remplace l'air pur de l'oxygène ou de l'hydrogène comme gaz résiduel, la luminosité n'est pas modifiée.

En résumé, les oxydes de thorium et de cérium, soit seuls, soit mélangés, se comportent très différemment suivant qu'ils sont portés à l'incandescence par le bombardement cathodique ou par une flamme de Bunsen. Dans cette dernière, l'oxyde de thorium, mélangé à 1 % d'oxyde de cérium, donne beaucoup plus de lumière que l'oxyde de thorium pur; avec des rayons cathodiques, la différence de luminosité, quoique de même signe, est juste appréciable. En outre, dans la flamme, l'oxyde de cérium donne autant de lumière que l'oxyde de thorium; avec les rayons cathodiques, le dernier donne une brillante lumière, tandis que le premier n'en produit pratiquement pas.

Si l'on veut établir une théorie satisfaisante des propriétés lumineuses des terres rares, les résultats de M. Campbell Swinton devront être pris en très sérieuse considération.

La Télégraphie sans fil entre la France et l'Angleterre. — Dès que Hertz eut rattaché l'Électricité à l'Optique, en établissant que les actions d'induction se propagent par voie de vibration à la façon de la chaleur et de la lumière, le principe fondamental de la télégraphie sans fil fut posé.

M. Lucien Poincaré a indiqué ici-même, l'an dernier¹, d'une part le système général qui devait guider les chercheurs, d'autre part les tentatives déjà faites dans l'ordre de l'application. Nous ne reviendrons pas aujourd'hui sur la doctrine, à laquelle, d'ailleurs, le même auteur vient de consacrer une importante étude dans un récent article de la *Revue*². La théorie étant,

(fig. 1) d'un levier ABC, mobile en B autour d'un axe horizontal. Quand le levier oscille, lors de l'envoi du télégramme, son extrémité C, relevée, demeure constamment séparée du contact métallique D. L'opérateur manœuvre le bouton A, à la manière des télégraphistes qui expédient une dépêche, c'est-à-dire qu'il lui imprime, à intervalles inégaux, des mouvements verticaux : chaque fois, et pendant tout le temps que la pièce A vient toucher le butoir E, elle ferme le circuit AEGHKIBA d'une pile GH, représentée en l'espèce par deux accumulateurs. Ce courant actionne une bobine d'induction L, susceptible de donner des étincelles de 15 centimètres. Les extrémités M et N du fil

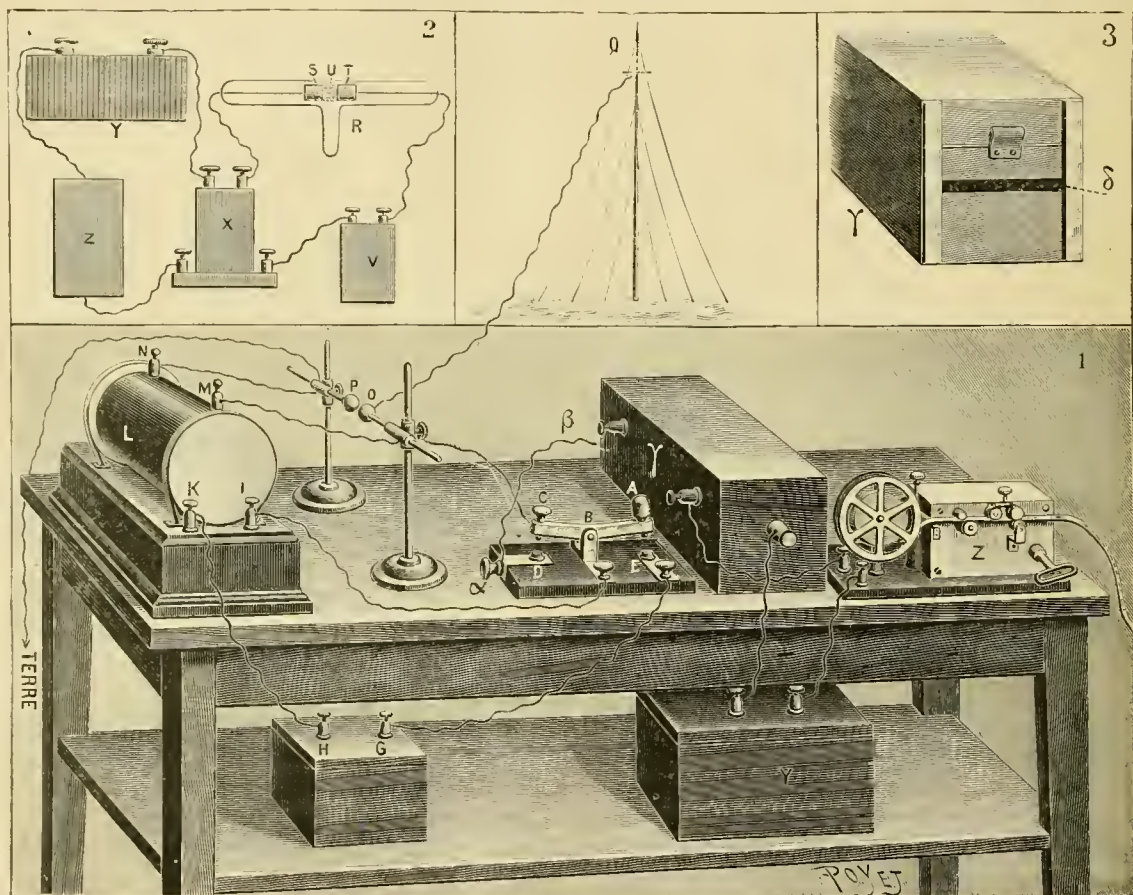


Fig. 1, 2 et 3. — Appareils de M. Marconi, à Wimereux. — La figure 1 représente la disposition générale du système transmetteur et du système récepteur; la figure 2, les connexions électriques du coherer; la figure 3, la face antérieure de la caisse qui met le coherer à l'abri des ondes émanées du manipulateur voisin.

grâce à lui, connue de tous nos lecteurs, nous nous bornerons à décrire, sans explication, les curieux appareils dont un jeune et très ingénieux inventeur, M. Marconi, se sert actuellement pour transmettre, sans conducteur matériel, des messages télégraphiques de France en Angleterre et d'Angleterre en France.

M. Marconi a établi deux postes, l'un à Wimereux, près de Boulogne-sur-Mer, l'autre en un point de la côte anglaise, distant du premier de 50 kilomètres. Chaque poste comprend un dispositif pour l'envoi des dépêches et un dispositif pour la réception.

Le manipulateur employé pour l'envoi se compose

induit de cette bobine sont reliées respectivement avec deux sphérules de cuivre O et P. L'une P est en relation avec la Terre; l'autre O, d'une part, avec le butoir C (isolé pendant toute la durée de l'envoi du télégramme), d'autre part, avec un fil OQ, dont l'extrémité Q est fixée au sommet d'un mât de bois, haut de 50 mètres (fig. 1 et 4).

Chaque fois que le contact de A et de E (fig. 1) établit ou interrompt le courant primaire dans la bobine L, un courant induit, de moindre intensité, mais de potentiel plus élevé, se produit dans le fil fin de la bobine, et il en résulte une série de décharges oscillatoires entre les boules O et P; par suite, le fil OQ, relié à la bobine O, est le siège d'oscillations électriques dont les périodes d'établissement et d'interruption se trouvent exactement correspondre aux alternances d'appui et de levé du bouton A. Le mouvement vibratoire ainsi engendré se propage dans toutes les directions de

¹ L. POINCARÉ: La transmission de l'énergie à distance par les milieux naturels, dans la *Revue générale des Sciences* du 30 janvier 1898, t. IX, p. 53 et suiv.

² L. POINCARÉ: Revue annuelle de Physique, dans la *Revue générale des Sciences* du 30 mai 1899, t. X, p. 387 et suiv.

l'espace. A la distance de 50 kilomètres, où se trouve, sur la côte anglaise, le poste récepteur, les vibrations électriques sont encore assez puissantes pour actionner l'appareil d'auscultation que nous allons décrire.

Cet appareil se compose essentiellement de deux parties. L'une est le long fil OQ ci-dessus désigné; en chaque poste, il sert tour à tour à la transmission et à la réception; siège des oscillations électriques provoquées durant la transmission par la bobine L et les boules de décharge O et P, il voit aussi, pendant la réception, son état électrique varier et osciller sous l'influence des ondes qui lui viennent alors du poste opposé. Il est relié à la borne C, laquelle, pendant le repos du manipulateur ABC, pèse sur le contact D. Ce contact est, par un fil $\alpha\beta$, relié à une caisse γ qui renferme le *coherer* ou second élément de l'appareil d'auscultation.

Ce *coherer* est (fig. 2) un petit tube de verre R, à l'intérieur duquel deux minuscules cylindres d'argent S et T, très rapprochés l'un de l'autre et comprimant entre eux de la fine limaille de fer U, sont en liaison électrique avec les pôles d'une pile V. Ce système argent-fer-argent, placé dans le circuit de la pile V, offre au courant une résistance de 1.500 à 2.000 ohms, que celui-ci ne peut vaincre. Mais, — fait capital, — dès qu'il est soumis à l'induction développée dans le fil OQ, sa résistance électrique éprouve une chute considérable : subitement, elle se réduit à quelques ohms; et, du coup, le courant de la pile V traverse le *coherer*. Ce courant actionne un relai X composé d'une pile et d'un

électro-aimant. Cette dernière pièce, chaque fois et pendant tout le temps qu'elle subit l'aimantation, ferme le circuit d'une batterie d'accumulateurs Y, laquelle batterie commande un récepteur Morse Z (fig. 1 et 2).

Ce récepteur Morse fonctionne comme ses congénères dans nos bureaux de télégraphie; les variations de sa marche traduisent toutes les variations de résistance du *coherer* provoquées par les ondes que lui envoie le transmetteur. Ses appuis et ses levés correspondent donc exactement aux appuis et aux levés du manipulateur ABC de la figure 4.

En pratique, chaque poste, possédant un système transmetteur et un récepteur, place ces deux appareils côte à côte sur la même table (fig. 1). Mais, comme les ondes émanées du transmetteur agiraient sur le récepteur du même poste, si ce dernier n'en était isolé, on a

soin de le renfermer dans une caisse de tôle γ (fig. 1). Celle-ci est close de toutes parts, sauf en sa face d'avant : dans cette face est ménagée, au moyen d'une coulisse, une fente δ (fig. 3), de grandeur variable, qui rappelle par sa forme et ses dimensions l'ouverture de nos boîtes aux lettres; c'est par cette fente que les ondes d'induction amenées par les fils OQ et $\alpha\beta$ (fig. 1), pénétrèrent jusqu'au *coherer*. Les pièces R (*coherer*), V (pile) et X (relai) de la figure 2 sont, en effet, contenues dans la caisse γ .

On y renferme aussi un trembleur actionné du dehors et qui choque, à très courts intervalles, le *coherer*, de façon à lui restituer sa résistance primitive.

Telle est, dans son schéma, la disposition générale des appareils. Actuellement, ils fonctionnent à souhait. On manœuvre le bouton A (fig. 1) un peu moins vite que

dans la télégraphie ordinaire. Des que le manipulateur de Wimereux fonctionne, le télégramme s'enregistre de lui-même au poste opposé sis sur la côte anglaise; et à peine l'opérateur de Wimereux cesse-t-il l'expédition, que, sur la table à laquelle il est accoudé, commence à s'inscrire la réponse de son correspondant d'outre-Manche. On fait mieux : pour ne pas astreindre les télégraphistes à séjourner dans la pièce même où sont réunis les appareils, on met une sonnette électrique (timbre mû par un électro-aimant), en dérivation sur le système récepteur; aussitôt que le manipulateur A du poste anglais entre en fonction, la sonnette du poste conjugué carillonne; l'employé de service qui se



Fig. 4. — Mât de 50 mètres de hauteur pour soutenir le fil expéditeur ou récepteur des oscillations électriques, à Wimereux. — Vers la droite, chalet où sont contenus les appareils de la figure 1. (Photographie de M. Lormier, de Boulogne-sur-Mer.)

trouve à quelque distance, soit dans les autres pièces de la maison, soit sur la plage, accourt, et, — toujours sans fil entre le continent et l'île, — sonne en Angleterre, et la communication télégraphique commence.

Nous avons assisté à plusieurs échanges de messages dans ces conditions entre les deux rives du Pas-de-Calais et constaté qu'ils s'effectuent avec une absolue précision. D'autre part, les opérateurs nous ont affirmé que le brouillard, loin de constituer un obstacle à la transmission, semble la favoriser.

Ces résultats merveilleux étant aujourd'hui bien acquis, beaucoup de questions se posent : Jusqu'à quelle distance la communication sans fil est-elle possible avec les instruments actuels? Comment empêcher un poste autre que le destinataire de s'outiller de la même façon que celui-ci et de recevoir un télé-

gramme destiné à son congénère et non à lui? Quels corps, en dehors des métaux, connus pour fermer écran à l'égard des ondes hertziennes, s'opposent au passage de ces ondes? Sous quelles épaisseurs le bois, la brique, le verre, etc., cessent-ils d'être traversés par elles? On ne sait encore rien ou presque rien à ce sujet. Il serait prématuré de discuter aujourd'hui les idées que suscitent en l'esprit la transmission de l'énergie, telle qu'on la voit s'effectuer, sans conducteur matériel, entre les deux rives de la Manche.

Nous n'examinerons pas non plus la part qu'ont prise à cette belle invention M. Marconi, l'organisateur du système établi à Wimereux, M. Ducretet, l'habile constructeur d'appareils analogues, et, avant ces physiciens, notre éminent compatriote M. Branly, et un savant russe également estimé, M. Popoff. Dans les lignes précédentes, nous avons seulement voulu donner au lecteur une idée du dispositif actuellement employé. La *Revue* traitera en temps opportun de l'histoire des découvertes qui ont rendu possible la télégraphie sans fil, de même qu'elle exposera, au fur et à mesure de leur apparition, les faits et les idées que le perfectionnement du procédé actuel fera surgir.

Louis Olivier.

§ 4. — Géographie et Colonisation

Les observations scientifiques de la Mission Fourreau-Lamy. — Les résultats scientifiques de la Mission Fourreau-Lamy ne pourront être exposés qu'après le retour des vaillants explorateurs. Dès à présent, cependant, il semble intéressant d'indiquer, même sommairement, quelques-uns des faits d'ordre géographique qu'il leur a été donné d'observer en cours de route.

M. Fernand Fourreau, qui a déjà fait neuf expéditions au Sahara, est parti, comme on sait, pour la dixième fois à la fin de 1898 dans le but de se rendre d'Algérie au Soudan en passant par l'Air; il est parvenu déjà dans ce dernier pays et l'on peut espérer qu'il pourra réaliser avec un plein succès le plan qui lui est tracé.

Depuis 1890, l'inépuisable explorateur s'était trouvé presque chaque année en relation avec les Touareg Azdjer, ceux qui, en 1862, avaient signé avec le colonel de Polignac le traité de Ghadamès. Ceux-ci déclaraient bien que le traité tenait toujours, mais leurs exigences mettaient

chaque fois M. Fourreau dans l'impossibilité de poursuivre sa marche avec les ressources insuffisantes dont il disposait. Il fallait donc employer une autre méthode de pénétration, qui consistait à s'entourer d'une escorte suffisamment forte et à se passer des Touareg. C'est ce qui put être fait en 1898.

On sait que la direction militaire de l'expédition a été confiée au commandant Lamy, ayant sous ses ordres le capitaine Reibell et cinq lieutenants; l'effectif total est de trois cent dix hommes. Avec M. Fourreau, sont partis, comme membres civils, MM. Villatte, Dorian, du Passage et Leroy. M. du Passage, chargé de mission du Muséum, a laissé l'expédition à Tebalbalet pour rentrer en France.

La caravane de M. Fourreau s'est mise en route, de Biskra, le 24 septembre 1898. Elle est arrivée, le 12 octobre, à Ouargla (fig. 1), où s'est faite la concentration dernière. Le 18 novembre, elle a atteint Temassinin. Deux routes s'ouvraient pour gagner l'Air. La première, par Amguid, était celle qu'avait suivie le colonel Flatters dans sa seconde mission; l'autre était la route de l'Igharghar, plus à l'est, dans le parcours des Touareg Azdjer. Cette dernière route fut choisie par la mission qui reprit ainsi, au départ de Temassinin, l'itinéraire de la première mission Flatters, itinéraire déjà suivi par M. Bernard d'Attanoux et par M. Fourreau lui-même. En se rapprochant des Azdjer, la mission se trouvait rejoindre la route de Ghât à l'Air, parcourue en 1850 par Barth et en 1877 par Erwin de Bary.

La route s'élève graduellement et insensiblement à partir d'Ouargla qui est à 96 mètres d'altitude. A AmTaïba, elle atteint 250 mètres; à El Biodh (fig. 1 et 2), 350 mètres; Temassinin est à 375 mètres d'altitude. Au delà de ce point la mission s'est dirigée droit au sud. Une colline pierreuse qu'on nomme Khanfousa (le Scarrabée) s'élève à 583 mètres; c'est le premier indice d'une région montagneuse.

La belle source de Tebalbalet (alt. 454 m.) indique bientôt aussi que l'on entre dans une région nouvelle. Les sources se rapprochent, signalant le voisinage d'un important massif montagneux. Ici, apparaît une plante d'une grande importance industrielle, le gommier; les espèces sahariennes du nord tendent à disparaître. On rencontre alors une véritable chaîne de montagnes pierreuses qui forme comme un promontoire nord-est au Tassili des Azdjer (on appelle Tassili



Fig. 1. — Itinéraire de la Mission Fourreau-Lamy entre Ouargla et Assiou (1898-99). (Carte communiquée par la Société de Géographie).

des plateaux élevés et étendus de formation pierreuse). La partie occidentale du Tassili des Azdjer porte le nom de Tindesset.

La traversée du Tindesset, à travers les grès dévoniens, a été très pénible pour la mission; on passe par des altitudes de 1.400 mètres. Les voyageurs, qui se maintiennent à l'est, sont toujours dans le bassin de l'Igharghar, contrairement à ce qu'indiquent les cartes. La région qui les entoure, surtout du côté de l'est, est essentiellement volcanique. L'obstacle du Tassili franchi, la mission est arrivée à l'Ouad Affattakha. Le 9 janvier 1899, elle passait, par 1.362 mètres d'altitude, la ligne de partage des eaux de la Méditerranée à l'Atlantique, dans le massif du mont Achorrene.

Il ressort d'une lettre de M. Foureau, que la carte des régions parcourues par lui depuis Ain-el-Hadjadj, est complètement erronée. La mission avait devant elle, à l'est, un massif puissant et élevé, l'Adrar, dont on n'avait jamais signalé l'existence, dans cette direction du moins. Les cartes avaient jusqu'ici donné le nom d'Adrar à une partie du sud du Tassili, avec une orientation générale nord-ouest sud-est. Or, l'Adrar, à partir de là, s'étend du nord au sud sur une assez grande

En quittant Tademt, la mission était à une altitude voisine de 1.200 mètres. Les montagnes sont formées de granit auquel sont mélangés des schistes et des quartz. A mesure qu'on avance vers le sud, l'altitude diminue régulièrement; le terrain conserve la même composition géologique, mais il forme une plaine de gravier hérissée de blocs de granit. A la cote 630 mètres apparaît le grès qui, dès lors, se substitue partout au granit.

Le 29 janvier, la mission a rejoint l'itinéraire de Barth, à courte distance au sud du puits d'Issala, et elle n'a pas cessé de le suivre jusqu'à Assiou. Le puits d'Assiou n'existe pour ainsi dire plus comme point d'eau; il est remplacé par In-Azaoua, un peu plus au sud, où la mission a été camper le 2 février. La mission est enfin aujourd'hui installée à Agadès, dans l'Air, où elle va faire un assez long séjour.

L'Air ou Asben, si bien décrit par Barth, forme un plateau dont l'altitude moyenne est de 1.200 à 1.500 mètres. Quelques hauteurs atteignent cependant jusqu'à 1.800 mètres. Les flancs de ces collines sont couverts d'une végétation assez pauvre, mais le fond des vallées est livré à la culture et fournit des produits abondants; les dattes et le séné sont les principaux articles du commerce d'exportation de l'Air. Dans les vallées, vivent des troupeaux de moutons, de chèvres et

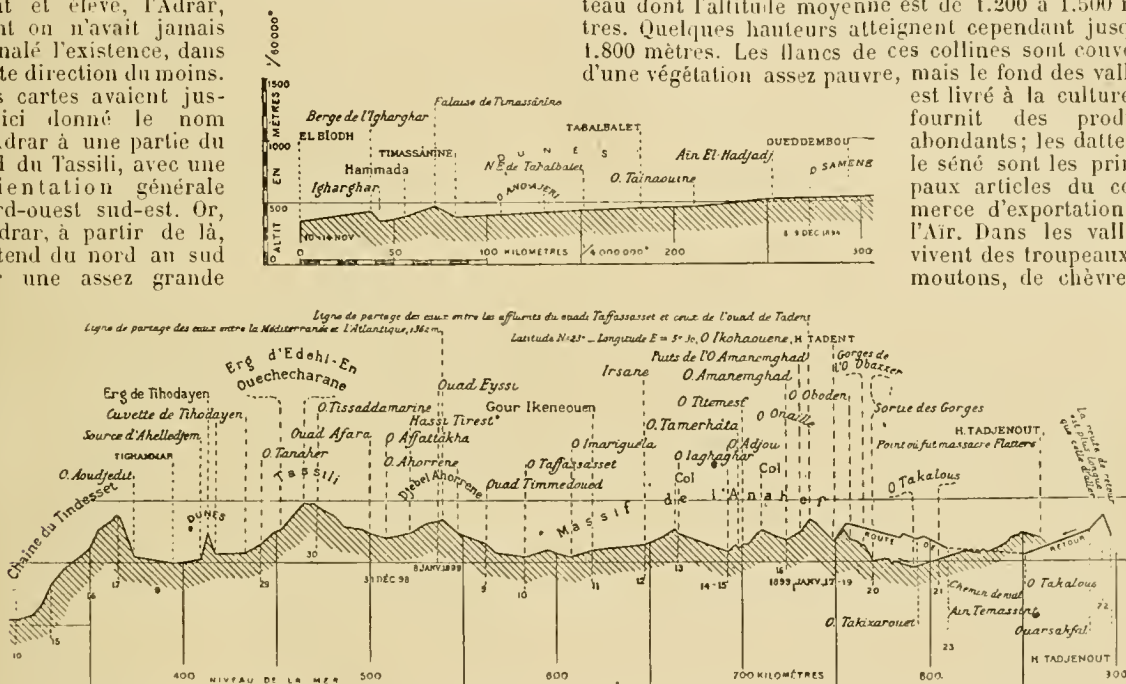


Fig. 2. — Profil de la route suivie par la Mission Foureau-Lamy (1898-99). (Carte communiquée par la Société de Géographie.)

longueur et est dominé par des pics élevés, entre autres le Télet ou Téli, pic volcanique de 1.800 mètres environ. L'Adrar est extrêmement coupé de ravins. Les cartographes ont placé le mont Ounan beaucoup trop à l'est; il doit être reporté dans l'ouest d'au moins 50 kilomètres. De même, le Télet doit être reporté dans le sud-est de la même quantité, ou à peu près.

La mission a franchi la région montagneuse de l'Anahel, dont les chaînes étranges sont rugueuses et arides. Le massif est composé de granit, de gneiss, de schistes à la base et de masses de quartz. On ne trouve sur cette route que peu de végétation.

M. Foureau et ses compagnons sont arrivés le 17 janvier à Tademt, sur la route des caravanes de Ghât dans l'Air. Les coordonnées provisoirement établies par M. Foureau pour Tademt sont: latitude nord, 23°; longitude est, 5°30'. Sur la carte au 1/2.000.000^e du Service géographique, Tademt se trouve trop au nord de 26' et trop à l'est d'environ 23' d'arc.

De Tademt, M. Foureau a été, avec le commandant Lamy, visiter le point où a eu lieu le massacre du colonel Flatters. Le puits du massacre se nomme Tadjenout et non Bir el Gharama; il est situé dans l'ouad Iohadene, et vient du massif du Djebel Serkout, qui est plus loin à l'ouest-nord-ouest.

de bœufs; le pays possède de nombreux chameaux. La capitale, Agadès (que les Touareg prononcent Agadé), a perdu de son importance et n'a plus guère aujourd'hui que 7.000 habitants.

De l'Air, il est vraisemblable que la mission Foureau-Lamy se dirigera vers l'oasis de Taghelel, dans le Damerqou, point vers lequel elle rejoindra la mission Voulet-Chanoine, à la tête de laquelle vient d'être placé le lieutenant-colonel Klobb.

Le contact de la mission avec le nord a été assuré par le capitaine Pein, chef du poste d'Ouargla, qui, le 15 novembre, avant l'arrivée de la mission, a été établi un poste à Temassinin. De là, il s'est porté vers Tikhhammar par une autre route que la mission, et a gagné Afara que, d'abord, il ne comptait pas dépasser; mais la nécessité d'assurer le retour de l'escorte d'un dernier convoi que le lieutenant de Thézillat a dû accompagner jusqu'à Assiou, l'a contraint à s'avancer jusqu'à Tademt.

Grâce à son organisation, la mission Foureau-Lamy a donc réussi à atteindre l'Air sans être inquiétée par les Touareg, comme l'ont été les voyageurs ayant une escorte insuffisante. Les Touareg mènent une existence misérable, et le passage d'une caravane est ordinairement pour eux une bonne aubaine dont ils cherchent à profiter.

Gustave Regelsperger.

LE LEVÉ ET LE TRACÉ AUTOMATIQUES DES FORMES DU TERRAIN

Depuis que les hommes ont entrepris de mesurer la surface de la Terre qui les porte, de la partager entre eux et d'en retracer l'image réduite à une dimension maniable, deux méthodes ont été employées: l'une, celle des mesures directes sur le terrain; l'autre, celle des visées dans l'espace. La première, graduellement perfectionnée, a consisté de tout temps dans le transport, sur le terrain à définir, d'objets de longueur connue, et dans la constatation du rapport existant entre les dimensions du terrain et celles de ces objets. C'était la méthode la plus simple tant qu'on n'avait affaire qu'à des surfaces peu mouvementées ou peu étendues. Mais dès que le terrain accidenté obligeait à des montées ou à des descentes, ou à mesure que l'accroissement des surfaces à mesurer nécessitait une plus longue série de déplacements successifs, on fut amené à substituer partiellement le regard à l'opération manuelle.

Comment, en effet, les opérateurs, obligés de ramper en quelque sorte au ras du sol en y transportant leurs objets de mesure, auraient-ils pu ne pas songer à la rapidité de la vision instantanée, ne pas regarder à l'horizon, sous le ciel limpide de l'Égypte ou de la Mésopotamie, vers les montagnes lointaines qui marquaient le terme de leur interminable travail? Que de fois le désir a dû naître, dans l'esprit des arpenteurs de Sésostris, d'arriver d'un seul coup au but final, au lieu de peiner dans la vase chaude sous un soleil de feu! Si l'un d'eux avait pu solidifier les lignes droites qui se prolongeaient de son œil aux milliers de points à déterminer sur son horizon, s'il avait pu recueillir matériellement ces lignes, les diviser en parties égales, conserver leur direction dans l'espace, les réduire à l'échelle du plan demandé, les obliger en quelque sorte à cristalliser sous son commandement, il est vraisemblable que la « Géométrie », la *mesure de la Terre*, aurait eu des destinées toutes différentes. Mais soixante siècles devaient s'écouler avant que la photographie ou le phonographe pussent rendre captives les vibrations lumineuses ou sonores. Comment donc nous étonner de ce que le rayon visuel est resté tout aussi longtemps sans se transformer en une ligne matérielle, capable de calculer et de reporter elle-même sa longueur et sa direction?

I

Entre les géomètres primitifs et ceux de nos jours, le progrès des méthodes a précisément con-

sisté dans l'introduction de plus en plus large de la visée dans la mesure. C'est ainsi que les niveaux sont intervenus pour aider à la définition des pentes et à la réduction des surfaces obliques à l'horizontale et à la verticale qui permettent de les définir. C'est ainsi que les jalons, les équerres d'arpenteur, les graphomètres sont venus peu à peu compléter ou relier par des lignes menées dans l'espace les lignes de base préalablement mesurées sur le sol. C'est ainsi enfin que les astrolabes, les lunettes, les planchettes, les sextants, les tachéomètres, les théodolites, les cercles répéteurs ont graduellement donné à l'opération de visée une précision croissante et permis, en partant d'une base connue, de déterminer « par triangulation », les points accessibles ou inaccessibles de la Terre ou de l'espace céleste.

D'une manière générale, tous ces instruments procédaient du même principe: diriger une visée vers un point de l'espace; chiffrer et noter l'angle que formait cette visée avec le plan horizontal et un plan vertical donné, puis calculer, à l'aide de ces angles et d'une base connue, la situation dans l'espace du point visé, et finalement en reporter la distance sur une surface plane à une échelle déterminée. Seules, la planchette et les méthodes qui en dérivent avaient fait un pas de plus, mais un pas immense et qui contenait en germe bien des progrès futurs. Sur la planchette, en effet, telle que Prætorius l'avait combinée, la constitution d'un triangle rectangle, à hypoténuse variable, situé dans un plan vertical et correspondant à celui formé par la visée, permettait la détermination instantanée du rapport existant entre cette visée, hypoténuse des deux triangles proportionnels, et les deux côtés verticaux et horizontaux de ces triangles.

Il restait encore un pas à faire pour réaliser cette matérialisation de l'opération de levé dont nous parlions tout à l'heure: c'était de trouver un organe mécanique, rattachant ce triangle réel à son image réduite, de telle façon que les éléments de l'un se reproduisissent spontanément dans l'autre. Faute de ce lien entre le point de départ et le point d'arrivée, l'opération ne pouvait se produire; aussi le triangle de Prætorius tomba-t-il bientôt dans l'oubli, d'où il a été tiré récemment par le bel ouvrage du colonel Laussedat¹.

¹ LAUSSEDAT: *Recherches sur les instruments, les méthodes et le dessin topographiques*. Paris, 1889.

En y regardant de près, c'est de la disposition primitive de la planchette pratorienne que relevaient, à l'insu de leurs auteurs, les instruments imaginés au cours du XIX^e siècle pour obtenir le calcul ou le levé mécanique des plans et des cartes.

Ces instruments sont assez nombreux; depuis les tachéomètres auto-réducteurs jusqu'à l'homologue de Peucellier et Wagner, on peut suivre le développement graduel du même principe : *demander à la visée même les éléments du calcul et de la construction géométrique.*

II

Ce problème, nous croyons l'avoir résolu au moyen de l'appareil suivant, dit *Tachéographe*, que nous allons décrire.

Le but à atteindre était celui-ci : par le seul fait d'une visée dirigée vers un objet de dimension connue, obtenir la distance de cet objet, la détermination de sa direction dans l'espace, la réduction mécanique de cette distance à une échelle donnée, et de cette direction en ses éléments verticaux et horizontaux; enfin, le report, également mécanique, du point visé sur la surface du plan ou de la carte. Les calculs devenaient dès lors inutiles, et, quant à la construction graphique, elle était également coexistante avec l'opération de la visée.

Nos lecteurs remarqueront que cette solution consiste uniquement dans la *matérialisation* des éléments constitutifs de toute visée et dans la *suppression* de tout ce qui n'est pas un de ces éléments. C'est donc par simplification absolue que le problème s'est trouvé résolu de lui-même; il ne s'agissait que de le bien poser. En cela réside peut-être toute l'originalité de la méthode et de l'instrument.

Puisque, pour reporter sur une carte ou sur un plan un point situé dans la direction d'une visée, il faut connaître :

1^o La longueur et la direction de la visée;

2^o La longueur de l'horizontale qui, partant de l'une des extrémités de la visée, se prolongerait jusqu'à la rencontre de la verticale passant par l'autre extrémité;

3^o La longueur de cette verticale; étant donné que l'horizontale du triangle rectangle ainsi formé représente la distance en planimétrie de la station de visée à la verticale du point, et cette verticale, la différence de niveau entre la station et le point visé, la ligne de visée complète ainsi le triangle rectangle et en constitue l'hypoténuse.

Ce triangle rectangle, situé dans un plan vertical, pourra être représenté matériellement par un triangle formé de trois règles articulées, l'une

verticale, l'autre horizontale, la troisième oblique. L'angle droit formé par l'intersection de la verticale et de l'horizontale sera seul invariable; et par le fait que l'hypoténuse sera dirigée vers le point visé, les deux triangles, réel et réduit, auront des angles égaux chacun à chacun et des côtés respectivement proportionnels.

Jusque-là, nous ne sortons pas sensiblement des méthodes connues. C'est ici, en effet, que nous nous trouvons devant la donnée finale qui nous permettra d'obtenir le résultat définitif et de supprimer tous les calculs et toutes les constructions à l'établissement desquels servirait le triangle dont nous venons de parler. Si, en effet, nous parvenons à établir la proportionnalité matérielle des deux triangles, calculs, lectures, construction, tracé, se réaliseront *ipso facto*.

C'est précisément sur ce point délicat qu'après une vingtaine d'années de tâtonnements et de simplifications graduelles nous avons fini par aboutir à la solution qui, semble-t-il, aurait dû s'imposer d'elle-même tout d'abord.

En effet, si au point visé se trouve une mire de longueur donnée, la dimension apparente de cette mire variera pour l'observateur en raison inverse de la distance; cela est élémentaire. Imaginons maintenant que la lunette de l'instrument, parallèle à la règle hypoténuse, soit munie d'un réticule à fils mobiles, dont l'écartement sera réglé par la longueur apparente de la mire. Pour cela, armons notre hypoténuse d'une came présentant une courbure telle que, pour chaque longueur de visée correspondant à un développement proportionnel de l'hypoténuse, la came règle l'écartement des fils du réticule suivant l'écartement apparent des voyants de la mire. Il suffira dès lors que les fils et les voyants coïncident, pour que le triangle rectangle réduit soit précisément dans le rapport demandé avec le triangle réel, et pour que l'ensemble des opérations de triangulation et de nivellement se produise de lui-même. Arrivé à ce point, nous n'avons plus qu'à placer un organe traceur à l'intersection de la verticale et de l'horizontale, pour recueillir sur une surface horizontale plane la position en planimétrie du point visé, en même temps que deux échelles divisées pourront nous donner, l'une, la distance horizontale chiffrée, et l'autre, la différence de niveau. On le voit, le fait seul de la visée suffit pour obtenir la solution chiffrée et écrite. Pour arriver à ce résultat, nous avons simplement donné aux lignes du réticule la possibilité de suivre les dimensions apparentes de la mire. Au réticule fixe, dont les fils coïncidaient avec des divisions différentes de la mire, nous avons substitué le réticule mobile, qui se conforme au mouvement même de cette mire. Et il a suffi d'une

modification aussi légère pour que toutes les notations, les calculs d'angles, l'emploi des tables de logarithmes, les lectures, les transcriptions et les constructions se trouvent remplacés par ce simple rapport établi entre le point de départ et le point d'arrivée, entre l'énoncé du problème et la solution finale.

Un regard jeté sur la figure qui accompagne ces lignes suffira maintenant au lecteur pour saisir le fonctionnement et la construction du tachéographe. La lunette LL' dirigée parallèlement à l'hypoténuse, les deux côtés, vertical et horizontal, du triangle rectangle, avec leurs échelles respectives V et III permettant la lecture directe, le porte-crayon T placé derrière l'intersection de ces deux règles à angle droit n'ont pas besoin d'explication. Il ressort également de l'examen de la figure que l'ensemble de ces organes peut se déplacer autour d'un axe vertical central A, en demeurant toujours dans un plan vertical commun. Devant la lunette se profile la règle hypoténuse qui porte la came C, dont le mouvement règle l'écartement des fils du réticule placé dans le plan focal de la lunette.

Quant à la manœuvre, elle est des plus simples :

Après avoir amené la lunette dans la direction de l'objet visé, on se sert du large bouton B figuré le long de la règle horizontale pour amener cette règle et, par suite, les autres parties mobiles de l'instrument jusqu'au point où se produit l'intersection des voyants de la mire par les fils du réticule. L'opération est terminée; la différence de niveau est indiquée sur l'échelle verticale, le crayon peut marquer sur une feuille de papier ou de métal tendue sur le plateau P la distance et la direction du point; la distance de ce point, réduite à l'horizontale, peut également se lire, si on le désire, sur l'échelle horizontale; le levé chiffré et graphique est donc obtenu dans les conditions énoncées plus haut. Ajoutons qu'une division circulaire

du plateau et un limbe vertical, visible dans la figure au-dessus de la lunette, donnent les mesures d'angles à une minute centésimale près, et permettent ainsi, en cas de besoin, de recourir à des triangulations de vérification ou de contrôle.

Quant à la portée de l'instrument, elle varie naturellement avec la mire employée et l'échelle adoptée. La dimension du plateau permet, à l'échelle du 1/1000, de tracer les points contenus dans un cercle de 240 mètres de diamètre. En doublant la longueur de la mire, on diminuera l'échelle de moitié et on peut opérer avec tracé sur une distance double et une surface quadruple, et ainsi de suite, sans autre limite que les convenances du travail à opérer.

III

Il est inutile de parler de la rapidité d'une opération qui est, pour ainsi dire, instantanée. Quant à la précision obtenue, elle atteint couramment une approximation de 0^m,05 pour 100 mètres dans le tracé des distances, soit à 1/1000, une précision de 0^m,00005 dans la situation du point tracé. Il convient d'ajouter que cette précision n'est pas nominale, mais réelle, puisque le tracé, strictement automatique, élimine

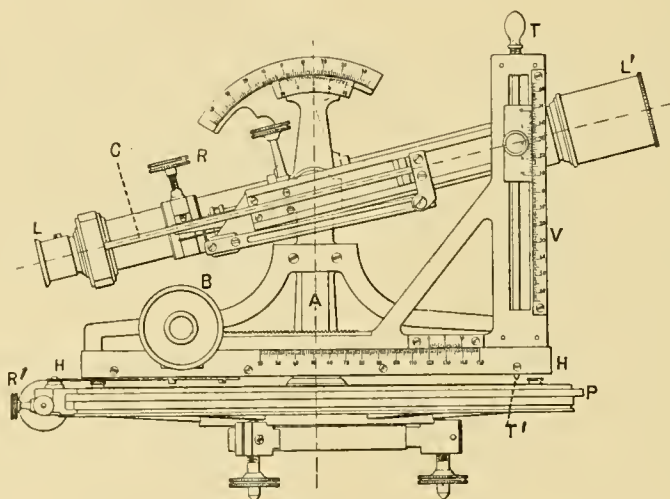


Fig. 1. — Tachéographe ou appareil pour le levé et le tracé automatiques des formes du terrain. — A, pivot à axe vertical supportant les parties mobiles de l'instrument; P, plateau circulaire horizontal divisé en grades sur sa circonférence et destiné à recevoir la feuille de papier ou de métal où se fait l'inscription graphique des points visés au moyen de traceur TT'; LL', lunette; C, came réglant l'écartement variable des fils du réticule placé dans le champ focal de la lunette L; V, échelle verticale des hauteurs; III, échelle horizontale des distances; B, bouton moteur destiné à amener les fils verticaux du réticule en coïncidence avec les voyants de la mire placée sur le point à déterminer; RR', vis de rappel.

toutes les inexactitudes de construction.

Quant à la précision des *mesures lues*, elle peut devenir beaucoup plus grande, par la répétition des lectures, très simple et très rapide. Avec deux ou trois lectures, on arrive rapidement à une approximation de 0^m,02 pour 100 mètres. On doit même la dépasser.

Le dessin topographique se complète sur le terrain même, après achèvement du travail de visée et de tracé, aucune opération ultérieure n'étant nécessaire.

La détermination automatique de courbes de niveau successives peut être obtenue d'un même centre de station sans autre opération que la visée directe, les points caractéristiques de ces courbes

de niveau étant indiqués, mesurés et tracés par l'instrument.

La méthode adoptée est, comme on l'a déjà vu, celle par rayonnement. La mise en place des centres successifs de stations s'obtient par la coïncidence de points communs à deux ou plusieurs cercles de levé.

Le report des levés partiels sur un plan d'ensemble s'opère très simplement et avec une exactitude extrême par le rattachement de chaque cercle

aux cercles voisins au moyen de points communs et de directions communes.

Enfin, mentionnons une dernière simplification qui augmente en même temps la précision des résultats : la mise au point pour une distance quelconque, jusqu'à la limite du travail utile, s'opère automatiquement et par le fait même de l'allongement ou du raccourcissement de la visée¹.

F. Schrader,

Directeur du Service Géographique
de la librairie Hachette.

LES CAUSES DE LA RANCIDITÉ DU BEURRE

On n'a pas réussi jusqu'à présent à établir d'une manière indiscutable les causes qui produisent la rancidité du beurre, c'est-à-dire à trouver, en dehors de l'examen organoleptique, une formule susceptible de caractériser un beurre comme rance, ou même comme avarié jusqu'à un certain point.

A ce sujet un grand nombre d'expériences ont cependant été faites, et beaucoup d'opinions, souvent peu concordantes, ont été émises. Nous nous bornerons à relater les principales, puis nous décrirons nos recherches propres sur la matière.

I

*Köttstorfer*¹ pensa trouver cette formule par le dosage des acides libres. Il admit que le degré de rancidité est proportionnel à la quantité d'acides gras mis en liberté.

*W. Hagemann*² constata que le passage à l'état rance (*das Ranzigwerden*) n'est pas précédé d'une fermentation butyrique, mais que l'odeur et la saveur rances du beurre sont dues aux acides gras volatils qui préexistent à l'état libre, et principalement à l'acide butyrique. C'est l'acide lactique, formé par la fermentation du sucre de lait, qui produirait le dédoublement des glycérides de l'acide butyrique.

*Virchow*³ ne put établir un rapport fixe entre la quantité d'acides gras libres et la rancidité.

D'après *O. Schweisinger*⁴, le degré de rancidité d'un beurre n'est pas en rapport avec sa teneur en acides gras volatils; et celle-ci diminue souvent avec une teneur croissante en acides gras libres.

*Duclaux*⁵ conteste l'influence des bactéries sur

le passage à l'état rance, et limite leur effet à la décomposition rapide d'un beurre déjà fortement altéré par la caséine et le sucre de lait. Voici, brièvement, comment il explique la réaction : la graisse est décomposée, sous l'influence de l'oxygène et de la lumière, en glycérine et acides gras libres; ces produits sont transformés ensuite par oxydation en acides oxaléique (*Oxyölsäure*), formique, et carbonique. L'eau active la décomposition. Les glycérides des acides gras volatils y résistent moins que ceux des acides non volatils.

D'après *Duclaux*, le beurre frais contient de 0 gr. 005 à 0 gr. 01 d'acides libres par kilo; sa saveur est déjà altérée d'une façon préjudiciable, quand on arrive au chiffre de 0 gr. 02 à 0 gr. 03 par kilo.

*Stockmeier*⁶ se rangea, en partie, à la façon de voir de *Köttstorfer*, tandis que *Halenke* émettait des doutes. Selon *Stockmeier*, le degré de rancidité d'une graisse pourrait n'être pas forcément en rapport avec l'élévation de la quantité d'acide; néanmoins, les graisses du beurre, ayant, en acides, une teneur égale à 8 (centimètres-cube d'alcali normal pour 100 grammes de matière grasse), ont, sous tous les rapports, une saveur rance nauséabonde.

*Berthelot*⁷ croit que le passage à l'état rance est dû à un procédé de saponification, sous l'influence immédiate de l'action oxydante de l'oxygène de l'air.

D'après *M. Gröger*⁸, il est vraisemblable que les graisses sont décomposées par l'eau en glycérine et acides gras, mais que ces produits de décomposition sont immédiatement repris par l'oxygène de

¹ *Zeitschr. f. analyt. Chemie*, 18, 199, 431 (1879).

² *Ein Beitrag zur Frage der Butter-conservierung*, 1882.

³ *Repert. der analyt. Chemie*, 1886. S. 494.

⁴ *Pharm. Centralhalle*, 28, 294 (1887).

⁵ E. DUCLAUX, III. *Mémoire sur le lait, étude du beurre*. Nancy, 1896. *Le lait, études chimiques et microbiologiques*. Paris, 1887.

¹ Qu'il me soit permis, en terminant, de remercier M. J. Carpentier de la perfection, pour ainsi dire absolue, qu'il a apportée dans la construction du Tachéographe.

² *Ber. über die 8. Vers. bayer. Vertr. der angew. Chemie*, 1889. S. 85.

³ *Journ. de pharmac. et de chimie* (3^e sér.), 27, 96.

⁴ *Zeitschr. für angewandte Chemie*, 1889. S. 62.

l'air. Les acides gras se transforment alors en acides moins riches en carbone et plus riches en oxygène, appartenant les uns à la série grasse, les autres à la série de l'acide oxalique; parmi ces derniers, il faut mettre au premier rang l'acide azélaïque, qui se forme également par oxydation artificielle des acides gras au moyen de l'acide azotique. L'oxydation s'étend probablement aussi à la glycérine, dont on ne peut démontrer la présence à l'état libre.

*Ed. Ritsert*¹ a confirmé les résultats de *Duclaux*. Selon lui, le passage à l'état rance de la graisse de porc et du beurre n'est pas produit par les bactéries, mais c'est un procédé d'oxydation par l'oxygène de l'air. La rapidité de la réaction serait proportionnelle à l'action de la lumière. Pour empêcher la graisse de rancir, il faudrait une suppression complète de l'air, moyennant quoi le passage à l'état rance ne se produirait pas, que, d'ailleurs, la graisse soit ou non exposée à la lumière. Il constata, au reste (aussi bien dans les graisses que dans le beurre), après une période de trente à soixante jours, une odeur et une saveur fortement rances, cependant que le degré d'acidité montait à 3°,6 — 3°,8 — 5° — 7° — 3°,2.

*J. Arata*² a contesté aussi l'influence des microorganismes.

*Schweissinger*³, *B. Fischer*⁴ et *C. Besana*⁵ démontrèrent, sur ces entrefaites, que la rancidité, décelée par la saveur et l'odeur, n'est pas toujours en rapport avec la quantité d'acides gras contenus dans la graisse du beurre. D'autre part, *Bondzynski* et *Rufi*⁶ constatèrent la formation et l'augmentation d'acides gras non volatils, les acides volatils ne se manifestant qu'à un état assez avancé de décomposition.

Tout au contraire, *F. Lafar*⁷ et *Olaf Sigismund*⁸ firent jouer aux microorganismes, et surtout aux bactéries, le rôle principal dans le passage du beurre à l'état de rancidité. *Valerian von Klecki*⁹, plus éclectique, déclare que, dans le beurre, l'acidité est due en première ligne à l'activité des bactéries, et beaucoup moins à l'influence de l'air et de la lumière, tandis que la rancidité est le terme final

de l'action de tous ces facteurs. Le principal résultat de ses recherches, c'est que, dans les conditions ordinaires, la formation des acides (*die Säuerung*) du beurre doit être rapportée à l'activité des bactéries et non à l'oxydation. Il découvrit tout particulièrement qu'un beurre, conservé au soleil ou à la chaleur, peut être rance, sans être acide. Il n'y a donc pas lieu de rattacher le procédé d'oxydation, en corrélation avec le passage à l'état rance, à l'acidité produite par l'activité des bactéries. *V. Klecki* comptait cinq espèces de bactéries anaérobies auxquelles est dévolu le principal rôle dans la formation des acides, puisqu'elles réduisent le sucre de lait préexistant dans le beurre.

*Sendtner*¹ est venu confirmer les vues de *B. Fischer*, de *Schweissinger* et de *Besana*, d'après lesquelles la rancidité n'est pas toujours proportionnelle à la quantité d'acides gras libres. *H. Kämmerer*, de son côté, les a confirmées aussi récemment.

Sur toutes ces questions, les opinions sont, comme on voit, très diverses. *Jon Raumer*² croit que la détermination des acides libres donnerait toujours un point de repère; qu'un beurre ayant un degré d'acidité supérieur à 8 serait, en règle générale, gâté, tandis qu'un beurre semblable, ayant moins de 8 degrés, ne serait pas toujours bon. D'après lui, l'évaluation des acides volatils ne fournit aucune base solide à l'estimation de la graisse rance.

Conformément aux observations ci-dessus relatées, *Ed. Spaeth*³ fait du passage à l'état rance un processus d'oxydation dû, avant tout, à l'influence de la lumière et de l'oxygène de l'air. Alors les acides gras non saturés (acides oléiques) sont repris sous la forme particulière d'acides ayant une faible teneur en carbone. Dans la suite, il se forme aussi des produits de la série des aldéhydes, ainsi que des acides gras oxygénés. Au fur et à mesure de l'oxydation et de la formation d'acides libres, les acides volatils augmentent considérablement.

*J.-A. Mjoën*⁴, de son côté, a constaté que, dans le passage à l'état rance de la graisse de beurre complètement fondue, le coefficient acide, le coefficient de saponification et le coefficient de *Reichert*, subissent une augmentation considérable pour les deux premiers, beaucoup moindre pour le dernier. Il admet que, comme l'augmentation sensible d'acide va de pair avec une diminution du pouvoir réducteur en présence de l'iode (*Iodadditionsvermögen*), il se produit en même temps un dédoublement du composé dans les acides gras non saturés.

¹ *Naturwissenschaft. Wochenschrift*, 5 (1890) et tir. à part. Berlin, 1890, chez *Ferd. Dümmler*.

² *Annali dell' Instituto d'Igiene sperim. della Università di Roma*, 1891, Vol. II, Fasc. 2, p. 5.

³ *Zeitschr. f. angew. Chemie*, 1890, S. 696.

⁴ *Jahresber. der chem. Unters.-Anst. der Stadt Breslau*, 1890-1891.

⁵ *Chemischer Zeitung*, 1891, S. 410.

⁶ *Zeitschr. f. anal. Chemie*, 29, 5 (1890).

⁷ *Bakt. Studien über Butter*, *Archiv f. Hygiene*, 1891, S. 1.

⁸ *Unters. über die Rancidität der Butter*, Inaug.-Diss. Halle, 1893.

⁹ *Dissertation*, Leipzig, 1894, et *Zeitschr. anal. Chemie*, 34, 633 (1895).

¹ *Forschungs-Berichte über Lebensmittel*, etc., 1895, S. 290.

² *Forschungs-Berichte über Lebensmittel*, etc., 1895, S. 290.

³ *Zeitschr. f. anal. Chemie*, 35, 471 (1896).

⁴ *Forsch.-Berichte über Lebensmittel*, etc., 1897, S. 195.

Des expériences à la lumière solaire lui donnèrent les résultats suivants : Une graisse de beurre, exposée pendant trois jours à cette lumière, accusa le chiffre de 10,7 d'acide pour 30,9 d'iode, tandis qu'il fallut environ cinq semaines pour produire, sous l'influence d'un courant d'air, une égale quantité d'acide, cependant que la quantité d'iode tombait à 19,8. *Mjoën* s'étant servi, pour ses expériences, non pas de beurre, mais de graisse de beurre filtrée, épurée, ne présentant pas un terrain favorable au développement des microorganismes, on ne peut que sous toutes réserves appliquer ces résultats au beurre du commerce. *Virchow* (*loc. cit.*) et *Stockmeier* (*loc. cit.*), avaient, d'ailleurs, attiré déjà l'attention sur ce point.

Rapportons enfin l'opinion de *A. Schmid*¹ qui distingue la graisse acide, la graisse rance et la graisse à la fois rance et acide. D'après lui, une graisse est acide quand sa teneur en acides gras libres est très anormale, tandis que la quantité de glycérine libre n'a pas varié. Une graisse est rance quand, la teneur en acides gras libres étant peu élevée, la glycérine a été oxydée, en partie ou en totalité, à l'état d'aldéhydes ou de cétones.

Une graisse est à la fois acide et rance, quand, à côté d'une teneur élevée en acides gras libres, on trouve des produits d'oxydation de la glycérine. L'auteur croit que l'examen d'une graisse fraîche, ainsi que d'une graisse à odeur et saveur rances, en vue de la recherche des aldéhydes et des cétones, donnera des résultats qui font espérer la possibilité prochaine d'évaluer par voie chimique le véritable degré de rancidité d'une graisse. Pour rechercher les aldéhydes et les cétones, il emploie une solution à 1 % de chlorhydrate de métaphénylènediamine, et les produits de distillation du beurre par la vapeur d'eau. La différence de coloration des produits de distillation d'une graisse fraîche ou rance était semblable à celle que l'on a constatée dans la Nesslerisation (*das Nesslerisiren*) d'une eau pure ou fortement contaminée.

*J. Mayrhofer*² a confirmé les expériences de *A. Schmid*; il ajoute que, dans les produits de distillation des variétés de beurre rance, il se produirait aussi des combinaisons acides qui, à ce qu'il semble, ne jouent pas le principal rôle dans la formation de l'odeur si caractéristique du beurre rance.

II

En comparant les travaux ci-dessus, il est aisé de voir, abstraction faite des deux dernières publications, que le point essentiel pour évaluer la ranci-

dité par voie chimique, réside dans la connaissance des acides gras volatils et non volatils préexistants.

Pourtant, des objections sérieuses se sont élevées contre cette hypothèse, sans qu'on ait réussi à établir la véritable cause de la rancidité. Ces objections se fondaient sur ce que, très souvent, on a observé des beurres rances ayant une faible teneur en acides libres. Certains observateurs contestent l'influence des bactéries, tandis que d'autres, par exemple *V. von Klecki*, leur assignent la part la plus active dans la production de la rancidité.

Comme, depuis un certain temps, je m'applique à découvrir les causes qui produisent la rancidité, je crois que le moment est arrivé de publier mes observations. Je pense qu'elles pourront, surtout quand elles seront plus complètes, jeter un peu de lumière sur le processus chimique du phénomène.

La forte odeur d'éther butyrique qu'exhale souvent le beurre à un haut degré de rancidité, m'engagea à rechercher la présence de ces éthers dans du beurre frais doux, fait avec de la crème (*Süßrahmbutter*), dans du beurre aigre fait dans les mêmes conditions, et dans du beurre rance, tout en tenant compte de la teneur croissante en acide libre et surtout en acide libre volatil.

On distilla 10 grammes de beurre par la vapeur d'eau, jusqu'à ce que 500^{cc} fussent passés; on en détermina l'acide volatil par titrage avec de l'alcali normal à 1/10; après quoi, on ajouta 50^{cc} d'alcali normal à 1/10, et on fit bouillir une demi-heure dans l'appareil à condensation. L'alcali libre fut titré de nouveau. La différence indiqua la quantité d'alcali nécessaire à la saponification de l'éther.

Il faut, autant que possible, se servir, pour ces recherches, du beurre naturel et non de la graisse de beurre épurée par la fusion et le filtrage, car l'élévation de chaleur fait disparaître les principes volatils; c'est pour cela que divers observateurs ne constatèrent, dans le passage à l'état rance, qu'une élévation très légère ou même nulle de la quantité d'acides volatils. Si l'on veut rapporter les valeurs obtenues à la graisse de beurre pure, il faut évaluer la quantité de celle-ci dans une portion spécialement prélevée. Déjà *Virchow* (*loc. cit.*) avait remarqué que, par la simple conservation, le beurre peut éprouver une perte considérable en acides gras volatils. Nous avons obtenu, par exemple, la quantité d'éther suivante pour :

	Cc. d'alcali normal à 1/10.
Beurre de crème doux (<i>Süßrahmbutter</i>)	11
Le même, fondu et filtré.	7,1
Beurre de crème aigre (<i>Sauerrahmbutter</i>).	4,6
Le même, fondu et filtré.	3,1
Acide volatil pour le beurre de crème aigre	0,8
Le même, fondu et filtré.	0,6

Nos chiffres sont établis pour 100 grammes de

¹ *Zeitschr. f. anal. Chemie*, 37, 301 (1898).

² *Zeitschr. f. die Unters. der Nahrungs-u. Genussmittel*, 1898, S. 352.

graisse de beurre. La quantité d'éther donne, en centimètres cubes, la quantité d'alcali normal à 1/10, nécessaire à la saponification des éthers de 100 grammes de beurre.

Le beurre servant à ces recherches fut conservé dans un vase de porcelaine entouré de papier, à la température ordinaire, protégé contre l'influence directe des rayons solaires et bien conservé; avant chaque prélèvement d'échantillon, on avait soin

Tableau I.

	QUANTITÉ d'éther en cc. d'alcali normal à 1/10.	ACIDE volatil en cc. d'alcali normal.	TOTAL des acides en cc. d'alcali normal.
Beurre frais, 30 juillet 1896. . .	3,5	0,75	»
— 22 août 1896. . .	18,2	0,85	10,85
— 5 septembre 1896. . .	25,0	1,95	12,70
— 16 juillet 1897. . .	0,0	3,5	43,4
Beurre de crème doux ¹ :			
Frais, 11 août 1897. . .	0,0	»	1,26
— 1 ^{er} septembre 1897. . .	13,0	0,7	6,93
— 21 septembre 1897. . .	65,0	0,8	16,6
— 20 novembre 1897. . .	56,0	1,0	»
— 15 décembre 1897. . .	20,0	1,2	»
— 24 avril 1898. . .	7,5	1,22	42,55
Beurre de crème doux :			
Frais, 26 mai 1898. . .	»	0,6	1,56
Rance, 7 juillet 1898. . .	7,0	1,0	2,14
Très rance, 26 juillet 1898. . .	19,0	0,7	23,2
— 10 août 1898. . .	7,5	0,8	24,4
— 22 août 1898. . .	2,5	0,85	26,6
Beurre de crème aigre :			
Frais, 28 mai 1898. . .	46,0	0,6	1,93
Rance, 7 juillet 1898. . .	38,0	0,9	47,3
Très rance, 29 juillet 1898. . .	15,0	2,0	57,3
Excessiv. rance, 10 août 1898. . .	8,0	1,7	58,5

de bien l'agiter. Le tableau I ci-joint résume les déterminations opérées.

Ces recherches prouvent l'existence, dans le beurre saponifiable par la potasse, de produits volatils, et en plus grande quantité dans le beurre de crème aigre que dans le doux.

La présence dans le beurre rance d'éthers éthyliques des acides gras volatils du beurre, principalement de l'acide butyrique, est décelée par l'arome caractéristique, et, d'ailleurs, maintes recherches l'ont également prouvé.

Cinquante grammes de beurre rance furent distillés par la vapeur d'eau, jusqu'à ce que 500^{cc}. fussent passés; il s'éleva d'abord une odeur pénétrante d'éther butyrique. Ces 500^{cc}., qui contenaient aussi des acides gras volatils libres (principalement de l'acide butyrique), furent neutralisés complètement et redistillés. Le produit de distilla-

¹ Dans ce beurre, on ne pouvait déceler la présence d'alcool jusqu'au 1^{er} septembre; ce ne fut possible que le 21 septembre et le 20 novembre. Le coefficient ou indice de Reichert monta, le 11 août, à 24,9; le 24 avril 1898, à 21,8.

Fresenius, *Zeitschr. f. anal. Chemie*, XXXVIII; Jahrgang 1. Heft 2.

tion, qui devait alors contenir l'éther, fut, après déplacement par l'hydrate de potasse, bouilli une demi-heure dans l'appareil à condensation. On distilla alors complètement, et le produit formé fut concentré par la méthode habituelle. Il donna à la distillation les stries oléagineuses caractéristiques, une forte réaction avec l'iodeforme, se colora en vert par le bichromate de potasse et l'acide sulfurique, et put, après concentration par la chaux vive, dissoudre l'iode. Il y a donc un alcool qui se forme par la saponification de l'éther. Les résidus alcalins de la distillation furent repris par l'acide sulfurique et distillés. Le produit de distillation exhalait une forte odeur d'acide butyrique. Il fut neutralisé par le carbonate de chaux. Le sel de chaux contenait, dans un cas, 17,38 % de calcium, tandis que le butyrate de chaux en a besoin de 18,69 %. Il semble donc exister, outre l'acide butyrique, une faible quantité des acides gras du beurre, d'une série plus élevée.

Dans un cas, on employa à neutraliser les acides volatils de 100 grammes de beurre rance, 9^{cc}, 6 d'alcali normal à 1/10, 2^{cc}. pour ceux qui y étaient contenus à l'état d'éthers; tandis que, pour le beurre de crème aigre ordinaire, non rance, il suffit de 0^{cc}, 23 d'alcali à 1/10. On put trouver des traces d'alcool dans du beurre de crème aigre frais; on ne put le déceler dans du beurre de crème doux; ainsi, en démontrant la présence de l'alcool, on peut séparer le beurre de crème aigre ou le beurre rance du beurre de crème doux.

Quand le beurre devient vieux, la quantité d'éther tombe à 0 ou à peu près, et, à ce moment-là, tout arôme a presque entièrement disparu; il ne reste plus qu'une faible odeur de suif caractéristique.

De nos observations, il ressort: que le beurre de crème aigre et le beurre rance contiennent de l'alcool. Tout beurre renferme des produits volatils, saponifiables par la potasse. Le beurre rance contient, à côté des acides gras volatils libres, leurs éthers, principalement l'éther éthylique de l'acide butyrique.

L'état de rancidité du beurre est caractérisé avant tout par un développement intense de l'arôme, qui le rend déjà impropre à la consommation, bien que la saveur en reste encore normale, et que la teneur en acides libres soit encore sensiblement éloignée du chiffre-limite (*Grenzzahl*) 8 de *Stockmeier*. L'odeur rance est due surtout au mélange, à doses faibles, d'acides gras volatils libres et d'éthers; au début, les acides paraissent dominer et produire une odeur semblable à celle que dégage la sueur des pieds (*Fusschweissartigengeruch*); tandis qu'avec l'augmentation de la rancidité, c'est l'odeur d'acide butyrique qui domine. Pour se

convaincre que ce dernier existe cependant déjà au début du rancissement, mais qu'il est masqué par l'odeur des acides volatils, il suffit de neutraliser les acides volatils des produits de distillation du beurre rance par l'eau.

Lorsqu'on distille, il se dégage au début une odeur pénétrante d'éther butyrique. Quand le beurre devient vieux, le développement de l'arome, après avoir atteint un maximum, retombe presque à 0. A cet état le beurre a l'aspect du suif. Le beurre de crème doux résiste bien mieux au rancissement que le beurre de crème aigre, et son arome se développe également moins vite.

La formation dans le beurre d'un gaz aromatique est due sans contredit aux microorganismes qui produisent l'alcool aux dépens du sucre de lait. En même temps se produit un dédoublement des glycérides, puis l'acide est employé à la formation d'éthers. Le glycéride de l'acide butyrique étant de médiocre importance, c'est cet acide lui-même qui entre surtout en ligne de compte. La glycérine libérée est l'origine d'autres transformations, tandis que prennent naissance, suivant *Schmid* et *Mayerhofer*, des composés du genre aldéhyde et même, jusqu'à un certain point, du genre cétone.

La teneur en acides volatils et en éthers des acides gras libres du beurre étant le critérium essentiel du beurre rance, il faudra évaluer quantitativement, d'après un grand nombre d'expériences sur des beurres plus ou moins rances, la teneur en acides gras volatils libres et en acides volatils combinés à l'état d'éthers. Je tiens à la disposition des collègues qui s'intéressent à cette question les travaux qui la concernent.

Le fait que le beurre frais contient aussi des principes volatils saponifiables par la potasse, nous force à conclure que la quantité d'éther n'est pas un critérium suffisant, mais qu'il faut évaluer, en outre, la teneur en éther butyrique.

Je ne puis que me rattacher à la manière de voir récemment remise en lumière par *Schmid*, et d'après laquelle le passage à l'état rance ne serait pas identique au passage à l'état acide. Le processus de rancissement du beurre au stade du dégagement de l'arome, doit être séparé du passage à l'état rance d'autres graisses, où l'odeur ne joue qu'un rôle secondaire et dans lesquelles c'est surtout le goût irritant qui rend la graisse inutilisable¹.

D^r Carl Amthor,

Collaborateur à la *Zeitschrift für analytische Chemie*.

L'ÉTAT ACTUEL ET LES BESOINS DE L'INDUSTRIE DU CIDRE EN FRANCE

DEUXIÈME PARTIE : COMPARAISON AVEC L'ÉTRANGER

Nous avons dit¹ que d'autres pays que la France se livrent à la culture et au commerce des pommes et à l'industrie du Cidre. A ce sujet, nous croyons utile d'entrer dans quelques détails sur l'industrie du Cidre en Allemagne et sur l'industrie des pommes évaporées en Amérique. Il est du plus grand intérêt que nos agriculteurs et nos industriels français se rendent un compte exact de ces industries étrangères, et qu'ils leur empruntent ce qui peut les intéresser.

I. — PRODUCTION EN ALLEMAGNE.

La région où se fabrique le Cidre en Allemagne a pour centre Francfort, ou plutôt, le faubourg de Sachsenhausen, situé en face de Francfort, sur la rive opposée du Mein. On récolte les pommes à Sachsenhausen, Bonnheim et Offenbach. La variété de pommes la plus estimée pour la fabrication du

Cidre serait la Reinette de Cassel, fruit très sucré et peu tannique. Cette récolte commence en automne quand les pommes sont bien mûres. Quand elle est insuffisante, les Allemands achètent des pommes à l'étranger; ils ont fait, à plusieurs reprises, des achats très importants en Normandie. Nous n'avons nullement lieu de nous réjouir de cette source d'exportation de nos produits, car, avec ces pommes, les Allemands préparent des Cidres clairs et mousseux qui, revêtus d'une belle et trompeuse étiquette, vont faire à nos Vins de Champagne une concurrence déloyale.

Le Cidre se fait chez les cultivateurs, et d'une manière très simple. Les pommes sont nettoyées, puis elles sont jetées dans le *loup* (*Wolf*), où elles sont divisées en fragments assez gros. Elles passent

¹ Voyez la première partie de cette étude dans la *Revue* du 15 juin 1889, t. X, p. 427 et suiv.

¹ Les recherches que je viens de relater ont été commencées en collaboration avec M. J. Zink, et achevées avec l'aide de M. le D^r Landenberger. — Le présent article est publié en allemand dans la *Zeitschrift für analytische Chemie*, t. XXXVIII, n° 1.

ensuite entre des cylindres qui les écrasent. Jus et pulpes macèrent pendant vingt-quatre heures, puis on les met au pressoir. L'extraction du jus se fait dans des presses ordinaires; mais, dans quelques établissements, on emploie des presses hydrauliques. Les mares sont utilisés, à Francfort, pour la nourriture du bétail. Dans le Luxembourg, on s'en sert pour fabriquer une eau-de-vie qui jouit, paraît-il, d'une certaine réputation.

Le Cidre fabriqué à l'automne est « traversé », c'est-à-dire soulré trois ou quatre fois, et il est livré à la consommation. Ce Cidre est de couleur jaune verdâtre; il est assez limpide; il est consommé dans l'année.

Cette consommation locale du Cidre ne présente pas grand intérêt; ce qui en offre davantage pour nous, c'est la fabrication du Cidre d'exploitation ou Vin de pommes : *Aepfelwein*. Cette fabrication est faite par un certain nombre de *raffineurs* de Cidre qui achètent le Cidre brut aux cultivateurs, le soignent, l'épurent, et, finalement, le mettent dans des bouteilles analogues à celles des vins du Rhin, pour le vendre en Allemagne et à l'Étranger.

Les raffineurs de Cidre de Francfort opèrent comme les négociants bordelais, qui achètent, chez les propriétaires récoltants, le vin brut, et lui donnent les soins destinés à le bonifier et à lui faire acquérir toutes ses qualités. Les raffineurs laissent vieillir le Cidre au moins pendant un an, en ayant soin de le soutirer de quatre à six fois pendant la première année. Ce Cidre est ensuite filtré, puis collé. Le collage se fait avec du sang de bœuf, de la gélatine ou de la colle de poisson.

et le vin blanc. Le goût de la pomme y est très affaibli par les soutirages, les collages, etc. La limpidité y est donc obtenue au détriment du goût de fruit. Ces Cidres sont peu acides; ils sont fort bien préparés. Ils sont aussi très bien présentés; leur embouteillage est analogue à celui des vins blancs du Rhin. Les principales sortes sont désignées sous les noms de *Export*, *Speierling* et *Borsdorfer*. Ces deux derniers noms sont ceux de deux villages; ils désignent des crus estimés.

Les prix de ces Cidres sont élevés. Le tableau I ci-contre résume les prix, en gare de Sachsenhausen, d'une grande maison de Francfort dont la vente annuelle est de 26.000 hectolitres.

Tableau I. — Prix des Cidres allemands.

QUALITÉ DU CIDRE	PAR HECTOLITRE	PAR 100 BOUTEILLES
Export	32 marcs (40 fr.)	50 marcs (62,50)
Speierling	35 — (43,50)	55 — (68,80)
Borsdorfer	40 — (50 fr.)	60 — (75 fr.)

Nous avons dit qu'à côté de ces *Aepfelwein*, on fabriquait à Francfort des Cidres simili-champagne. Ceux-ci se font principalement à Offenbach. Les bouteilles sont revêtues d'étiquettes luxueuses; aucune indication ne fait supposer qu'il s'agit de Cidre, et celui-ci est vendu en concurrence avec nos vins de Champagne. Dans la maison dont nous donnions ci-dessus les prix, la bouteille de Cidre-Champagne vaut 1 marc 40 (1 fr. 75), et la demi-bouteille 0 marc 90 (1 fr. 10).

Tableau II. — Analyse des Cidres allemands.

	CIDRES SECS EN BOUTEILLES GENRE VINS DU RHIN					CIDRES MOUSSEUX EN BOUTEILLES GENRE CHAMPAGNE		
	Borsdorfer	Speierling	Export	Speierling	Borsdorfer	Trois étoiles	Deux étoiles	Une étoile
Alcool % en volume	5°45	5°5	5°95	6°5	5°9	7°95	6°9	7°2
Extrait sec à 100° par litre	15°80	15°68	18°80	19°16	17°88	86°36	110°64	98°4
— dans le vide —	22,40	22,80	25,60	23,60	24,60	94,00	122,20	110,60
Sucre réducteur	1,34	1,74	1,80	2,43	2,21	66,53	83,47	87,94
Cendres	2,21	2,29	2,99	2,99	2,94	»	»	»
Acidité totale en SO ⁴ H ²	2,79	3,14	3,18	3,14	3,36	3,23	3,50	3,06
— fixe	2,15	2,35	2,58	2,74	2,69	2,74	2,94	2,60
— volatile	0,64	0,79	0,60	0,40	0,67	0,49	0,56	0,46
Acide tartrique	0,42	0,40	0,29	0,29	0,29	0,42	0,34	0,50
Tannin	0,18	0,19	»	»	»	0,24	0,36	0,27
Acide sulfureux. } libre	»	»	traces	traces	0,013	»	»	»
} total	»	»	0,022	0,018	0,054	»	»	»

Ces Cidres sont très limpides, mais ils sont complètement fermentés et, par conséquent, tout à fait secs. Leur aspect est celui du vin blanc; quant à leur goût, il ne peut pas facilement se comparer à celui de nos Cidres. Ces « vins de pomme » tiennent le milieu entre le Cidre tel que nous le préparons

Nous avons fait l'analyse de Cidres d'exportation allemands, mousseux et non mousseux, et consigné dans le tableau II ci-joint les résultats qu'elle nous a donnés. Le degré alcoolique de ces Cidres est voisin de 6° en moyenne; c'est le degré alcoolique moyen de nos bons Cidres.

Ces Cidres sont complètement fermentés; ils ne contiennent pas plus de 2 grammes de matières réductrices par litre; ils sont, par suite, faibles en matières extractives; ils sont même beaucoup plus faibles que nos Cidres. Cela pourrait faire supposer qu'ils ont été additionnés de sucre ou légèrement alcoolisés. Il est très possible cependant que ce fait soit dû uniquement aux nombreux soutirages que subissent ces Cidres. La composition de la partie minérale, ainsi que l'ensemble de l'analyse, exclut, à notre avis, l'idée de mouillage.

Un des points les plus intéressants est relatif à l'acidité; comme on le voit, ces Cidres sont peu acides et ils sont surtout peu chargés en acide acétique. Cela indique qu'ils sont l'objet de soins attentifs et d'une surveillance toute scientifique: ils sont manutentionnés dans des fûts propres; ces fûts sont ouillés fréquemment; on prend, en un mot, toutes les précautions pour empêcher la fermentation acétique d'envahir ces liquides.

Nous insistons sur cette particularité que nous offrent les Cidres allemands, parce qu'elle prouve bien qu'avec des soins on peut faire du Cidre sec, mais non acide; neuf fois sur dix, le Cidre sec, en France, est du Cidre *paré*, c'est-à-dire piqué, fortement envahi par la fermentation acétique.

Parmi les autres éléments qui figurent dans les analyses ci-dessus, citons encore l'acide tartrique, qui existe en très faible quantité; cet acide ne doit pas être ajouté pendant la fabrication: il doit provenir du fruit. Le tannin existe en quantité faible. Il est très possible qu'il y ait eu addition de tannin au cours de la fabrication de manière à faciliter le collage; ce tannin a été, bien entendu, précipité pour une partie, avec la gélatine ou l'albumine employée à ce collage. Enfin, nous constatons que ces Cidres ne contiennent qu'une très faible dose d'acide sulfureux. Ce n'est donc pas à cet antiseptique qu'ils doivent de conserver leur limpidité.

En résumé, la composition de ces Cidres implique une fabrication bien faite, et scientifiquement conduite: la fermentation est complète, les soutirages fréquents, les fûts propres, maintenus bien pleins et bien bondés. On ne peut reprocher à ces Cidres que leur « amaigrissement » résultant des collages et des soutirages.

II. — PRODUCTION AUX ETATS-UNIS.

Les Américains des Etats-Unis mettent depuis longtemps en pratique la dessiccation des pommes. Le Jury de l'Exposition universelle de 1878 avait classé au premier rang les fruits secs de Californie. Depuis, nos concurrents ont perfectionné cette fabrication, et le commerce des fruits « évaporés » a pris chez eux une très grande extension.

Ces fruits peuvent être préparés soit par dessiccation au soleil, soit par dessiccation dans des étuves. Ce dernier mode de fabrication est plus industriel; néanmoins on prépare en Californie des fruits par dessiccation à l'air libre en les exposant simplement sur des claies au soleil.

Tous les producteurs de pommes savent que beaucoup de fruits à couteau ne peuvent être vendus à un prix rémunérateur, parce qu'ils sont véreux, galeux, noués, tachés ou trop petits. En Amérique, tous ces fruits trouvent un écoulement avantageux. La récolte est triée; les beaux fruits sont vendus à l'état frais, les fruits tachés servent à faire les *white fruits* (fruits blancs); les fruits véreux sont utilisés pour faire les *chops* (tranches) (que l'on nomme aussi *Pommes Amiral* sur nos marchés de Rouen et au Havre).

On nomme *white fruits* des tranches ou des quartiers de pommes desséchées après avoir été pelées et débarrassées du cœur et des pépins. On appelle *chop* des pommes coupées en disques, sans avoir au préalable été pelées ni privées du cœur et des pépins. La majeure partie des *chops* est expédiée en Europe, où elle sert à préparer des Cidres, de l'Eau-de-vie et du Vinaigre.

Le séchage des pommes à l'évaporateur donne encore une troisième qualité de produits, le *waste* (rebut). Ce sont les peaux et les cœurs des fruits blancs qui, séchés à l'évaporateur, sont vendus pour faire des gelées.

M. Nanot a donné la description de l'appareil américain d'Alden (fig. 1). Il se compose d'une grande caisse verticale divisée en compartiments munis chacun d'un tiroir T. Le fond de ces tiroirs est formé d'une toile métallique galvanisée sur laquelle reposent les pommes à dessécher; les tiroirs permettent de surveiller la marche de l'opération à différentes hauteurs de la caisse à fruits sans déranger les autres compartiments. Afin de faciliter l'introduction et l'enlèvement des pommes, deux planchers CD et IK entourent la caisse à fruits. Un mécanisme spécial sert à soulever cette caisse et permet ainsi de glisser à sa partie inférieure les compartiments remplis de pommes fraîches. Chaque fois qu'on introduit un nouveau compartiment de fruits frais à la partie inférieure, on retire un compartiment de fruits desséchés à la partie supérieure. Celui-ci est de nouveau rempli de fruits frais, et ainsi de suite, de telle sorte que les pommes parcourent successivement toute la hauteur de la caisse de bas en haut. Il faut environ cinq heures pour dessécher les fruits et on introduit un compartiment toutes les six à dix minutes.

Le chauffage se fait au moyen d'un poêle F enveloppé d'un cylindre de tôle et placé à la partie inférieure. Le courant d'air chaud s'élève dans la

caisse à dessiccation. A la base de l'appareil, la température est de 90 à 100°.

Les pommes sont d'abord pelées à la machine, puis la pulpe est découpée en spirale jusqu'au niveau de l'endocarpe (cœur du fruit). Avec une machine à peler coûtant de 20 à 25 francs, un enfant exercé épluche de 3 à 400 fruits par heure.

Afin d'éviter que les fruits ne brunissent à l'air pendant la dessiccation, les Américains brûlent des

chaud et sec. Il y a donc dans l'appareil un courant d'air violent. Nous avons vu que, dans les appareils à casiers horizontaux, la dernière claie introduite se trouve toujours immédiatement au-dessus du foyer. Il en résulte que l'humidité enlevée à ces fruits traverse tout l'appareil et retarde la dessiccation des fruits des casiers supérieurs. Dans l'appareil Delaroche, le mouvement est inverse. On place un groupe de deux à trois claies superposées dans le tiroir supérieur; le groupe suivant fait glisser le premier et ainsi de suite. Ainsi placées, les claies se dirigent vers le fourneau. Arrivées en bas du tiroir supérieur, elles recommencent le trajet dans le tiroir inférieur.

L'appareil construit par M. Tristschler présente une disposition analogue. M. Tristschler, qui a publié une intéressante étude sur ce sujet, dit que la dessiccation ne nécessite pas de grands frais d'établissement. On construit des évaporateurs permettant de dessécher de 100 à 2.000 kilos de fruits par jour. Une seule personne suffit pour un évaporateur de 1 hecto (environ 200 kilos). La dépense de combustible s'élève, au maximum, à 1 fr. 25. Avec 4 hectos de pommes fraîches, on prépare 25 kilos de fruits blancs, qui, vendus au prix moyen de 1 fr. 10, produisent 27 fr. 50, ce qui fait ressortir, après avoir déduit les frais de combustible et de main-d'œuvre, l'hecto de pommes à 6 francs. A ce prix, il faut ajouter le prix de vente des 15 à 18 kilos de résidus (cœurs et peaux), qui se vendent 0 fr. 50 le kilo. L'hecto de pommes se vend donc ainsi 8 francs.

Au lieu de dessécher les rebuts, on peut les employer à la fabrication du vinaigre. Le vinaigre de pommes se vend, en Amérique, de 22 à 25 francs l'hectolitre. Le pelage et l'enlevage des cœurs se font au moyen d'une machine. Une femme peut peler et parer plus d'un hecto de pommes à l'heure.

Les *chops*, plus connus en France sous le nom de *pommes Amiral*, se vendent en moyenne 0 fr. 45 le kilo. Un hecto de pommes de la dernière qualité, dont on ne pourrait se débarrasser à aucun prix, peut donner en moyenne 15 kilos de tranches sèches. Si l'on en déduit les frais de fabrication, l'hecto se trouve vendu à raison de 5 francs. Le tranchage des *chops* se fait au moyen d'une machine. Une femme peut couper de 7 à 9 hectos à l'heure.

Les appareils à dessécher sont fort répandus en Amérique. Déjà, en 1882, M. Ch. Jolly signalait ce fait dans le *Journal de la Société d'Horticulture* : « Aujourd'hui, dit-il, dans toute ferme (des Etats-Unis) un peu importante, il y a un évaporateur, comme il y a un tarare ou une faucheuse mécanique. Dans les années de grande abondance, on a l'immense avantage de ne pas envoyer forcément

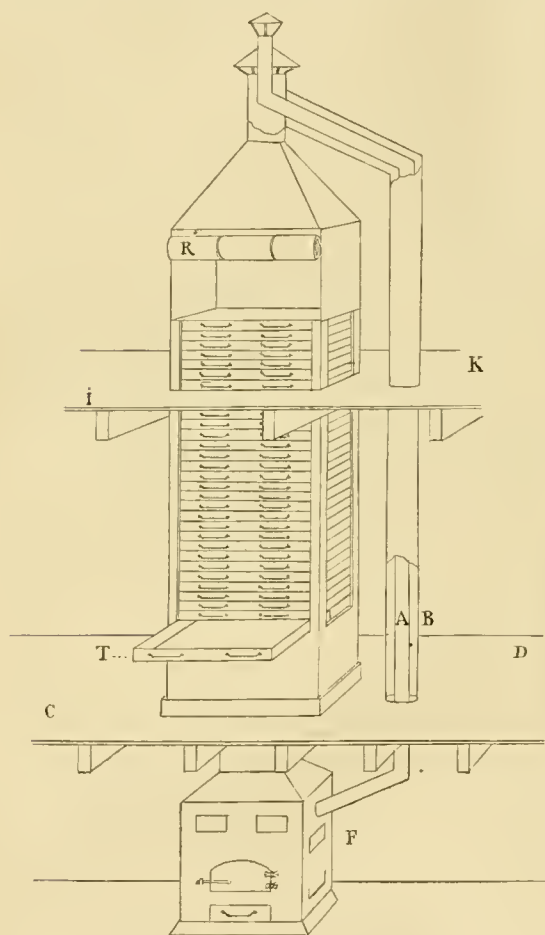


Fig. 1. — Appareil Alden pour sécher les pommes. — F, poêle; R, rideau; T, tiroir; A, tuyau intérieur enlevant les produits de la combustion; B, tirage d'air chaud; CD, IK, planchers.

mèches soufrées à la base des caisses à fruits des évaporateurs.

On a construit d'autres appareils que celui que nous avons décrit précédemment; ils sont basés sur le même principe; mais, pour éviter de leur donner une grande hauteur, on les a disposés horizontalement.

Dans l'appareil construit par M. Delaroche, les cases à sécher sont inclinées. Le canal du séchoir est double, ouvert à son extrémité, et de hauteur telle qu'il puisse recevoir deux ou trois claies. Le fourneau est à double enveloppe; le foyer est intérieur; dans la double enveloppe se produit l'air

sur les marchés et de ne pas sacrifier dans les bas cours une marchandise précieuse. On peut l'emmagasiner et l'expédier au loin au moment propice de la vente et sous une forme très réduite, puisqu'on lui laisse sa valeur intrinsèque en ne lui ôtant que sa partie aqueuse, qu'on lui rend au moment de l'utiliser. Enfin, on décuple le nombre des acheteurs, et on augmente beaucoup le produit des fermes placées loin des grandes villes. »

N'avons-nous pas là un exemple à suivre pour utiliser les pommes dans les années de surproduction, et ne pourrions-nous faire avantageusement, sur une échelle plus restreinte, ce que les Américains ont trouvé grand profit à faire? Nous recevons actuellement d'Amérique une quantité assez considérable, et qui va croissant, de ces pommes et fruits évaporés, qui s'emploient dans l'alimentation journalière pour confectionner des compotes, des gâteaux, etc. Pourquoi n'enraierions-nous pas cette importation, puisque nous pouvons nous-mêmes installer chez nous cette industrie qui viendrait apporter son supplément de bénéfices aux régions bretonne et normande?

« Nous sommes persuadé, dit M. Jules Nanot, en faisant allusion à ces évaporateurs américains, que des entrepreneurs de dessiccation, possesseurs de bonnes machines, trouveraient dans nos campagnes une clientèle assurée et réaliseraient un bénéfice certain ».

Dans les années de grande abondance, il peut être avantageux de dessécher tout ou partie de la récolte, car les pommes évaporées se conservent plusieurs années lorsqu'elles sont mises en caisses avec soin. On peut donc attendre le moment le plus propice pour la vente ou pour l'emploi.

Nous pensons aussi qu'il y aurait intérêt à faire ce travail. Ne serait-ce pas, par exemple, pour les bouilleurs ambulants, une occupation qu'ils pourraient aisément cumuler avec leurs travaux actuels? Ils joindraient à leur matériel de distillation un matériel de dessiccation, qui pourrait peut-être se combiner ingénieusement avec lui, et feraient la dessiccation à façon comme ils pratiquent la distillation à façon.

III. — CONCLUSIONS.

Pour conclure, nous chercherons à tirer un enseignement de ce que nous venons d'exposer succinctement et nous nous demanderons dans quel sens devront se diriger les efforts des agriculteurs et des industriels désireux de perfectionner leurs travaux et de donner à cette intéressante industrie française du Cidre l'essor dont elle est susceptible.

C'est d'abord aux agriculteurs qui produisent la matière première de cette industrie, qu'il faut de-

mander l'amélioration continue des vergers, tant au point de vue de la qualité des arbres qu'à celle des fruits. Ils ont pour cela d'excellents guides et n'ont qu'à mettre en pratique l'enseignement que leur ont donné, et que leur donnent encore, les distingués pomologistes français dont nous avons mentionné les travaux.

Mais, pour que les agriculteurs soient encouragés à modifier leurs vergers de manière à produire des fruits de meilleure qualité, il faut aussi que l'acheteur tienne compte de cette amélioration. On ne saurait donc trop encourager les brasseurs de Cidre à faire l'essai des pommes qu'ils achètent, leur intérêt étant de ne faire entrer en fabrication que de bons fruits. De cette manière, l'agriculteur et l'industriel recueilleront tous deux les bénéfices de l'amélioration des vergers.

Au point de vue industriel, il y a encore beaucoup à faire. La brasserie du Cidre est loin d'avoir progressé comme la brasserie de la Bière, et c'est vers cette dernière que les fabricants de Cidre devraient tourner leurs regards et chercher des exemples.

On ne saurait, à notre avis, trop appeler l'attention des fabricants de Cidre sur la nécessité absolue d'apporter à toutes les opérations, préparation du moût, fermentation, soutirages, etc., les plus grands soins et surtout la plus grande propreté. Ce sont là des conditions indispensables pour le succès, conditions qui sont d'ailleurs communes à toutes les industries de la fermentation.

Nos agriculteurs et nos industriels suivront ainsi avec intérêt le développement de l'industrie du Cidre en Allemagne et celui de l'industrie des pommes évaporées aux États-Unis; ils pourront aussi faire leur profit des procédés en usage dans ces pays. Nous avons la conviction que l'industrie du Cidre, qui occupe déjà une place honorable parmi nos industries agricoles, a devant elle un avenir des plus prospères. Elle doit diriger ses efforts vers un double but; en premier lieu, nous placerons la production de la « boisson » : celle-ci, qui sert journalièrement aux populations normandes et bretonnes, doit être saine et à un prix peu élevé. Il semble rationnel de recommander pour sa préparation la méthode de la diffusion.

Le second but que doivent poursuivre aussi bien les cultivateurs que les brasseurs de Cidre, est la production de Cidres mousseux ou non mousseux, bien fabriqués, clairs, parfumés, qui trouveraient non seulement une clientèle de consommateurs dans les pays de production, mais qui pourraient donner lieu à un commerce important, aussi bien en France qu'à l'Étranger.

Xavier Rocques,

Ingénieur-Chimiste,
Ex-Chimiste principal
au Laboratoire municipal de Paris.

REVUE ANNUELLE DE MÉDECINE

Un des caractères les plus saillants de la Médecine actuelle est l'application qu'elle met à étudier les phénomènes morbides chez les animaux. Elle considère les raisons et les effets de la maladie, les efforts réactionnels de l'organisme, non seulement sur les Vertébrés supérieurs, mais sur toutes les espèces du règne animal. La façon dont se comporte le Radiolaire le moins compliqué vis-à-vis de la zooxanthelle parasite, la manière dont une chenille s'infecte, les processus qui rendent une poule tuberculeuse, les effets d'un poison dont on altère les cellules d'un cobaye ou d'un chien, l'immunisation d'un cheval contre la diphtérie ou la peste, tout cela constitue aujourd'hui l'étude la plus intéressante, la plus profitable, la plus directement utilitaire pour l'homme. La Médecine, en s'engageant dans cette voie qu'ont ouverte toute grande le génie de Pasteur et la persévérance de son École, n'a fait en cela que suivre l'évolution des idées philosophiques et des sciences naturelles. Nous sommes obligés de suivre pas à pas les enseignements de la nature et de nous aider de la Médecine animale, car ce qui est danger pour l'animal est encore péril pour nous. Aussi ne s'étonnera-t-on pas, au cours de cette revue de Médecine qu'il y soit presque autant question des animaux que de l'homme. Il ne peut en être autrement, puisqu'ils sont le sujet de nos expériences, l'objet de nos observations comparées, et qu'aujourd'hui même les animaux occupent une grande place dans la Thérapeutique, l'un en apportant un sérum immunisant (Sérothérapie), l'autre les principes de ses organes sains pour suppléer au défaut des nôtres (Opothérapie). Quelques-unes des maladies dont nous allons brièvement examiner la récente évolution scientifique en sont un exemple net.

I. — TUBERCULOSE.

§ 1. — Toxithérapie.

Depuis l'apparition de la première tuberculine de Koch, on n'a cessé de chercher, dans le même ordre d'idées, une lymphé ayant les propriétés curatives qui lui avaient été un instant attribuées. Certaines substances (tuberculine purifiée, tuberculines TO, TR) ont été successivement proposées. La tuberculine TR est celle qui, à cause de son innocuité, fut l'objet des essais les plus nombreux.

La tuberculine TR fut obtenue par Koch de la façon suivante : Des bacilles tuberculeux sont desséchés, puis triturés. Les délayant ensuite dans de l'eau distillée, on centrifuge le tout et on obtient

un liquide superficiel sans débris de bacilles et un dépôt résiduel formé de corps bacillaires. Le liquide superficiel décanté est la tuberculine TO : elle a des propriétés particulières non immunisantes. Le dépôt est ensuite repris, desséché, broyé, délayé, centrifugé et on a de nouveau un liquide et un dépôt. On recommence exactement les mêmes opérations jusqu'à ce que la masse bacillaire ne forme plus de dépôt appréciable. Le liquide résultant de ces diverses manipulations est la tuberculine TR. Elle contient en solution la plupart des parties constitutives des corps des bacilles tuberculeux, hormis celles qui se trouvent dans TO.

La tuberculine TR est employée en injections hypodermiques, soit pure, soit en dilution, mais toujours à doses infinitésimales au début, à 1/500 de milligramme. Expérimentée de toutes parts, la tuberculine TR a aujourd'hui autant de détracteurs que de partisans. Les uns, comme Letulle et Péron, doutent de l'efficacité de cette substance; d'autres, Baudach, Splengler, Petruschky, en ont obtenu de bons effets. Les succès rapportés dans un important mémoire de S. Dauriac vinrent cependant réveiller les espérances.

La tuberculine TR semble agir avec plus d'efficacité sur les tuberculoses locales, ganglionnaires, osseuses, etc., que sur la tuberculose pulmonaire. Les expériences de Zimmermann sur la tuberculose oculaire expérimentale du lapin méritent considération. Zimmermann contamine ses animaux par inoculation irienne; il les laisse un mois sans traitement pour permettre à la maladie de se bien développer; puis il commence les injections de tuberculine TR à 1/500 de milligramme au début et va progressivement jusqu'à 20 milligrammes. Il n'aurait jamais provoqué la moindre réaction, sauf dans les cas d'injection massive d'emblée de 3 milligrammes. Les animaux s'améliorèrent rapidement.

Cependant, Arloing, Courmont et Nicolas, après s'être livrés à de rigoureuses expériences de contrôle sur la tuberculine TR, déclarent qu'ils n'ont observé aucune action curative nette, mais qu'elle jouit d'une innocuité relative. Hirschfelder a obtenu de meilleurs résultats en modifiant la tuberculine. Son oxytuberculine est stérilisée et oxygénée par la chaleur et l'addition d'eau oxygénée.

Jusqu'à ce que l'accord se fasse parmi les chercheurs, il faut adopter les conclusions de Landouzy. L'éminent professeur, dans son Rapport fait au dernier Congrès de la Tuberculose, a mis cette question au juste point en disant qu'on ne peut dès

aujourd'hui donner au sujet du pouvoir curatif de la nouvelle tuberculine une affirmation positive, ni surtout générale. Il a montré que les essais ont porté sur des cas qui ne sont point comparables entre eux. Il demande avec instance qu'on procède avec méthode et surtout qu'on s'attaque à des cas de tuberculose pure, autant que possible non compliquée de ces infections multiples qui envahissent les tuberculeux dès qu'ils portent des lésions ulcéreuses. De ce fait, nous voici au pied d'un problème clinique capital, celui du diagnostic précoce de la tuberculose. Certes, nos procédés actuels d'investigation, convenablement employés, permettent souvent de faire un diagnostic sûr ou d'avoir de sérieuses présomptions en faveur d'une tuberculose commençante; mais il sera sans doute possible d'aller plus loin. C'est ce que le sérodiagnostic appliqué à la tuberculose permet d'espérer.

§ 2. — Sérodiagnostic¹.

Arloing a tenté avec succès des essais de sérodiagnostic appliqué à la tuberculose. Ici, la difficulté était d'obtenir des cultures liquides où les bacilles fussent uniformément répartis et isolés les uns des autres, puisqu'il s'agit de provoquer leur agglutination. Arloing étant arrivé à ce résultat, il put étudier le pouvoir agglutinant du sérum sur le bacille de Koch dans des conditions variées. L'agglutination se fait 94 % dans la tuberculose pulmonaire, 91 % dans les tuberculoses chirurgicales, et 22 % chez les individus sains en apparence.

Au cours de ses expériences, Arloing a pu constater que des substances chimiques tout à fait étrangères aux microbes, injectées dans le sang, pouvaient également y provoquer des réactions agglutinantes vis-à-vis des bacilles tuberculeux. C'est ainsi que des chèvres, ayant subi des injections d'huile eucalyptolée, gaïacolée, créosotée ou de solutions de sublimé, finissaient par fournir un sérum jouissant des mêmes propriétés agglutinantes pour le bacille que les chèvres inoculées avec des cultures de bacilles virulents ou avec la tuberculine.

Ce qui est pour le sang existe pour diverses autres humeurs. Courmont a fait d'intéressantes recherches sur l'action des épanchements séreux sur les cultures du bacille de Koch en milieu liquide; et il aboutit à ces conclusions que les sérosités pathologiques non tuberculeuses constituent un milieu de culture favorable pour le bacille de Koch, mais qu'elles ne l'agglutinent pas, tandis que les sérosités provenant d'épanchements tuberculeux ont un pouvoir bactéricide sur le même bacille,

qu'elles agglutinent même à l'état de dilution. Dans ce dernier cas, le pouvoir agglutinant de la sérosité est généralement plus grand que le sérum lui-même.

§ 3. — Sérothérapie antituberculeuse.

Les premiers essais de sérothérapie remontent déjà à une époque éloignée: ils datent du jour où Richet et Héricourt eurent l'idée d'injecter à des animaux tuberculeux du sang d'un autre animal appartenant à une race réputée réfractaire à la tuberculose. On a pensé ensuite à immuniser des animaux contre la tuberculose et à injecter leur sérum avec ses propriétés immunisantes. Dans quelques cas de tuberculose chirurgicale, ce procédé donna quelques profits, et Broca et Charrin purent, en l'employant, constater des améliorations notables, mais on n'a pas encore obtenu des résultats décisifs.

Dans cette voie, mentionnons les travaux de A. de Schweinitz et de Dorset. Ces auteurs reconnurent qu'on pouvait, en inoculant progressivement des cobayes avec des cultures atténuées de bacille tuberculeux, ralentir considérablement l'action des cultures virulentes. Après plusieurs tentatives pour obtenir des sérums immunisants sur divers animaux, ils parvinrent à faire supporter à des chevaux des doses considérables de cultures tuberculeuses: 4 litres et demi en huit mois. Ces chevaux donnèrent alors un sérum qui ralentit encore la virulence du bacille injecté au cobaye; et dans deux cas il semble qu'une immunisation complète se soit produite.

En outre, ils purent précipiter du sérum une substance, qu'ils considèrent comme l'antitoxine même, car elle a les qualités immunisantes du sérum et s'oppose à l'ascension thermique que provoque la tuberculine.

Behring, au dernier Congrès de la Tuberculose, annonça qu'il avait pu obtenir un sérum de vache contenant une antitoxine tuberculeuse capable de neutraliser une certaine quantité de toxine. Et actuellement, il poursuit des recherches dans le but de rendre certains oiseaux capables de fournir un sérum spécifique.

C'est donc vers ce procédé: production d'un sérum immunisant par infections à doses répétées, que se tourne l'attention des chercheurs. Aronson et d'autres ont fait, dans ce but, des tentatives d'immunisation sur le cheval. La question est à l'ordre du jour.

Nous nous contenterons de mentionner les essais d'opothérapie pulmonaire annoncés depuis quelques années. Différant totalement des pratiques bactériologiques, ils ne peuvent s'appuyer que sur des données d'empirisme presque pur. Et à ce jour,

¹ Nous avons expliqué, peu après sa découverte, la méthode dite du sérodiagnostic, à propos de la réaction de F. Widal chez les typhoïdiques. Voir *Rev. génér. des Sc.*, numéro du 30 avril 1897.

ils n'ont pas, dans la tuberculose, tout au moins, produit des résultats favorables.

§ 4. — Bacille de Koch.

Chaque année apporte son contingent de notions à l'histoire du bacille lui-même, sur ses conditions vitales et ses effets pathogéniques. Comme la plupart des germes morbides (Bouchard, Charrin), le bacille de la tuberculose compte, parmi ses produits d'élaboration, des poisons dont l'action sur l'organisme est des plus variées. L'un influence la circulation, l'autre le système nerveux, un autre le système glandulaire ou une glande particulière, etc.; d'où, pour une même cause, une multitude d'effets en apparence très éloignés. Parmi les toxines tuberculeuses, l'une a la propriété de produire la dégénérescence graisseuse de certains parenchymes et en particulier du foie. Péron, en injectant dans les veines d'un chien une culture très virulente de tuberculose, put déterminer une stéatose totale du foie. Il reconnut que la chaleur (100°) fait perdre au bacille ce pouvoir stéatosant. Dans la tuberculose, la stéatose d'un organe est d'ailleurs fonction de la virulence et surtout de l'infection massive de cet organe.

De nouvelles expériences sur la vitalité du bacille de Koch ont été faites par Sabrazès. Il a vu que celle-ci persistait après un séjour de plusieurs mois dans le lait, et que ce milieu ne subissait pas de ce fait d'altération sensible. D'autre part, le même auteur a constaté la résistance du bacille de Koch à l'action du suc gastrique. Il ne perd sa vitalité qu'au bout de trente-six heures : c'est un résultat conforme à ceux déjà obtenus par Straus et Wurtz. Il y a lieu de supposer que le bacille tuberculeux jouit de cette résistance vis-à-vis du suc gastrique à cause de la coque graisseuse qui le protège. Divers autres microbes pathogènes (b. typhique, bactériidie charbonneuse, etc.) acquièrent, en effet, cette même propriété quand on les a au préalable mélangés à des graisses, de l'huile, etc. (Silvestrini et Baduel). Aronson a d'ailleurs retiré des bacilles tuberculeux une substance grasse analogue à la cire et qui semble être un produit de sécrétion du bacille.

Nous devons encore une mention à la variété mobile du bacille tuberculeux obtenue par Arloing.

§ 5. — Histologie pathologique.

Péron a poursuivi ses très intéressantes recherches sur l'histogénèse des lésions dans la tuberculose pleurale. Il y montre la formation de la lésion élémentaire, initiale. Les bacilles sont arrivés à la surface de la plèvre; les globules blancs se portent vers eux, tandis qu'un très mince réticulum fibri-

neux se forme et qu'une petite exsudation séreuse se produit. Les leucocytes à gros noyau englobent les bacilles; puis, certains leucocytes se rapprochent, se confondent et déterminent par leur amoncellement plus ou moins nettement orienté la cellule géante. Tel est le premier stade.

Deux phénomènes se passent alors. Ou les bacilles ne se reproduisent pas, les leucocytes les englobent (phagocytose) au fur et à mesure, et la maladie est annihilée; ou bien les bacilles se multiplient, les leucocytes sont insuffisants, et, au lieu de faire mourir les bacilles, ils sont détruits par eux. La maladie se poursuit, mais la réaction de l'organisme continue. De la surface de la plèvre naissent des bourgeons vasculaires qui s'enfoncent dans l'exsudat composé de fibrine et de leucocytes agglomérés que nous avons vu se former plus haut. Cette prolifération conjonctive s'infiltré entre les îlots fibro-leucocytaires et les encercle. Elle prend donc les îlots bacillifères comme un limon engloberait des pierres éparses sur lesquelles il s'écoulerait. Là encore, deux alternatives : ou l'action du microbe faiblit, la prolifération conjonctive domine et la maladie s'arrête; ou les microbes prolifèrent à la surface de la membrane qu'a constituée le processus précédent et l'affection se poursuit, en même temps qu'elle se dissémine dans l'économie entière. De plus, il faut remarquer que les « pierres » qui ont été encastrées dans le « limon » ne sont pas inertes. Ce sont des îlots de bacilles vivants, qui continuent à vivre, tuent les cellules avec lesquelles ils se trouvent et les désagrègent de façon à former un noyau caséux, qui s'accroît par la périphérie, se joindra aux îlots voisins et fera des cavités plus ou moins considérables. Lorsque la nécrose des leucocytes et des cellules conjonctives s'arrête, le foyer subit un enkystement plus réel, la barrière conjonctive résiste et le nodule tuberculeux subit des modifications.

Quel que soit l'organe affecté, quand l'évolution tuberculeuse est arrivée à ce terme, les foyers tuberculeux subissent soit la transformation fibreuse par résorption graduelle du contenu, soit la transformation graisseuse du caséum, soit la transformation crétacée. Le tubercule devient pierrenx. Ce sont là trois formes de guérison, au moins temporaire.

§ 6. — Unicité des tuberculoses humaine et aviaire.

La question de l'identité des tuberculoses de l'homme et des Oiseaux n'avait cessé d'être discutée. Les uns, depuis longtemps, étaient unicistes; les autres, retranchés derrière des différences culturelles et biologiques incontestables, maintenaient la dualité. M. Nocard a apporté des preuves importantes en faveur de l'unicité des deux tuberculoses

humaine et aviaire. N'insistons ici que sur la preuve expérimentale.

M. Nocard met dans le péritoine de poules une ampoule de collodion remplie d'une culture virulente de tuberculose humaine. L'ampoule reste dans le péritoine, isolant les microbes, formant une barrière suffisante pour qu'ils ne soient pas envahis par les cellules phagocytaires, mais permettant cependant un passage osmotique des liquides de l'organisme dans le sac et *vice versa*. Les microbes sont ainsi nourris et peuvent se développer dans l'ampoule close. Sacrifiant ces poules au bout de quelques mois, il retrouve les sacs de collodion remplis de bacilles vivants. Ceux-ci réensemencés donnent des cultures, non plus de bacilles de tuberculose humaine, mais de bacilles de tuberculose aviaire. M. Nocard a donc pu transformer artificiellement une race de bacilles humains en une race de bacilles aviaires. En outre, au cours de ses recherches, il eut l'occasion d'observer le fait suivant : un sac rempli de tuberculose humaine s'étant, dans une expérience, rompu dans le péritoine d'une poule, celle-ci devint tuberculeuse.

Rappin, de son côté, a pu déterminer chez le cobaye, avec de la tuberculose aviaire, des lésions tout à fait semblables à celles de la tuberculose humaine.

Cette démonstration a, outre son intérêt scientifique, une importance pratique. Elle confirme l'hypothèse que la tuberculose peut se communiquer de l'homme aux Oiseaux et réciproquement, et qu'il peut être dangereux pour l'homme de faire usage de la chair de volailles tuberculeuses.

II. — PSEUDO-TUBERCULOSES. — TUBERCULOSE ZOOGÉLIQUE.

Il existe des maladies dont la marche clinique est similaire, dont les lésions anatomo-pathologiques sont identiques à celles de la tuberculose vraie, due au bacille de Koch, mais dont la cause est toute différente. Ces maladies forment en Pathologie une classe à part, et on les range provisoirement, jusqu'à ce que des observations plus nombreuses les aient fait mieux connaître, sous la rubrique *pseudo-tuberculoses*. Parmi ces affections, les unes sont le résultat de la réaction des tissus de l'organisme sur des substances inertes (poudres diverses, lycopode, petits fragments disséminés de corps étrangers, etc.), d'autres sont produites par la présence de parasites ou de leurs œufs (tuberculoses vermineuses), d'autres par des Champignons. L'une de ces dernières, et des plus intéressantes, est l'Aspergillose¹, causée par l'*Aspergillus fumiga-*

tus. D'autres, enfin, reconnaissent pour cause des microbes. Les espèces décrites jusqu'ici sont très variées, tant chez l'homme que chez les animaux. Charrin et Roger ont décrit un bacille spécial trouvé chez un cobaye; Dor a constaté, dans d'autres cas d'infection spontanée chez l'animal, un streptobacille; Courmont, chez l'homme et chez le boeuf, Preisz et Guinard, chez le mouton, ont également trouvé des pseudo-tuberculoses bacillaires. M. Roger¹, dans un récent article sur les pseudo-tuberculoses, a pu en réunir et classer quatorze espèces ou variétés.

Celle qui, jusqu'ici, a retenu davantage l'attention des médecins à cause de sa fréquence chez l'homme, est la tuberculose zoogélique de Malassez et Vignal. Ces auteurs trouvèrent (1883), chez un enfant, des amas zoogéliques qu'ils purent réinoculer en série. Mais, au bout d'un certain temps, ces zoogées, chez les animaux qu'elles tuberculisaient, disparurent et furent remplacées dans les lésions par des bacilles semblables à celui de Koch. Depuis lors, des auteurs nombreux (Éberth, Nocard, Chantemesse, Grancher et Ledoux-Lebard, etc.) ont publié des cas de tuberculose zoogélique et, plus récemment, J. Masselin vint apporter un document intéressant et nouveau. Recherchant le bacille de Koch dans des crachats d'un malade présentant les lésions cliniques de la tuberculose vulgaire, il ne le trouva point. L'inoculation de ces crachats à des cobayes lui permit de constater l'éclosion d'une pseudo-tuberculose généralisée avec formation d'abcès épiploïques, ne contenant pas le bacille de Koch, mais des amas microbiens analogues aux zoogées de Malassez et Vignal.

III. — ACTINOMYCOSE.

L'Actinomyose est une affection dont la découverte est relativement récente. C'est aujourd'hui une des mieux déterminées. De 1850 à 1868, depuis la mention qu'en fit Davaine pour la première fois jusqu'à Rivolta, qui spécifia la maladie, ce ne sont que des faits isolés et vaguement interprétés. Les vingt dernières années ont suffi à compléter son étude. On détermina son caractère cryptogamique (Perroncito, Bollinger); et Harz (1879) donna au parasite le nom d'*Actinomyces*. Cette année même, Poncet et Bérard ont publié un

chez l'homme. Paris, 1897. Les Allemands tiennent encore l'Aspergillose pour une maladie associée. En France, on tend à en faire une entité morbide. L'*Aspergillus* peut, en effet, être associé au bacille de Koch, se greffer sur les lésions que celui-ci a produites; mais il est susceptible de créer à lui seul une maladie, que les travaux de Lucet et de Bénon ont mise en relief.

¹ L'ouvrage récent le plus important sur cette question est celui de Rénon : *Etude sur l'Aspergillose chez les animaux et*

¹ H. ROGER : *Pseudo-tuberculose in Traité de Médecine Bouchard-Brissaud*, t. 1, 2^e édition, 1898.

Traité de l'Actinomyose qui réunit toutes les notions acquises à ce jour.

L'affection est due à la présence dans les tissus d'un Champignon : *Streptothrix Actinomyces* (Doria). Il forme de petits grains jaune d'or. Ils sont quelquefois blanchâtres, plus rarement noirs. Ces grains sont des agrégats de petites granulations, dont chacune représente une colonie parasite. Celle-ci est composée d'un feutrage central de filaments mycéliens, d'où partent en rayonnant une infinité de fibrilles qui s'épanouissent à la périphérie et se renflent à leur extrémité libre en formant des crosses, des massues. Au milieu de ce bouquet, on trouve de petites masses réfringentes.

L'*Actinomyces* se prête à la plupart des cultures usuelles. Il se développe sur les milieux solides, sérum, agar glyciné, gélatine, pomme de terre, etc., comme dans les milieux liquides, lait, bouillons, etc. Les cultures ont permis d'étudier le développement du Champignon et la formation des formes d'involution qui sont communes aux organismes inférieurs et qui se retrouvent chez certains bacilles, tels que celui de la tuberculose. C'est la similitude de ces formes qui a fait comparer les filaments ramifiés et renflés observés dans les vieilles cultures du bacille de Koch aux filaments ramifiés et bourgeonnants de l'*Actinomyces*.

L'Actinomyose peut être inoculée aux animaux. Mais, contrairement à ce qui a lieu pour les pathogènes ordinaires, dont on peut exalter la virulence en faisant des passages successifs aux animaux, ce Champignon tend à perdre sa végétabilité en passant par l'animal ou l'homme. Il reprend, au contraire, un regain de vitalité si on le fait coloniser sur un végétal, sur une graine par exemple. En outre, le Champignon ne produit pas de toxines comme les bactéries. Ses produits d'élaboration sont peu toxiques quand on les inocule au lapin. Cela explique la chronicité des affections qu'il détermine soit chez l'homme, soit chez les animaux.

L'habitat commun de l'*Actinomyces* est surtout le règne végétal. Il vit sur les plantes, les vieux bois, les herbes, les céréales. Aussi sont-ce les animaux herbivores qui en souffrent le plus. Le cheval, le mouton, le porc, le chien peuvent être affectés, mais les Bovidés, en certains pays, lui paient le plus large tribut. Les moyennes des statistiques donnent en France 0,7 ‰ (la Villette, Lyon). Elles sont beaucoup plus fortes dans les pays septentrionaux. Elles indiquent pour la Russie 2,5 ‰, l'Allemagne 5 ‰, l'Angleterre 8 ‰. Au Danemark, il y a quelquefois de véritables épidémies correspondant aux saisons où se fait la manutention des céréales.

L'homme prend l'Actinomyose des plantes ou

des animaux : aussi est-elle plus commune dans les pays que nous venons de citer qu'en France. L'inoculation du Champignon se fait le plus souvent à la faveur d'une excoriation produite, soit à la bouche, soit aux membres par des épis de céréales ou des piquants d'herbes sèches. La carie dentaire, les lésions gingivales préalables servent aussi fréquemment de portes d'entrée au parasite. C'est pourquoi, chez l'homme comme chez les animaux, l'Actinomyose siège avec une certaine prédilection à la face, au voisinage de la bouche, à la langue. Elle détermine la formation de tumeurs dures ou de foyers ramollis et suppurés. Les os sont cariés, verroulés, creusés de cavités remplies de pus où se trouve le parasite et qui s'ouvrent au dehors par des trajets fistuleux.

Quand l'affection a un siège externe, le diagnostic est facilité par l'attention qu'on porte actuellement à l'Actinomyose ; mais quand son siège est viscéral, elle est le plus souvent méconnue ou confondue avec la tuberculose. Ce n'est qu'après que les circonstances ont amené le parasite à la portée de l'investigation directe que la nature du mal peut être dévoilée. L'Actinomyose donne, en effet, de la pneumonie chronique, des pleurésies qui ont tendance à former des adhérences pleurales, à produire des abcès pleuraux qui envahissent la paroi thoracique et viennent s'ouvrir au dehors. La difficulté est plus grande encore dans l'Actinomyose abdominale. C'est dans la région de l'appendice et du cæcum qu'elle se développe de préférence, ou encore dans le foie. Les centres nerveux mêmes (cerveau, moelle) peuvent être envahis par le parasite. Dans les formes viscérales, le diagnostic est parfois assuré par la reconnaissance d'un foyer actinomycosique latent à siège bucco-pharyngé et qui a servi de point de départ à la dissémination morbide. Quand les foyers d'Actinomyose sont facilement abordables et que leur siège le permet (difficultés des opérations très étendues à la face), l'intervention chirurgicale est le traitement de choix. L'Actinomyose est néanmoins curable par les moyens purement médicaux. Ceux-ci consistent surtout dans la médication par l'iode ou l'iodure de potassium. Ce médicament doit être administré à doses un peu élevées et progressives (Netter, Duguet, etc.).

IV. — CAPSULES SURRÉNALES.

Les fonctions de ces capsules, sans être encore bien établies, commencent à être au moins soupçonnées. Autrefois, on était réduit sur leur compte à des hypothèses très approximatives.

Aujourd'hui, on peut les classer avec certitude

parmi les glandes : comme elles ne possèdent pas de canal d'excrétion connu, leur sécrétion est exclusivement interne, c'est-à-dire qu'elles échangent directement avec le sang et la lymphe leurs produits d'élaboration.

Quand ces produits font défaut ou qu'ils sont modifiés, le fait le plus saillant qu'on observe est une diminution considérable de la force musculaire, une asthénie généralisée; puis une pigmentation anormale des téguments et des séreuses, telle qu'elle se révèle chez les Addisoniens, dont la maladie est le plus souvent causée par une tuberculisation des capsules surrénales. La pigmentation n'est toutefois pas constante. En ajoutant que ces capsules contiennent un principe qui élève la tension sanguine en déterminant la vaso-constriction des vaisseaux, nous aurons donné à peu près le bilan de ce que nous connaissons de leur action.

Quoi qu'il en soit, on a essayé de faire entrer l'administration de la substance surrénale dans la thérapeutique, soit par l'ingestion de pulpe hachée et crue, soit par l'injection d'extrait aqueux ou glycérolé. Comme on ne connaît qu'une maladie au cours de laquelle on puisse faire avec quelque certitude le diagnostic de la lésion des capsules surrénales, et c'est la maladie d'Addison, le suc surrénal n'a guère été employé que contre elle. Les résultats furent très différents. Nombre d'observateurs ont conclu, les uns à un effet nuisible, les autres à un effet négatif, d'autres à une légère et fugace amélioration. M. Bédère seul a publié un cas de guérison par l'opothérapie addisonienne.

Dans diverses autres affections, où le suc surrénal a été employé en quelque sorte empiriquement, les effets furent aussi variables. MM. Gilbert et P. Carnot¹ ont réuni, dans une monographie récente consacrée à l'opothérapie, les tentatives faites jusqu'à ce jour.

Certains auteurs ont pensé qu'en greffant des capsules surrénales sur le malade même, on obtiendrait une action plus décisive et plus prolongée. Mais les cas rapportés par Courmont, où des capsules de chien avaient été greffées à l'homme, sont des moins encourageants. Soit que la glande greffée ait joué un rôle toxique en qualité d'organe animal transféré à l'homme, soit que les sujets, de leur propre fait, aient eu une insuffisance surrénale trop accentuée, des accidents rapides se sont déclarés, et ont entraîné le collapsus et la mort.

V. — INTOXICATIONS SPÉCIALES.

§ 1. — Mal du Frien.

Un intéressant travail a été consacré par le Profes-

seur R. Blanchard, dans un récent fascicule des *Archives de Parasitologie*, à une affection spéciale, encore mal connue, causée par les spores d'un champignon parasite du roseau, de la canne de Provence. Nous retenons ici ce fait parce qu'on observe fréquemment une multitude de phénomènes morbides analogues dont l'étiologie est fort indécise et qui sont, à n'en pas douter, de même ordre. Le plus souvent ils déterminent des éruptions eczématiformes ou polymorphes, qu'on ne peut caractériser; quelquefois des symptômes généraux troublants viennent s'y joindre. Chaque médecin possède par devers soi des observations de ce genre : il en soupçonne bien la nature, mais la confirmation définitive manque, faute d'expériences de contrôle.

Dans les pays méridionaux, on a fait depuis longtemps la remarque qu'en certaines conditions la manipulation de certains roseaux et en particulier de la canne de Provence (*Arundo Donax*) occasionnait aux hommes et aux animaux qui se trouvaient en contact avec ces végétaux des troubles graves. Blanchard rapporte une relation de Fave de Montpellier (1835), où des travailleurs qui avaient râtissé des roseaux secs et moisés, des enfants qui se trouvaient dans le voisinage, une ânesse dont on avait fait la litière avec des feuilles, avaient été pris de céphalée, étourdissements, larmolement, démangeaisons, érythème pseudo-érysipélateux phlycténulaire, de bronchite avec toux quinteuse, épistaxis, gonflement des parties génitales, hématuries, anurie, etc., etc. Fave incrimine nettement la poussière fine dont les roseaux sont recouverts. Ultérieurement, des observateurs divers mettent en cause les spores du champignon de la canne, qui, dans les cas de Sarra, a été reconnu pour l'*Ustilago hypodytes* (Schlecht.).

Plus récemment (1891) le Professeur Heckel, de Marseille, a étudié plus attentivement cette affection, qu'en Provence on nomme la maladie du *Frien*, le frien étant la dénomination populaire de la moisissure de la canne. Heckel n'a pu savoir exactement quelle espèce végétale était la cause réelle de l'affection. Les spores qui constituent le frien appartiennent, en effet, à quatre espèces diverses au moins : cependant l'*Helminthosporium donacinum* lui a semblé devoir être surtout incriminé.

Pour s'opposer aux accidents morbides, déjà les ouvriers avaient eu l'idée de débarrasser la canne de ses moisissures avant de la travailler, soit en la lavant à grande eau, soit en la faisant bien sécher et en l'époussetant. Mais ces moyens étaient infidèles et le procédé mis en œuvre sur le conseil d'Heckel semble plus efficace. Il consiste à laver les cannes avec une solution faible de sublimé ou à faire brûler du soufre dans les meules.

Les spores de ces champignons agissent à la fois mécaniquement et chimiquement. Elles con-

¹ A. GILBERT et P. CARNOT : *L'opothérapie*. Monographie de l'Œuvre médico-chirurgical. Paris, Masson, 1898.

tiennent, en effet, un principe toxique (alcaloïde ou autre) auquel Blanchard rapporte les phénomènes intenses, tels que l'anurie, l'hématurie, etc. Il signale, d'ailleurs, d'autres spores d'Ustilaginées douées de propriétés toxiques. Il est à présumer que certaines affections similaires bénéficieront de l'attention spéciale accordée au mal du « frien ».

§ 2. — Kubisagari (Maladie de Gerlier).

Elle est peut-être encore à rapprocher des intoxications dues à des spores de végétaux, cette maladie que Gerlier¹ a décrite sous le nom de *vertige paralysant* et a identifiée avec l'affection connue au Japon sous le nom de Kubisagari.

En 1884 et 1885, Gerlier observa dans diverses localités du département de l'Ain et dans les pays suisses limitrophes une maladie étrange, dont quelques médecins suisses avaient rencontré des exemples. Mais, si cette maladie était presque ignorée chez nous, on en avait donné au Japon une description précise. Les médecins japonais Nakano et Onodera l'avaient étudiée sous le nom de Kubisagari, dénomination populaire et descriptive du mal. Ce mot désigne, en effet, « celui dont la tête penche ». Dans un travail plus récent, Miura (de Tokio) identifia le Kubisagari avec la maladie de Gerlier.

Cette affection se développe dans les campagnes et presque uniquement chez des sujets qui vivent auprès des bestiaux, manient les litières et couchent à l'étable. Elle se manifeste épidémiquement, frappant certaines maisons, certaines localités à l'exclusion des autres. Les malades subissent des paralysies plus ou moins accentuées et durables avec des troubles oculaires et des douleurs vertébrales. Gerlier donne ce résumé de l'accès : « Le berger, dit-il, veut traire et ses doigts refusent de serrer le pis de la vache; il veut faucher et sa faux lui échappe des mains; il veut manger et sa bouche ne peut s'ouvrir; il veut marcher et ses jambes fléchissent sous lui. Cependant, il ne sent aucun mal, l'intelligence est nette, il dort, il a de l'appétit, il ne souffre pas. »

Ces parésies frappent de préférence certains muscles et par suite donnent au malade des attitudes variées. La parésie du releveur de la paupière est la plus commune, d'où le nom de *vertige ptosique* proposé par David. Le sujet ne se sent pas suffisamment malade pour cesser ses occupations, et travaille, soutenant sa paupière avec un doigt.

¹ Gerlier vient de publier tout récemment, dans les *Archives générales de Médecine* (mars et avril 1899), une monographie très complète et éminemment intéressante sur le vertige paralysant.

Un autre, dont la tête penche, à cause de la paralysie des muscles de la nuque, appuie la tête sur quelque obstacle, se maintient le menton avec la main ou, comme le berger que représente une figure typique de Gerlier, tient sa tête relevée en l'appuyant sur le flanc de la bête qu'il traie.

Ces parésies sont curieuses : elles frappent souvent les muscles qui sont mis en jeu par le travail coutumier. Elles procèdent par accès, rendent inertes des groupes musculaires qui, après un instant de repos, peuvent récupérer leur fonctionnement. Toutefois, après quelques tentatives fructueuses, la contractilité musculaire s'épuise et l'acte devient impossible. Gerlier décrit des parésies des extenseurs du dos qui empêchent le redressement du tronc, de la mâchoire, qui produisent un faux trismus ne permettant plus au malade de manger, des paralysies de la langue, des lèvres, des joues, etc.

Les troubles visuels sont les plus constants. Ils déterminent un état vertigineux (vertige paralysant) qui obscurcit la vision des objets, les entoure d'un brouillard, et moins souvent donne l'illusion du déplacement des objets. Comme l'affection atteint les muscles, ceux qui sont innervés par le moteur oculaire commun sont le plus souvent frappés de parésie : d'où une diplopie plus ou moins persistante. D'autres phénomènes oculaires s'observent, tels la photophobie, la dyschromopsie.

A ces divers symptômes s'ajoutent des douleurs qui dans les muscles de la nuque causent une sorte de torticolis, dans les muscles lombaires, un lumbago, etc. Cette singulière maladie procède par accès. Ils durent peu de temps, une à deux minutes; mais, comme ils renaissent facilement sous l'influence d'une excitation banale, ils peuvent se rapprocher les uns des autres et constituer une sorte d'état de mal qui oblige le patient à garder l'immobilité absolue. Les accès sont surtout diurnes. A la condition que le malade ne se livre à aucune occupation, ils disparaissent après le coucher du soleil, ne se manifestent pas quand le malade est au lit. Gerlier cite le cas suivant : « Un berger de Collex se rend à Versoix sur la fin du jour, la route est des plus pénibles, il n'est pas un tas de pierres sur lequel il ne se soit assis. La nuit arrive, il revient sans fatigue, marche allègrement comme s'il n'eût jamais été malade. »

Ces accès se reproduisent très irrégulièrement. Ils se manifestent au printemps, surtout en été, et disparaissent l'hiver : ce qui concorde avec l'hypothèse très plausible de la nature mycosique de la maladie.

D^r A. Létienne.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Mc Aulay (Alex.), *Professeur de Mathématiques et de Physique à l'Université de Tasmanie.* — **Octonions. A development of Clifford's Biquaternions.** — 1 vol. in-8° de xiv-254 pages. (Prix : 13 fr. 10.) Clay and Sons, éditeurs. Londres, 1899.

Les lecteurs français qui suivent le mouvement mathématique soupçonnent peut-être l'étendue des applications de la méthode des quaternions et de celle de Grassmann, notamment en Angleterre et aux Etats-Unis. Ces applications concernent surtout la Mécanique et la Physique mathématique, où les méthodes en question apportent une grande simplification d'écriture, sans parler d'autres avantages. Cependant, la force de l'habitude est si grande dans notre pays, que personne, pour ainsi dire, n'y tire parti des découvertes d'Hamilton et de Grassmann. C'est à peine si la notion de vecteur a été timidement introduite au début de la Mécanique, et encore simplement dans le langage plutôt que pour en profiter réellement.

Il est curieux de constater le contraste qui existe, sur ce point particulier de la science, comme sur beaucoup d'autres, entre la France et les pays anglo-saxons. Alors que nous en restons au point que je viens de dire, les Anglais et les Américains ne se contentent plus d'appliquer l'algèbre géométrique d'Hamilton; voici qu'ils entreprennent de la généraliser, en en poussant le symbolisme beaucoup plus loin, et avec ce souci des applications directes, qui est l'un des traits distinctifs de leur caractère. Tel est le but du livre de M. Mc Aulay, qui s'engage en cela dans la voie où l'a précédé M. Clifford.

Comme on doit s'y attendre, sa terminologie se complique un peu dès le début. Un *lateur* (lator) est spécifié par une direction et une grandeur ordinaire; un *rotateur* (rotor) par une direction, une droite parallèle à cette direction (axe) et une grandeur ordinaire; un *moteur* (motor) par un rotateur et un lateur qui sont parallèles; l'axe du rotateur est appelé axe du moteur. Un *octonion* est spécifié par un moteur et deux grandeurs ordinaires. Un *quaternion-axial*, ou un *axial*, est un octonion dans lequel le lateur et l'une des deux quantités ordinaires deviennent nuls à la fois.

Tels sont les éléments essentiels qui entrent dans le calcul symbolique dont M. Mc Aulay entreprend d'exposer les règles. Cette nouvelle algèbre symbolique prend, on le devine, un caractère de complexité qui en rend la première étude pénible; mais il serait téméraire de se prononcer prématurément, comme tant de gens ne sont que trop enclins à le faire.

L'ouvrage se divise en cinq chapitres : Quaternions formels; Octonions considérés comme quaternions formels; Adaptation aux applications physiques; Moteurs considérés comme grandeurs du premier ordre dans les « Ausdehnungslehre »; Exemples de l'application des octonions.

A priori, nous serions tenté de critiquer, dans la partie purement doctrinale du début, la préoccupation qu'a l'auteur d'établir les règles fondamentales indépendamment de l'origine géométrique des symboles. C'est précisément cette origine qui est la justification, la raison d'être de l'algèbre nouvelle qu'on veut exposer.

En résumé, il faudrait une étude plus attentive et plus profonde pour prononcer définitivement sur la valeur effective de ce nouveau calcul symbolique. Il faudrait surtout regarder de près les applications. Ce qu'on peut dire, malheureusement, c'est que de telles

théories n'ont à l'heure actuelle aucune chance de pénétrer dans notre pays, d'après ce que nous avons dit plus haut. Mais la tentative de M. Mc Aulay n'en est pas moins intéressante et digne d'éloges, aux yeux des personnes qui ont la préoccupation de l'avenir en matière scientifique.

C.-A. LAISANT,
Examinateur d'entrée à l'Ecole Polytechnique.

2° Sciences physiques

Trutat (Eug.), *Directeur du Musée d'Histoire naturelle de Toulouse.* — **La Photographie animée** (Avec une préface de M. J. MAREY, de l'Institut). — 1 vol. in-8° de 186 pages avec 146 figures. (Prix : 3 fr.) Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1899.

Le nouvel ouvrage de M. Trutat est précédé d'une préface de M. le Professeur Marey, consacrant la valeur de ce livre; mais, tout en admirant les merveilleuses épreuves animées données par les appareils de synthèse du mouvement, notre illustre maître laisse deviner ses regrets que les méthodes d'analyse aient été quelque peu délaissées par suite du succès de la nouvelle découverte. Nous ne saurions trop partager cette manière de voir, car, si la cinématographie a ses charmes incontestables, son intérêt particulier, elle n'a pas, au point de vue scientifique, la valeur de la chronophotographie, laquelle nous permet d'analyser les phénomènes qui échappent à notre œil et d'en déduire les lois qui président à leur genèse.

M. Trutat rappelle d'abord les divers appareils qui ont été proposés pour donner l'illusion ou la sensation du mouvement par la succession rapide de dessins représentant les différentes phases de celui-ci. C'est par suite de la persistance des impressions lumineuses sur la rétine que des séries d'images se succédant rapidement devant notre œil arrivent à nous donner l'effet d'un mouvement continu. Les plus connus sont: le Phénakisticope de Plateau, le Zootrope, le Praxinoscope de Reynaud; puis ceux plus récents de M. Abadie-Dutemps, le Phakinescope à prisme, à hélice, à prismes séparés, à disque. Du jour où on a pu substituer aux dessins faits arbitrairement des séries d'images photographiques obtenues à des intervalles réguliers, ces appareils ont cessé d'être des jouets et ils ont été utilisés avec profit pour la synthèse du mouvement.

L'auteur examine alors les diverses méthodes qui ont été proposées pour obtenir des séries d'images représentant les diverses phases d'un phénomène quelconque; il rappelle les travaux originaux de Muybridge, qui utilisait des batteries de chambres noires disposées parallèlement à la piste parcourue par le modèle en expérience, ceux de Anschutz et de nous-même avec des chambres à objectifs multiples. Il signale également un dispositif du même genre qu'il a employé au Musée d'Histoire naturelle de Toulouse.

Dans un autre ordre d'idées, il étudie les appareils qui n'utilisent qu'un seul objectif et le principe de l'obturateur rotatif à fentes. Cette méthode, qui a donné de si beaux résultats dans les mains de M. le Professeur Marey, nécessite l'emploi du fond noir et elle permet d'exécuter l'analyse graphique d'un mouvement quelconque.

Nous arrivons alors à la dernière catégorie d'appareils qui, au lieu de la plaque de verre, utilisent les pellicules photographiques. Grâce à la légèreté du support adopté, il devient possible de déplacer la pellicule au foyer de l'objectif d'un mouvement discontinu et fort rapide d'ailleurs, de telle sorte qu'à chaque passage de

l'obturateur la surface sensible présente une nouvelle partie vierge d'impression. On peut obtenir ainsi des séries d'images aussi nombreuses qu'on le désire. Ce principe : emploi de la pellicule et son déplacement saccadé au foyer de l'objectif, appartient sans conteste au savant directeur de la Station physiologique du Parc-aux-Princes : il a conduit à des progrès notables en chronophotographie et il est la base de la plupart des appareils cinématographiques. Mais M. Marey, ne s'occupant que des applications scientifiques de la nouvelle méthode, laisse à d'autres le soin de populariser la Photographie animée. C'est ainsi qu'Edison présente son Kinétoscope, dans lequel on aperçoit des images pleines de vie et d'une perfection qui n'a pas été dépassée.

M. Demeny, ancien collaborateur de M. Marey, indique divers appareils intéressants : le Photophone, le Bioscope, le Chronophotographe. Nous arrivons alors au Cinématographe de MM. Lumière, qui a permis l'exhibition régulière des vues animées en projection. Ce résultat a consacré la réputation des savants industriels de Lyon. Etant donné que le principe était connu, c'est par la création d'un mécanisme spécial et par de nombreux perfectionnements de détails que les auteurs sont arrivés à des résultats pratiques qui n'avaient pas été atteints auparavant.

M. Trutat examine alors toute une série d'appareils similaires, ne différant d'ailleurs que par des dispositions spéciales du mécanisme, et qui ont tous pour but le déplacement saccadé de la pellicule. Si MM. Lumière se servent d'un système de griffes pour entraîner la pellicule, la majorité préfère les cylindres dentés qui fatiguent moins les perforations. Ce n'est du reste qu'à l'usage qu'on peut juger de la supériorité d'un modèle ou d'un autre.

Dans les appareils originaux qui diffèrent des précédents, il convient de citer l'appareil de M. F. Gossart, qui est basé sur le déplacement synchrone de la pellicule et de l'objectif. Ce principe original permet d'obtenir des épreuves chronophotographiques de grand format, chose à peu près impossible avec le principe de la marche saccadée de la pellicule. Le cinématographe de MM. W. Schmidt et A. Christophe est ensuite signalé, car il utilise des plaques de verre au lieu de pellicules. D'une grande perfection de fabrication et d'une ingéniosité très grande de mécanisme, il doit attirer l'attention, car on sait que l'usage des pellicules n'est pas sans de graves inconvénients. A citer enfin l'Aléthorama de MM. Chéri Rousseau et Mortier, qui paraît présenter, pour la projection des images cinématographiques, des avantages sérieux.

L'ouvrage de M. Trutat se termine par des explications pratiques sur le fonctionnement des appareils, le développement des bandes pelliculaires, l'obtention des positifs et leur projection.

Cet ouvrage sera utile non seulement au savant qui désire utiliser la Photographie comme moyen d'analyse, mais encore à tous ceux qui, dans un but quelconque, veulent tirer parti de la découverte qui marquera la fin de ce siècle : la Photographie animée.

ALBERT LONDE,

Directeur du Service photographique
de la Salpêtrière.

3° Sciences naturelles

Dereims (A.), *Chef des Travaux pratiques de Géologie à l'Université de Paris. — Recherches géologiques dans le Sud de l'Aragon. (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.) — 1 vol. in-8° de 200 pages avec figures et 2 cartes en couleurs. Le Bigot frères, imprimeurs. Lille, 1899.*

C'est un fait bien connu que l'exploration scientifique des pays neufs est, en général, l'œuvre presque exclusive de savants étrangers à ces pays, et l'on peut en dire autant des pays déchus de leur ancienne civili-

sation, comme le prouve l'exemple de l'Espagne et en particulier l'histoire de son exploration géologique, à laquelle les nationaux n'ont pris qu'une part tout à fait minime. C'est à des Français que sont dues la plupart des connaissances que nous possédons actuellement sur la géologie de ce pays. Il convient de citer en première ligne les magnifiques études d'E. de Verneuil et de ses collaborateurs Collomb, de Lorière et Lartet, qui sont résumées dans la première carte géologique de la Péninsule, publiée en 1864. Une part importante revient également à Coquand, à M. Vézian, à M. Barrois, qui explora les Asturies avec le succès que l'on sait, à M. Carez, qui étudia la bordure méridionale des Pyrénées, et surtout à la Mission qui visita l'Andalousie en 1885 sous les auspices de notre Académie des Sciences et sous la direction de M. Fouqué. Plus récemment, des thèses de doctorat, fruit de patientes recherches sur le terrain, furent soutenues devant la Faculté des Sciences de Paris, sur la province d'Alicante¹, par M. Nicklès, sur la Vieille-Castille, par M. Chudeau, sur la province de Burgos, par M. Larrazet. Ajoutons, enfin, que c'est principalement à Hermite et à M. Nolan que sont dues les données que nous possédons sur la géologie des îles Baléares. La thèse de M. Dereims continue la belle tradition des explorations françaises dans la Péninsule, elle est tout à fait à la hauteur de ses devancières.

La région étudiée dans ce travail est située en grande partie dans la province de Teruel; elle comprend la terminaison méridionale des chaînes Ibérique et Ibérique, qui délimitent au N.-E. la Meseta et la séparent du bassin tertiaire de l'Ebre. On comprendra les difficultés que l'auteur a dû rencontrer pour dresser sur deux cartes au 1/500.000 une esquisse géologique de la région, lorsque l'on saura qu'il n'avait à sa disposition d'autre carte topographique que celle au 1/1.500.000 de l'Atlas Stieler.

Les terrains qui prennent part à la constitution géologique du Sud de l'Aragon sont les suivants : Cambrien, Silurien, Dévonien inférieur, Trias, Jurassique, Crétacé moyen, Danien lacustre, Eocène, Oligocène, Miocène. Il n'est pas possible d'insister ici sur les particularités que présente chacun de ces terrains, mais il est quelques points d'un intérêt général qu'il importe cependant de mettre en évidence. C'est d'abord, en ce qui concerne les terrains paléozoïques, l'identité presque complète que présentent leur succession, leurs caractères paléontologiques et même lithologiques avec les formations de même âge du Sud et de l'Ouest de la France. Ainsi, le Cambrien moyen est-il en tout point semblable aux couches de la Montagne Noire dans lesquelles M. Bergeron a découvert la faune primordiale, et au Grès armoricain de l'Ordovicien, de même que le Coblentzien de la Sarthe se retrouve avec des caractères identiques dans la province de Teruel? Des analogies tout aussi frappantes existent entre le Jurassique de la région et celui du bassin de l'Aquitaine, surtout pour le Jurassique moyen, tandis que le Jurassique supérieur présente souvent une ressemblance réellement extraordinaire avec celui de la Souabe. Il y a lieu de signaler encore l'absence complète du Callovien supérieur, l'Oxfordien inférieur faisant suite immédiatement au Callovien moyen; or l'on sait que cette lacune existe également en France, en de nombreux points situés sur le pourtour du Massif Central, ainsi que dans quelques localités du Jura et dans les Alpes de Glaris. On ne pouvait pas prévoir *a priori* des analogies aussi parfaites entre des régions aussi éloignées, et seule une étude approfondie comme celle que vient de publier M. Dereims pouvait mettre ces faits en pleine évidence.

EMILE HAUG,

Maître de Conférences

à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

¹ Voyez le compte rendu dans la *Revue générale des Sciences* du 15 mars 1897, t. VII, p. 213.

Emery (Carlo), *Professeur de Zoologie à l'Université Royale de Bologne.* — *Compendio di Zoologia.* — 1 vol. gr. in-8° de 156 pages avec 1 carte et 600 figures. Nicola Zanichelli, éditeur. Bologne, 1899.

A une époque où la bibliographie scientifique est aussi encombrée qu'elle l'est aujourd'hui et où les traités de Zoologie se multiplient dans tous les pays, il est difficile de faire dans ce genre une œuvre à la fois concise, claire et originale. M. Emery y est cependant arrivé et les quelques imperfections ou oublis, qui se produisent forcément dans un temps où il est impossible d'être encyclopédique, même dans une seule science, seront facilement réparables dans les éditions ultérieures, qui ne manqueront certainement pas de se produire. En écrivant ce manuel, l'auteur avait en vue d'écrire un ouvrage sérieux capable de remplacer les leçons autographiées dont on a coutume de se servir dans les Facultés italiennes. Vouant rendre service aux étudiants et ne pas surcharger inutilement leur mémoire, il s'est efforcé d'élaguer tous les menus détails, pour ne conserver que les grandes idées et les faits importants qu'un zoologiste n'a pas le droit d'ignorer. Mais de ce que l'auteur n'a pas cherché à être complet, il en résulte que, si le texte est très condensé, il n'en est pas moins extrêmement clair, ce qui doit être la première qualité d'un ouvrage didactique. C'est ce qui nous permet d'augurer un succès certain pour le présent travail; succès d'autant plus certain que le côté iconographique a été aussi très soigné : les figures, dont beaucoup sont originales, sont très nombreuses, judicieusement choisies et surtout facilement intelligibles. Pour ma part, je félicite l'auteur du soin tout particulier qu'il a pris de placer sous les yeux du lecteur les principaux parasites de l'homme et des animaux domestiques.

Les premiers chapitres du Manuel sont consacrés à la biologie générale. C'est la partie travaillée avec le plus de soin et cela ne doit pas nous étonner, car les grands problèmes biologiques ont depuis longtemps préoccupé M. Emery, et nous devons nous attendre à le voir exposer dans ce livre ses idées personnelles. Partisan convaincu de Lamarck et de Darwin, il accepte les théories de Weismann et de Roux, mais non sans y apporter de réserves. Toute cette partie de l'ouvrage est exposée de main de maître, et l'auteur a su lui donner une telle empreinte personnelle que tous ceux qui auront le livre de M. Emery entre les mains liront ces premiers chapitres avec un vif plaisir. C'est que, bien maître de son sujet, il a pu, non seulement exposer les résultats certains ou ceux admis comme tels dans la science, mais aussi tous les problèmes qui doivent se présenter à l'esprit des chercheurs, ouvrant ainsi un horizon plein de promesses à ceux qui ne craignent pas de se lancer dans une science à l'état de continuelle rénovation, mais dont chaque révolution est un pas nouveau vers la conquête de la vérité.

Dans la partie spéciale du Traité, M. Emery classe les animaux d'après les grands principes de l'évolution. Persuadé qu'une classification vraiment zoologique doit chercher à représenter l'arbre généalogique du règne animal, il a naturellement adopté les classifications les plus modernes. Il divise les animaux en deux grands règnes : les animaux unicellulaires ou Protozoaires et les animaux pluricellulaires ou Métazoaires, qui comprennent : les Spongiaires, les Céléntérés, les Vers, les Echinodermes, les Mollusques, les Arthropodes et les Cordés, lesquels comprennent eux-mêmes les Tuniciers et les Vertébrés. Mais, pour l'étude de chacun des embranchements, on constate aussi que l'auteur s'est inspiré des travaux les plus récents, en même temps qu'il s'est efforcé de suivre le plus scrupuleusement possible les règles de la nomenclature zoologique.

En résumé, M. Emery vient de doter ses compatriotes d'un excellent Traité de Zoologie. A notre époque, où l'on voit se multiplier les traités volumineux destinés aux travailleurs, on ne saurait trop encourager ceux qui, à l'exemple de M. Emery, cherchent à enrichir la

bibliothèque des étudiants d'ouvrages condensés et clairs où ils pourront acquérir les éléments qu'il leur est indispensable de connaître, pour avoir une idée suffisamment nette de la science zoologique.

Dr J. GUIART,

Chef des travaux pratiques de Parasitologie à la Faculté de Médecine de Paris.

4° Sciences médicales

Laborde (Dr J. V.), *Membre de l'Académie de Médecine, Directeur des Travaux physiologiques à la Faculté de Médecine de Paris.* — **Léon Gambetta, biographie psychologique. Le cerveau, la parole.** — **La fonction et l'organe.** — **Histoire authentique de la maladie et de la mort.** — 1 vol. in-8° de xu-162 pages avec des documents inédits de dix gravures, dont cinq hors texte (Prix : 5 fr.). Schleicher frères, éditeurs. Paris, 1899.

M. Laborde, qui fut le camarade d'enfance de Gambetta et son ami, a, dans ce petit volume, retracé d'après ses souvenirs personnels les traits les plus caractéristiques de la physionomie psychologique de l'illustre orateur; il a tenté de dégager et de mettre en lumière, en s'aidant des renseignements que lui fournissait une correspondance inédite entre Gambetta et le Dr Fieuzal, où le jeune avocat, le chef de parti du lendemain, s'épanchait en toute liberté, les facultés maîtresses de son esprit : la ténacité souple de sa volonté, la conscience nette et lucide de la force qui était en lui, sa prodigieuse mémoire, son aptitude à s'assimiler avec une rapidité et une sûreté extrême les idées et les faits qui lui étaient les plus nouveaux et les plus étrangers, et par-dessus tout, son don merveilleux d'invention verbale et d'action oratoire. Il se révèle beaucoup plus calculateur et prudent, infiniment plus maître de lui en ses élans les plus passionnés, doué d'une énergie plus mesurée, plus froide et plus sûre d'elle-même que sa fougue intempérante et les éclats enflammés de sa parole ne l'auraient pu faire supposer à des observateurs superficiels : ce sont contrastes assez fréquents chez les méridionaux. M. Laborde a mis en évidence son goût à la fois pour les idées générales et pour les faits positifs et précis; il était avant tout orateur, mais homme d'Etat aussi et de gouvernement, organisateur, administrateur né. La structure de son cerveau, dont l'extrême complication anatomique rachetait le faible poids (1.160 grammes, qu'il faut, en raison de la perte de poids que lui avait fait subir une injection conservatrice, élever, d'après les calculs de M. Duval, à 1.246 grammes), était celle même qu'on aurait pu attendre. Les centres du langage articulé présentaient un développement anormal et le cap du pied de la circonvolution de Broca était chez lui doublé.

L'ouvrage de M. Laborde contient, d'après les documents authentiques, une minutieuse étude clinique de la maladie à laquelle succomba Gambetta (péritéplite compliquée de péricolite secondaire), et le procès-verbal de l'autopsie qui fut pratiquée, en présence de nombreux médecins, par le Professeur Cornil. La lumière est faite définitivement sur l'accident qui fut, par le repos forcé et l'alitement qu'il nécessita, la cause occasionnelle de cette maladie.

On trouvera dans cette esquisse de la vie mentale d'un homme, qui a toujours parlé et « mimé » sa pensée, et que caractérisa une étrange puissance à créer des tours et des mouvements oratoires, d'utiles contributions à la psychologie du langage, et dans l'analyse anatomique de son cerveau une démonstration nouvelle de l'étroite corrélation qui unit l'organe à la fonction. Ceux mêmes qui ne sont pas de leur métier psychologues ou neurologistes seront reconnaissants à M. Laborde de leur avoir fait mieux connaître le politique fougueux et sage, dont le rôle a été capital dans l'histoire de la troisième République.

L. MARILLIER,
Agrégré de l'Université.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 29 Mai 1899.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Darboux montre qu'étant donnée une surface isothermique quelconque (M), on peut lui faire correspondre, avec similitude des éléments infiniment petits et conservation des lignes de courbure, une infinité d'autres surfaces isothermiques (M') qui, prises chacune avec (M), constituent les deux nappes d'une enveloppe de sphères. — M. C. Guichard étudie les réseaux cycliques qui contiennent un système de géodésiques. A chaque surface (M), on peut faire correspondre une infinité de surfaces (M'), telles que : 1^o les rayons de courbure correspondants sont égaux; 2^o les lignes de courbure $u = \text{constante}$ ont même longueur; 3^o les lignes de courbure $v = \text{constante}$ ont même rayon de courbure aux points correspondants. — M. Lerch a recherché le caractère analytique des séries de Dirichlet aux environs du point $s=0$. — M. E. Vallier donne les formules qui indiquent la répartition des pressions dans l'âme des bouches à feu en fonction des résultats acquis (vitesse et pression maximum).

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Pellat relate quelques expériences qui l'ont conduit aux conclusions suivantes : Un diélectrique (solide ou liquide) placé brusquement dans un champ électrique constant prend une polarisation, qui n'est pas instantanée, mais qui croît avec le temps et atteint asymptotiquement un maximum. Si le champ vient à cesser, la polarisation décroît et redevient nulle au bout d'un certain temps, théoriquement défini. — M. A. Leduc, en étudiant les expériences de M. Natanson, a constaté que la molécule d'hypozotite (Az^2O^2) se dédouble nettement à mesure qu'on élève la température ou qu'on diminue la pression. Il en est de même de l'acide acétique, qui, vers la température d'ébullition, serait composé d'un mélange de molécules simples et de molécules doubles, les premières devenant de plus en plus nombreuses à mesure que la température s'élève. — MM. Ch. Fabry, J. Maccé de Lépinay et A. Pérot ont mesuré en longueurs d'onde les dimensions d'un cube de quartz d'environ 4 centimètres de côté. Leur méthode consiste à placer le cube entre deux plans de verre argenté en laissant une mince lame d'air de chaque côté et à mesurer par le procédé interférentiel la distance des deux plans de verre argenté et l'épaisseur des deux lames d'air. La moyenne des résultats a été de 40.106, 84 μ . — M. Pierre Lefebvre énonce deux relations qui existent entre les points de Bravais et les pôles d'un système optique centré, et qui permettent de déterminer facilement les seconds au moyen des premiers : 1^o La distance d'un point quelconque de l'axe à un pôle est moyenne géométrique de ses distances aux points de Bravais; 2^o la distance d'un point quelconque de l'axe à la droite qui joint les pôles est moyenne arithmétique de ses distances aux points de Bravais. — M. A. Joannis a reconnu que le sulfate de cuivre ne peut être employé pour doser le phosphore d'hydrogène dans les mélanges gazeux qu'en l'absence de gaz absorbables par les sels cuivreux, et que, dans ce cas, l'on doit employer dès le début une dose suffisante de réactif (plus de deux molécules de sulfate pour une de phosphore). Dans le cas contraire, il se formerait un composé cuivreux intermédiaire qui réagirait sur les autres gaz ou remettrait en liberté du phosphore. — M. H. Baubigny a procédé à la séparation de traces de chlore en présence d'un très grand excès de bromure de potassium par la

méthode ordinaire, basée sur la décomposition du bromure par le sulfate de cuivre et le permanganate de potasse. Aucune trace de chlore n'a été entraînée par le brome. — M. V. Thomas a dissout de l'iode de plomb dans une solution saturée chaude de bromure de plomb; par refroidissement, il se dépose d'abord des lamelles d'iode de plomb; puis, peu à peu, celles-ci se transforment en fines aiguilles qui sont constituées par un bromoiodure. Si l'on chauffe, les aiguilles se dissolvent et, par refroidissement, le même cycle d'opérations recommence. La solution de chlorure de plomb saturée d'iode se comporte de même. — MM. G. Wyruboff et A. Verneuil indiquent un procédé qui permet d'obtenir du premier coup la presque totalité du cérium existant dans un mélange de terres rares à l'état absolument pur. Le mélange des oxydes est dissous dans H_2O_2 , évaporé jusqu'à consistance sirupeuse, puis redissout dans l'eau et précipité par le sulfate d'ammoniaque; le précipité, filtré, lavé et calciné au blanc, renferme 90 % du cérium à l'état pur. Le reste du cérium est précipité par un nouveau traitement au persulfate d'ammoniaque et à l'acide acétique. — M. Minguin, en plongeant dans le toluène ou le benzène des cristaux de benzylidène-camphres droit et gauche, a obtenu de belles figures de corrosion sur les faces m du prisme orthorhombique; les figures formées sur le cristal gauche sont énantiomorphes avec celles formées sur le droit. — M. J. Moitessier a préparé des combinaisons d'un certain nombre de sels métalliques avec la phénylhydrazine et l'aniline d'une part, avec la phénylhydrazine et la naphtylamine d'autre part. Ce sont des corps cristallisables, en général peu solubles dans l'eau. — M. E. Grégoire de Bollemont a fait réagir le formiate d'amyle sur l'éther cyanacétique sodé et a obtenu du formylcyanacétate d'amyle, dont il a préparé les sels de baryum et d'argent. Il a ensuite fait réagir le cyanacétate d'amyle sur l'orthoformiate d'éthyle en présence d'anhydride acétique et a obtenu l'éthoxyméthylène cyanacétate d'amyle; avec l'orthoformiate de méthyle, on obtient le méthoxyméthylène cyanacétate d'amyle. — M. A. Briot a reconnu que le sérum normal de beaucoup d'animaux possède, à des degrés divers, la propriété d'empêcher la coagulation du lait par la présure. Cette propriété est due à la présence, dans le sérum, d'une substance présentant les caractères suivants : 1^o elle n'est pas dialysable; 2^o elle est destructible par la chaleur; 3^o elle est précipitable par le sulfate d'ammonium et l'alcool. C'est une diastase.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. F. Le Dantec étudie la question du centrosome dans la fécondation; pour lui, le centrosome n'est qu'une figure en relation avec les courants substantiels qui accompagnent l'assimilation; il n'intervient pas dans la fécondation. — M. E.-L. Bouvier a réuni un nombre considérable de Péripates américains dont il a fait l'étude. Tous présentent les deux caractères suivants communs aux autres espèces : 1^o leurs dents linguales sont formées par une sorte de cône chitineux dont la cavité interne s'ouvre au dehors par un orifice apical; 2^o contrairement à l'opinion admise, ils sont munis d'une ligne dorsale médiane claire. Mais, d'autre part, ils forment un grand nombre de petits groupes régionaux, ayant leurs espèces ou leurs variétés particulières. — M. Henri Devaux a constaté que les tissus profonds des tiges ligneuses sont, à partir d'un certain diamètre, en état d'asphyxie. L'oxygène libre leur manque; ils subissent la fermentation propre avec dégagement de CO^2 et d'alcool. Cette asphyxie partielle est augmentée par une élévation de température; mais elle existe dès la température ordinaire.

— M. Henri Jumelle a déterminé un arbre à caoutchouc de Madagascar nommé *guidroa* par les indigènes. Il appartient au genre *Mascarenhasia*, de la famille des Apocynées. Il donne un lait abondant, qui se coagule presque immédiatement en formant un caoutchouc de bonne qualité. — M. Ed. Heckel a observé de curieux faits de parasitisme chez le *Ximenia americana* L. Les racines et le chéveu radicellaire de cette plante portent des suçoirs multiples, qui, lorsqu'ils ne peuvent s'appliquer sur les racines des plantes voisines, d'espèce différente ou de même espèce, se sont fixés sur la tige propre de la plante ou même sur sa graine. — M. A. Lacroix a étudié des rhyolites à aegyrine et à riebeckite rapportées du pays des Somalis. Ces roches présentent deux structures : l'une normale, d'origine ignée; l'autre plus cristalline, résultant de l'action sur la rhyolite normale de la vapeur d'eau et des fumeroles ayant accompagné son éruption et sa consolidation. — MM. L. Duparc et E. Ritter ont étudié les roches éruptives néo-volcaniques du Cap-Blanc (Algérie). L'examen pétrographique et l'analyse chimique les amènent à considérer ces roches comme des quartz-porphires néo-volcaniques, d'un caractère basique, à structure microgranulitique ou vitroporphyrrique.

Séance du 5 Juin 1899.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Emile Picard montre qu'on peut obtenir des développements en série des intégrales des équations différentielles, tant que ces intégrales restent continues, par la simple application de la méthode élémentaire employée par Cauchy pour démontrer l'existence des intégrales des équations différentielles. — M. Edmond Maillet énonce quatre théorèmes sur les équations indéterminées à deux et trois variables qui n'ont qu'un nombre fini de solutions en nombres entiers. — M. J. Coulon communique ses recherches sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre à caractéristiques réelles. — M. P. Gautier est arrivé, par des procédés purement mécaniques, à construire un miroir plan de deux mètres de diamètre. Le miroir était ajusté sur un grand plateau circulaire; au-dessus du plateau étaient fixées deux glissières parallèles, sur lesquelles se déplaçait, dans un mouvement rectiligne de va-et-vient, un équipage portant un plateau de bronze chargé d'user et de dresser la surface du miroir. — M. H. Deslandres présente les photographies stellaires qu'il a prises à l'Observatoire de Meudon avec la grande lunette, pendant l'année 1898. Elles sont relatives à la Lune, Jupiter, Saturne, et à un grand nombre d'étoiles, d'amas d'étoiles, et de nébuleuses. La grande longueur focale de l'instrument permet de résoudre partiellement ou totalement les amas serrés. — M. J. Janssen donne quelques renseignements sur les deux grands instruments que possède l'Observatoire de Meudon; l'un, la grande lunette double, oculaire et photographique, est précieuse, comme l'a montré M. Deslandres, par son grand pouvoir séparateur. L'autre, le télescope à court foyer et à grande ouverture, est précieux par son énorme pouvoir lumineux.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Maurice Hamy montre que la détermination exacte des longueurs d'onde des raies du spectre serait beaucoup facilitée si l'on possédait, dans toute l'étendue du spectre, un grand nombre de points de repères déterminés directement, par comparaison avec la raie rouge du cadmium, par des mesures interférentielles. L'auteur a commencé à entreprendre la détermination interférentielle des longueurs d'onde des raies simples émises par différents corps. — M. E. Mathias indique le moyen de calculer facilement la quantité a , dont la constance est nécessaire et suffisante pour que les diamètres rectilignes des corps obéissent au théorème des états correspondants. Les corps simples gazeux (oxygène, azote, chlore, brome) sont en général ceux qui présentent les plus petites valeurs de a . Les variations de a prouvent que le théorème des états correspondants ne s'applique pas aux

diamètres rectilignes pris en bloc. — M. Ch. Féry a constaté que la détermination de la vitesse de l'équipage d'un galvanomètre à cadre mobile peut servir à mesurer, avec une grande précision, l'intensité du courant qui le traverse. Il faut seulement que le moment d'inertie de la bobine soit très faible et les vitesses petites. — M. H. Le Chatelier propose de compenser l'aptitude insuffisante à la détonation des explosifs au nitrate d'ammoniaque par l'adjonction d'un peu de chlorate de potasse. Celle-ci peut se faire sans danger et d'autant mieux que les deux sels peuvent cristalliser ensemble en donnant des mélanges isomorphes en toutes proportions. L'auteur a préparé un certain nombre de ces mélanges. — M. F. Osmond a constaté que certains aciers, plongés dans l'air liquide, subissent une transformation caractérisée par l'apparition du magnétisme, la diminution de la densité et l'augmentation de la dureté. Ces aciers contiennent une certaine proportion de carbone, de nickel et de manganèse. — M. E. Rubénovitch a étudié l'action du phosphore d'hydrogène sur le cuivre, l'oxydure de cuivre et les solutions ammoniacales des sels de cuivre. Avec tous ces corps, il donne le même composé, un phosphure de cuivre, PCu^3 . C'est un corps gris, amorphe, décomposable à 100° en donnant de l'anhydride phosphorique et du cuivre métallique. — M. E. Léger a retiré de l'aloes de Natal deux aloïnes, la nataloïne, déjà connue, et l'homonataloïne, qui en diffère par CH^2 en moins. La nataloïne répond à la formule de Bochleder $\text{C}^{16}\text{H}^{18}\text{O}^7$ et renferme 4 groupes OH; l'homonataloïne $\text{C}^{18}\text{H}^{20}\text{O}^7$, renferme aussi ces quatre groupes. Ces deux corps se distinguent de la barbaloïne en ce que leur solution sulfurique, additionnée d'un grain de bioxyde de manganèse, prend une belle coloration verte. — M. A. Trillat a préparé un grand nombre de dérivés du tétraméthylamidodiphényléthane dissymétrique : le chlorhydrate, le sulfate, l'acétate, le bromoéthylate, l'iodoéthylate, qui sont des sels cristallisés, et le dérivé nitré. — MM. A. Haller et P. Th. Muller ont déterminé les réfractions moléculaires, la dispersion moléculaire et le pouvoir rotatoire spécifique des combinaisons du camphre avec quelques aldéhydes aromatiques. L'addition de ces aldéhydes au camphre a pour effet, non seulement d'augmenter les réfractions et la dispersion moléculaires, mais encore d'exalter le pouvoir rotatoire des molécules jusqu'à le décupler. — M. L. Tétray a obtenu, par condensation du chlorure de phényloxanthranol avec l'anisol (en présence de Al^3Cl^6) la méthoxydiphénylanthrone, avec le phénétol l'éthoxydiphénylanthrone, avec la diméthylaniline la diméthylamidodiphénylanthrone. — M. Edm. Jaadrier a reconnu que les oxycelluloses fournissent des réactions colorées caractéristiques, lorsqu'on les traite par l'acide sulfurique en présence d'un phénol. Le phénol donne une teinte jaune d'or, l' α -naphтол du violet, l'acide gallique du vert. — M. F. Parmentier a trouvé, dans la région du Mont-Dore, une source, dite Source Croizat, qui ne paraît pas avoir d'analogues dans toute la région. Elle se distingue par une forte teneur en sel marin, l'absence presque totale de fer et la présence de quantités notables d'arsenic. — M. M. Berthelot présente quelques remarques sur les précautions à prendre pour observer et déterminer l'alcool qui préexiste dans un certain nombre de plantes et sur la signification du rapport entre l'acide carbonique produit et l'oxygène consommé.

3^o SCIENCES NATURELLES. — MM. L. Camus et E. Gley rappellent qu'ils ont signalé les premiers la propriété du sérum sanguin d'empêcher l'action coagulante de la présure sur le lait, mais ils n'avaient pas rapporté ce phénomène à la présence d'une diastase, comme M. Briot l'a établi. — Les mêmes auteurs ont constaté que le liquide de la prostate externe du hérisson possède la propriété de coaguler le liquide des vésicules séminales du même animal, en formant une colle épaisse. Cette action est due à la présence d'un ferment, destructible par la chaleur, et qui portera le nom de *Vésiculase*.

— M. L. Hugouneq a déterminé la composition des éléments minéraux chez un fœtus humain à terme. Il a reconnu que la loi de Bunge, d'après laquelle le lait de la mère fournit au jeune animal les substances inorganiques exactement dans la proportion où elles lui sont nécessaires pour se développer, ne s'applique pas à l'espèce humaine. La raison en est peut-être que le rapport de la durée de l'allaitement à celle du développement est beaucoup plus faible chez l'homme que chez l'animal. — M. G. Marinisco décrit les lésions des centres nerveux observées chez le lapin à la suite de l'épilepsie expérimentale d'origine absinthique. Elles consistent principalement en une chromatolyse péri-phérique. Elles reconnaissent probablement pour causes un trouble de nutrition dû à l'intoxication et des phénomènes d'usure dus à la fonction exagérée de la cellule nerveuse. — M. W. Palladine a constaté qu'à la suite d'alternances de température, l'intensité de la respiration est fortement augmentée chez certaines plantes. Des pousses, placées antérieurement à des températures basses, ont présenté une augmentation de 40 ° ; celles qui avaient subi antérieurement des températures élevées ont présenté une augmentation de 53 °. — MM. L. Matruchet et Ch. Dassonville exposent les raisons qui leur font placer les *Trichophyton* et les formes voisines dans la famille des Gymnoascées : 1° caractères et développement des formes fructifères culturaux ; 2° analogie des substrats naturels ; 3° production de pigments jaunes ou rouges ; 4° analogie des articles fuselés pluricellulaires. — M. A. Caralp décrit les variations lithologiques et les divers facies du Carbonifère des Pyrénées centrales. LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 23 Mai 1899.

M. François-Franek a recherché quels effets produit la résection du sympathique cervical sur la circulation du corps thyroïde, sur celle du cerveau, sur l'appareil oculaire et sur le cœur. Le cordon cervical du sympathique agit comme nerf propulseur du globe oculaire ; il agit sur la circulation intra-oculaire à la fois comme constricteur et comme dilatateur des vaisseaux. Il n'agit pas comme vaso-dilatateur thyroïdien, et il n'est pas prouvé qu'il ait une action excito-sécrétoire sur la thyroïde. Son action vaso-constrictive cérébrale n'est pas douteuse. Enfin, le cordon cervical du sympathique ne fournit qu'une faible portion de nerfs cardiaques accélérateurs. — M. le Dr Darier donne lecture d'une note sur les massages en thérapie oculaire. — M. le Dr Foveau de Courmelles lit un travail sur le mode d'exploration de l'estomac par les rayons X.

Séance du 30 Mai 1899.

L'Académie procède à l'élection de deux correspondants nationaux dans la Division de Médecine. — MM. Vincent (de Rochefort) et Coyne (de Bordeaux) sont élus. — M. A. Laveran analyse un mémoire du Dr L. Roché, qui signale la disparition complète du paludisme en Puisaye, depuis 1884. Ce fait étrange doit reconnaître pour causes les travaux exécutés dans ce pays (création de routes et de chemins de fer, de travaux d'art pour faciliter l'écoulement des eaux), l'augmentation de la culture et l'amélioration de l'hygiène générale. — M. Dieulafoy étudie le traitement chirurgical des kystes hydatiques du foie. La laparotomie avec incision et ablation du kyste doit être réservée pour les kystes anciens, volumineux, et surtout si l'on redoute l'infection. La ponction aspiratrice aseptique a son indication dans les autres cas, mais il faut que le liquide kystique soit évacué autant que possible en totalité. — M. J. Renault a expérimenté la médication arsenicale dans un certain nombre de maladies, sous forme d'injections rectales de lixivre de Fowler dilué et de cacodylate de sodium. Dans la leucémie, les anémies graves, le goitre exophtalmique, le diabète, la

tuberculose encore remédiable comme la pré-tuberculose, le médecin doit faire intervenir cette médication, souvent comme méthode de choix.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 20 Mai 1899.

M. H. Roger a observé que l'injection de petites doses de strychnine détermine souvent la mort chez des cobayes tétaniques, alors qu'elle est sans action sur des cobayes sains. Les secousses dues à l'intoxication strychnique se produisent d'abord dans les membres qui ont reçu l'inoculation tétanique. — MM. Hallion et Laran conseillent d'employer avec prudence les composés du vanadium. Ils produisent chez le chien des troubles circulatoires, caractérisés par de l'hypertension, suivie d'une hypotension marquée ; si l'on arrête l'injection avant la mort, la tension se relève et peut rester longtemps au-dessus de la normale. — MM. Gilbert et Castaigne ont observé deux cas de cirrhose hypertrophique commune, avec hépatomégalie, mais presque sans augmentation de la rate. — M. Lépine a pratiqué des réchauffements d'organes en les mettant à nu par laparotomie et en faisant circuler à leur surface des courants d'eau chaude. Des chiens, dont la rate avait été ainsi surchauffée, supportaient des doses de toxine typhique mortelles pour des chiens témoins. — M. Sicard a pratiqué des injections sous-arachnoïdiennes de cocaïne ; elles provoquèrent de l'anesthésie avec perte de mouvement. — M. J. Binot a injecté de la toxine tétanique au cobaye en divers points du corps ; la dose mortelle est la même que dans l'injection sous-cutanée ; l'incubation est plus longue, mais la marche plus rapide ensuite. — M^{lle} Pompilian expose ses recherches sur l'excitation nerveuse chez le dytique.

Séance du 27 Mai 1899.

MM. Roger et Josué décrivent les lésions produites dans la moelle osseuse du lapin par l'intoxication phosphorée. — MM. H. Claude et V. Balthazard considèrent que la toxicité vraie d'une solution est sa toxicité chimique, par opposition à l'osmototoxicité ou toxicité physique. La toxicité globale, mesurée dans les injections intravasculaires, est la somme de la toxicité vraie et de l'osmototoxicité. — M. Ch. Michel expose les résultats de ses recherches sur la composition chimique du corps de l'embryon humain aux différentes périodes de la grossesse. — M. Gilbert compare la cirrhose hypertrophique alcoolique à la cirrhose d'Janot sans ascite ; dans cette dernière forme, tout l'organisme réagit, d'où la longue survie dans cette entité morbide. — M. Hayem a observé, dans des anémies intenses, une infiltration granuleuse de leucocytes. — M. Egger a constaté que les impressions sensibles peuvent se transmettre par les nerfs du périoste. — M. Garnier envoie une note sur la transformation du glycogène en glycose après la mort. — MM. Marie et Cluzet communiquent leurs recherches sur la contractilité des muscles après la mort. — M. Goduchau expose les résultats de ses essais d'opothérapie de la rate.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

SECTION DE NANCY

Séance du 31 Mai 1899.

M. A. Haller, en traitant un certain nombre de molécules sodées

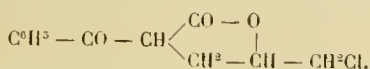


comme les éthers malonique, acétoacétique, cyanacétique, benzoylacétique, par de l'épichlorhydrine, a constaté qu'il y avait combinaison avec dégagement de chaleur et formation de produits chlorés. Ses études étaient commencées quand MM. W. Traube et E. Leh-

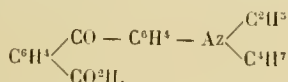
mann ont publié une note préliminaire sur le même sujet dans *Ber. d. deutsch. chem. Ges.*, 1899, p. 720. Après entente amicale avec ces savants, il a été convenu qu'à l'exception de l'étude de l'action de l'épichlorhydrine sur les éthers cyanacétique et benzoylacétique et l'acétylacétone sodés, qui était réservée à M. Haller, MM. Traube et Lehmann poursuivraient l'étude de l'action de l'oxyde d'éthylène et de l'épichlorhydrine sur les autres molécules de la forme :



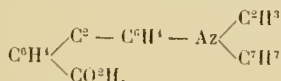
La présente note a pour but de montrer qu'en faisant agir de l'épichlorhydrine sur de l'éther benzoylacétique sodé en présence d'alcool, on observe un dégagement de chaleur, et le liquide, après refroidissement, se prend en une masse d'aiguilles qui, après purification dans l'alcool, fondent à 85°. L'analyse de ce corps et la détermination de son poids moléculaire par voie cryoscopique, conduisent à la formule $\text{C}^{12}\text{H}^{11}\text{ClO}^2$. On peut le considérer comme une lactone répondant à la formule de constitution :



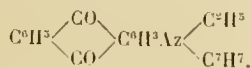
L'étude de ce corps, ainsi que celle de l'action de l'épichlorhydrine, de la monochlorhydrine et de la dichlorhydrine glycériques sur les molécules citées plus haut, sont continuées. — MM. A. Haller et A. Guyot ont appliqué la méthode générale de préparation des dialcoylamidoanthraquinones qu'ils ont décrite dans leurs précédentes communications à l'obtention de l'éthylbenzylamidoanthraquinone. Ils préparent d'abord l'acide éthylbenzylamidobenzoylbenzoïque



(P. f. : 172°) par condensation de l'éthylbenzylaniline avec l'anhydride phtalique, le transformant par réduction au moyen de la poudre de zinc en milieu alcalin en acide éthylbenzylamidobenzoylbenzoïque :



(P. f. : 145°) et chauffent ce dernier vers 80° avec 10 parties d'acide sulfurique concentré. Il y a condensation anthranolique, formation d'éthylbenzylamidoanthranol que le perchlore de fer oxyde et transforme quantitativement en éthylbenzylamidoanthraquinone :



fines aiguilles rouges, fondant à 131°. — M. A. Guntz communique ses recherches sur le sous-oxyde d'argent Ag^2O . Il a trouvé que la tension de dissociation de ce composé : $\text{Ag}^2\text{O} = \text{Ag} + \text{O}$ est de 49 atm. à 358° (vapeur de mercure bouillant). On peut donc obtenir facilement ce composé Ag^2O en chauffant de l'argent métallique ou de l'oxyde d'argent sous une pression d'oxygène supérieure à 49 atm. et inférieure à 85 atm., limite inférieure de dissociation de Ag^2O à cette même température. — M. Minguin donne les constantes cristallographiques des dérivés bromés du benzalcampbre et du benzylcampbre¹. Benzylcampbre bromé fondant à 82° : prismes orthorhombiques de 148°30'. Pour $b = 1.000$, $h = 686,7$. Faces observées habituellement : b_1 , c_2 , m , g_1 , g_3 , quelquefois a_2 . Benzylcampbre bromé fondant

à 91° : prismes orthorhombiques de 93°10'. Pour $b = 1.000$, $h = 642,6$. Les faces observées sont : m , h_3 , g_1 , e_1 , e_2 . Benzalcampbre bromé dans le noyau fondant à 130°. Prismes orthorhombiques de 102°12' ; pour $b = 1.000$, $h = 1.101,3$. Les faces observées sont : p , m , b_1 , e_1 , a_2 . Benzalcampbre bromé dans le noyau fondant à 105° : prismes monocliniques de 92°30'. Inclinaison de 11°28'. Pour $b = 1.000$, $h = 391,8$. Les faces observées sont p , m , g_1 , g_3 , h_1 , e_1 , a_2 . L'auteur montre les photographies des figures de corrosion dissymétriques obtenues sur m du benzalcampbre bromé fondant à 105°. Il montre également les photographies des figures de corrosion faites sur les benzalcampbres droit et gauche¹. Ces figures montrent d'une façon indiscutable la relation entre le pouvoir rotatoire et l'hémiedrie plagiédre (loi de Pasteur), tandis que la forme extérieure est d'une symétrie complète.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

SCIENCES NATURELLES.

A. C. Seward : La structure et les affinités du *Matonia pectinata* R. Br., avec un aperçu sur l'histoire géologique des Matoninées. — Le genre *Matonia* est, depuis longtemps, considéré comme un type isolé parmi les Fougères existantes. Il est représenté par deux espèces, le *Matonia pectinata* R. Brown, et le *M. sarmentosa* Baker, toutes deux confinées dans la région malaisienne. Le *Matonia* n'a pas encore été étudié au point de vue anatomique, et sa classification, par quelques auteurs, entre les Cyathéacées et les Gleichéniacées, est basée sur la structure des sores, qui, par le petit nombre des sporanges et leur forme circulaire, ressemblent à celles de la dernière famille, tandis que la présence d'un indusium et la position de l'anneau le rapprochent de la première.

Dans le *Matonia pectinata*, la fronde a un aspect caractéristique, avec un grand nombre de longues pinules portant des segments linéaires, dont la plupart sont fertiles. Les sores sont circulaires et indusées ; elles se composent de huit grandes sporanges avec un anneau oblique incomplet, contenant 64 spores tétraédriques. Le rhizome dichotomique, qui croît à la surface du sol, est couvert d'un feutrage épais de poils multicellulaires ; il donne naissance à sa face supérieure aux frondes à tige allongée, et à quelques racines effilées qui croissent sur toutes les parties du tronc.

La tige est polystélisque, du type gamostélisque ; il peut y avoir deux stèles annulaires, le centre de la tige étant occupé par du tissu principal, ou bien, dans les branches les plus courtes du rhizome, un troisième cordon vasculaire peut occuper la région axiale. Chaque stèle se compose de trachéides ligneux et de parenchyme associé, entourés d'un liber formé de larges tubes criblés, avec des plaques criblées sur les faces latérales et un parenchyme libérien ; un endoderme et un pérycyle entourent chaque stèle, et, dans le cas de stèles annulaires, ces membranes se trouvent extérieurement et intérieurement. Aux nœuds, la stèle annulaire extérieure se transforme dans le pétiole et une branche se détache du bord de l'ouverture formée dans la stèle ; le cordon vasculaire axial peut être ou non en continuité avec le méristèle de la feuille. Le pétiole est traversé par une seule stèle, de forme analogue à celle de certaines Cyathéacées ; vers l'extrémité du pétiole, la stèle se modifie pour donner les branches en forme d'U qui se trouvent dans les pinules.

Le trait le plus intéressant de la structure des pinules est la forme papilleuse des cellules épidermiques inférieures. Les racines ont une stèle triple, renfermée dans une série de couches de cellules scléreuse brunes.

¹ Bull. Soc. Chim., t. XV, p. 988, t. XXI-XXII, p. 416, 324.

¹ Bull. Soc. Chim., t. XXI-XXII, p. 325.

Le *Matonia pectinata* présente donc, par sa structure, des affinités avec d'autres familles de Fougères, comme les Cyathacées; mais ses particularités sont telles qu'il doit former une division séparée des Filicées.

Au point de vue géologique, le *Matonia* peut être comparé aux genres *Laccopteris* et *Maonidium* et à d'autres Fougères mésozoïques avec lesquelles il pourrait être rangé dans un même groupe.

Le *Matonia* semble donc être le survivant d'une famille de Fougères aujourd'hui confinée dans l'île de Bornéo et la péninsule malaise, et représentée seulement par deux espèces, mais qui, à l'époque mésozoïque, avait une distribution géographique plus étendue et était répandue, en particulier, dans l'aire européenne.

E. Waymouth Reid : L'absorption intestinale du sérum, de la peptone et du glucose. — L'auteur a étudié expérimentalement l'absorption, par l'intestin, de solutions de peptone et de glucose et du propre sérum de l'animal en observation. La méthode employée était celle de Leubuscher, dans laquelle deux boucles intestinales sont isolées simultanément, l'une pour l'expérience, l'autre pour le contrôle.

Les conclusions générales sont les suivantes :

1° L'activité physiologique de l'épithélium intestinal dans l'absorption est démontrée par : a) l'absorption par l'animal de son propre sérum dans des conditions qui excluent la filtration dans les capillaires sanguin ou lymphatiques et l'osmose; b) la cessation ou la diminution de l'absorption du sérum quand l'épithélium est enlevé, lésé ou intoxiqué (l'enlèvement facilitant cependant l'osmose et la filtration).

2° L'activité des cellules est caractérisée par une plus faible absorption des solides organiques du sérum que de l'eau, et une absorption plus grande des sels que de l'eau. Les relations entre les absorptions de ces divers constituants varient avec les régions de l'intestin.

3° Il n'a pas été possible de démontrer l'existence de fibres absorbantes spécifiques dans les nerfs mésentériques.

4° Le degré de nutrition des cellules est le facteur principal de leur activité; il est intimement associé à la circulation sanguine.

5° Lorsque le degré d'absorption diminue non pour cause de résection de l'épithélium, l'absorption des divers constituants du sérum est réduite dans la proportion où ils existent dans le liquide primitif.

6° L'activité des cellules peut être augmentée par excitation avec de l'alcool faible, sans que la circulation augmente pour cela.

7° La bile n'a pas d'action stimulante sur les cellules.

8° Les cellules exercent une action d'orientation sur les sels en solution (spécialement le chlorure de sodium). Dans une anse intestinale avec cellules lésées, le chlorure de sodium entre dans la paroi du côté du sang, tandis qu'il est activement absorbé dans une anse normale témoin du même animal.

9° L'absorption de l'eau des solutions introduites dans l'intestin dépend de deux facteurs : a) la relation physique entre la pression osmotique de la solution dans l'intestin et la pression osmotique du plasma sanguin; b) l'action physiologique régulatrice de la différence des pressions osmotiques par le mécanisme d'orientation des cellules.

10° Le facteur principal dans l'absorption de la peptone est une assimilation par les cellules, tandis que, dans l'absorption du glucose, le facteur important est la diffusion, variable suivant la perméabilité des cellules (en rapport, donc, avec leur condition physiologique).

11° Par résection de l'épithélium, le rapport normal de l'absorption de la peptone à celle du glucose est renversé, et sa valeur tend vers celle de la diffusion de ces substances à travers du papier parchemin dans du sérum.

12° L'absorption dans l'iléon inférieur est plus grande pour les substances solides organiques du sérum, et moindre pour la peptone et le glucose que dans l'iléon supérieur. L'absorption relative de l'eau dans les deux iléons est variable.

13° L'imperméabilité relative de l'iléon inférieur pour le glucose, disparaît avec l'enlèvement de l'épithélium.

14° L'absorption dans le côlon, pour tous les constituants du sérum, pour la peptone et le glucose, est moindre par unité de surface que dans la région moyenne de l'iléon.

15° L'excès relatif de l'absorption des sels du sérum sur l'absorption de l'eau est le plus marqué dans le côlon; il est plus grand dans l'iléon inférieur que dans le supérieur.

16° L'auteur conclut que l'activité cellulaire qui produit le passage du sérum dans le sang, est de la même nature que celle qui cause l'orientation des cellules, d'après les sels en solution.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 12 Mai 1899.

M. Lehfeldt a déterminé la tension de vapeur des solutions de substances volatiles. La variation de tension de vapeur d'un dissolvant produite par la solution d'une petite quantité d'une substance volatile a été calculé par Nernst, sur la base d'une note de Raoult. L'auteur interprète comme suit la règle de Nernst : Lorsqu'une petite quantité d'une substance volatile est dissoute dans un liquide, la tension de vapeur du liquide varie dans le rapport de la fraction moléculaire du dissolvant dans le liquide à celle qui est dans la vapeur. L'auteur a cherché à vérifier cette règle pour des mélanges d'alcool et de tétrachlorure de carbone respectivement avec le benzène et le toluène. La formule s'applique assez bien aux mélanges qui ne contiennent pas d'alcool. Les autres présentent une tension de vapeur maxima; il n'y a que le cas des solutions très diluées qui se rapproche des valeurs données par la formule. — MM. W. B. Morton et Barton envoient une nouvelle note sur le critérium pour la décharge oscillatoire d'un condensateur. Dans la discussion qui s'engage à ce sujet, on fait ressortir que le résultat obtenu par les auteurs c'est-à-dire que la distribution du courant dans le fil étant prise en considération, le condensateur ayant une capacité critique, d'après la théorie, donne une décharge oscillatoire) semble en contradiction avec le fait bien connu que la résistance du fil est plus grande et l'inductance moindre pour des courants oscillatoires que pour des courants continus. L'explication de ce paradoxe apparent doit être cherchée dans l'effet de l'amortissement sur l'inductance. — M. Addenbrooke décrit un électromètre à quadrants pour la mesure des courants alternatifs. Il a substitué aux quadrants circulaires deux séries de plaques planes, la série supérieure étant réglable à volonté. Le champ de l'instrument est ainsi considérablement augmenté. En abaissant l'aiguille sur les quadrants du fond, puis en descendant une des plaques supérieures, l'électromètre peut être transporté sans danger. La suspension consiste en un fil de bronze phosphoré, dont la torsion est parfaitement uniforme. L'enveloppe de l'instrument est percée de fenêtres qui permettent de voir l'aiguille dans deux directions à angle droit. Les quadrants sont supportés par des tiges de laiton passant à travers de longs manches d'ébonite plantés au fond de l'instrument; l'isolement est très bon et ne nécessite pas la présence d'acide sulfurique. La sensibilité de l'instrument est environ douze fois plus grande que celle des appareils de Kelvin, Mascart et Haga. Avec l'adjonction d'un voltmètre et d'un ampèremètre, il est possible, au moyen de cet instrument, de mesurer tous les facteurs d'un système alternatif.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 4 Mai 1899.

MM. Harold B. Dixon et E. J. Russel ont fait quelques expériences sur la combustion du sulfure de carbone. Son point d'inflammation varie beaucoup; il n'est pas inférieur à 232°; sa vapeur subit, d'ailleurs, dans l'air une combustion phosphorescente analogue à celle du phosphore, de l'éther, etc. Quoique le sulfure de carbone se décompose en ses éléments sous l'influence d'un choc violent, la décomposition ne se propage pas dans sa vapeur. En présence d'un excès d'oxygène, celle-ci explose en formant de l'anhydride carbonique et sulfureux, avec un peu d'oxysulfure et d'oxyde de carbone. Si la quantité d'oxygène est insuffisante pour la combustion complète, il reste du sulfure de carbone non brûlé, et il se forme en outre du soufre.

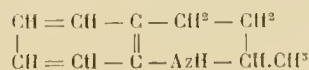
— MM. Harold B. Dixon et J. D. Peterkin ont constaté que si l'on mélange à 27° des volumes égaux de bioxyde et de peroxyde d'azote, il se produit une légère variation de volume, due à la formation d'un composé instable, l'anhydride nitreux ($\text{AzO} + \text{AzO}^2 = \text{Az}^2\text{O}^3$), en grande partie dissocié à cette température et se dissociant de plus en plus à mesure que la température s'élève. M. W. Ramsay félicite les auteurs d'avoir démontré l'existence réelle de l'anhydride nitreux gazeux, rejetée par la plupart des chimistes; on admettait seulement son existence sous forme du liquide bleu, qui est complètement dissocié par évaporation. M. J. Dewar ajoute que l'anhydride nitreux se forme probablement dans l'arc électrique, car les produits qu'il a recueillis répondent à sa composition. D'après M. C. E. Groves, le même corps se forme aussi par l'action de l'anhydride arsénieux sur l'acide nitrique, car si l'on recueille dans l'eau glacée les gaz qui se dégagent, on obtient une solution d'acide nitreux. — M. Harold B. Dixon a étudié la combustion du carbone. On admet généralement qu'il se forme, par union directe du carbone et de l'oxygène, de l'anhydride carbonique et que l'oxyde de carbone provient d'une réaction secondaire de l'anhydride carbonique sur le carbone. L'auteur, en faisant passer un courant d'oxygène sur du carbone chauffé à 500° (température à laquelle l'anhydride carbonique n'est pas réduit par le carbone), a obtenu cependant un peu d'oxyde de carbone. D'autre part, si l'on fait passer à 500° un mélange de 80 % d'oxygène et 20 % d'oxyde de carbone sur du coke, on observe ce qui suit: si le courant est fort, l'oxyde de carbone est brûlé en anhydride carbonique en grande partie; si le courant diminue, l'oxyde de carbone ne brûle plus, mais sa proportion augmente; si le courant est très faible, sa proportion diminue beaucoup. Ces faits ne peuvent s'expliquer qu'en admettant la formation directe à 500° de l'anhydride carbonique et de l'oxyde de carbone à partir des éléments, les deux composés pouvant ensuite réagir respectivement sur le carbone et sur l'oxygène.

— MM. Henry J. Horstmann Fenton et Henry Jackson ont obtenu par ébullition de l'acide dihydroxymaléique de l'aldéhyde glycolique. La solution de ce dernier, évaporée à 100°, se polymérise en grande partie en donnant un hexose, $\text{C}^6\text{H}^{12}\text{O}^6$. Mais en même temps, il se forme sur les parois du vase une petite quantité d'une substance cristalline qui n'est autre que l'aldéhyde glycolique pur. La détermination cryoscopique indique d'abord un poids moléculaire double, mais si on laisse reposer la solution pendant plusieurs jours, la valeur diminue jusqu'à celle qui représente la formule simple $\text{C}^2\text{H}^4\text{O}^2$. — MM. Orme Masson et B. D. Steele ont constaté que le sel bleu de la solution de Fehling contient un radical négatif complexe renfermant le cuivre; ce sel peut être précipité à l'état pur par l'alcool; desséché dans le vide, il possède la composition $\text{K}^2\text{C}^2\text{H}^2\text{Cu}^2\text{O}^4$, 4 H^2O . Il peut former, par double décomposition, une série de cuprotartrates des métaux lourds; l'acide cuprotartrique étant instable ne

peut être obtenu à l'état libre. — M. S. B. Schryver, en faisant réagir les phénols sodés sur les anhydrides d'acides organiques bibasiques, en présence d'un hydrocarbure inerte, a obtenu des sels phénoliques acides de ces acides bibasiques, suivant l'équation:



Il a ainsi préparé: les camphorates acides de phénol, de thymol, de gaiacol, de β -naphтол, d'eugénol, les succinates acides de thymol et de gaiacol, etc. Toutefois, certains phénols ne donnent pas cette réaction: ce sont l'ortho et le paranitrophénol, ainsi que quelques phénols diorthosubstitués. — M. R. W. Allen a déterminé la pression maximum de la vapeur de naphthalène à différentes températures par la méthode de l'évaporation et la méthode barométrique. Il en a déduit le poids de naphthalène nécessaire pour saturer un mètre cube de gaz de 0 à 130°. — M. Art. G. Perkin a étudié la scoparine, matière colorante du genêt. Il a confirmé les résultats de Stenhouse et Illasiwetz, qui lui assignent la formule $\text{C}^{21}\text{H}^{23}\text{O}^9$ et la rangent dans le groupe de la quercétine, parce qu'elle donne du phloroglucinol et de l'acide pyrocatéchique par fusion avec les alcalis. L'acide iodhydrique enlève à la scoparine un groupe méthyle en la transformant en un nouveau corps, doué de fortes propriétés tinctoriales, la scoparétine. Par ébullition avec la potasse, la scoparine se décompose en phloroglucinol, acide vanillique et éther monométhylé de la dihydroxyacétophénone. La scoparine est probablement une méthoxy-vitexine. — MM. E. C. Szarvasy et C. Messinger sont arrivés, par des considérations théoriques, à prévoir l'existence d'un composé As^8Te^3 . Ils l'ont préparé par fusion des composants en tube scellé et ont vérifié son existence réelle par la détermination de sa densité de vapeur. — MM. Wyndham R. Dunstan et Ernest Goulding ont constaté que la triméthylamine, en solution aqueuse froide, est oxydée par l'eau oxygénée diluée, avec production de triméthylloxamine. On obtient de la même façon la triéthylloxamine, et, à partir de la diéthylamine, la β -diéthylhydroxylamine. — MM. William Jackson Pope et Stanley John Peachey ont préparé un certain nombre de tétrahydroquinaldines actives. Ladenburg avait obtenu la dextrotétrahydroquinaldine par l'action de l'acide tartrique sur la base compensée extérieurement. Les auteurs, en faisant réagir sur cette même base inactive l'acide chlorhydrique et l'acide dextro- α -bromocamphosulfonique, ont obtenu un corps dont ils ont retiré la lévotétrahydroquinaldine:



C'est une huile incolore très réfringente; $[\alpha]_d = -37,425$. On en prépare facilement le dérivé benzoylé. Des eaux mères du liquide dont on retire la lévotétrahydroquinaldine, on peut extraire ensuite la dextrotétrahydroquinaldine, qui donne de même un dérivé benzoylé.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 23 Mars 1899 (suite).

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. J.-D. van der Waals: « Une anomalie de la forme du lieu des points de plissement d'un mélange de substances anormales ». Dans le *Zeitschrift für physikalische Chemie* (t. XXVIII, fascicule 2), MM. Kuenen et Robson ont publié le résultat de leurs expériences se rapportant à un mélange d'éthane avec de l'éthyle alcool ou un des alcools suivants. Ils trouvent que la ligne des points de plissement se compose de deux parties distinctes qui se coupent et aboutissent sur la ligne de la pression à trois phases. Dans leur diagramme (fig. 1), C_1 et C_2 représentent les points critiques de l'éthane et de l'al-

cool, C_3 et C_4 indiquent les points où les branches C_1C_3 et C_2C_4 de la ligne des points de plissement se terminent sur la ligne de la pression à trois phases. Cependant un théorème connu exige que sur la surface V , quand la température s'élève, un point de plissement ne s'engendre que par la décomposition d'un pli et ne disparaisse qu'à cause de la coïncidence de deux points de plissement, de manière qu'une branche du lieu de ces points ne se termine en un point qu'aux points critiques des composantes ou à l'infini. Donc, l'auteur s'est demandé de quelle manière ces deux parties distinctes C_1C_3 et C_2C_4 peuvent être complétées à une branche unique; la manière la plus simple est indiquée à l'aide de la ligne pointillée. Les deux droites parallèles à l'axe OP de la pression entre lesquelles la partie fermée est comprise font connaître des températures (t_1 et t_3) maximum et minimum. La température minimale correspond au point où le pli transversal se fend en deux, d'où partent à droite et à gauche deux points de plissement vers les points critiques des composantes. Le point qui se meut vers C_2 n'éprouve pas d'irrégularité. Au contraire, celui qui se meut vers C_1 rencontre un autre point

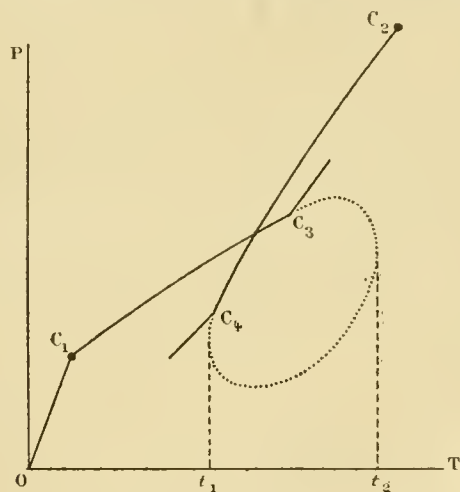


Fig. 1. — *Ligne des points de plissements d'un mélange de substances anormales.*

de plissement parti de C_1 et, au point de rencontre qui correspond à la température maximale, son mouvement se termine. Cependant sur le plan VX , les trois chemins indiqués ne forment qu'une ligne continue. A une température donnée comprise entre les deux limites t_1 et t_3 , la projection de la ligne spinodale consiste en deux parties distinctes. Cette supposition représentée par la ligne pointillée du diagramme correspond entièrement à une description exacte des phénomènes, l'auteur a voulu s'expliquer comment elle peut être mise d'accord avec le résultat de la théorie des mélanges que, dans les cas ordinaires d'un mélange de deux substances, il ne peut se présenter qu'une seule des deux températures limites. Il croit en avoir trouvé la solution dans la circonstance que, des deux composantes du mélange de MM. Kuenen et Robson, l'alcool est une substance anormale. En effet, comme les alcools ne se soumettent pas à la loi des états correspondants, on leur attribue, à l'état fluide, des molécules complexes. Si cette supposition correspond à la vérité, le caractère de la ligne de plissement du mélange de deux substances non associantes doit différer de celle représentée par la figure. Mais cela n'implique pas le théorème réciproque. Donc, le pli longitudinal de MM. Kuenen et Robson n'est en vérité qu'un pli transversal tant soit peu déformé. Ensuite, l'auteur s'occupe de la cause pour laquelle le mélange d'éthane et de méthyle-alcool se comporte d'une ma-

nière tout à fait différente. Il termine en indiquant le vrai critérium pour un pli longitudinal. — M. H. W. Bakhuys Roozeboom présente au nom de M. E. Cohen : « Sur la vitesse de réaction électrique » (seconde communication, voir *Revue générale des Sciences*, t. X, p. 372). Ici, il s'agit de la vitesse de la réaction.



La représentation graphique de la vitesse de réaction en fonction de la température donne lieu à deux courbes, dont l'une a trait à la modification stable, tandis que l'autre se rapporte à la modification métastable.

2^e SCIENCES NATURELLES. — MM. C. Winkler et J. Wiardi Beckman : « L'influence de l'excitation faradique de quelques nerfs sur la respiration ». Dans la communication précédente (*Revue gén. des Sc.*, t. IX, p. 920), les auteurs ont publié les résultats de quelques expériences sur des chiens; d'après ces expériences, une partie déterminée de l'écorce frontale réagit sur des excitations faradiques par une activité extraordinaire dans la « medulla oblongata ». Des courants assez forts causent une inspiration forcée avec suppression de l'expiration; des courants faibles mènent à une respiration accélérée. Ces deux effets peuvent se présenter l'un à côté de l'autre. De plus, les expériences montraient qu'une respiration régulière est assez rare chez les animaux d'expiration, probablement à cause de deux circonstances supplémentaires, le narcose et l'opérotation. C'est pourquoi les auteurs ont fait une étude préalable sur l'influence de la morphine et de l'opérotation. Ensuite ils ont examiné successivement l'influence de l'excitation du nerf optique, du nerf trifacial et des lobes olfactifs sur la respiration. Leurs résultats sont déposés dans un grand nombre de représentations graphiques. — M. H. J. Hamburger : « L'influence des solutions salines sur le volume des cellules animales » (seconde communication, voir *Revue gén. des Sc.*, t. IX, p. 596). Ici, l'auteur étend ses expériences à l'épithélium. Il trouve que les cellules épithéliales de l'intestin et de la trachée, soumises à l'action de solutions salines de différente concentration, ne changent pas de volume, tandis que les épithéliums de la vessie et de l'oesophage se rétrécissent par des liquides hyperisotoniques et se gonflent par des solutions hypoisotoniques. Le degré de ces variations de volume correspond précisément à celui que présentent les corpuscules rouges. De ces faits l'auteur dérive que les épithéliums de l'intestin et de la trachée sont perméables aux solutions salines de différente concentration, l'épithélium de la vessie et de l'oesophage, au contraire, seulement à l'eau. Ces qualités concordent avec les fonctions de ces organes. — Rapport de MM. C. A. Pekelharing et C. Winkler, sur la communication de M. G. C. van Walsem (voir *Revue gén. des Sc.*, t. X, p. 256). Si l'auteur avait atteint complètement le but qu'il s'était proposé, il aurait fait une œuvre faisant époque, d'une influence réformatrice sur le travail dans les laboratoires d'anatomie et de pathologie du cerveau. Il est lui-même le premier à reconnaître qu'à présent cela est encore impossible. Cependant il a inventé — et appliqué pendant des années à Meerenberg, près de Harlem — une méthode satisfaisant à des exigences considérables de l'examen macroscopique et microscopique des cerveaux. L'excellence de sa méthode est due à la sagacité avec laquelle l'auteur analyse d'avance la signification d'un grand nombre de petits artifices; ces artifices le mènent à des résultats pas encore atteints au moyen d'une autre méthode de section des cerveaux. Le mémoire paraîtra dans les publications de l'Académie.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Physique

Le repérage des raies en Spectroscopie. —

On sait que, dans les spectroscopes, les positions des mêmes raies observées sur l'échelle micrométrique diffèrent avec l'instrument employé, et exigent, pour la comparabilité des mesures, d'être ramenées à une même unité, qui est la longueur d'onde. Chaque spectroscopie doit donc être étalonné par la construction d'une courbe ou d'une table numérique, établie au moyen de raies déjà connues, et permettant la transformation en longueurs d'onde des lectures faites sur l'appareil.

Si, d'autre part, on veut comparer rapidement l'aspect général d'un spectre avec les planches d'un atlas, on ne trouve pas de correspondance entre l'échelle de la figure et celle de l'appareil.

M. A. de Gramont a cherché à rendre réalisable à volonté cette coïncidence entre des planches données dans un ouvrage et les lectures directes faites dans l'in-

strument ordinaire à un prisme en flint, en établissant rapidement dans le champ l'échelle adoptée. Il fallait, pour cela, faire varier deux termes de l'observation :

1^o L'échelle micrométrique, c'est-à-dire l'équidistance de deux des traits consécutifs qui la composent;

2^o La dispersion apparente, c'est-à-dire les rapports entre les distances angulaires des différentes parties du spectre.

M. de Gramont y est arrivé au moyen du dispositif dont la figure 1 représente le schéma.

L'échelle micrométrique ordinaire M, destinée à être réfléchiée dans le champ de l'oculaire O, est mise au foyer de deux lentilles L et L₁, plan-convexes, les parties bombées à l'intérieur, de distance réciproque variable depuis le contact jusqu'à près de 5 centimètres, et fonctionnant ainsi comme un seul objectif à foyer variable.

Cet écartement des lentilles est réglé par le bouton de crémaillère C, et lu en divisions tracées sur le tirage. A chaque valeur du foyer variable du système LL₁, correspondent un gros

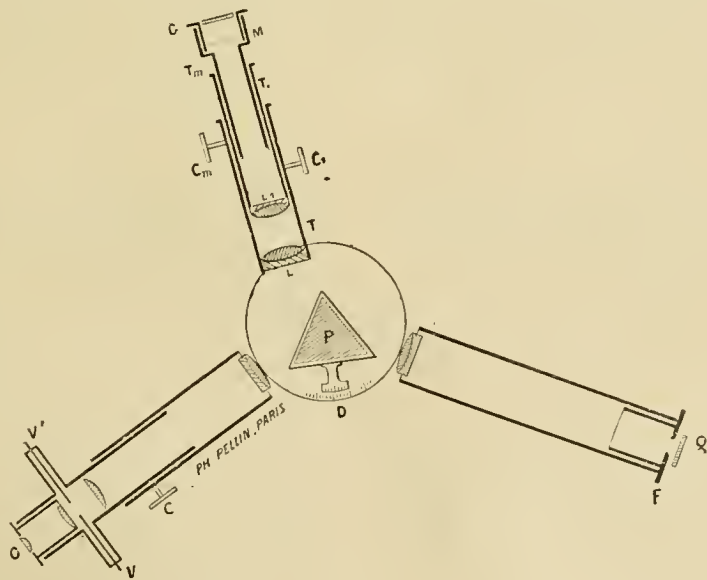


Fig. 1. — Schéma du nouveau spectroscopie de M. de Gramont. — P, prisme en flint, mobile autour de son arête; ses déplacements sont lus sur la division D; F, fente du collimateur, recouverte d'une plaque de quartz Q; C, crémaillère de l'oculaire O de la lunette d'observation; V, V', volets permettant d'isoler, dans le champ, une partie du spectre; M, division micrométrique éclairée à travers une glace dépolie G, et solidaire du tube T_m, commandé par la crémaillère C_m; L, lentille fixe dans le tube T; L₁, lentille mobile, avec le tube T₁, commandé par la crémaillère C₁.

divisions tracées sur le tirage. A chaque valeur du foyer variable du système LL₁, correspondent un gros

sissement et une mise au point particuliers du micromètre M , établis au moyen du second bouton de crémaillère Cm et repérés sur le tirage du tube intérieur. Comme on le voit, l'emploi d'un pareil système permet de projeter, entre les extrémités d'un faisceau d'angle donné, un nombre voulu de divisions d'une échelle choisie, c'est-à-dire de diviser cet espace angulaire en tel nombre de traits qu'il convient pour le but proposé.

D'autre part, pour faire varier la dispersion du faisceau émergent du prisme P , on a eu recours simplement au déplacement de celui-ci autour de son arête réfringente et au voisinage des minima de déviation¹.

On reconnaît alors aisément qu'un léger mouvement de rotation du prisme augmente ou diminue notablement la dispersion (fig. 2), c'est-à-dire que le spectre s'est resserré ou dilaté, et que les positions réciproques des raies ont varié sur l'échelle micrométrique, celle-ci restant dans ce cas à un grossissement constant, et ramenée à une même origine, par exemple la double raie du sodium à la division 100. Le prisme P a donc été fixé sur une plate-forme mobile et portant un vernier dont les déplacements sont lus en degrés et dixièmes sur la platine divisée D de l'appareil ou sur le boisseau.

La graduation de l'appareil pourrait être faite par le constructeur, qui le livrerait avec les indications permettant d'avoir immédiatement telle échelle donnée. M. de Gramont préconise l'emploi de celle de M. Lecoq de Boisbaudran, dont l'ouvrage et les planches *Spectres Lumineux*, Paris, 1874, sont bien connus et où se trouvent des tables très exactes de transformation en longueurs d'onde, des divisions micrométriques de son échelle, facile à reproduire désormais par le dispositif nouveau². Celui-ci a pu être adapté à des appareils anciens et à peu de frais, sur les indications de l'auteur, dans les ateliers de M. Ph. Pellin.

On évitera ainsi toute construction de courbe ou de table et tout calcul pour rendre les observations comparables.

Congrès international de Physique. — La *Société française de Physique* a pris l'initiative de provoquer, à l'occasion de l'Exposition universelle de 1900, une réunion en Congrès international de toutes les personnes qui s'intéressent aux progrès de la Physique. Un Comité d'organisation a été constitué, qui a décidé que le Congrès s'ouvrirait le lundi 6 août 1900 et durerait une semaine.

Il n'a pas semblé au Comité que l'on dût, dès à présent, fixer d'une façon définitive le programme des travaux du Congrès. Toutefois, ce programme pourrait comporter trois parties :

1° Rapports et discussions sur des sujets en nombre

limité et arrêtés à l'avance, tels que : *a*) Définition et fixation de certaines unités (pression, échelle de dureté, quantité de chaleur, grandeurs photométriques, échelle du spectre, etc.); *b*) Bibliographie de la Physique; *c*) Laboratoires nationaux;

2° Visites à l'Exposition, à des laboratoires, à des ateliers;

3° Conférences sur quelques sujets nouveaux.

La Commission d'organisation recevra avec reconnaissance toutes les observations et propositions qu'on voudra bien lui adresser; elle fixera ensuite le programme définitif des travaux.

Le prix de la carte du Congrès sera de 20 francs; elle donnera droit : 1° à la participation à tous les travaux, à toutes les assemblées, à toutes les visites qui seront organisées; 2° à la réception du compte rendu des travaux du Congrès, aussitôt après la publication.

Les communications doivent être adressées à M. Ch.-Ed. Guillaume, secrétaire pour l'Étranger, au pavillon de Breteuil, Sèvres (Seine-et-Oise), et à M. Lucien Poincaré, secrétaire pour la France, 105 bis, boulevard Raspail, à Paris.

§ 2. — Chimie

La Chimie des terres rares.

— La chimie des terres rares est très peu avancée. Ce n'est pourtant que par l'étude chimique de ces terres, qui vont de la thorine à l'yttria en passant par les oxydes du cérium, du lanthane, etc., qu'on parviendra à fixer définitivement l'identité de chacune d'elles, à trou-

ver des séparations intégrales et à fixer leur place dans la suite des éléments. MM. Wyrouboff et Verneuil ont entrepris d'apporter un peu de lumière dans ce coin obscur de la Chimie, et M. Wyrouboff a récemment exposé, dans une très intéressante conférence faite à la *Société Chimique*, les résultats qu'ils ont obtenus. Nous résumerons ici cette conférence.

Lorsqu'on étudie les terres rares et leurs sels, on est amené à les considérer comme formées de molécules complexes : l'oxyde de cérium CeO , par exemple, est tel que, si l'on considère trois de ses molécules, les deux premières se comportent autrement que la troisième. Par oxydation, une molécule sur trois fixe un atome d'oxygène et on obtient l'oxyde Ce^3O^4 ou $CeO.CeO.CeO$; ou bien, deux molécules sur trois fixent chacune un atome d'oxygène, la troisième pouvant se combiner à un acide comme l'acide acétique, et l'on a Ce^3O^5Ac ou $CeO.CeO.CeOAc$. Si l'on considère le sulfate de l'oxyde CeO , on remarque que l'acide sulfurique peut y être remplacé, dans une molécule sur trois, par l'acide azotique, pour donner $CeOSO^3.CeOSO^3.CeOAz^2O^3$; l'acide chlorhydrique se substitue à l'acide oxalique dans une molécule sur trois d'oxalate. L'oxyde de thorium et ses sels donnent lieu à des remarques analogues. Les molécules des terres rares sont donc multiples et à fonctions multiples.

Les terres rares se polymérisent. La thorine obtenue par la calcination de l'oxalate, de l'oxyde hydraté, du chlorure, du nitrate, etc., chauffée quelque temps avec de l'acide chlorhydrique à 50 %, donne une fraction insoluble dans l'eau, et qui ne peut être attaquée que

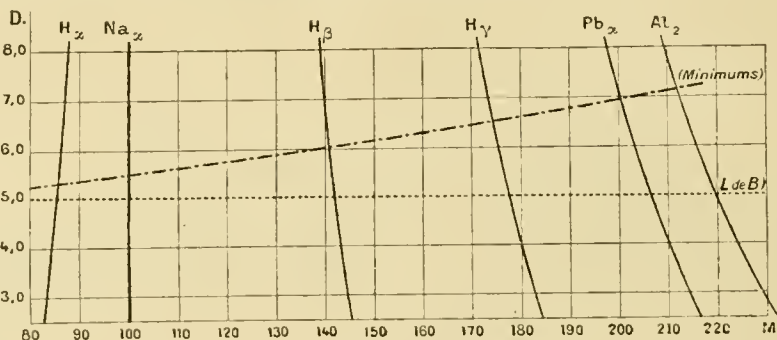


Fig. 2. — Courbes donnant en abscisses les déviations, lues sur le micromètre, de trois raies de l'Hydrogène [H_α (656.3), H_β (486.1), H_γ (434.0)] et de la raie du Plomb [Pb_α (403.8)], et en ordonnées les positions du prisme en degrés, au voisinage des minima de déviation, dont les positions, indiquées pour chacune des raies considérées, sont sur une droite oblique.

¹ La netteté et la pureté des raies ne sont donc pas sensiblement altérées.

² On en obtient la réalisation avec les conditions de la figure 2, en plaçant le prisme à 50°. Les positions des raies sur l'échelle sont alors indiquées par la ligne pointillée parallèle à l'axe des abscisses et marquée. (L. de B.)

par l'acide sulfurique bouillant, et une autre fraction soluble dans l'eau. Cette solution aqueuse renferme, outre un peu de chlorure normal de thorium ThCl_2 , deux chlorhydrates, dans lesquels le rapport $\text{ThO} : \text{Cl}$ est 12 : 1 ou 48 : 4 pour le premier et 5 : 1 ou 20 : 4 pour le second. Ces deux nouveaux sels sont solubles dans l'eau, précipités par les acides, les chlorures et les azotates alcalins; le chlore n'y est pas révélé par l'azotate d'argent. Ils peuvent être séparés l'un de l'autre, grâce à leur différence de solubilité dans l'acide chlorhydrique à 10 %. L'ammoniaque précipite les oxydes hydratés correspondants. Ces oxydes polymères de la thorine sont $(\text{ThO})^{18}$ et $(\text{ThO})^{20}$ supposés anhydres. Ils sont bivalents, se combinent aux acides sans élimination d'eau pour donner des sels bien définis, tels que : $(\text{ThO})^{18}(\text{HCl})^2$ et $(\text{ThO})^{20}(\text{HCl})^2$. Ces deux chlorhydrates à réaction acide peuvent perdre la moitié de leur acide chlorhydrique, pour donner deux nouveaux chlorhydrates insolubles dans l'eau : $(\text{ThO})^{18}(\text{HCl})^2$ et $(\text{ThO})^{20}(\text{HCl})^2$.

Il existe les azotates correspondants, les sulfates $(\text{ThO})^{18}(\text{H}_2\text{SO}_4)^2$, $(\text{ThO})^{20}(\text{H}_2\text{SO}_4)^2$, $(\text{ThO})^{18}\text{H}_2\text{SO}_4$, $(\text{ThO})^{20}\text{H}_2\text{SO}_4$, les chromates, etc.

Enfin, par la dialyse de ces sels, on arrive à des sels renfermant de très faibles quantités d'acide combiné à un oxyde très polymérisé. Un chlorure dialysé a donné un corps dans lequel le rapport $\text{ThO} : \text{Cl}$ était 72 : 1.

Des faits analogues s'observent avec l'oxyde cérosocérique.

L'oxyde cérosocérique Ce^2O_3 , calciné à 1500°, est blanc et inattaquable par les acides.

L'oxyde cérosocérique jaune obtenu à 500°, chauffé avec de l'acide azotique à 3 %, est transformé, en grande partie, en azotate d'un oxyde cérosocérique polymérisé, dans lequel le rapport $\text{Ce}^2\text{O}_3 : \text{AzO}^2\text{H}$ est 5 : 1 ou 20 : 4. On obtient l'oxyde à l'état libre par la précipitation au moyen des alcalis. Cet oxyde $(\text{Ce}^2\text{O}_3)^{20}$, bivalent, se combine aux acides sans élimination d'eau pour donner des sels acides, tels que $(\text{Ce}^2\text{O}_3)^{20}(\text{HCl})^2$, ou neutres, tels que $(\text{Ce}^2\text{O}_3)^{20}, \text{SO}^2\text{H}^2$.

Les chlorhydrates et azotates forment une solution laiteuse que les acides précipitent; les sulfates et chromates sont insolubles dans l'eau. Par la dialyse, les sels de cet oxyde perdent la totalité de leur acide.

Mais l'oxyde cérosocérique est susceptible de donner d'autres polymères.

Le nitrate normal cérosocérique est soluble dans l'eau en rouge. Si l'on dissout à froid de l'oxyde cérosocérique hydraté préparé depuis quelque temps dans l'acide azotique, la solution du nitrate formé est jaune. Elle renferme un nitrate d'oxyde cérosocérique condensé; cet oxyde, qu'on peut isoler au moyen des alcalis, est instable et donne des sels acides dans lesquels le rapport de l'oxyde Ce^2O_3 à l'acide est de 1 : 1 ou 4 : 4, tels sont le chlorhydrate $(\text{Ce}^2\text{O}_3)^2(\text{HCl})^2$, le nitrate $(\text{Ce}^2\text{O}_3)^2(\text{AzO}^2\text{H})^2$. Il donne des sels neutres, tels que le sulfate $(\text{Ce}^2\text{O}_3)^2(\text{SO}^2\text{H})^2$. Les chlorhydrates et nitrates acides sont solubles dans l'eau, précipités par les acides; les sulfates sont insolubles dans l'eau.

Enfin, la dialyse du chlorhydrate ou du nitrate donne, par perte d'acide, des sels dont les propriétés sont analogues, mais qui deviennent insolubles dans l'eau après évaporation au bain-marie; le rapport de Ce^2O_3 à l'acide est ici 7 : 1 ou 28 : 4, ce qui donne pour le chlorhydrate et le nitrate : $(\text{Ce}^2\text{O}_3)^{28}(\text{HCl})^2$ et $(\text{Ce}^2\text{O}_3)^{28}(\text{AzO}^2\text{H})^2$.

Ces différents oxydes condensés sont souvent instables et se transforment les uns dans les autres; c'est ainsi que le chlorhydrate de l'oxyde $(\text{ThO})^{20}$ se transforme, au-dessus de 130°, en chlorhydrate de l'oxyde $(\text{ThO})^{18}$ et en chlorure normal.

L'oxyde cérosocérique condensé $(\text{Ce}^2\text{O}_3)^{20}$ donne, par l'action de l'acide azotique à 180°, les azotates des autres oxydes $(\text{Ce}^2\text{O}_3)^{20}$ et Ce^2O_3 , oxyde normal.

On voit par ces deux exemples, thorium et cérium, combien est développée l'aptitude des terres rares à se polymériser.

Mais, MM. Wyruboff et Verneuil font remarquer que cette propriété ne se rencontre pas exclusivement

chez les terres rares. Un grand nombre d'oxydes donnent des sels dits basiques; on connaît, par exemple, des composés bien définis d'oxyde de fer et d'acide chlorhydrique, dans lesquels le rapport $\text{Fe}^2\text{O}_3 : \text{HCl}$ est 1 : 1, 21 : 1, 6 : 1, 14 : 1.

Il y a des composés analogues de mercure, de bismuth, de plomb, etc.

Outre que ces sels, lorsqu'ils sont solubles, ont une réaction acide, il semble que la conception de sel basique soit la négation de l'idée de saturation; au contraire, si l'on se représente ces sels complexes comme renfermant des oxydes condensés, polymérisés, la notion de saturation subsiste : chacun des oxydes condensés, se conduisant comme un oxyde différent, se combine aux acides pour donner des sels neutres ou acides.

MM. Wyruboff et Verneuil ont étudié une autre propriété intéressante des terres rares. Les terres rares sont susceptibles de se combiner entre elles pour donner des oxydes complexes; il existe des oxydes de cérium et de lanthane, de cérium et didyme, etc. En outre, ces oxydes complexes se polymérisent comme les oxydes simples avec une grande facilité, et se combinent alors aux acides pour donner des sels analogues à ceux dont nous avons parlé au sujet du thorium et du cérium.

De cette observation résulte une conclusion importante : pour pouvoir effectuer une séparation quantitative de deux terres rares, il faut, si elles se trouvent partiellement à l'état d'oxyde complexe polymérisé, commencer par détruire la polymérisation.

La connaissance de tous ces faits a permis à MM. Wyruboff et Verneuil de préparer du cérium très pur et d'en déterminer de nouveau le poids atomique, qui est très voisin de 92,7.

Tels sont, en résumé, les résultats que MM. Wyruboff et Verneuil ont obtenus après plusieurs années de patientes recherches; ils ont dédaigné les vagues fractionnements et les études spectroscopiques des chercheurs d'éléments; ils ont dirigé leur travail vers la Chimie pure, et les faits importants qu'ils mettent en lumière montrent qu'ils ont choisi la meilleure voie.

Marcel Guichard.

§ 3. — Métallurgie

L'Industrie de l'Artillerie à l'Étranger : Établissements Vickers à Sheffield, Erith et Barrow-in-Furness.

— L'étude des établissements Vickers, indépendamment de l'intérêt propre que présente le puissant outillage de cette maison, est particulièrement instructive au point de vue des ressources que peut y trouver l'Amirauté anglaise, tant comme constructions de navires que comme armements : elle l'est surtout si l'on remarque que c'est par suite des encouragements et des commandes de l'État que s'est créé l'ensemble des ateliers d'artillerie qui construisent aujourd'hui, avec toutes les ressources de l'outillage le plus moderne, les bouches à feu les plus puissantes peut-être de toutes les bouches placées sur les navires de guerre.

Fondés à la fin du siècle dernier, les établissements Vickers se sont peu à peu développés à Sheffield, et consistaient principalement en aciéries. Leur capital, en 1867, était de 155.000 livres sterling, soit 3.900.000 fr.

Depuis 1888, ils ont pris une extension très considérable, puisque le capital est aujourd'hui de 2.500.000 livres ou 63 millions de francs. Cette extension est due, pour une notable partie, aux encouragements du Gouvernement anglais. A cette époque, en effet, l'Amirauté se préoccupait d'augmenter les ressources du pays sous le

¹ Voyez à ce sujet dans la *Revue* du 15 février 1897, du 15 mars 1897, du 15 novembre 1897, les articles relatifs à l'industrie de l'artillerie aux États-Unis, en Angleterre et en Allemagne (Usines Krupp à Essen, Armstrong à Elswick; Bethlehem et Milvale, aux États-Unis).

rapport de la construction des canons, car à cette date trois établissements seulement, privés ou royaux, étaient en mesure de fabriquer des bouches à feu de gros calibre. Aussi crut-on devoir confier à la maison Vickers une commande d'environ 5 millions avec promesse d'autres plus importantes si l'on créait l'outillage nécessaire. C'est ce qui fut exécuté, comme nous le dirons en détail plus loin, en profitant de tous les progrès de la Métallurgie et de la Mécanique modernes, et sans être, comme tant d'usines officielles ou privées, encombré d'une série de machines motrices ou d'outils de types anciens, que l'on hésite à écarter des ateliers, où leur fonctionnement pénible et leur lenteur reviennent souvent plus cher que ne le ferait leur mise de côté.

Dans le même ordre d'idées et en raison du grand développement que prit la flotte de guerre anglaise, la maison Vickers fut encouragée à s'outiller pour la fabrication des plaques de blindage, où elle se plaça rapidement au premier rang.

La conséquence naturelle de ces progrès était la mise en marche d'un chantier pour la construction des navires devant recevoir les blindages et les canons avec toutes leurs machines. C'est pour ce motif qu'il y a deux ans les Vickers achetèrent les chantiers bien connus de Barrow-in-Furness. Enfin, de même que la maison Armstrong avait fusionné avec l'usine Whitworth à Openshaw, près Manchester, la maison de Sheffield s'annexa les établissements d'artillerie Maxim, avec leurs usines d'Erith, de Birmingham, etc.

C'est ainsi que se trouvent aujourd'hui constituées en Angleterre, grâce aux encouragements du Gouvernement, deux maisons d'une puissance hors de pair, travaillant en temps normal pour l'Etat comme pour l'Etranger et susceptibles, en temps de crise, de lui prêter pour ses armements un concours bien supérieur à celui que l'industrie française pourrait offrir au pays.

1. *Usine de Sheffield.* — L'usine de Sheffield occupe une situation très avantageuse, le long de la ligne principale du Midland Railway, à l'est de la ville d'une part, et s'étendant, d'autre part, jusqu'à la River Don, cours d'eau qui n'est pas navigable, mais utilisé comme source d'alimentation d'eau de l'usine. Les huit hectares situés sur le bord de la rivière sont occupés par les ateliers les plus récents, plus particulièrement affectés au travail des plaques de blindage et des canons. Les dix hectares voisins de la ligne de chemin de fer comportent plus spécialement les aciéries, fonderies, ateliers de laminoirs à bandages, de matériel de chemin de fer et de machines à vapeur. Le développement des voies ferrées intérieures est de 8 kilomètres à voie normale, desservies par cinq locomotives-tenders et huit grues-locomotives dont la puissance de soulèvement atteint dix tonnes. Signalons encore quarante-neuf ponts roulants d'une puissance allant de 50 quintaux jusqu'à 150 tonnes, et cinquante-neuf grues à volée d'une puissance de 20 quintaux à 25 tonnes. Plusieurs de ces appareils sont mus hydrauliquement : la pression, de 7 kilos par centimètre carré, provient d'un réservoir situé à un niveau de 73 mètres sur une colline voisine, et alimenté par le jeu de deux pompes puisant dans la rivière Don. Cinquante chaudières sont disséminées un peu partout pour le service des machines à vapeur. Enfin, l'installation électrique consiste en quatre dynamos en dérivation, accouplées directement à quatre machines compound avec cylindres de 305 et 508 millimètres de diamètre sur 254 millimètres de course. Ces dynamos débitent chacune 735 ampères, soit 2.940 au total, sous 245 volts. L'éclairage électrique est indépendant de ces appareils.

L'aciérie comporte 3 fours Vickers de 25 tonnes et 8 de 15 tonnes, type Martin, mais à voûte à peine surbaissée et à chambres à gaz et à air complètement séparées. Trente-six gazogènes alimentent ces 11 fours. Certains moules peuvent recevoir jusqu'à des lingots de 60 tonnes : aussi un pont roulant électrique de 100 tonnes et un autre de 50 tonnes sont-ils en service à l'aciérie. A côté de ces fours Vickers, 4 fours chauffés

au gaz peuvent recevoir chacun 16 creusets, contenant chacun environ 27 kilos de métal.

Dans l'atelier des arbres de machines, signalons un tour travaillant sur 1.752 millimètres de rayon et d'une longueur de banc de 20 mètres, et une presse hydraulique d'un cylindre de 685 millimètres travaillant à la pression de 400 kilos par centimètre carré.

Les *plaques de blindage* constituent l'une des plus importantes productions de l'usine Vickers, et nous en parlerons avec quelque détail : cette fabrication, aussi importante pour l'Angleterre que celle de l'artillerie qui arme ses navires, a, comme nous le disions plus haut, été encouragée par le Gouvernement britannique. Aussi vit-on se succéder à Sheffield, avec des perfectionnements journaliers, les plaques en acier doux d'abord, puis les plaques en nickel acier, ensuite les plaques en acier avec ou sans nickel, à face antérieure durcie par le procédé Harvey, ou par le procédé récemment imaginé par Krupp. Ainsi trouvons-nous organisée toute une puissante installation. Des lingots du poids de 70 tonnes sont soulevés par des grues de 150 tonnes et placés sous une presse hydraulique qui exerce une force de 8.000 tonnes et les amène ainsi à l'épaisseur requise. Cette presse est un outil formidable pesant en tout 783 tonnes. Elle consiste en deux cylindres hydrauliques de 1 mètre de diamètre avec course de 3 mètres. Ces cylindres peuvent travailler à la pression de 480 kilos par centimètre carré, et marchent d'ordinaire à 400 kilos : les ponts roulants auxiliaires ont une force de levage de 150 tonnes. Enfin, le grand laminoir à plaques est également exceptionnel. C'est un appareil à deux cylindres, ayant 944 millimètres de diamètre et 3^m,657 de longueur, en acier forgé spécial. La vis qui sert à abaisser le cylindre supérieur a 254 millimètres de diamètre, et est actionnée par une machine séparée. Deux cylindres hydrauliques, l'un de 610 et l'autre de 812 millimètres de diamètre, sont nécessaires pour relever ce cylindre qui pèse 20 tonnes, et les rouleaux d'avancement s'étendent jusqu'à 13 mètres en avant. Avec un tel instrument, les plaques sont, dans certains cas, réduites, en une seule chaude, de 736 à 152 millimètres d'épaisseur. La presse et le laminoir peuvent travailler quatre grosses plaques par jour.

Nous n'avons pas à entrer ici dans le détail du procédé Harvey : nous indiquerons seulement que les fours où s'effectue la carburation spéciale de la face antérieure de chaque plaque, opération dont la durée est de quinze jours, et qui reçoivent chacun deux plaques à la fois, sont assez nombreux pour que deux plaques passent chaque jour à la fabrication. Les presses à cintrer et autres machines-outils sont naturellement en rapport comme nombre et comme puissance avec le débit des ateliers de cémentation.

Passons maintenant à la partie la plus intéressante, à nos yeux, de l'usine de Sheffield, c'est-à-dire aux ateliers d'Artillerie.

Quand, au reçu d'une commande de canons de gros calibre d'environ 5 millions; faite par l'Etat, la maison Vickers s'outilla pour la fabrication des bouches à feu, elle eut la bonne fortune que cette organisation coïncidât avec l'adoption par les autorités anglaises d'un nouveau mode de construction des canons. Quelques détails sont ici nécessaires.

On sait que, pour résister aux énormes pressions exercées par les gaz de la poudre, les canons actuels ne peuvent pas être composés d'un tube unique, mais que ce tube doit être renforcé extérieurement, ce qui se fait d'ordinaire à l'aide d'anneaux d'acier dits *frettes*, qui l'enserrent et s'associent ainsi à sa résistance. Ces frettes s'associent également, mais d'une manière plus irrégulière et plus délicate à réaliser, à la résistance au décalassement ou projection en arrière du mécanisme de fermeture. En ce qui concerne la résistance le long du tube, dont nous parlions en premier lieu, on est souvent conduit à renforcer le premier rang de frettes par un second, parfois par un troisième, et l'on peut démontrer que, pour une même épaisseur de métal,

la résistance croît avec le nombre de frettes convenablement disposées.

Il y a quelque trente ans, Schultz en France et Longridge en Angleterre proposèrent de séparer les organes destinés à renforcer les résistances dans le sens transversal et longitudinal, et, en ce qui concernait la résistance dans le sens transversal, de l'assurer en multipliant pour ainsi dire indéfiniment le nombre des frettes, en enroulant autour du tube primitif de nombreuses spires de fil d'acier dont chaque couche servait ainsi de frette à la précédente.

En France, l'expérience échoua du fait d'une mauvaise organisation de la résistance longitudinale, et l'étude fut abandonnée. En Angleterre, de nombreux essais amenèrent l'artillerie anglaise à adopter ce mode de construction pour une série de raisons qu'il est intéressant de reproduire, et qu'elle formulait en ces termes :

« La pureté absolue du métal employé à renforcer le tube est réalisée avec les fils, tandis qu'il n'y a ni épreuve de recette, ni soin de fabrication susceptible de donner une telle garantie pour des frettes en acier forgé. La mise en place des fils peut être réglée avec la plus grande précision, tandis qu'avec les frettes en acier le résultat n'est pas aussi assuré, et que leur serrage à la pose présente de grandes difficultés, surtout si elles sont longues. S'il y a dans une frette une crique, apparente ou cachée, il y a fort à craindre qu'elle ne se propage jusqu'à la rupture, tandis qu'avec les fils, s'il se produit une rupture dans un ruban, les rubans voisins sont indemnes.

« L'acier sous forme de rubans possède une force de tension double de celle des frettes ou des tubes, ce qui augmente les garanties de sécurité, ce qui autorise, en outre, des pressions et, par suite, des charges de poudre plus fortes, et permet d'obtenir des effets plus puissants. Enfin, en ce qui concerne la construction d'un canon à fils, la dépense d'installation est minime, car il y a toujours des tracés et gabarits spéciaux à établir pour chaque frette, de nombreuses passes d'outils à effectuer pour la mise à la cote avec une précision minutieuse, tandis que l'enroulement du fil s'opère simplement et avec une régularité automatique. »

De tous ces avantages, et du dernier en particulier, la maison Vickers s'est trouvée naturellement amenée à profiter dès le début de son organisation. Inutile d'ajouter que les organes les plus puissants sont réunis dans les ateliers : tels une presse hydraulique de 2.500 tonnes, des foreuses montées sur banc de 33 mètres de long, des appareils tendeurs spéciaux pour l'enroulement des fils, un puits pour la tremp, renfermant 63 hectolitres d'huile, une bigue de cent tonnes pour la manutention des gros canons, etc.

C'est avec de tels moyens que l'on construit à Sheffield les pièces de tous calibres de la flotte anglaise, et principalement ce gros canon de 12 pouces (305 millimètres), le plus puissant de tous ceux qui existent actuellement. Ce canon, du poids de 51 tonnes, lance un projectile de 385 kilos animé d'une vitesse de 840 mètres. C'est grâce au frettage en fils d'acier que ce formidable résultat a pu être réalisé dans des conditions de poids aussi modérées en l'espèce.

2. *Ateliers d'Erith et succursales.* — En outre de ses ateliers de Sheffield, la maison Vickers possède aujourd'hui les ateliers d'Erith pour la fabrication de mitrailleurs et canons automatiques Maxim, avec une succursale à Crayford, une manufacture à Birmingham pour la fabrication des étuis de cartouches, des poudrières ; une usine à Dartford pour la confection des munitions, une fonderie à North-Kent pour les projectiles ; et des polygones d'expériences à Swanley et à Eynsford.

3. *Chantiers de Barrow-in-Furness.* — De même que les maisons Armstrong et Krupp, la maison Vickers construit les bâtiments de guerre qu'elle arme de ses produits, et de nombreux bâtiments de commerce.

Ce travail s'exécute à Barrow, dans les anciens chantiers de la *Naval Construction and Armaments Company*. Là s'établissent les machines marines ou les allûts et tourelles de tous modèles ; là vient de se construire et de s'armer entièrement le redoutable cuirassé *Vengeance*, d'un déplacement de 13.000 tonnes et d'une vitesse de 18 nœuds. Ce bâtiment porte 4 des puissants canons de 12 pouces dont nous avons parlé plus haut, 12 canons de 152 millimètres à tir rapide, 12 canons de 12 livres et 6 de 3 livres. Citons encore les grands croiseurs *King-Alfred*, *Hogue*, *Euryalus* et *Powerful*, ce dernier exécuté en vingt-neuf mois, pour ne parler que des principaux, — un grand cuirassé pour le Japon, plus puissant encore que la *Vengeance*, et nombre de bâtiments de guerre de moindre importance. Quant aux navires de commerce, la production, en 1898, fut de 10 grands paquebots d'un tonnage total de 35.000 tonnes, et d'une valeur approximative de 22 millions, sans parler des bâtiments de moindre importance.

4. *Succursales à l'Etranger.* — Enfin, de même que la maison Armstrong a dû s'établir en Italie, la maison Vickers a dû créer à Plasencia, en Espagne, et à Stockholm, en Suède, des ateliers pour la fabrication des canons destinés à l'Espagne et à la Suède, et dont ces puissances exigeaient l'exécution sur leur territoire.

On voit, par ce rapide exposé, combien puissante est cette maison qui, en dix ans, s'est placée au premier rang parmi les constructeurs de bâtiments de guerre et de matériel d'artillerie, rivale de Krupp et d'Armstrong. Ne convient-il pas, à ce propos, sans vouloir diminuer la valeur des administrateurs de la maison Vickers, de rendre hommage à la prévoyance du Gouvernement anglais, qui a su, par ses encouragements et ses commandes, favoriser la création de chantiers si puissants, et susceptibles, en paix comme en guerre, d'un concours si efficace à la grandeur maritime et militaire de la Grande Bretagne? L^t-Colonel XXX.

§ 4. — Sciences médicales

Congrès international de Médecine. — A l'occasion de l'Exposition de 1900, se tiendra à Paris le XIII^e Congrès international de Médecine, qui s'ouvrira le 2 août et sera clos le 9 du même mois. Il sera présidé par M. Lannelongue, membre de l'Institut.

Les sections du Congrès sont les suivantes :

1^o *Sciences biologiques.* a) Anatomie descriptive et comparée ; b) Histologie, Embryologie et Tératologie ; c) Physiologie, Physique et Chimie biologiques.

2^o *Sciences médicales.* a) Pathologie générale et Pathologie expérimentale ; b) Bactériologie et Parasitologie ; c) Anatomie pathologique ; d) Pathologie interne ; e) Hygiène et Pathologie médicale de l'enfance ; f) Thérapeutique et Pharmacologie ; g) Neurologie ; h) Psychiatrie ; i) Dermatologie et Syphiligraphie.

3^o *Sciences chirurgicales.* a) Chirurgie générale ; b) Chirurgie de l'enfance ; c) Chirurgie urinaire ; d) Ophtalmologie ; e) Laryngologie, Rhinologie ; f) Otologie ; g) Stomatologie.

4^o *Obstétrique et Gynécologie.* a) Obstétrique ; b) Gynécologie.

5^o *Médecine publique.* a) Médecine légale ; b) Médecine et chirurgie militaires ; Médecine navale ; Médecine coloniale.

Un certain nombre de questions d'un intérêt général ont déjà été choisies par les Comités des différentes sections pour faire l'objet de Rapports.

Peuvent faire partir du Congrès : 1^o tous les docteurs en médecine qui en feront la demande ; 2^o les savants qui seront présentés par le Comité exécutif français ou par les Comités nationaux étrangers. La cotisation est de 25 francs. Elle donne droit à un résumé de tous les travaux du Congrès et aux travaux imprimés de la section dont le membre fait partie.

Pour tous les renseignements, on peut s'adresser au Secrétaire général du Congrès, M. Chauffard, 21, rue Saint-Guillaume, Paris.

LES TRAVAUX RÉCENTS

SUR LA SÉCRÉTION DU SUC GASTRIQUE ET DU SUC PANCRÉATIQUE

Parmi les sucs déversés dans la cavité du tube digestif, les uns jouent un rôle important, essentiel : ce sont le suc gastrique et le suc pancréatique; le suc gastrique, capable, par sa pepsine, de peptoniser les substances protéiques, et, par sa présure, de caséifier le lait; le suc pancréatique, capable, par sa trypsine, de peptoniser les substances protéiques, par son amylopsine de saccharifier les amidons, et par sa stéapsine de saponifier les matières grasses et d'en favoriser l'absorption. Les autres sucs jouent un rôle effacé, accessoire : ce sont la salive, la bile et le suc intestinal; la salive, capable de saccharifier dans certaines conditions des traces d'amidon cuit, mais insuffisante pour saccharifier la totalité de l'amidon absorbé; la bile, capable d'aider à l'absorption des graisses, mais incapable de provoquer aucune modification chimique des aliments; le suc intestinal, enfin, capable d'intervertir la saccharose, mais dépourvu de toute autre action.

Pour bien saisir le mécanisme de la digestion normale, il convient donc, avant tout, de s'attacher à connaître les conditions de la production des sucs gastrique et pancréatique. Or, si nous ouvrons un traité classique de Physiologie quelconque, nous y trouvons bien d'abondants renseignements sur la sécrétion salivaire et sur la sécrétion biliaire, mais nous ne trouvons, au sujet des sécrétions gastrique et pancréatique, que des renseignements vagues et souvent contradictoires.

La sécrétion du suc gastrique est intermittente, au moins chez l'homme et chez le chien : elle se produit au moment du repas et pendant toute la durée du séjour des aliments dans l'estomac; elle cesse lorsque l'estomac a évacué son contenu dans le duodénum. On admet, dans les ouvrages classiques, que cette sécrétion peut se produire sous deux influences : l'action mécanique exercée par les aliments sur la paroi gastrique, et l'action chimique exercée sur les glandes gastriques par les produits de transformation peptique. Mais les physiologistes ne sont plus d'accord sur tous les autres points concernant la sécrétion gastrique : les uns ont observé une sécrétion provoquée par la vue des mets, les autres ne l'ont point observée; — les uns attribuent un rôle sécrétoire aux filets gastriques du nerf pneumogastrique et du grand splanchnique; les autres leur refusent ce rôle, etc.

La sécrétion du suc pancréatique est également intermittente chez le chien, et personne ne conteste

qu'elle apparait au moment du repas pour se maintenir pendant plusieurs heures (14 à 16 heures) et disparaître pendant le jeûne. Mais la question de la cause immédiate de la sécrétion pancréatique n'est même pas posée dans les traités classiques de Physiologie; le rôle du système nerveux dans la sécrétion est présenté de la façon la plus vague et la plus incertaine.

Ce n'est donc pas se montrer trop sévère que d'affirmer qu'on ignore à peu près tout des phénomènes essentiels de la digestion, si l'on se borne à consulter les traités classiques.

Depuis une dizaine d'années, cependant, de très remarquables travaux ont été faits sur la sécrétion des sucs gastrique et pancréatique. au laboratoire de Physiologie de l'Institut impérial de Médecine expérimentale de Saint-Petersbourg, sous la direction du professeur Pawlow. Ces travaux éclairent d'une vive lumière le mécanisme des deux grandes sécrétions digestives; ils sont parmi les plus importants qu'on ait publiés sur la physiologie de la sécrétion : ils devraient être classiques depuis le jour de leur publication. Nous nous proposons d'en donner, dans les lignes qui vont suivre, un aperçu rapide¹.

I

Nous avons dit qu'au moment du repas il se produit une sécrétion gastrique; que, pendant le jeûne, il ne s'en produit généralement point. Supposons un homme à jeun depuis 12 à 15 heures; faisons-lui boire un verre d'eau et retirons ce liquide, sans tarder, avec une sonde-gastrique: le liquide recueilli tient en suspension des flocons muqueux; il est quelquefois très légèrement coloré en vert par une petite quantité de bile, mais sa réaction est neutre ou très faiblement acide; sa quantité ne dépasse point celle de l'eau ingérée. Supposons que ce même sujet fasse un repas simple, absorbe, par exemple, un peu de pain blanc et une tasse de thé très léger; attendons 20 à 30 minutes et retirons par la sonde le contenu gastrique; nous constatons que ce liquide est fortement acide: il fait passer au rouge pelure d'oignon, de la façon la plus nette, le papier de tournesol; son acidité évaluée en acide chlorhydrique est supérieure à un millième. — Le liquide extrait de l'estomac à jeun,

¹ Nous avons relégué à la fin de cet article la bibliographie du sujet traité.

versé dans un tube sur des flocons de fibrine, est incapable de les dissoudre en les peptonisant, ou ne les transforme que très lentement; le liquide extrait de l'estomac en digestion est capable, *in vitro*, de peptoniser rapidement la fibrine. Ces faits s'interprètent de la façon suivante: l'estomac à jeun ne contient point de suc gastrique: il renferme quelques flocons muqueux appartenant à la salive déglutie, mélangés à des traces de bile provenant du duodénum; — l'estomac en digestion contient du suc gastrique caractérisé par sa réaction acide et par son pouvoir peptonisant.

La même constatation peut se faire chez le chien dans des conditions plus démonstratives encore. Supposons qu'on ait pratiqué chez un chien l'opération de la fistule gastrique (c'est-à-dire qu'après avoir fait une incision à la paroi abdominale et une incision à la paroi gastrique, on ait suturé les lèvres de la première aux lèvres de la seconde, de façon à établir une communication directe entre la cavité de l'estomac et l'extérieur) et qu'on ait muni cette fistule d'une canule obturatrice appropriée. L'animal étant à jeun depuis 24 heures, par exemple, on ne recueille, en ouvrant la canule, qu'une petite quantité d'un liquide muqueux, généralement alcalin et dépourvu totalement ou presque totalement de pouvoir digestif. Si l'animal a pris un repas et si, 20 minutes plus tard, on ouvre la canule, il s'écoule un liquide fortement acide, doué d'un pouvoir digestif considérable.

Nous sommes ainsi conduits à rechercher dans les phénomènes du repas la cause ou tout au moins l'une des causes de la sécrétion du suc gastrique. Au moment du repas il se produit des phénomènes sensitifs: la vue, l'odeur, le goût des mets provoquent-ils la sécrétion gastrique? Ou bien faut-il chercher la cause de cette sécrétion dans les phénomènes de mastication et d'insalivation, ou dans les phénomènes de déglutition? Les premières voies digestives ne sont-elles pas en cause, et faut-il que les aliments arrivent dans l'estomac pour provoquer l'activité de ses glandes?

Pour répondre à ces questions, Pawlow et ses élèves combinent l'œsophagotomie à la fistule gastrique. Après avoir pratiqué chez un chien une fistule gastrique et attendu que les plaies soient parfaitement cicatrisées, ils sectionnent l'œsophage au milieu du cou et suturent isolément chacun des bouts œsophagiens aux lèvres de la plaie cutanée, de façon que toute substance introduite dans la bouche et déglutie s'échappe au dehors par l'orifice du bout supérieur de l'œsophage sectionné. Un animal ainsi opéré pourra être maintenu en parfait état de santé pourvu qu'on prenne soin d'introduire ses aliments dans son estomac, soit par l'orifice de la fistule gastrique, soit par l'orifice cutané du

bout inférieur de l'œsophage sectionné, au moyen d'une sonde gastrique. L'animal étant à jeun, on constate, en ouvrant la canule gastrique, que l'estomac est vide et que les traces de liquide qui humectent ses parois ne sont pas acides. On présente alors à l'animal de la viande: il la saisit avidement et la déglutit; mais cette viande tombe par la plaie œsophagienne en même temps que la salive, et rien ne pénètre dans l'estomac, c'est un *repas fictif*. On voit alors s'écouler par l'orifice de la fistule gastrique, en grande abondance, un liquide présentant une forte acidité et doué d'un pouvoir digestif considérable. Cette sécrétion ne se produit pas immédiatement; elle n'apparaît chez le chien que six à sept minutes après le commencement du repas; et elle persiste, lorsque le repas est fini, avec les mêmes caractères pendant deux heures, deux heures et demie et quelquefois plus; après s'être maintenue constante comme qualité et quantité pendant la plus grande partie de sa durée, elle diminue insensiblement jusqu'à disparaître. Lorsque cette sécrétion cesse de se produire, on peut la faire réapparaître avec tous ses caractères par un nouveau repas fictif. Lorsqu'elle est en décroissance, on peut la faire augmenter considérablement par le repas fictif.

Voici un exemple: le chien reçoit de la viande pendant cinq minutes; pendant toute la durée du repas fictif, il n'y a point de sécrétion gastrique; le suc gastrique apparaît six minutes après le commencement du repas: pendant la première demi-heure il s'écoule 53 centimètres cubes de liquide; pendant la seconde demi-heure, 37 centimètres cubes; pendant la seconde heure, 25 centimètres cubes; la sécrétion cesse après deux heures et demie. On donne alors à l'animal un second repas fictif qui dure cinq minutes; la sécrétion réapparaît quatre minutes après le commencement du repas, et, pendant les six premières minutes, elle donne 20 centimètres cubes. L'acidité du liquide oscille entre 4,4‰ et 5,4‰ évaluée en acide chlorhydrique.

Ces faits vérifiés, cent fois, établissent sans contestation possible que le passage des aliments dans les premières voies digestives provoque une sécrétion gastrique abondante, active et durable. Nous disons: le *passage* des aliments dans les premières voies digestives, et par là nous éliminons l'influence possible exercée par la vue et l'odeur de la viande. On a constaté en effet, sur des animaux porteurs d'une fistule gastrique et d'une fistule œsophagienne, que la vue et l'odeur de la viande peuvent bien provoquer, chez certains chiens, mais non pas chez tous, l'apparition de quelques gouttes de suc gastrique, mais jamais un écoulement comparable à celui qui succède au repas fictif. Faut-il

rechercher l'origine de la sécrétion gastrique dans les phénomènes de mastication? Assurément non, car le chien affamé avale sa viande sans s'attarder à la mâcher. Il ne nous reste plus à choisir qu'entre les trois causes suivantes : la sensation gustative, l'action mécanique exercée sur les parois des voies digestives par les aliments, la déglutition.

Nous devons rejeter ces deux dernières causes, car il est possible de faire avaler au chien des substances incapables de provoquer, données en repas fictif, une sécrétion gastrique : tels sont, par exemple, des fragments de cire à cacheter, des éponges humides, des morceaux de viande enduits de moutarde ou fortement salés. Au contraire, les éponges imprégnées de jus de viande et les morceaux de viande provoquent une sécrétion abondante. Ces faits démontrent clairement que la sécrétion gastrique produite par le repas fictif a pour cause première la sensation gustative agréable éprouvée par l'animal, c'est-à-dire un phénomène psychique. C'est pour cette raison qu'on a appelé cette sécrétion la *sécrétion psychique*.

II

Ainsi, certaines impressions de la muqueuse gustative provoquent à distance un phénomène de sécrétion ; nous connaissons les voies centripètes du réflexe : ce sont les filets des nerfs de la gustation. Il est possible de démontrer que les voies centrifuges sont contenues dans les nerfs pneumogastriques.

L'estomac reçoit ses nerfs de deux sources : d'une source cérébro-spinale par l'intermédiaire du nerf pneumogastrique, et d'une source sympathique par l'intermédiaire du nerf grand splanchnique. Si, après avoir fait à un chien la fistule gastrique, puis l'œsophagotomie, puis la section des nerfs grands splanchniques, on fait l'épreuve du repas fictif, on constate la production normale de la sécrétion psychique : les nerfs grands splanchniques ne sont donc pas la voie centrifuge du réflexe. Nous sommes ainsi conduits à admettre que ce sont les pneumogastriques. Mais la démonstration positive du rôle des pneumogastriques dans la sécrétion gastrique est assez délicate : Si l'on sectionne les pneumogastriques au cou, on modifie profondément les grandes fonctions de circulation et de respiration en agissant sur le cœur et sur les poumons, et l'on peut supposer que des modifications sécrétoires consécutives à cette opération ne seraient que l'indice d'un trouble profond de toute l'économie.

Si l'on sectionne les pneumogastriques au-dessous du diaphragme, on fait une opération insuffisante, car déjà à ce niveau plusieurs rameaux gastriques

du pneumogastrique se sont détachés du tronc et ne sont pas compris dans la section ; de sorte que la conservation des phénomènes sécrétoires après cette section ne prouverait nullement que les pneumogastriques ne contiennent pas des fibres sécrétoires destinées à l'estomac. Reste la section intrathoracique pratiquée au-dessous de l'émergence des filets cardiaques ; mais, c'est une opération difficile, et, si l'on veut faire la section des deux nerfs, c'est une opération grave, capable par sa gravité de déterminer des perturbations profondes de l'organisme.

Pawlow et ses élèves sont parvenus à vaincre toutes les difficultés et à démontrer avec la dernière évidence le rôle sécrétoire du nerf pneumogastrique. Ils pratiquent l'opération de la fistule gastrique chez le chien ; puis, quelques semaines plus tard, l'œsophagotomie ; puis, la section intrathoracique de l'un des pneumogastriques, au-dessous de l'émergence des rameaux cardiaques, et enfin, lorsque l'animal est parfaitement remis de cette dernière opération, ils préparent, au niveau du cou, le second pneumogastrique : sans le sectionner, ils passent un fil sous le nerf de façon à pouvoir, quand il en sera besoin, l'attirer entre les bords de la plaie cutanée. Deux jours après cette préparation, l'animal étant à jeun, on lui donne le repas fictif : on constate, en ouvrant la fistule gastrique, que la sécrétion s'établit normalement avec un retard de cinq à six minutes, et avec tous les caractères ordinaires. On attire alors le pneumogastrique à la peau, et on le sectionne. On constate un arrêt *immédiat* de la sécrétion gastrique. Cette expérience démontre que, dans la sécrétion dite psychique, la voie centrifuge du réflexe est le nerf pneumogastrique.

Supposons qu'un chien ait été préparé comme celui qui a servi à l'expérience que nous venons de décrire, et que, l'animal étant à jeun, le pneumogastrique attiré entre les bords de la plaie cutanée soit lié et sectionné au-dessus de la ligature. Excitons maintenant, au moyen de secousses d'induction se produisant de seconde en seconde, le bout inférieur du nerf pneumogastrique ; nous constatons qu'une sécrétion se produit dans l'estomac lorsque l'excitation dure depuis cinq à six minutes. Cette sécrétion cesse de se produire quand on suspend l'excitation du nerf ; elle réapparaît sous l'influence d'une nouvelle excitation. Cette expérience, qui est la contre-partie de la précédente, conduit à la même conclusion.

Ce rôle particulier du pneumogastrique dans le phénomène de la sécrétion psychique de l'estomac nous permet de comprendre pourquoi cette sécrétion n'avait pas été vue par Heidenhain dans ses mémorables expériences sur la sécrétion du cul-de-

sac gastrique isolé. On sait que, pour étudier la sécrétion spéciale du grand cul-de-sac de l'estomac, Heidenhain pratiquait l'opération suivante : Respectant les vaisseaux qui courent le long de la grande courbure de l'estomac, il sectionnait ce viscère suivant *ba* et *ca* (fig. 1); puis, en suturant la lèvre $\alpha\beta$ à la lèvre $\alpha\gamma$, il rétablissait l'estomac clos de

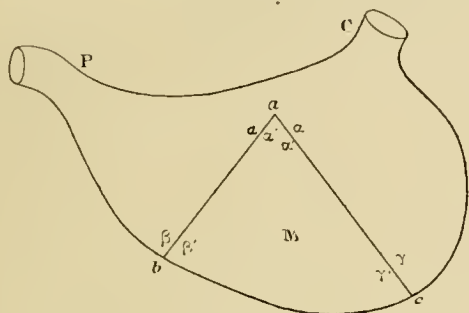


Fig. 1. — Opération de Heidenhain pour l'étude de la sécrétion du grand cul-de-sac de l'estomac. — C, cardia; P, pylore; *ab* et *ac*, sections; M, fragment à isoler.

toutes parts. Le fragment séparé M était suturé suivant $\alpha\beta'$ et suivant $\alpha\gamma'$, de façon à constituer une poche close de toutes parts : on conservait seulement un petit orifice dont on abouchait les bords à la plaie cutanée opératoire. Lorsque des animaux ainsi préparés prenaient un repas, la sécrétion n'apparaissait dans le cul-de-sac isolé que quinze minutes, souvent même trente minutes et plus après le commencement du repas; ce n'était pas notre sécrétion psychique.

La figure 2 indique la direction des fibres du nerf pneumogastrique dans l'estomac. Il est de toute évidence que ces filets étaient sectionnés dans la préparation d'Heidenhain et que le cul-de-sac isolé était complètement dépourvu de son innervation pneumogastrique.

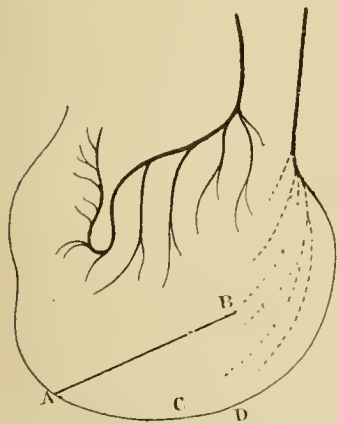


Fig. 2. — Distribution du nerf pneumogastrique dans l'estomac, d'après P. Khigine.

Mais, si l'on pratique la préparation du cul-de-sac isolé suivant le procédé de Pawlow et Khigine, on peut conserver à ce cul-de-sac son innervation normale. On fait, à cet effet, une incision *AB* (fig. 2) intéressant les trois couches séreuse, musculuse et muqueuse de l'estomac, la face antérieure et la face postérieure du viscère. On obtient ainsi un lambeau en continuité par sa base avec le reste de

l'estomac, et recevant par cette base *BD* ses filets pneumogastriques. On sectionne alors au niveau de cette base la muqueuse — mais la muqueuse seule; puis on ferme par des sutures serrées l'estomac pour en faire une cavité réduite, et le lambeau pour en faire un tube, ainsi que cela est indiqué dans la fig. 3. Les deux cavités *V* et *S* de l'estomac et du cul-de-sac sont séparées l'une de l'autre par leurs muqueuses suturées isolément; mais elles ont un revêtement musculuse et séreux continu par la base du lambeau, qui n'a point été sectionné.

Si l'on observe la sécrétion du cul-de-sac *S* sur un animal ainsi préparé, on voit apparaître le suc gastrique cinq à six minutes après le commencement du repas, que ce repas soit un repas réel ou un repas fictif. La section des filets du pneumogastrique dans l'opération d'Heidenhain, leur

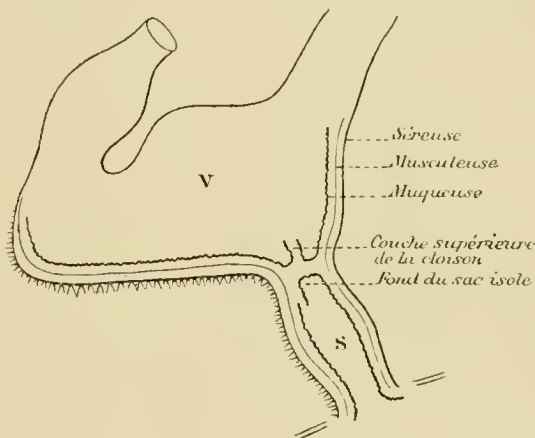


Fig. 3. — Schéma de l'opération de Pawlow-Khigine. — V, estomac; S, le sac isolé, d'après Khigine.

conservation dans l'opération de Pawlow-Khigine, telles sont les conditions de l'absence de sécrétion psychique dans le premier cas et de l'apparition de cette sécrétion dans le second.

Nous avons dit que la sécrétion psychique persiste pendant plus de deux heures, alors même que le repas fictif n'a duré que quelques minutes; nous sommes en présence d'un phénomène qui dure infiniment plus que la cause qui l'a provoqué. Cette longue persistance peut être due, soit à une propriété des glandes gastriques, soit à une propriété de l'appareil nerveux qui en provoque l'activité. Nous avons vu la sécrétion psychique s'arrêter dès que nous avons sectionné les pneumogastriques; c'est donc que notre première hypothèse n'est pas admissible. L'appareil excito-sécrétoire mis en activité par l'impression gustative continue à agir longtemps après la disparition de cette impression. Faut-il admettre que le souvenir de la sensation gustative persiste chez l'animal, et se peut substituer à la sensation proprement dite comme excitant de l'appareil nerveux? La régu-

larité du phénomène, chez un même animal, ou chez des sujets de même espèce, ne s'accorde guère avec une influence psychique continuée. D'ailleurs, s'il s'agissait d'un souvenir d'une sensation agréable, on pourrait espérer suspendre la sécrétion psychique en faisant souffrir l'animal; il n'en est rien : on peut pincer vigoureusement la patte du chien sans modifier sa sécrétion gastrique. Nous devons nous borner à constater cette longue durée de la sécrétion psychique; nous ne pouvons pas en présenter actuellement une explication.

III

La sécrétion psychique n'est pas la seule produite dans le cours d'une digestion gastrique. Supposons qu'on ait fait chez le chien l'opération de Pawlow-Khigine, et qu'on fasse absorber à l'animal un repas réel composé, par exemple, de viande, de pain et de lait. Nous voyons le cul-de-sac isolé entrer en activité cinq à six minutes après le commencement du repas, et continuer à sécréter pendant douze à seize heures, suivant l'abondance du repas. La sécrétion psychique ne dure généralement pas plus de deux heures et demie; c'est donc qu'une cause nouvelle a provoqué une sécrétion continue pendant ce long temps. Comme aucun phénomène ne se produit après le repas dans les premières voies digestives qui soit capable de déterminer la sécrétion gastrique, nous devons en chercher la cause dans l'estomac.

L'existence de cette sécrétion surajoutée à la sécrétion psychique peut encore être mise en évidence par d'autres expériences et observations. Imaginons un chien porteur du cul-de-sac isolé suivant la méthode d'Heidenhain : nous savons qu'il ne se produit point de sécrétion psychique dans ce cul de sac. Faisons prendre au chien un repas mixte composé de viande, de pain, de lait, nous voyons la sécrétion du cul-de-sac se produire assez tardivement, quinze à trente minutes après le repas, et durer de douze à quinze heures. C'est la sécrétion seconde pure, sans sécrétion psychique.

Si l'on prépare un chien suivant la méthode Pawlow-Khigine, et si on réalise la fistule de l'estomac, on peut, en introduisant de la viande directement dans l'estomac, provoquer la même sécrétion seconde pure, sans mélange de sécrétion psychique. On voit alors la sécrétion s'établir dans le cul-de-sac de quinze à trente minutes après l'introduction de la viande, et se prolonger pendant douze à quinze heures.

A priori, nous ne pouvons savoir quelle est la cause immédiate de cette sécrétion d'origine gas-

trique. Est-elle due à l'action mécanique exercée par les matières alimentaires sur les parois de l'estomac? Est-elle due à une excitation des cellules glandulaires par les substances alimentaires, directement, ou indirectement, et par l'intermédiaire du système nerveux? Est-elle due à une action exercée sur les glandes par des substances absorbées au niveau de l'estomac, et amenées par le sang au contact des cellules sécrétantes?

C'est une notion classique que les excitations mécaniques de la muqueuse gastrique en provoquent l'activité. Si, à travers l'orifice d'une fistule gastrique, on touche la surface de la muqueuse avec une baguette de verre, on voit cette muqueuse rougir aux points qui ont été touchés, et s'y couvrir d'une rosée, peu abondante d'ailleurs. Si l'on introduit par cette même fistule dans l'estomac de petits cailloux, du sable et autres matières non solubles et non absorbables, on peut les retirer, après quelque temps de séjour, humectés d'un liquide acide. Ces observations sont fort justes et chacun en peut vérifier l'exactitude; mais la quantité de suc gastrique produit ou plus exactement sécrété dans ces conditions est toujours extrêmement petite : ce sont quelques rares gouttelettes qui humectent la muqueuse à la suite de l'excitation mécanique; ce sont quelques centimètres cubes de liquide (et encore on n'a point éliminé la salive) qu'on trouve dans le sable introduit dans l'estomac. De sorte qu'on peut se demander s'il y a eu réellement sécrétion, ou simplement exsudation, sous l'influence d'une contraction de la tunique musculuse, des petites quantités de suc encore contenues dans les canaux glandulaires. Les élèves de Pawlow, reprenant l'étude de cette question, ont nettement établi qu'il n'y a point de sécrétion gastrique produite par excitation mécanique. Ils démontrent qu'à la suite de frottements, de pression, de distensions de la muqueuse, il ne s'écoule jamais de suc gastrique en quantité appréciable, et, en tous cas, comparable à celle qu'on peut recueillir dans la sécrétion seconde d'origine gastrique.

La sécrétion seconde est donc provoquée par les substances contenues dans l'estomac agissant chimiquement; et, pour cette raison, on peut, en l'opposant à la *sécrétion psychique*, l'appeler la *sécrétion chimique*. Toutes les substances qui entrent dans l'alimentation ne sont point également aptes à engendrer cette sécrétion chimique. Supposons que, chez un chien porteur d'une fistule gastrique et d'un cul-de-sac de Pawlow-Khigine, nous introduisions directement dans l'estomac diverses substances alimentaires (de façon à éviter toute sécrétion psychique), nous verrons tantôt une sécrétion apparaître dans le cul-de-sac, tantôt le cul-de-sac

rester absolument inactif, suivant la nature des substances introduites. Il y a sécrétion chimique à la suite d'introduction de lait dans l'estomac, mais surtout à la suite d'introduction de viande. La viande n'agit pas, d'ailleurs, par ses matières protéiques, mais par les substances extractives (sels, créatine, etc.) qu'elle contient, car l'extrait de viande provoque admirablement l'apparition de cette sécrétion chimique, tandis que la viande débarrassée, par épuisement prolongé, de ses substances extractives, se montre sans action. Le pain, l'amidon, les graisses ne provoquent point de sécrétion chimique.

Les substances actives agissent directement sur la muqueuse et non pas après avoir été absorbées et transportées par le sang au contact des cellules glandulaires; car, introduites dans le rectum ou dans l'intestin grêle, elles ne provoquent point de sécrétion gastrique, bien qu'elles soient absorbées dans ces viscères et entraînées par le sang circulant dans toute l'économie et notamment dans la muqueuse gastrique.

Les substances actives n'agissent pas directement sur les cellules sécrétantes: car, introduites dans l'estomac, elles provoquent la sécrétion des glandes du cul-de-sac de Heidenhain et de Pawlow-Khigine. Elles agissent par l'intermédiaire du système nerveux.

Les fibres nerveuses qui interviennent pour provoquer l'activité des glandes ne sont plus, comme pour la sécrétion psychique, des fibres du pneumogastrique, car la sécrétion chimique se produit après la section des pneumogastriques, car elle se produit dans le cul-de-sac de Heidenhain, dont les connexions avec les pneumogastriques ont été détruites.

IV

Nous avons dit que le pain, l'amidon, les graisses sont des substances incapables d'engendrer une sécrétion chimique, des substances inactives, serait-on tenté de dire. L'expression ne serait pas exacte, car ces substances modifient profondément les caractères d'une sécrétion existante. Supposons, par exemple, que sur un chien porteur d'une fistule gastrique, d'un cul-de-sac de Pawlow-Khigine, et œsophagotomisé, on ait provoqué une sécrétion psychique par un repas fictif; introduisons dans son estomac, par la fistule, du pain ou de l'amidon, nous constatons que le suc sécrété par le cul-de-sac augmente d'acidité et surtout de pouvoir digestif. Au lieu de pain, introduisons des matières grasses émulsionnées, le suc du cul-de-sac a un pouvoir digestif considérablement diminué.

Ces faits nous permettent de prévoir ce que sera comme qualité et quantité le suc gastrique produit

à la suite d'un repas déterminé, et quelles seront les conditions de sa production.

Supposons un animal prenant un repas de viande. Environ cinq à six minutes après le commencement du repas apparaît une sécrétion caractérisée par sa forte acidité et son pouvoir digestif élevé; c'est une sécrétion psychique pure, engendrée par un acte nerveux réflexe ayant comme point de départ la muqueuse gustative et comme voie de réflexion les filets pneumogastriques. De quinze à trente minutes après le commencement du repas, à cette sécrétion psychique s'ajoute une sécrétion chimique provoquée par l'action des substances extractives de la viande sur les terminaisons nerveuses intramuqueuses et transmises aux glandes par des rameaux sympathiques; cette sécrétion chimique est caractérisée par une acidité et un pouvoir digestif moindre que ceux de la sécrétion psychique. La sécrétion psychique a son maximum quantitatif vers la fin de la première heure; à ce moment la sécrétion chimique est bien établie; c'est donc à la fin de la première heure que se produit le maximum de la sécrétion; le maximum d'activité digestive correspondant à la sécrétion psychique seule se produira pendant la première demi-heure.

Supposons un repas de pain. Il se produit une sécrétion psychique, et point de sécrétion chimique. Nous savons, en outre, que l'amidon du pain modifie les caractères d'une sécrétion psychique. Donc, après le repas de pain, nous observerons une sécrétion se produisant après 3 à 6 minutes, augmentant progressivement d'activité digestive jusqu'à une valeur considérable, et se tarissant rapidement.

Supposons un repas de lait. Le lait ne provoque point de sécrétion psychique importante, mais seulement une sécrétion chimique. Par ses graisses émulsionnées, il agit sur les caractères de cette sécrétion, et diminue son pouvoir digestif. Donc, à la suite d'un repas de lait, la sécrétion apparaît tardivement, dure longtemps et est remarquable par la faiblesse de son pouvoir digestif.

Tous ces faits, qu'on pouvait prévoir, ont été vérifiés sur des chiens porteurs du cul-de-sac de Pawlow-Khigine.

Les notions que nous venons d'exposer nous permettraient également de prévoir les caractères de la sécrétion gastrique à la suite d'un repas quelconque. Elles nous montrent que la sécrétion gastrique est, pour ainsi dire, à chaque instant, adaptée à l'aliment.

V

L'étude de la sécrétion pancréatique a été faite, soit par la méthode des fistules temporaires,

soit par la méthode des fistules permanentes.

Si l'on introduit dans le canal pancréatique incisé une canule dont l'extrémité est maintenue hors de la plaie opératoire abdominale, on a réalisé l'opération de la fistule temporaire : temporaire, parce qu'au bout d'un temps généralement court (quelques jours), la canule tombe. Cette méthode présente deux graves inconvénients : elle ne permet pas de faire des expériences prolongées et comparatives sur un même animal ; elle ne permet d'observer la sécrétion pancréatique que pendant les jours qui suivent l'établissement de la fistule, c'est-à-dire à une époque où le mécanisme délicat de la sécrétion pancréatique est extrêmement troublé par le shock opératoire. Aussi a-t-on été conduit à substituer à ces fistules temporaires des fistules permanentes. Pour réaliser une fistule permanente, divers procédés ont été proposés. On peut, après avoir ouvert la cavité abdominale, faire une incision longitudinale sur le bord libre du duodénum, en face de l'orifice du canal pancréatique, et suturer les bords de cette incision aux lèvres de la plaie abdominale, de façon à établir une fistule duodéna-

le. Par cette fistule, on peut cathétériser le canal pancréatique sans difficulté. Mais cette opération a un grave inconvénient : il faut obturer, par une canule convenable, la fistule duodéna-

le, pour éviter l'évacuation des matières alimentaires ; et tous ceux qui ont pratiqué des fistules intestinales savent combien cette obturation est difficile à réaliser d'une façon satisfaisante.

Heidenhain a employé la méthode de résection du duodénum. Par deux incisions transversales, ce physiologiste isole un petit segment du duodénum AB (fig. 4) correspondant au canal pancréatique CP. Il rétablit la continuité du duodénum en suturant les deux bouts C et D ; puis il incise le segment intermédiaire suivant sa génératrice AB, l'étale suivant ABA'B' (fig. 5), et suture les bords de ce lambeau, aux bords de la plaie abdominale.

Pawlow emploie une méthode analogue : au lieu de séparer un segment duodéna-

le, il en enlève seulement un coin ; il pratique deux incisions intestinales suivant MR et NR (fig. 6), rétablit la continuité

intestinale en suturant RM à RN, et traite le lambeau détaché comme Heidenhain traitait le sien. La méthode de Pawlow n'a d'autre avantage sur celle d'Heidenhain que de réussir plus facilement. L'observation de chiens porteurs d'une fistule pancréatique permanente a confirmé ce qu'on savait déjà des conditions de production et de durée de la sécrétion pancréatique. La sécrétion apparaît peu de temps après le commencement du repas, 10 à 15 minutes en général, augmente rapidement d'intensité jusque vers la fin de la première heure après le commencement du repas ; ensuite, elle se maintient pendant 12 à 15 heures, pour disparaître ensuite complètement.

Si l'on pratique, chez un chien à fistule pancréatique permanente, l'opération de l'œsophagotomie, on constate qu'un repas fictif est capable de faire apparaître, au bout de 10 à 15 minutes, la sécrétion pancréatique. Cette expérience démontre, sans contestation possible, que la présence des aliments dans l'estomac ou le duodénum n'est pas une condition nécessaire de la sécrétion du suc pancréatique.

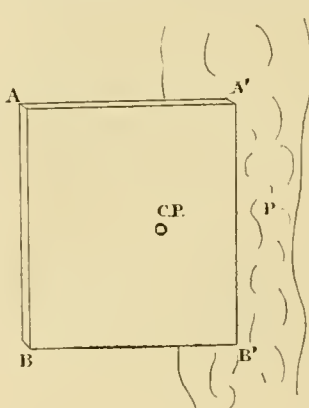


Fig. 4 et 5. — Méthode de Heidenhain pour la résection du duodénum et l'étude de la sécrétion pancréatique. — CP, canal pancréatique.

Nous savons qu'au moment du repas fictif, les phénomènes sensoriels qui ont leur point de départ dans la muqueuse gustative provoquent la sécrétion du suc gastrique, de sorte que nous pouvons rechercher la cause de la sécrétion pancréatique consécutive au repas fictif, soit dans les phénomènes sensoriels qu'il détermine, soit dans les phénomènes de sécrétion gastrique qu'il provoque, soit dans l'action du suc gastrique sécrété sur la muqueuse gastrique ou sur la muqueuse intestinale.

Supposons qu'on dispose d'un chien porteur d'une fistule pancréatique permanente, d'une fistule gastrique et œso-

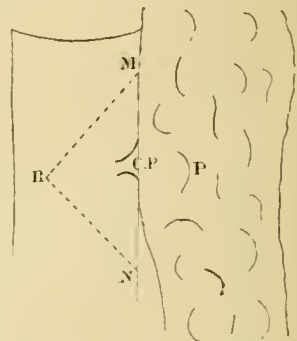


Fig. 6. — Méthode de Pawlow pour la résection d'un coin duodéna. — MR, NR, sections ; CP, canal pancréatique.

phagotomisé. Ouvrons la canule obturatrice de la fistule gastrique pour permettre aux produits sécrétés de s'écouler facilement au dehors; faisons prendre le repas fictif et observons la fistule pancréatique. La sécrétion ne s'établit point nettement. Cette expérience démontre que la sécrétion pancréatique n'est pas provoquée par les phénomènes psychiques du repas fictif, ni par les phénomènes de la sécrétion du suc gastrique. C'est le suc gastrique sécrété qui provoque, par une action sur la muqueuse digestive, la production du suc pancréatique. Cette action se produit-elle sur la muqueuse de l'estomac ou sur la muqueuse de l'intestin? On ne peut donner de réponse trop catégorique actuellement. Il semble toutefois que l'action doive porter sur la muqueuse de l'intestin, car, dans l'expérience que nous venons d'indiquer, le suc gastrique sécrété en abondance ruisselle sur les parois gastriques avant de s'écouler au dehors par la fistule, sans provoquer de sécrétion pancréatique.

Tous ces faits démontrent que la présence des aliments dans l'estomac n'est point une condition nécessaire de la sécrétion pancréatique, et que cette dernière sécrétion se produit à la suite d'une sécrétion gastrique. Ils ne prouvent point que la sécrétion pancréatique ne peut pas avoir une autre origine; que, par exemple, l'action mécanique exercée sur les parois gastriques par les aliments ingérés ne peut pas produire de son côté cette même sécrétion. Mais supposons que chez un chien porteur d'une fistule gastrique et d'une fistule pancréatique nous introduisons directement dans l'estomac, par la fistule gastrique, des morceaux de pain: nous savons qu'il ne se produit point, dans ces conditions, de sécrétion gastrique appréciable; nous constatons qu'il ne se produit pas de sécrétion pancréatique. Cette sécrétion pancréatique apparaît, au contraire, quand le pain est absorbé par la bouche, dans le repas réel; et nous savons qu'il y a alors sécrétion gastrique.

La sécrétion pancréatique nous apparaît ainsi toujours comme la conséquence d'une sécrétion gastrique; elle a pour cause déterminante l'action exercée sur les parois du tube digestif par le suc gastrique.

On peut établir que la substance du suc gastrique active pour engendrer la sécrétion pancréatique est l'acide qu'il contient. Supposons, en effet, que chez un chien à fistules gastrique et pancréatique, on introduise dans l'estomac, par la fistule gastrique, une solution diluée d'acide chlorhydrique, des liqueurs acides, des jus de fruits acides, on voit apparaître le suc pancréatique sécrété en abondance. Au contraire, l'introduction dans l'estomac de solutions sucrées, de solutions salines, de solu-

tions alcalines ne détermine aucune sécrétion du suc pancréatique. Seules, les graisses émulsionnées sont capables d'engendrer la production d'une petite quantité de suc pancréatique, infiniment moins importante toutefois que celle due à l'action des acides.

Le mécanisme nerveux de la sécrétion pancréatique n'est pas convenablement connu. On peut seulement établir l'existence de fibres sécrétoires dans les filets du pneumogastrique et dans les filets du sympathique destinés au pancréas. Toutefois, la démonstration en est fort délicate. L'observation et l'expérience établissent que le pancréas est extrêmement sensible aux variations circulatoires: un trouble léger de la pression et de la vitesse du sang dans ses artères suffit souvent à arrêter complètement sa sécrétion. Or, les nerfs sympathiques du pancréas contiennent des fibres vaso-constrictives; si l'on excite ces nerfs, on provoque une vasoconstriction pancréatique; de sorte qu'en supposant que ces nerfs contiennent des fibres sécrétoires, la démonstration n'en saurait être faite directement, puisque ces nerfs sont impuissants sur une glande anémiée. Les nerfs pneumogastriques contiennent des fibres cardiaques, lesquelles, en modifiant le rythme du cœur, modifient aussi la circulation générale et notamment la circulation pancréatique: il est donc nécessaire de les exciter au-dessous de l'émergence des filets cardiaques; mais c'est là une opération pénible déterminant des réflexes vaso-moteurs (généralement vaso-constricteurs dans les viscères), cause d'insuccès dans la recherche des fibres sécrétoires que pourrait contenir le pneumogastrique. On peut toutefois écarter toutes ces causes d'erreur en procédant de la façon suivante.

Les réflexes vaso-constricteurs dont nous venons de parler ont comme voie centrifuge, à partir du bulbe rachidien, la moelle épinière cervicale: si donc on sectionne cette moelle au-dessous du bulbe, on élimine complètement ces réflexes.

Les splanchniques contiennent des fibres vaso-constrictives; mais, si l'on sectionne ces nerfs, ces fibres sont inactives après quatre jours; et si l'on excite les nerfs par des chocs répétés ou par des courants d'induction très espacés (de seconde en seconde), ils ne manifestent point leur activité. On peut donc éliminer l'action vasculaire de ces cordons nerveux.

Les pneumogastriques également sectionnés depuis quatre jours, ou excités comme nous venons de le dire, n'exercent aucune action cardiaque et aucune action vasculaire.

Supposons qu'on excite ces deux catégories de nerfs, soit par la méthode ordinaire, quatre jours après leur section, soit mécaniquement ou par des

courants d'induction espacés chez un chien dont la moelle épinière aura été sectionnée, nous aurons réalisé les conditions indispensables à la démonstration de leur rôle sécréteur. On constate, dans ces conditions, qu'ils provoquent, les uns et les autres, une sécrétion pancréatique.

VI

Si nous résumons les notions que nous avons établies¹, nous pourrions nous faire, de la sécrétion digestive, l'idée suivante :

Au moment du repas, par suite de l'action gustative des aliments, il se produit une sécrétion

gastrique très énergique qui dure pendant deux heures environ : les caractères de cette sécrétion sont modifiés par la nature des aliments ingérés. Ces aliments peuvent provoquer eux-mêmes, par action directe sur la muqueuse gastrique, une sécrétion gastrique qui se prolonge pendant toute la durée de leur séjour dans la cavité de ce viscère. Les combinaisons acides du suc gastrique agissant sur la muqueuse digestive, provoquent une sécrétion pancréatique, qui se maintient tant que dure la sécrétion gastrique.

Maurice Arthus,

Professeur de Physiologie
à l'Université de Fribourg.

¹ Index bibliographique. — 1° *Travaux récents sur la sécrétion gastrique* :

J. P. PAWLOW et SCHUMOW-SIMANOWSKY : Innervation des glandes stomacales du chien (*Centralblatt für Physiologie*, 1889, n° 6, et *Vratsch*, 1890, n° 41).

KETTSCHER : L'excitation réflexe de la cavité buccale et la sécrétion gastrique (*Thèse de Saint-Petersbourg*, 1890).

N. JURGENS : Sur la sécrétion stomacale chez les chiens ayant subi la section sous-diaphragmatique des nerfs pneumogastriques (*Arch. des sciences biologiques*, t. I, p. 323).

A. SANOTZKY : Sur les stimulants de la sécrétion du suc gastrique (*Arch. des sciences biol.*, t. I, p. 589).

SCHUMOW-SIMANOWSKY : Sur le suc stomacal et la pepsine chez les chiens (*Arch. des sciences biol.*, t. II, p. 463).

P. KHIGINE : Travail sécrétoire de l'estomac du chien (*Thèse de Saint-Petersbourg*, 1894).

RIASANTSEW : Sur le suc gastrique du chat (*Arch. des sciences biol.*, t. III, p. 216).

P. KHIGINE : Etudes sur l'excitabilité sécrétoire spécifique de la muqueuse du canal digestif. Troisième mémoire. Activité sécrétoire de l'estomac du chien (*Arch. des sciences biol.*, t. III, p. 461).

J. P. PAWLOW et E. O. SCHUMOWA-SIMANOWSKAJA : Beiträge zur Physiologie der Absonderungen. Die Innervation der Magendrüsens beim Hunde (*Arch. für Physiologie*, 1895, p. 53).

V. G. OUCHAKOFF : Le nerf vague comme nerf sécréteur de l'estomac (*Arch. des sciences biol.*, t. IV, p. 429).

J. P. PAWLOW : Remarques historiques sur le travail sécréteur de l'estomac (*Arch. des sciences biol.*, t. IV, p. 520).

J. O. LOBASSOFF : Sur l'excitabilité sécrétoire spécifique de la muqueuse du canal digestif. Quatrième mémoire. Sécrétion gastrique chez le chien (*Arch. des sciences biol.*, t. V, p. 425).

2° *Travaux récents sur la sécrétion pancréatique* :

PAWLOW : *Travaux de la Société des Naturalistes de Saint-Petersbourg*, t. XI.

PAWLOW : Innervation du pancréas (*Gazette clinique hebdomadaire*, 1888).

KOUCHINSKY : De l'influence de quelques substances

nutritives et médicales sur la sécrétion du suc pancréatique (*Thèse de Saint-Petersbourg*, 1888).

METTE : Sur l'innervation du pancréas (*Thèse de Saint-Petersbourg*, 1890).

KOUDREWETZKY : Contribution à la physiologie de la glande sous-stomacale (*Thèse de Saint-Petersbourg*, 1890).

PAWLOW : Beiträge zur Physiologie der Absonderungen. Innervation der Bauchspeicheldrüsen (*Arch. für Physiologie. Suppl. Bd.*, 1893, p. 176).

B. N. VASSILIEW : Contribution à la physiologie et à la pharmacologie de la glande pancréatique (*Arch. des sciences biol.*, t. II, p. 219).

M. BECKER : I. Contribution à la physiologie et à la pharmacologie de la glande pancréatique. II. De l'influence des solutions de bicarbonate de soude, de sel marin, d'acide carbonique et de quelques eaux alcalines sur la sécrétion du suc pancréatique (*Arch. des sciences biol.*, t. II, p. 433).

METTE : Beiträge zur Physiologie der Absonderungen. Zweite Mittheilung. Weitere Mittheilungen zur Innervation der Bauchspeicheldrüsen (*Arch. für Physiologie*, 1894, p. 58).

KUDREWETZKY : Beiträge zur Physiologie der Absonderungen. Dritte Mittheilung. Chemismus der Pankreas absonderung unter dem Einflusse der Nervenreizung (*Arch. für Physiologie*, 1894, p. 82).

GOETTLIEB : (*Arch. für experim. Pathol. und Pharmakol.*, vol. XXXIII, p. 261).

MORAT : Nerfs sécréteurs du pancréas (*Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, 1894, p. 440).

PAWLOW : Note bibliographique sur les nerfs sécrétoires du pancréas (*Arch. des sciences biol.*, t. III, p. 189).

J. DOLINSKY : Etudes sur l'excitabilité sécrétoire spécifique de la muqueuse du canal digestif. Premier mémoire. L'acide comme stimulant de la sécrétion pancréatique (*Arch. des sciences biol.*, t. III, p. 399).

J. SCHIROKIKI : Etudes sur l'excitabilité sécrétoire spécifique de la muqueuse du canal digestif. Deuxième mémoire. Sur l'inefficacité des irritants locaux comme stimulants de la sécrétion pancréatique (*Arch. des sciences biol.*, t. III, p. 449).

JABLONSKY : Contribution à la physiologie et à la pharmacologie de la glande pancréatique (*Arch. des Sciences biol.*, t. IV, p. 377).

LES ORGANES DE LA TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

Les lecteurs de la *Revue* ont tous des notions exactes sur les principes de la Télégraphie sans fil, par les diverses publications de M. L. Poincaré sur ce sujet¹. Il n'y a donc pas lieu de revenir sur la théorie des ondes hertziennes. Le dispositif expérimental est connu aussi, par l'article de M. Louis Olivier dans la dernière livraison². Il semble donc que tout est dit, et qu'il n'y a plus qu'à se taire sur cette question, au moins ici. Mais il y a, dans le fonctionnement des appareils utilisés, certains points controversés, sur lesquels il est bon d'insister. Les deux éléments dont je veux parler sont, d'ailleurs, les éléments essentiels de la télégraphie sans fil : le *cohéreur* et l'*antenne*.

I. — LE COHÉREUR.

Le principe de cet instrument est dû à M. Branly. En 1885, M. Calzecchi Onesti, en Italie, avait bien vu que les limailles métalliques, placées entre deux électrodes, avec un serrage convenable, présentent une résistance électrique considérable, et que cette résistance diminue énormément quand on fait passer dans la limaille la décharge d'une bobine d'induction. Mais ce travail était resté dans l'oubli, et M. Branly, en 1890, retrouva cette propriété, peu intéressante d'ailleurs, et en vit une nouvelle, qui a, au contraire, pris une importance considérable en ces derniers temps. Le changement de conductibilité des tubes contenant des limailles métalliques se produit même quand la décharge de la bobine ne passe pas directement dedans : il suffit de faire jaillir dans le voisinage du tube une étincelle électrique quelconque. Il vit que cette action se produit alors même que le tube est à assez grande distance de l'étincelle, et dans une salle voisine, séparée par des murs épais. Il vit aussi que cette action n'est pas supprimée quand on met la limaille en suspension dans un diélectrique, comme la paraffine, par exemple. Il crut que cette action est due à une modification, sous l'action de l'étincelle, du diélectrique situé entre les grains de limaille, celui-ci devenant alors conducteur. Enfin, ces tubes sont régénérables par un choc léger : ils reprennent sous cette action la haute résistance qu'ils avaient perdue sous l'action de l'étincelle.

Quelque temps après, M. Lodge eût l'idée d'em-

ployer le tube à limaille de Branly pour étudier les oscillations de Hertz. Il montra que ce procédé est infiniment plus sensible que le résonateur de Hertz ou les autres procédés employés par les divers savants. Il remarqua toute l'importance, pour la production régulière du phénomène, de la couche d'oxyde formée autour des grains de limaille, et il émit l'idée que la variation de résistance observée est due à la production de petites étincelles entre les pointes si fines de la limaille, et à des soudures ou au moins des contacts très intimes des pointes métalliques ainsi mises à nu et fondues. Il y a, en effet, production d'étincelles entre deux conducteurs quelconques dans un champ hertzien un peu intense. Ces étincelles sont facilement observables entre deux pièces de monnaie.

La théorie que nous venons d'exposer amena M. Lodge à donner à cet appareil le nom de *cohéreur*.

Son interprétation ne rallia pas M. Branly, à cause de l'expérience des limailles incluses dans un diélectrique ; et, dans l'état où était alors la question, le doute était parfaitement possible. Je vais indiquer maintenant les expériences récentes qui semblent établir nettement, à mon avis au moins, l'exactitude de la conception de Lodge.

M. Marconi avait montré l'utilité de très petites quantités de limaille pour avoir de la sensibilité. Les électrodes fixes ont 2 à 3 millimètres et sont à 0,5 à 4 millimètre l'une de l'autre ; ce petit espace est plein à 1/5^e seulement de limaille.

En 1898, M. Arons exagéra encore les conditions indiquées par M. Marconi et étudia sous le microscope ce qui se passe dans un cohéreur extrêmement petit quand il est soumis à des ondes électriques puissantes. Il constitua son cohéreur par deux lames de papier d'étain taillées en triangle aigu et opposées par le sommet, collées sur verre ; cela forme un résonateur ouvert. Entre les deux pointes, il plaça quelques grains de limailles. Il vit alors, sous l'action des ondes électriques, des étincelles jaillir entre les pointes de la limaille et les grains s'orienter en se soudant les uns aux autres, formant ainsi des ponts conducteurs qui se brisent au moindre choc. La conductibilité diminue alors et redevient ce qu'elle était avant l'action des ondes électriques.

Il restait à expliquer ce qui se passe quand les grains de limaille sont enveloppés dans un isolant. M. Arons a vu dans ce cas se former des bulles gazeuses infiniment petites autour des pointes de

¹ *Revue générale des Sciences* des 30 janvier 1898 et 30 mai 1899.

² *Revue générale des Sciences* du 30 juin 1899, t. X, p. 460.

limaille. Il a même observé que ces bulles se résorbent spontanément au bout d'un certain temps. Il s'agit de comprendre comment ces bulles de gaz peuvent permettre à la conductibilité de s'établir. M. Arons a alors étudié ce qui se passe entre les deux pointes d'un résonateur en papier d'étain collé sur verre, quand les deux pointes sont aussi rapprochées que possible, et quand on ne met pas de limaille entre les deux pointes. Dans ces conditions, la résistance est infinie au début. Quand les ondes agissent, il y a des étincelles qui jaillissent entre les pointes, et une certaine conductibilité permanente s'établit par volatilisation des pointes de papier d'étain, et dépôt de la vapeur ainsi formée en une couche infiniment mince sur le verre.

Ceci semble bien confirmer les vues de Lodge. Mais nous devons indiquer d'autres expériences encore. M. Branly avait montré, au début de ses recherches, que, si un choc convenable rétablit dans les tubes l'état initial, il n'en est pas de même des trépidations répétées. Celles-ci peuvent, au contraire, quand elles sont puissantes, produire un effet analogue aux ondes électriques, quoique beaucoup moins marqué. Ce phénomène a été étudié en détail l'année dernière par MM. Auerbach et Leppin, dont les recherches ont été mentionnées dans la revue annuelle de Physique de M. Poincaré¹. Ils ont d'ailleurs vu tous les deux que les ondes sonores devaient être très intenses pour produire un effet notable. Nous ne pouvons pas entrer ici dans les détails de leurs expériences, ni dans ceux des expériences de M. Dorn ou de M. Van Gulik. Nous insisterons seulement sur un travail de M. Aschkinass. Pour M. Aschkinass, on ne doit pas adopter la théorie de Lodge. Il donne à ce sujet un certain nombre d'arguments, dont un seul, à mon avis, semble au premier abord vraiment solide : c'est que le cohéreur fonctionne même dans le vide le plus absolu. L'auteur a fait à ce sujet une expérience nette, en mettant sur la pompe, simultanément, un tube à décharge ordinaire et un cohéreur. Il a vu que le cohéreur continuait à fonctionner même alors que le tube à décharge était devenu tout à fait résistant, et que la décharge passait plutôt par l'extérieur que par l'intérieur. Il en conclut que, dans ces conditions, aucune décharge ne pouvant se produire dans un vide pareil, la théorie de Lodge, qui demande la production d'étincelles, ne se soutient pas.

Cela est démontré faux par des expériences que j'ai commencées en 1893, et dont j'ai publié encore des conséquences en 1899. J'ai montré que, dans le vide le plus grand possible, il jaillit

des étincelles entre deux pointes suffisamment rapprochées pour éliminer l'influence des parois du tube; j'ai même montré que, dans ce cas, il se forme un cratère à l'anode, et que les particules métalliques volatilisées se comportent comme des rayons anodiques, de propriétés identiques à celles des rayons cathodiques, mais dues à des charges positives. L'objection de M. Aschkinass tombe donc, puisque les limailles ont précisément de petites pointes extrêmement voisines, parfaitement disposées pour ce genre de décharges.

M. Branly a présenté aussi comme objection à la théorie de Lodge les tubes à limaille d'or pur ou de platine pur, pour lesquels on ne peut invoquer l'existence d'une couche isolante d'oxyde, et dont il s'est servi pour l'usage de la télégraphie sans fil.

Nous allons indiquer à ce sujet le résultat des travaux de MM. Blondel et Dobkévitch, qui concordent assez bien avec ceux de M. Dorn.

Quand on emploie les limailles de métaux inoxydables entre électrodes de même espèce, le tout soigneusement lavé à l'éther, on n'obtient aucun effet. Il n'en est pas de même quand, au lieu d'opérer ainsi, on prend des électrodes en métaux oxydables. Dans ce cas, les tubes fonctionnent moins bien, il est vrai, que les tubes à limailles ordinaires, mais ils fonctionnent cependant. C'est surtout la durée qui est moindre. Au moment de la construction, les tubes sont à peu près aussi bons avec ce système qu'avec le système ordinaire. M. Blondel a donné à ces instruments le nom de *cohéveurs inverses*.

Il semble donc bien, par cette expérience, que c'est à la couche d'oxyde que l'action est due. M. Blondel a étayé cette opinion par deux séries d'expériences :

Dans la première, il a étudié tous les métaux usuels, et il a reconnu qu'il fallait, pour un usage commode, qu'ils fussent oxydables. De tous les métaux purs, le plus convenable est le nickel; on peut employer le fer, le cuivre, le chrome, l'aluminium. Ce dernier métal est cependant moins bon, même dès le début. Les différences s'accroissent de plus en plus à mesure que la limaille vieillit, c'est-à-dire reste exposée à l'air après avoir été faite. Dans ces conditions, toutes les limailles deviennent mauvaises au bout d'un temps plus ou moins long. Celles dont l'oxydation est la plus lente durent le plus longtemps. C'est le cas du nickel. Il faut, d'ailleurs, évidemment tenir compte du pouvoir isolant de l'oxyde formé. C'est ainsi que l'aluminium donne des résultats médiocres, l'alumine étant très isolante. Dans ces idées, trois vérifications se présentent à l'esprit :

1° Si, au lieu d'oxyder la surface, on l'attaque par un agent autre que l'oxygène, le résultat doit être le même. C'est ce qui se produit avec

¹ Voyez la *Revue* du 30 mai 1899, p. 397.

de la limaille d'argent, qui ne donne aucun résultat quand le métal est parfaitement propre, si l'on a soin de la sulfurer très légèrement par l'acide sulfhydrique. On obtient ainsi des appareils qui donnent de bons résultats, mais qui sont d'une conservation assez mauvaise, les grains d'argent étant trop mous. M. Tissot a employé des cohéreur basés sur ce principe d'une manière pratique, et en a tiré des résultats satisfaisants. M. Blondel a obtenu simultanément le même résultat, mais a renoncé à ce système pour les raisons précédentes.

2° Un cohéreur sensible doit rester tel pendant très longtemps, si l'on arrête complètement l'action de l'oxygène, par exemple en fermant l'appareil et faisant le vide. Cela avait été préconisé par Lodge dès 1894. Des expériences suivies ont montré la nécessité absolue d'opérer ainsi pour avoir des instruments durables.

3° On doit obtenir les meilleurs résultats en employant des métaux d'une oxydabilité réglable. C'est ce qui a lieu pour les alliages des métaux précieux avec le cuivre. En particulier, les alliages monétaires donnent des résultats excellents. Leur oxydation est très difficile. On peut la faire en chauffant légèrement, et, dans ces conditions, on a une limaille très stable.

Enfin, d'autres conditions sont encore à remplir pour qu'un cohéreur donne d'excellents résultats. Il faut que la limaille soit en quantité convenable, et il faut pouvoir la changer parfois, probablement parce que les pointes des particules de limaille s'usent à la longue. M. Blondel a alors constitué son cohéreur de la façon suivante : En un point du petit espace qui contient la limaille est soudé à angle droit un tube de verre terminé par une poche soufflée. Celle-ci contient la limaille. On conçoit facilement qu'on puisse, avec cet appareil, en l'inclinant convenablement, introduire entre les deux électrodes fixes la quantité voulue de limaille et la changer quand le besoin s'en fait sentir. Un cohéreur ainsi constitué a une très longue vie et une très grande sensibilité.

Il semble donc que, pour l'instant, la théorie de M. Lodge se confirme. L'action des vibrations acoustiques puissantes ne l'infirmes pas. En effet, sous l'action de ces vibrations, les grains de limaille frottant les uns sur les autres, les minces couches d'oxyde peuvent se déchirer, et le contact peut s'établir entre les métaux dénudés. Cela fait prévoir un résultat de l'expérience : c'est qu'il faut une vibration puissante pour produire ces effets.

II. — L'ANTENNE

Si nous sommes encore dans la période des tâtonnements en ce qui concerne les idées relatives

au cohéreur, les choses sont bien moins avancées encore en ce qui concerne l'antenne. On nomme ainsi un long fil, de 50 mètres de haut dans les expériences de M. Marconi, qui est en communication avec un des pôles de l'étincelle active, alors que l'autre pôle est à la Terre.

M. Sylvanus Thompson, M. Blondel considèrent le système comme un demi-oscillateur de Hertz. Les ondes propagées le long du fil étant normales à celui-ci et à la Terre, celle-ci joue le rôle du plan de symétrie dans un excitateur de Hertz ordinaire, et la mise à terre a pour but d'obtenir l'ondulation de totalité de l'antenne, sans avoir besoin de deux de ces organes.

Cela me semble contraire à l'expérience. On sait, en effet, que, quand on produit une perturbation¹ au bout d'un long fil présentant une capacité et une self-induction uniformément réparties, une ondulation se propage le long de ce fil, avec une vitesse calculable par la formule dite « des télégraphistes », et avec diffusion.

La limite de cette vitesse pour les ondulations de haute fréquence est la vitesse de la lumière. Ces phénomènes sont bien connus par les expériences de Fizeau et Gounelle, Siemens et Blondlot.

Il est donc probable que, quand une étincelle éclate à l'origine d'un fil, il y a une limite à la longueur de ce fil qui prend part à l'ébranlement initial. Une expérience bien nette le prouve. Quand un fil est assez long, d'une dizaine de mètres, par exemple, l'adjonction d'une capacité notable à son extrémité ne modifie pas le régime de l'étincelle active, alors que cette même capacité, ajoutée près de l'étincelle, la modifie profondément. Bien entendu, il faut que la capacité ne soit pas trop grande, car alors elle modifie notablement le potentiel maximum à l'étincelle due à l'ondulation lente de la bobine, quand il y a communication directe de la bobine et de la capacité.

Il semble donc qu'on ne doive pas considérer comme active, dans la télégraphie sans fil, la vibration qui aurait une longueur d'onde égale à quatre fois la longueur de l'antenne.

L'antenne a cependant un rôle aisé à comprendre. Quand un ébranlement se produit à l'origine d'un fil, il est concentré par celui-ci, en formant une onde qui se propage le long du fil presque sans perte. Cela ressort nettement des expériences de M. Blondlot sur la vitesse de propagation des ébranlements électro-magnétiques. Il faut comprendre alors comment l'antenne peut émettre les ondes, après les avoir concentrées sur elle, ce qui semble nuisible au premier abord.

¹ Voir à ce sujet, pour plus de détails, mon opuscule : *La Télégraphie sans fil*. Paris, Gauthier-Villars, éditeur, Quai des Grands-Augustins, Paris, 1899.

Les premiers expérimentateurs qui ont étudié la réflexion des ondes au bout des fils, Hertz, M. Sarasin et de la Rive, ont vu qu'à l'extrémité d'un fil il y avait une perturbation. M. Birkeland évalue au tiers la perte d'énergie en ce point. D'ailleurs, une onde qui se propage le long du fil se réfléchira partiellement à son extrémité, reviendra jusqu'à la boule de l'excitateur, puis retournera à l'extrémité, etc., et, finalement, la plus grande partie sera rayonnée par cette extrémité.

Ce point deviendra donc l'origine d'une onde électro-magnétique qui, d'après la théorie électro-magnétique de la lumière, devra se comporter comme une onde élastique. Cette onde ne sera pas identique dans toutes les directions. La direction du fil lui donne une droite de symétrie. Nous aurons donc à considérer cette onde non comme une onde de lumière ordinaire, mais comme une onde sphérique de lumière polarisée. La théorie de l'élasticité nous apprend que l'énergie n'est pas uniformément répartie sur une pareille onde. Elle est

maxima dans le plan normal à la vibration électrique (ou de Fresnel) de la source, et sa puissance par unité de surface dans une direction donnée est inversement proportionnelle au carré du cosinus de l'angle de cette direction avec le plan de polarisation. On voit ainsi que la présence de l'antenne concentre l'onde électro-magnétique dans un plan normal à sa direction. On aura donc la portée maxima, soit en plaçant l'antenne verticalement, soit en la plaçant horizontalement, et normalement à la direction de transmission. C'est ce que l'expérience a vérifié d'une manière parfaitement nette.

Les expériences à entreprendre pour étudier en détail ces phénomènes ne sont pas bien difficiles à concevoir; mais il faut, pour les réaliser, de vastes espaces et des installations d'antennes fort coûteuses, qui les rendent difficiles à aborder.

André Broca,

Professeur agrégé de Physique
à la Faculté de Médecine de Paris.

LES CONDITIONS GÉOGRAPHIQUES DU SOUDAN ÉGYPTIEN

Lors de l'insurrection du Mahdi, le Soudan Egyptien comprenait, nominalemeut au moins, tout le bassin du Nil, de Ouadi-Halfa au lac Albert, avec Souakim, Massaouah et Harrar; l'Abyssinie était considérée comme une enclave, dont les frontières politiques ne furent jamais établies. Au point de vue géographique, cette vaste région ne présente pas d'unité, et l'appellation de Soudan Egyptien ou Oriental doit être restreinte aux territoires compris entre la Nubie, le massif Abyssin, le bassin fermé du lac Rodolphe, le plateau des Grands Lacs, les bassins du Congo et du Tchad, le désert de Lybie.

I. — PRINCIPAUX TRAITS DE LA GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

§ 1. — Relief du sol.

La cohésion géologique et orographique des contrées ainsi délimitées apparait avec une netteté extrême (fig. 1). De chaque côté de la dépression où coule le Nil, tantôt fossé relativement étroit, tantôt vaste plaine alluviale, se succèdent des plateaux de ce grès triasique si commun dans tout le continent africain. Ils sont surmontés ici, comme dans le Soudan Occidental, par des massifs de roches granitiques, primitives, et vers le sud-est par des roches néo-volcaniques, qui constituent par endroits une ceinture véritable au bassin.

Dans le Dar-Four, le Kordofan, le Dar-Sennar, les pays Chillouks, sur les terrasses ondulées du Bahr-El-Ghazal, les voyageurs ont vu ces roches percer, sous forme de simples blocs, de mamelons, de collines, de dos étendus, de montagnes tourmentées, l'épais manteau détritique ou latéritique. Au Dar-Four, Nachtigal a traversé, par des cols de plus de 1.000 mètres, un ensemble compliqué de chaînes granitiques, dont la structure rappelle les lignes de hauteurs du Tibesti et du Borkon, qu'elles continuent, et dont l'altitude dans le massif du Marrah ne doit pas être inférieure à 1.700 ou 1.800 mètres, selon les levés égyptiens¹. Au Kordofan, les collines de granit du Dar-Nouba et du Djebel-Kordofan ne dominent guère que de 200 mètres un plateau bossué, qui aurait 650 mètres vers El-Obéid. Au Dar-Sennar, chez les Chillouks, dans le Bahr-El-Ghazal, de simples blocs granitiques, ou des protubérances isolées, attestent encore l'unité géologique du Soudan.

Les traits généraux de la Nubie, de l'Abyssinie, du plateau des Grands Lacs, sont tout à fait différents, et les frontières naturelles du Soudan, de ces côtés-là, se perçoivent à la lettre dans la réalité.

¹ *Scottish Geogr. Magazine*, fév. 1899 : The Egyptian Sudan (non signé).

A l'est des hautes dunes du désert de Lybie, les bas plateaux crayeux et granitiques de Nubie, aux formes tabulaires, à la surface poreuse, effritée et sculptée comme celle des « bamadas », les solitudes de pierres (Batn-El-Haggar) de l'Atmour, de l'El-Djzirah, de l'Hadendoa, au travers desquelles le

les pays Chillouks, par une falaise abrupte, de plus de 1.500 mètres parfois, qui paraît se continuer vers le sud, et servir aussi de limite occidentale à la région disloquée du lac Rodolphe. M. de Bonchamps, qui vient de traverser ce gradin gigantesque, le décrit comme établissant une coupure, à



Fig. 1. — Schéma du relief du sol du Soudan Égyptien.

Nil déroule, depuis la sixième cataracte, son ruban sinueux d'oasis, sont encore le Sahara, ou annoncent déjà l'Arabie¹. L'entassement des montagnes éthiopiennes plonge à l'ouest sur le Dar-Sennar et

la fois physique et anthropologique : « La passe est un sentier à peine tracé, serpentant sur des pentes d'une déclivité extrême, couvertes de forêts impénétrables, et bordées de précipices et d'abîmes ; au delà, le nom même de Ménélick et les usages abyssins sont inconnus¹ ». Vers le sud enfin, le Nil n'entre au Soudan qu'après avoir parcouru, du lac

¹ Service Géographique de l'Armée, carte de la Nubie et de la partie nord du Soudan, 1898. Parmi les dernières descriptions de la Nubie, je citerai celles données par M. CHÉLU : Le Nil, le Soudan et l'Égypte, 4^e, Paris, 1891, pp. 123 et suiv. ; et par ABBATE-PACHA : Dongola et la Nubie, Bull. de la Soc. khédiv. de Géogr., 1897, p. 745.

¹ Bull. de la Soc. de Géogr. de Paris, 4^e trim., 1898, p. 406.

Albert à Lado, un défilé tortueux et inégal dans un plateau granitique. Ce plateau, correspondant à l'ancienne Equatoria, s'étend du lac Rodolphe aux sources du Kibali, et se raccorde avec celui des Lacs. Mais la contrée montueuse et bouleversée des Lacs est en contraste absolu avec lui, comme le prouvera une simple citation du D^r Stuhlmann : « Les rochers tombent presque à pic dans l'eau (du lac Albert), de 6.900 pieds de hauteur. Ça et là s'ouvre une perspective sur de belles gorges boisées et romantiques; des chutes d'eau écumant en mugissant d'une hauteur considérable... On se sent presque entraîné à penser aux paysages norwégiens; car, dans l'air clair de midi, sont visibles des sommets couverts de neige ¹ ».

A l'ouest, au contraire, le Soudan Egyptien tient étroitement à l'Afrique Centrale, fait capital, dont on devine déjà les multiples conséquences géographiques. Le Ouadaï est à peine séparé du Dar-Four par la dépression désertique de l'Oued-Selamal, et les paysages des deux pays diffèrent très peu dans la relation de Nachtigal. Schweinfurth, Junker, Wilson et Felkin, les membres des missions organisées par M. Liotard dans le Bahr-El-Ghazal, ont reconnu qu'il n'existe pas de véritable ligne de faite au nord-est du haut Oubanghi : de simples croupes granitiques s'allongent, de Ouadelaï au Dar-Fertit, isolées souvent les unes des autres, et n'atteignant nulle part plus de 1.450 mètres ².

§ 2. — Climat.

Entre les parties du Soudan Oriental géographique, le climat (fig. 2) ne constitue pas un lien. Sans m'arrêter à citer des chiffres, je note que les écarts de température diminuent du nord au sud. Khartoum, le seul point pour lequel on possède de longues observations, est à cet égard en opposition complète avec le Bahr-El-Ghazal et l'Équatoria : les extrêmes notés y sont de + 10° et + 46°5 C., ce qui atteste des conditions quasi-sahariennes. Mais le phénomène important est que l'humidité, source de toute vie en ces parages, se trouve, de l'Équateur à la Nubie, très diversement répartie entre les saisons. Le voisinage du lac Albert-Édouard et du Victoria a deux saisons sèches, l'une de mai à octobre, et l'autre correspondant au milieu de l'été austral. Ouadelaï et Doufilé n'ont qu'une courte période de sécheresse relative, de décembre à février, ou de novembre à mars, pendant l'hiver

boréal : c'est la zone des pluies équatoriales. Vers Lado (5° Nord), commence à s'introduire dans la grande période de pluies une petite saison sèche d'été, qui dure de mai à juillet dans le Bahr-El-Ghazal, et de juillet à septembre à Fachoda : il existe ainsi, jusqu'en aval de Fachoda, une zone subéquatoriale, dans laquelle les pluies sont réparties en deux périodes, et qui correspond, au nord de l'Équateur, à la région des Grands Lacs ¹. Enfin, le Dar-Sennar, Khartoum, le Kordofan et le Dar-Four appartiennent au régime tropical franché des pluies d'été et de l'entière sécheresse hivernale. Pendant l'hiver (« *el sef* ») dominant ici les souffles desséchants du Nord. Le printemps est radieux et torride, comme à Saint-Louis du Sénégal. Puis surviennent, fin avril à Khartoum, fin mai au Dar-Four, de violentes averses et des tourbillons de sables apportés souvent par des vents de Sud ² : c'est le « *rouchach* », saison qui voit la terre nue reverdir tout à coup, les insectes pulluler, les semailles se faire hâtivement. Les longues ondées de l'été (« *el kharif* ») durent ensuite jusqu'en octobre à Khartoum, jusque fin août au Dar-Four. Dongola ne reçoit d'eau que de mai à juillet, l'île de Méroé de juin à août. A Berber, on a vu quelquefois une année entière se passer sans une goutte de pluie.

Il est impossible, en somme, de n'être pas frappé par le contraste complet qu'offrent au point de vue climatérique les deux contrées extrêmes du Soudan. Les bassins du Niger et du Sénégal sont soumis à l'alternance régulière des vents de Nord et de Sud, et reçoivent toute leur humidité de la mousson estivale du golfe de Guinée. Dans le Soudan Égyptien, situé à la même latitude, les pluies continues d'été se trouvent limitées à la moitié environ du bassin du Nil, et ne sont pas apportées par la mousson de l'Océan Indien, comme en Abyssinie et au sud des Grands Lacs. Ici la source principale d'humidité paraît être l'évaporation des eaux douces dans la région même, fait acquis pour les abords du lac Albert et pour le Bahr-El-Ghazal, et que l'on doit étendre aux pays soudaniens situés plus au nord. La dépression du Kir, où l'eau stagne sur une surface de 60.000 kilomètres carrés, ne le cède guère comme foyer de vapeur au lac Victoria : de là surtout s'élèvent les ondées du Dar-Four et du Kordofan, simples trop-pleins de l'énorme masse d'eau soulevée sur place dans l'atmosphère,

¹ Mit *Emin-Pacha in Herz von Afrika*, p. 276 (1^{re} partie). Le chapitre XXXIV est une très belle étude d'ensemble du plateau des Grands Lacs.

² V. en particulier, JUNKER : *Reisen in Afrika*, t. II, pp. 145-148. « Sur un sol vallonné, le sentier (en venant du N., monte peu à peu... le long de petits cours d'eau profondément encaillés dans la terre... C'est comme une élévation du sol continue, en forme de larges dos... »

¹ DE MARTONNE: Die Hydrographie der oberen Nil-Beckens, *Zeitschrift der Gesellsch. für Erdkunde zu Berlin*, 1897, carton 9. L'article plus haut cité du *Scott. Geogr. Magaz.*, donne, comme limite nord à cette zone, une ligne passant par Gebbala, Sennar et Gedaref.

² V. une description de ces orages à Khartoum, dans le livre récent de M. HENRI DEHÉRAIN, *le Soudan sous Méhémet-Ali*, p. 138.

vers le temps des équinoxes, et qui vaudrait à Fachoda, d'après certains voyageurs, des hauteurs de précipitations de 2 mètres par an.

§ 3. — Hydrographie.

Le Nil traverse ces différentes zones climaté-

dit, mais une combinaison de formes hydrographiques diverses, dépressions lacustres reliées par des rapides, marais à superficie plus ou moins étendue selon les saisons, qu'alimentent ou que vident d'incertaines voies d'eau.

C'est un fleuve inachevé, qui résume en lui tous



Fig. 2. — Résumé des conditions météorologiques du Soudan Égyptien.

riques par un cours de direction sud-nord, dont la longueur est de 3.500 kilomètres environ, depuis les sources de la Kagera jusqu'à Berber (fig. 3). Sur cet espace, la pente générale est faible (0^m,30 en moyenne), mais l'inclinaison varie beaucoup dans le détail : nulle, par exemple, au Kir, elle atteint entre Doufilé et Lado 1^m,20 par kilomètre, et davantage sur le Nil de Sommerset. En conséquence, le Nil n'est pas un cours d'eau proprement

les caractères physiques du Soudan Égyptien¹.
 Abstraction faite de l'Abyssinie, la sécheresse de ces contrées augmente du sud-ouest au nord-est. Jusqu'à Khartoum, le Nil est donc nourri presque exclusivement par les eaux du plateau des Lacs et du Bahr-El-Ghazal.

La réserve liquide des lacs Victoria, Albert et

¹ V. les ouvrages cités de MM. Chélu et de Martonne

Albert-Édouard, sans cesse entretenue par les pluies et les neiges, est très considérable. Leurs bassins ont, au total, une surface de 515.000 kilomètres carrés, presque celle de la France¹; les descriptions, données par Stanley, du Semliki, par Speke et Baker, du Nil de Somerset, mon-

arrêterent d'Arnauld et Werne; mais son débit n'est jamais inférieur à 500 mètres cubes à la seconde, et peut s'élever jusqu'à 1.200, au milieu des crues de juin à septembre¹.

Dès avant Gamba-Chambeh, l'inclinaison kilométrique n'est même plus de 0^m,05; en aval, elle



Fig. 3. — Hydrographie du Soudan Égyptien.

trent dans ces cours d'eau de véritables fleuves alpestres. Le Bahr-El-Djebel, émissaire du lac Albert, reflète exactement ces conditions, attendu qu'il n'est grossi d'aucun autre affluent permanent que l'Assoua. Il a un lit à pente médiocre 0^m,20 par kilomètre, embarrassé de bancs de sable et de limon, de curieux barrages de coquilles qui

devient nulle. Là convergent, au milieu d'épais fourrés d'ambatch et de papyrus, les eaux du Bahr-El-Djebel, celles apportées par le Bahr-El-Homr du pays des Niam-Niam, par le Bahr-El-Arab du Dar-Fertit et du Dar-Four, et les flots rouges que la Sobat amène des territoires Chillouks et de l'Abyssinie². Dans le bas-fond, entre Gamba-

¹ La surface du lac Victoria est de 68.000 kilom. carrés.

¹ CHÉLU : *ouv. cit.*, p. 11.

² D'après Schweinfurth et Junker, le Souch, affluent du

Chambéh, Meschra-Er-Rek, Fachoda et Nasser, véritable delta intérieur, les collecteurs de ces rivières serpentent parmi la mer d'herbe inhabitée, s'effraignent en faux bras (« majeh ») aux rives et au fond sans consistance, se nouent en laes temporaires aux nombreuses îles de boue, comme le lac Nô. Ces voies d'eau et ces nappes sont sans courant, mais ont des crues très sensibles; elles sont obstruées sur des kilomètres par des barrages d'herbes flottantes (« sedd »), si serrés qu'ils peuvent porter de grands animaux, et que plus d'un voyageur y est resté plusieurs mois en proie à la faim¹.

Dans le Kîr, l'évaporation est intense, et les herbes, retenant l'eau, diminuent la rapidité de décharge vers l'Égypte. Le Nil Blanc (Bahr-El-Abiad), à pente d'ailleurs faible (0^m.07), à lit encaissé sur la rive droite, et sans talus à gauche, a donc des crues particulièrement lentes, mais considérables, qui

font monter son débit de 370 à 4.350 mètres cubes, et qui commencent dès fin avril, avant les pluies tropicales, pour atteindre leur maximum en septembre.

Alors, les eaux vertes, chargées de matières organiques provenant des marais, charrient lentement, le long de la rive orientale, des paquets d'herbes arrachés au sedd, et débordent du côté du Kordofan jusqu'à 6 kilomètres par endroit.

Au même moment, le Nil Bleu (Bahr-El-Azrek) est, depuis plusieurs jours, monté de 7 mètres à Khartoum, où les Égyptiens avaient installé un nilo-

mètre. Non navigable pendant la sécheresse, il le devient d'avril à février sur près de 500 kilomètres, jusqu'au Fazol et débite à la seconde, en août, 4.590 mètres cubes d'eaux rouges et limoneuses, apportées par les torrents de mousson des terres volcaniques d'Abyssinie. Ce sont ces eaux qui ont colmaté les fertiles plaines du Dar-Sennar, et qui véhiculées par celles du Nil Blanc, distribuent à l'Égypte la prospérité. En aval de Khartoum, les deux maxima s'additionnent, du 15 août au 15 septembre, et sont complétés avant Berber par l'apport torrentiel et fécondant de l'Atbara, analogue comme régime au Nil Bleu, mais plus précoce, et roulant dès juillet 4.000 mètres cubes (fig. 4).

Dès lors finit le Soudan; le Nil devient le fleuve du désert, lentement bu par l'air embrasé et par la terre aride, brisé de profil et coudé à angles brusques par les amas de craie et de granit de la Nubie, dont il fait vivre les oasis. La sixième cata-

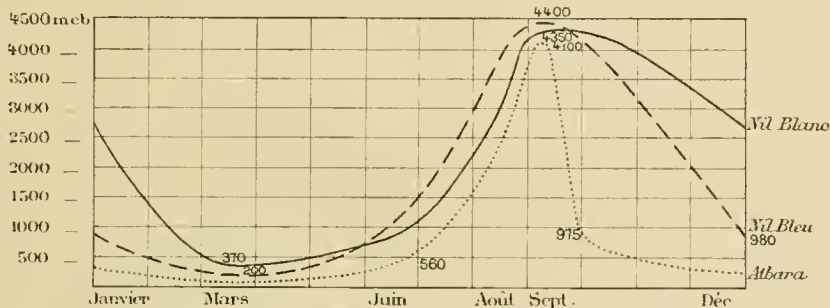


Fig. 4. — Apports comparés du Nil Blanc, du Nil Bleu et de l'Atbara, en amont de Berber (d'après Chélu).

acte est une succession de rapides, non une chute d'eau soudaine, comparable aux dénivellations brusques que subit le fleuve dans l'Équatoria : sur 16 à 18 kilomè-

tres, le paysage est déjà celui de la Haute-Égypte. « Des rochers d'un gris noirâtre encombrant le Nil, très élevés au-dessus de son niveau... ; en plusieurs endroits, le lit est à sec sur une grande étendue, les eaux disparaissent sous les pierres... ; ailleurs, de petites cascades tombent par gradins, formant un archipel d'îlots¹. »

§ 4. — Flore et Faune.

La cohésion orographique et climatique de la partie sud-ouest du Soudan Egyptien avec l'Afrique centrale, a pour effet l'intrusion dans le bassin du Nil, de ce côté, des formes et des formations végétales caractéristiques du Soudan intérieur et du Congo (fig. 5). La forêt vierge continue de l'Arououimi et du haut Kibali, décrite par Stanley, Schweinfurth, Stuhlmann et Junker, ne pénètre sans doute pas dans le Bahr-El-Ghazal, et ne se trouve qu'exceptionnellement représentée dans l'Ouest du plateau des Grands Laes. Mais la moitié sud-occidentale du Bahr-El-Ghazal, toute l'ancienne Equatoria, la région interlacustre du Semliki au

Bahr-El-Homr, roulerait jusqu'à 1.600 mètres cubes à la seconde. La Sobat, non navigable pendant la sécheresse, aurait en juin et juillet 1.000 mètres cubes; l'un des deux bras qui la forment, le Baro, est très puissant (DE BOX-CHAMPS : *ouv. cit.*, p. 420).

¹ Il existe de nombreuses descriptions du Kîr. Je citerai celles de MARNO : *Petermann's Mittheilungen*, 1881, pp. 411-426, de JUNKER : *ouv. cit.*, t. II, pp. 80-81, de WILSON ET FELKIN : *Uganda and the Egyptian Sudan*, t. I, p. 293, de M. le capitaine BARATIER de la colonne Marchand : *Bull. du Comm. de l'Afr. Franc.*, déc. 1898. Voici comment en parle le major CASATI (*Deeci anni in Equatoria*, t. I, p. 32) : « La scène change : plus de végétation arborescente, plus de villages, ni d'habitations, plus de variété dans la nature environnante. Le long du fleuve (le Bahr-El-Ghazal), des herbes très hautes des deux côtés, partout des marécages étalés, de l'eau glauque, une uniformité muette et opprimente, des moustiques et des mouches, des hippopotames par groupes, la tête à fleur d'eau, des bancs de boue qu'assiègent les crocodiles. »

¹ ALBATE-PACHA : *ouv. cit.*, p. 746.

Nil de Sommerset, sont occupées par le « parc », grasse prairie semée de bouquets de bois, sillonnée le long des cours d'eau par les épais rubans d'arbres de la « forêt-galerie¹ ». Là se retrouvent presque toutes les espèces végétales de l'ouest et du centre africains, les palmiers à huile et à vin, des pandanus, les dracœna, les bananiers, le kolatier et la liane à caoutchouc parfois; le chimpanzé et les variétés occidentales de perroquets habitent en même temps ces parages².

Pourtant, le paysage naturel typique du Soudan Egyptien est celui de la savane. Celle qui couvre le nord du Bahr-El-Ghazal jusqu'au Kir, et la rive droite du Nil, entre Doufilé et la Sobat, a frappé tous les voyageurs par son aspect. Ce sont des nappes continues de très hautes herbes, avec des bouquets d'acacias, de tamarins, de sycomores, de palmiers-éventails, des baobabs isolés, parfois des forêts (« chaba ») sur les protubérances granitiques de la plaine, et, loin des rivières, des brousses, presque toujours sèches, où domine l'euphorbe candélabre.

Nul territoire africain ne possède une faune plus variée et plus riche : l'éléphant habite là par troupeaux³, et, à côté, l'hippopotame, la girafe, le buffle, le zèbre, les antilopes, le phacochère, le lion et le léopard. Dans l'est seulement, au pied des gradins boisés d'Abyssinie, l'herbe est moins luxuriante : vers le Baro, la plaine est garnie de mimosas et d'acacias près des rivières, mais aride à distance, avec des arbres rares et des « steppes rases comme des landes⁴. »

Schweinfurth et de Pruyssenaere⁵ ont dépeint de façon à peu près analogue la savane soudanienne des bords du Nil Blanc. « Le paysage du Nil Blanc, dit le second, avec ses rives plates et partout boisées de mimosas, est encore plus uniforme que celui de l'Égypte et de la Nubie... L'homme paraît absent de cet horizon immense, qui en reçoit un rare caractère de grandeur triste... Mais, à peine le soleil est-il levé que les deux rives, où pullulent les oiseaux d'eau, se peuplent d'animaux en foule sans cesse accrue : gazelles, singes, hippopotames, crocodiles... Les bords forment un long mur d'herbe qui paraît s'étendre à l'infini. Derrière..., une plaine marécageuse et couverte

d'une épaisse végétation, puis la zone de l'acacia, qui se trouve assez loin du fleuve, et enfin le steppe où vivent les Baggara. »

Le Dar-Sennar, au sol gras, a des herbes hautes, en partie remplacées déjà par les cultures, et de petites forêts de palmiers doums et delebs. Plus maigres, et moins continus au Kordofan, pays du baobab et de l'autruche, les riches gazons à bouquets de bois reparaissent dans le montueux Dar-Four; là, ils ne font guère place que vers le Ouadaï aux taillis nains de la brousse « Buschwald », et Nachtigal y a vu, presque sans exception, toutes les espèces animales du Nil Bleu⁶. Au Nord enfin, une étroite lisière de steppes, verts seulement quelques semaines, à l'arrivée des pluies, tout à fait dépourvus d'arbres, aussi déshérités que ceux du voisinage de Tombouctou, forment la transition vers le Sahara désolé.

II. — CARACTÈRES ESSENTIELS DE LA GÉOGRAPHIE HUMAINE

§ 1. — Composition ethnographique et genre de vie.

La complication ethnographique paraît moindre au Soudan Oriental que dans les bassins du Niger et du Sénégal, mais le caractère dominant de la géographie humaine y est le même (fig. 6). Partout, les peuples sédentaires, agriculteurs, pêcheurs ou industriels, les plus nombreux, y ont été asservis par des pasteurs ou chasseurs nomades, qui avaient réussi par endroits, avant l'époque de la conquête égyptienne, à organiser des sortes de fédérations de petits royaumes⁷.

Le fond de la population du Dar-Four et du Kordofan est formé par des hommes noirs, des Nilotiques, habiles agriculteurs, sachant tisser le coton et travailler le cuivre, que les pasteurs arabes et berbères de la savane, de couleur foncée, comme les Touareg du Sahara méridional, avaient groupés en sultanats, pour les exploiter. Nachtigal a décrit le sultanat du Dar-Four, où il séjourna au Facher, comme un centre de population nègre (Foriens), où les Arabes El-Ferazah et les Berbères Zoghaonah étaient les maîtres. Au Kordofan, les pasteurs, mêlés de quelques Ethiopiens, s'appellent « Kababich » ou « Baggara », selon qu'ils pratiquent l'élevage du mouton ou du bœuf à bosse. Pour ces Sémites, le Dar-Fertile, le Dar-Sennar, le Dar-Nouba sont restés jusqu'à la dernière expé-

¹ JUNCKER : *ouv. cit.*, t. II, pp. 145-148; SCHWEINFURTH : *Au cœur de l'Afrique* (trad. franç.), t. I, p. 460.

² STUHLMANN : *ouv. cit.*, cartes; DE MARTONNE : La vie des peuples du Haut-Nil, *Ann. de Géogr.*, t. V, p. 510, carte I.

³ D'ARNAULD et WEBER ont vu, du fleuve, des troupeaux de 28 bêtes; le second appelle la contrée à droite du Nil : « Eine wahre Elephantweide » un vrai pâturage à éléphants. V. DEHERAIN : *ouv. cit.*, pp. 296-298; JUNCKER : *ouv. cit.*, t. I, 324.

⁴ DE BONCHAMPS : *ouv. cit.*, p. 407.

⁵ SCHWEINFURTH : *ouv. cit.*, t. I, p. 44; E. de Pruyssenaere's Reisen und Forschungen im Gebiete des Weissen und Blauen Nil par ZOPPRITZ, *Peterm. Mitth. Ergänz.*, n° 50, pp. 1-2.

⁶ *Sahara und Sudan*, t. III, pp. 314, 327-28.

⁷ Ce fait important a été très bien mis en lumière pour la partie méridionale par M. DE MARTONNE dans l'étude, plus haut citée, des *Ann. de Géogr.*, t. V et VI. Comparez : PAUL CONSTANTIN-MEYER : *Erforschungsgeschichte und Staatenbildungen des Westsudan*, *Pet. Mitth. Ergänz.*, n° 121 (1897), principalement en ce qui concerne les invasions des Foulbé.

dition anglo-égyptienne, des terrains de razzias, où ils s'approvisionnaient d'esclaves¹.

Sur le Bahr-El-Djebel et dans le nord du Bahr-El-Ghazal, les Néo-Nilotiques, Chillouks, Nouërs, Denkas, chasseurs, pasteurs, pêcheurs quelquefois, jouent le même rôle que les Sémites dans le

ces hommes, d'un brun bistre foncé, grands et sveltes¹, toujours armés de longues lances, montés parfois à cheval, si peu civilisés qu'ils vont nus, sont restés fétichistes, et ne connaissent aucune écriture. Ils n'ont jamais créé de grands États dans le pays, où le morcellement était com



Fig. 5. — Formes végétales du Soudan Égyptien.

Soudan Egyptien septentrional. La savane est à

¹ V. dans SCHWEINFURTH : *ouv. cit.*, t. I, pp. 68-73, le récit d'une razzia. FROBENIUS (*die Heiden-Neger des ägyptischen Sudan*, 8°, Berlin, 1893, p. 120) fait la curieuse remarque que les cooquéranis sémites n'ont pas converti les populations noires à l'islamisme, et ce afin de pouvoir se livrer à la traite. Les Egyptiens s'associèrent dès les premiers temps de l'occupation à la chasse à l'homme dans le Dar-Nouba et dans le Fazolq, d'où venaient des esclaves abyssines très estimées (DEHERAIN : *ouv. cit.*, p. 173).

plet lors des expéditions de Méhémet-Ali. Mais ils dominent leurs voisins. Les Denkas exploitent les petits royaumes des Bongos, Vieux-Nilotiques, qui sont agriculteurs et forgerons, et habitent le Bahr-El-Ghazal, vers la limite du parc et de la savane². Les Chillouks, dont l'ancienne capitale serait

¹ Frobenius les appelle « nègres de marais ». (Sumpfen-ger).

² STUHLMANN : *ouv. cit.*, 1^{re} partie, pp. 206-226.

Fachoda, ont pénétré jusque chez les nègres du Haut-Oubanghi, les Makraka et les Momboutton. Enfin, M. de Bonchamps a récemment vu sur le Baro, les Yambos, pêcheurs et agriculteurs, en proie aux incursions des Nouërs.

Près de la ligne de faite, entre le Bahr-el-Ghazal et le Congo, en arrière de cette ligne, c'est-à-dire, en somme, dans le parc, des nègres de race bantou, surtout agriculteurs, sont dominés à l'Ouest par des nègres cannibales et chasseurs, venus de la forêt vierge où vivent les nains Akkas, et dont les Niam-Niam, visités par Schwenfurth, sont le type parfait¹. Entre les lacs enfin, à l'est et au nord du Victoria, les Bantou (Massaï) et les Vieux-Nilotiques (Bari et Latouka), sont gouvernés par des pasteurs de race hamitique, Gallas principalement, venus du nord-est, et qui ont organisé, dans les régions de population dense et d'agriculture plus perfectionnée, des États de constitution assez analogue à ceux du Dar-Four, de l'Ounyor, de l'Ouganda, du Rouanda.

§ 2. — Mise en valeur du sol.

Tous ces peuples n'ont évidemment qu'une industrie rudimentaire, et les mots même d'agriculture et d'élevage ne doivent pas ici faire illusion. Sauf au nord-ouest du lac Victoria et dans le Dar-Four, où seraient réunis des groupes de 2 millions d'habitants², exception faite aussi de quelques points privilégiés du parc, dans le Bahr-El-Ghazal, où la densité atteindrait 10 à 12 âmes au kilomètre carré, les hommes ne se trouvent pas en assez grand nombre sur ces terres, pour les avoir mises en valeur, et ils y sont restés en majorité soumis aux conditions naturelles³. Ainsi que l'indique la figure 6, une ligne correspondant à peu près à l'itinéraire de Wilson et Felkin, de Lado au Dar-Fertit, circonscrit au nord une zone, qui est, en gros, celle du parc, dans laquelle on ne connaît comme animaux domestiques que le chien et les volailles, et comme nourriture que le gibier, les bananes et le riz sauvage, avec, en simple appoint, le manioc, le maïs et quelques fruits cultivés. Plus près du Bahr-El-Djebel, les Bongos forgerons ont des chèvres, et font produire au sol quelques céréales, par des procédés rudimentaires⁴. Mais les peuples

de la savane nilotique, Denkas, Chillouks, Bari, Latouka, ne possèdent pour toute richesse dans leur « zéribas » que des troupeaux de grands zébus à la robe gris clair et aux cornes contournées, dont les missions de Méhémet-Ali semblent, d'ailleurs, avoir exagéré le nombre. Il faut aller au Dar-Four, au Kordofan, au Dar-Sennar pour rencontrer réunies toutes les sortes de bétail et presque toutes les cultures connues des Egyptiens, sauf le palmier-dattier, qui n'existe guère en dehors de l'étroite bande des oasis de Nubie. Le Dar-Four, le Kordofan ont des champs de doukhn, de dourah, d'orge, de coton, d'arachides, de tabac, même des légumes obtenus par les procédés égyptiens de travail et d'irrigation⁵. Les riches alluvions du Dar-Sennar sont le terrain de la dourah « fêterit », du coton et du sésame⁶.

§ 3. — Conditions commerciales.

Il est très remarquable, mais peu étonnant en résumé, que le Soudan Egyptien n'exportât guère, au moment de l'insurrection mahdiste, que des produits naturels en petite quantité⁷. Telle semble bien être pour longtemps encore, selon l'aveu exprimé par lord Cromer, dans son récent Rapport sur l'Egypte, la destinée de ces pays, dont quelques-uns pourtant sont riches, ainsi qu'on l'a vu. Méhémet-Ali, en entreprenant la conquête, n'avait guère été guidé que par la préoccupation de se procurer de l'or, de l'ivoire et aussi des soldats⁸. En 1884, quand succomba Khartoum, aucune exploitation agricole n'avait été tentée, aucune voie de communication créée ou organisée. Le khédive s'était contenté de monopoliser les différents commerces, sauf celui des esclaves, qu'il se contenta de tolérer. Les barques d'acacia des Egyptiens, leurs grandes « dahabiés » à voiles, les 15 vapeurs eux-mêmes de la flottille nilotique, ne parcoururent jamais le fleuve, surtout à la remonte, qu'avec de notables difficultés, et le Nil aboutissait, au nord du Soudan, à l'impasse des cataractes⁹. Quelques barques seulement allaient de Berber à Dongola. C'était par des caravanes qu'affluaient à Khartoum, et de là à Berber et Sonakim, les marchandises rassemblées dans les marchés ou « okels »

¹ FROBENIUS : *ouv. cit.*, pp. 137-138. « Les Niam-Niam apparaissent au premier coup d'œil comme race supérieure aux autres par leur structure musclée et élancée. ; on ne peut les appeler cultivateurs, car ce sont des esclaves bantou et des femmes qui s'occupent chez eux du nécessaire à ce sujet. »

² SECHLMANN : *ouv. cit.*, cartes; NACHTIGAL : *ouv. cit.*, t. III, p. 5.

³ Les Chillouks ne sont que 1.000.000 à 1.200.000, et les habitants du pays Niam-Niam 600.000 seulement, d'après Junker. Sur la savane, la densité ne dépasse guère 4 âmes au kilomètre carré; elle est nulle dans le Kir.

⁴ FROBENIUS : *ouv. cit.*, p. 133. Il en est de même des Yambos

(DE BONCHAMPS : *ouv. cit.*, pp. 410-414). Les groupes d'habitations sont, chez les uns et les autres, plus confortables.

⁵ NACHTIGAL : *ouv. cit.*, t. III, p. 314 : « De nombreux champs de céréales et de coton, en même temps que des troupeaux de bêtes à cornes, annoncent le voisinage des villages... »

⁶ CHÉLU : *ouv. cit.*, pp. 103-105.

⁷ Pour 13 millions de francs environ : *Ibid.*, p. 105.

⁸ DENÉRYN : *ouv. cit.*, pp. 15-17.

⁹ Les vapeurs mettaient de 25 à 45 jours pour aller de Khartoum à Gondokoro, et l'on comptait 3 mois au moins pour les barques, du Caire à Khartoum (CHÉLU : *ouv. cit.*, p. 14.

de Kobbé, d'El-Obeïd, de Sennar, de Gédaref¹, les plumes d'autruche, les gommés, l'ébène, le henné, l'encens, le musc, l'or, les esclaves, l'ivoire même, auquel le fleuve ne servait pas de chemin unique. Kassala commerçait directement avec Souakim qui était la principale porte de sortie de tous les produits.

se trouvait formellement abandonné par le khéïve, sur l'injonction de l'Angleterre, chargée du contrôle de l'Égypte depuis 1882.

Jusqu'en mars 1895, ces pays furent l'objet des entreprises de plusieurs Puissances européennes, qui eurent lieu selon le droit international établi



Fig. 6. — Conditions anthropologiques du Soudan Égyptien.

§ 4. — Etablissement des Européens au Soudan Oriental.

Les populations de presque tout le Soudan Oriental se soulevèrent à la suite du Mahdi, avant même la fin de la conquête égyptienne, et redevinrent indépendantes en 1884-1885. En 1889, le Soudan

pour l'Afrique par le dernier Congrès de Berlin, et auxquelles la Grande-Bretagne participa ou consentit. Elle s'établit à Zeilah, comme à Souakim. Au sud-est du Soudan, après le traité de partage de l'Afrique orientale avec l'Allemagne, elle permit à la Compagnie britannique à charte¹

¹ Khartoum avait environ 50.000 habitants et El-Obeïd 25.000. On trouvera la description de Khartoum à cette époque dans le livre cité de M. DEHÉRAIN.

¹ Les territoires de la Compagnie ont été rachetés par la Couronne en 1895.

l'« Ibea » d'annexer l'Ouganda, de 1890 à 1892, puis l'Ounyoro, en 1895. Les Belges, venus du Congo, prirent librement la partie ouest de l'ancienne Equatoria, où un officier de la Mission van Kerkhoven arriva à Ouadelaï, en août 1892. Massaouah fut abandonnée à l'Italie (1891). Le Gouvernement français put envoyer à M. Liotard, installé dans le Haut-Oubanghi, la colonne Decazes, pour occuper le Bahr-El-Ghazal; et la Convention franco-belge de 1894, non protestée par l'Angleterre, stipula expressément que l'influence française pourrait s'étendre jusqu'au Nil à l'est, et à 5 degrés de latitude Nord, au sud¹.

En mars 1895, une déclaration de sir Edw. Grey prétendit tout à coup établir que l'Angleterre avait un droit de préférence personnelle dans le Soudan Oriental, à cause de sa situation en Égypte. Ce document était dirigé contre la France, dont le point d'appui dans l'Oubanghi était alors plus sûr que ceux des Anglais et des Belges dans l'Ouganda et le Congo. Les affirmations de sir Edw. Grey furent repoussées au Sénat français par M. Hanotaux (5 avril 1895), et l'Europe les regarda comme non avenues, puisque l'occupation du Soudan continua. Les Belges s'emparèrent de Lado (1896) et de Redjaf (février 1897). M. Liotard, arrivé à la ligne de faite du Bahr-El-Ghazal, à Tamboura, en février 1896, fonda un poste à Dem-Ziber, en juin 1897, et reçut une colonne de renfort partie de Brazzaville, en mars, avec M. le commandant Marchand². En même temps, l'Angleterre poussait l'Italie à conquérir sur les Abyssins les anciennes dépendances de Kassala. Elle signait avec le Négus, au printemps de 1897, un traité qui laissait intacte la question des provinces abyssines du Soudan³ Mission Rennell Rodd. Elle semblait seulement vouloir, et avec raison, faire admettre l'Égypte au partage, car une expédition anglo-égyptienne, après avoir repris Dongola, en septembre 1896, s'avancait sur Berber.

Au commencement de 1898, la situation apparut tout à coup changée. La tentative italienne, au nord du Soudan, avait abouti à un désastre, et la garnison britannique de Souakim avait dû occuper Kassala le 24 décembre 1897, en même temps que le corps anglo-égyptien atteignait lentement Berber. Le major Mac-Donald, envoyé du Sud, en juin 1897, pour devancer M. Marchand sur le Nil, avait été obligé de rebrousser chemin, à cause de la révolte de l'Ouganda. Au contraire, M. Lagarde, gouverneur français de Djibouti, avait obtenu de Ménélick

le passage vers l'ouest de plusieurs Missions; l'une, celle de M. de Bonchamps, se trouvait engagée dans le bassin de la Sobat, où opérait aussi une Mission abyssine⁴. On sut alors en Europe qu'au prix d'une énergie admirable, M. Marchand et ses officiers s'étaient établis à Fort-Desaix, sur le Soueh, et s'approprièrent à gagner le Nil par eau. Hors d'état encore de faire la guerre au Négus, la Grande-Bretagne protesta contre la France; la presse et les hommes politiques d'outre-Manche, sans distinction de parti, reprirent la déclaration de sir Grey, et parlèrent avec menaces d'« agression » française: ils furent appuyés par quelques-uns de nos journaux.

En septembre 1898, le général en chef de l'armée anglo-égyptienne, Kitchener-Pacha, après avoir détruit la principale armée du khalife à Omdurman, et remonté le Nil en hâte, rencontra à Fachoda M. Marchand, qui s'y trouvait installé depuis deux mois, ayant battu de son côté les mahdistes, et, comme on l'a su depuis⁵, exploré le cours inférieur de la Sobat à la recherche de M. de Bonchamps. Le gouvernement anglais demanda au ministère français l'évacuation immédiate de Fachoda, tout en faisant des préparatifs de guerre navale contre nous. L'évacuation fut accordée à la force, le 4 novembre 1898: aucune autre raison sérieuse n'en a été donnée à la tribune de la Chambre dans la séance du 23 janvier 1899.

Il n'y avait pas eu en France le même accord qu'en Angleterre, où tout le monde s'unit aux impérialistes⁶. L'abandon de Fachoda, le 11 décembre 1898, a été pour ceux-ci un triomphe, qui ne laisse pas entière, quoi qu'on en ait dit, la question égyptienne. M. Chamberlain, approuvé à plusieurs reprises par lord Salisbury⁷, a déclaré publiquement que l'Angleterre « s'assurait par là le contrôle de toute la vallée du Nil » (Manchester, 15 novembre 1898), et que sa situation « devenait désormais incontestable en Égypte » (Wolverhampton, 18 janvier 1899). Le 19 janvier 1899, une convention anglo-égyptienne, non protestée par nous, a établi, avant même que la question du Bahr-El-Ghazal eût été discutée, le coprotectorat de la Grande-Bretagne et du Khédive sur tout l'ancien Soudan égyptien au sud de 22° lat. nord. Et le récent traité franco-anglais du 21 mars 1899 (fig. 7), n'a fait que confirmer cet arrangement;

¹ Ménélick a revendiqué, en 1891 et en 1897, le Soudan jusqu'au Nil et à 2° de latitude nord. Le 5 février 1898, M. d'Orléans, parlant de Paris pour prendre, avec le comte de Léontief, la direction des « Provinces Equatoriales d'Abyssinie », a publiquement confirmé ces prétentions.

² *Compte rendu de la Soc. de Géogr. de Paris*, février 1899.

³ V. en particulier un article de M. DE LANESSAN: *Questions diplomatiques et Coloniales*, 15 novembre 1898.

⁴ Notamment aux communes, où fut invoqué par lui « le droit de conquête ». Il a été dit aussi que les Anglais « ne sont pas vassaux du khédive ».

⁴ Cette convention annulait un traité anglo-belge, cédant le Bahr-El-Ghazal à la Belgique, en échange de l'« enclave de Lado ».

⁵ V. sur l'expansion française un bon article de M. REGELSPERGER: *Rev. Encyclop.*, 4 mars 1899.

nous avons abandonné le Bahr-El-Ghazal, dont nous occupions solidement la partie occidentale, en échange des territoires à l'est du Tchad, qui nous étaient acquis en fait et en droit depuis longtemps¹. Les motifs de cette concession demeurent peu perceptibles en droit strict, malgré les

Une clause du traité du 21 mars, présenté dans son ensemble comme le complément de la récente convention du Niger, que la Chambre a votée à mains levées, le 12 mai, a étendu aux possessions françaises de l'est du Tchad et au Bahr-El-Ghazal la réciprocité commerciale décidée pour la majorité



Fig. 7. — Conditions politiques du Soudan Égyptien.

notes officielles, et ceux-là mêmes qui approuvèrent sans réserves l'abandon de Fachoda, ne se sont pas trompés en écrivant que l'Angleterre « établissait son protectorat sur la vallée du Nil². »

des pays du Soudan Occidental. Les libre-échangistes français eux-mêmes ont trouvé cette stipulation excessive. Il ne semble guère douteux, en effet, que l'Angleterre doive en profiter à notre exclusion. Tandis que l'accès au Nil nous sera des plus difficiles, n'étant plus installés au Bahr-El-Ghazal, le Soudan Égyptien est destiné à être, à bref délai, un point de dispersion des marchandises dans l'Afrique centrale, but expressément

¹ On trouvera les textes de la convention du 19 janvier et du traité du 27 mars, notamment dans le *Bulletin du Comité de l'Afrique française*, février et avril 1899.

² De LANESSAN : *Questions diplomatiques et coloniales*, 1^{er} avril 1899, p. 389.

visé par le parti industriel et impérialiste d'outre-Manche. Sans parler de l'avance commerciale et industrielle des Anglais, l'Égypte, où les progrès de la Grande-Bretagne ne sont pas plus niables que ses sacrifices¹, constituera pour l'Angleterre une base d'opérations excellente, attendu qu'elle y fait la plus grande partie du commerce, et que la convention du 19 janvier a affranchi de tous droits les denrées entrant au Soudan de ce côté. En attendant que soit organisée la navigation sur le Nil par l'établissement des barrages submersibles dans la zone des cataractes², et que le chemin de fer dépasse l'Albara, deux autres portes exclusivement anglaises sont ouvertes. Souakim, point de sortie traditionnel des produits du Soudan Oriental, principal relai et principal point d'attache des câbles dans la mer Rouge, est demeurée, d'après la Convention, possession britannique, et, depuis novembre 1898, se trouve reliée par un télégraphe et une route postale à Berber et à Kassala. Au sud-est, le chemin de fer, dit de l'Ouganda, atteindra, dans quelques années, le lac Victoria³.

Il n'est pas décidé encore à qui sera Harrar,

ancienne dépendance du Soudan Égyptien, et qui se trouvera prochainement relié par les rails au port français de Djibouti. La question, comme celle des Provinces Équatoriales d'Abyssinie, dépend du maintien de la puissance du Négus. Or, c'est à détruire cette puissance que l'Angleterre semble momentanément porter tous ses soins : en même temps que les majors Martyr et Mac-Donald ont été envoyés de l'Ouganda vers le Nord, le gros du corps anglo-égyptien a abandonné la poursuite du Khalife, réfugié au Kordofan, et, massé vers Kassala et Gédaref, reçoit des renforts continuels. L'organisation de l'Abyssinie, si imparfaite que les différents « ras », surtout ceux du Nord, ne gardent à Ménélick qu'une fidélité relative¹, pourrait bientôt amener de nouveaux événements.

J. Machat,

Agrégé d'histoire et de Géographie.

SPEKE : Journal of the discovery of the source of the Nile, 8°, Londres, 1863.

BURTON : The Nile basin, 8°, Londres, 1864.

STUDDNER : Reise auf dem Bahr-El-Abiad und dem Bahr-El-Ghazal, *Zeitschrift der Gesellsch. für Erdkunde zu Berlin*, 1864.

LEJEAN : Voyage aux deux Nils, 4°, Paris, 1865.

HEUGELIN : Reisen in das Gebiet des Weissen Nil und seiner westlichen Zuflüsse, 8°, Leipzig, 1869.

SCHWEINFURTH : Au cœur de l'Afrique (trad. fr.), 2 vol. 8°, Paris, 1875.

CHAILLEY-LONG : Central Afrika. Expédition au lac Victoria et au fleuve Blanc (trad. fr.), 8°, Paris, 1877.

PRAYSSENABER : Reisen und Forschungen im gebiete des Weissen und Blauen Nil, *Peterm. Mitth. Ergänzungshefte*, 50 et 51 (1877).

NACHTIGAL : Sahara und Sudan, 3 vol. 8°, Leipzig, 1879.

WILSON AND FELKIN : Uganda and the Egyptian Sudan, 8°, Londres, 1882.

EMIN-PACHA : Eine Sammlung von Reisebriefen und Berichten... (édit. par Schweinfurth et Ratzel), 8°, Leipzig, 1888.

JUNKER : Reisen in Afrika, 3 vol. 8°, Vienne et Olmütz, 1889-90, et *Peterm. Mitth. Ergänzungshefte*, nos 92, 93.

OURWALDER : Aufstand und Reich des Mahdi im Sudan, und meine zehnjährige Gefangenschaft dortselbst, 8°, Innsbruck, 1892.

STURLMANN : Mit Emin Pacha ins Herz von Afrika, gr. 8°, Berlin, 1894.

CASATI : Dieci anni in Equatoria e ritorno con Emin Pascia 2 vol. 8°, Milan 1895.

STEEVENS : With Kitchener to Khartoum, 8°, Edimbourg et Londres, 1898.

DE BONCHAMPS : Une Mission au Nil Blanc, *Bull. de la Soc. de Géogr. de Paris*, 4° trim. 1898, et *Revue Coloniale*. 15 janvier, 15 fév., 15 mars 1899.

¹ BARATIERY : *Revue des Deux Mondes*, 15 janvier 1899.

¹ Je citerai l'achat de la *Khédivieh*, et les projets actuels pour enlever à la Commission internationale le contrôle des chemins de fer, des postes, du port d'Alexandrie.

² La concession de ces barrages, dont le projet est dû à l'ingénieur français M. PROMPT, vient d'être faite, sans adjudication, à une compagnie anglaise.

³ Voici les principales relations de voyage dans la région du Soudan Égyptien :

BRUCE : Voyage en Nubie et en Abyssinie (trad. fr.), 5 vol. 4°, Paris, 1790.

BROWNE : Voyage en Afrique (trad. fr.), 2 vol. 8°, Paris, an VIII.

BURCKHARDT : Travels in Nubia, 4°, Londres, 1819.

CAILLAUD : Voyage à Méroé, au fleuve Blanc, etc., 5 vol. 8°, Paris, 1826-27.

LINANT DE BELLEFONDS : Journal of a voyage on the Bahr-El-Abiad, *Journ. of the Roy. Geogr. Soc. of London*, 1832.

D'ARNAULD : Lettres, *Bull. de la Soc. de Géogr. de Paris*, 1842-44.

MOHAMMED-EL-TOUNSY : Voyage au Darfour (trad. fr.), 8°, Paris, 1845.

WERNE : Expedition zur Entdeckung der Quellen des Weissen Nil, 8°, Berlin, 1848.

BRUN-ROLLET : Le Nil Blanc et le Soudan, 8°, Paris, 1855.

THIBAUT : Expedition à la recherche des sources du Nil, 8°, Paris, 1856.

PETHERICK : Egypt, the Sudan and Central Africa, 8°, Londres, 1861.

LES ESPÈCES VÉGÉTALES SOCIALES

FORMATION ET RÉPARTITION DES SOCIÉTÉS

Chacun sait que certaines espèces végétales, au lieu de vivre par individus plus ou moins disséminés au milieu d'autres espèces, envahissent exclusivement, ou à peu près, des espaces souvent considérables, éliminant toutes les autres plantes ou permettant à quelques-unes seulement de vivre avec elles : ce sont les espèces *sociales*. Un exemple banal vient de suite à l'esprit dès qu'on en parle : qui ne connaît la Callune-bruyère et les landes qu'elle forme ?

On peut distinguer deux types parmi les espèces sociales : le premier, *type social constant*, se compose d'espèces qui ne se rencontrent guère qu'à l'état social et envahissant ; le second, *type social inconstant*, est représenté par des espèces dont les individus peuvent vivre et vivent souvent disséminés, mais qui, sous l'influence de certaines combinaisons de facteurs de climat et de sol, se mettent à pulluler et à peupler exclusivement ou presque exclusivement les espaces soumis à ces actions.

On peut encore distinguer à un autre point de vue deux types : le *type unisocial*, où la société est composée d'une seule espèce ; le *type plurisocial*, où elle se compose de deux ou quelques espèces mêlées en quantités à peu près égales.

Les exemples du type social constant sont fréquents et bien caractérisés chez les Muscinées, où les sphaignes le présentent au plus haut degré. Ceux du type social inconstant sont, au contraire, communs chez les Phanérogames : quant aux types plurisocial et unisocial, les sphaignes, dont nous parlions tout à l'heure, en fournissent aussi des exemples excellents : telle tourbière est constituée par une société de *Sphagnum cymbifolium* seul, telle autre par une société de *Sphagnum cymbifolium* et *Sphagnum recurvum*, etc. La présence d'une de ces sociétés en un point y crée des conditions biologiques particulières, auxquelles certaines plantes se sont adaptées. Ces plantes, que l'on peut nommer *plantes satellites*, ne peuvent d'ordinaire vivre qu'en présence d'une société donnée : sous son couvert, quand elle est arborescente ; entre ses touffes, quand c'est une société de sphaignes ou de bruyères.

Ces plantes satellites ne font pas partie intégrante de la société, mais en dépendent d'ordinaire d'une manière absolue : la société peut exister sans elles, mais elles ne peuvent vivre sans la société. On peut citer comme exemples : les *Drosera*, qui sont satellites des sphaignes et autres mousses

turfigènes sociales ; le *Goodyera repens*, satellite des sociétés de Conifères, etc.

Il ne faut pas confondre les types sociaux dont nous venons de parler avec les *types de formations* de Lecoq : ces derniers ont un sens bien plus général : ils désignent des unités supérieures d'association, comme la forêt, le pré, la broussaille, etc., c'est-à-dire le plus souvent des types plurisociaux extrêmement complexes, de caractères peu constants et qui, par là même, s'éloignent des véritables sociétés, mais aussi parfois des types sociaux. Le type de formation est donc au type social ce que le général est au particulier.

Il peut être très intéressant, au point de vue de la Biologie générale et de la Géographie botanique, de suivre la répartition des espèces sociales et d'étudier les conditions nécessaires à l'établissement des sociétés. Nous allons, pour le montrer, donner ici quelques exemples, entre mille, de sociétés végétales, exemples que nous avons pu observer dans le bassin de la Saône, région qui nous est bien connue.

I

La *nardaie*, formée par le *Nardus stricta*, présente le type unisocial constant ; elle est très développée dans le Jura, à partir de 900 mètres, et dans les Vosges, à partir de 800 mètres, dans tous les endroits découverts où se trouvent réunis l'humus et la sécheresse et un sol sans carbonale calcique. Elle envahit de vastes espaces et ne s'en laisse déloger par aucune autre espèce, et cela grâce à une adaptation des plus remarquables à la sécheresse et à la pâture. Le *nard* forme, en effet, des touffes extrêmement courtes et serrées, à feuilles très étroites, fortement silicifiées, à gaines très dures. Le bétail ne peut les brouter : quand il ne trouve plus rien d'autre à se mettre sous la dent, il en déracine quelques pieds, qu'il ne peut d'ailleurs manger complètement ; aussi les pâturages sont-ils souvent parsemés de ces touffes arrachées et desséchées. Il y a là un moyen de défense extrêmement puissant et qui assure à son possesseur un régime incontesté sur tous les pâturages où les conditions biologiques de ce dernier sont réalisées.

Un bon exemple de type plurisocial éminemment inconstant se trouve réalisé dans les *vivres* de la Saône. Ce sont des forêts situées sur des alluvions siliceuses ou argilo-siliceuses dans le lit majeur de

la rivière; elles sont colmatées par les inondations tous les hivers. Dans ces forêts, dont les conditions biologiques sont toutes spéciales, trois arbres, qui d'ordinaire sont disséminés au milieu d'autres, s'associent en une trinité sociale qui peuple à peu près exclusivement les *vaivres*. Ces trois arbres sont le chêne pédonculé (*Quercus pedunculata* Ehr.), l'orme, parfois l'orme champêtre (*Ulmus campestris* L.) et l'orme blanc (*Ulmus pedunculata* Foug.), et le frêne (*Fraxinus excelsior* L.). C'est à peine si, par hasard, on rencontre çà et là, dans une vaivre occupée par ce triumvirat, un charme ou un coudrier et quelques prunelliers croissant en sous-bois, ainsi que des saules, sur le bord des *noues* ou *royes*, anciens lits de la Saône qui sillonnent presque toutes les *vaivres*. En Bresse, le chêne pédonculé ordinaire recule de plus en plus devant une de ses variétés mieux adaptée aux conditions du milieu, le chêne tardif ou chêne de juin, qui, par le retard considérable de sa végétation, échappe aux gelées printanières.

Les jeunes sociétés de chênes de juin qui prospèrent et étendent sans cesse leur invasion dans la Bresse depuis un siècle seulement, contrastent vivement avec les vieilles sociétés de chênes cerris, d'origine tertiaire, qui déclinent et se meurent à quelque distance dans les forêts de Saint-Vit (Doubs). Nous assistons ici à l'aurore d'une espèce en même temps qu'à l'extinction (dans la région) d'une autre.

II

Il est une catégorie aussi intéressante que spéciale de sociétés végétales : ce sont celles qui forment les végétations littorales. Elles ont été très bien étudiées dans nos lacs du Jura par M. Magnin, d'après qui nous allons les décrire rapidement. On les trouve surtout bien caractérisées dans les lacs à beine. La beine, ou blanc-fond, est une sorte de terrasse littorale que forme dans les lacs à bords rocheux l'action des eaux; la coupe primitive de la cuvette est représentée par la ligne AB (fig. 1); mais le travail des vagues rongant le rivage a remplacé la ligne AB par la ligne ACEDB. La partie CD, qui forme une terrasse peu inclinée, est la *beine*, se divisant en beine d'érosion CE et beine d'alluvion DE.

Les bords du lac dans la région sont occupés presque toujours par un type de formation très complexe, la *carigaie* (α) (*Carex vesicaria*, *ampullacea*, *paludosa*, etc.), et bien d'autres plantes accessoires). Puis vient la ceinture littorale proprement dite; sur le talus sous-lacustre, qui domine la beine, et sur les trois quarts supérieurs de cette beine elle-même prospère la *phragmitaie* (β), société de roseaux (*Phragmites communis*) à type unisocial

constant, parfois remplacée par d'autres plantes comme le *Cladium mariscus* ou les *Typha*. Le *Phragmites* vit ainsi de 0 à 2 mètres sans pouvoir descendre plus bas à cause de l'organisation aérienne de ses tiges et de ses feuilles et du temps limité dans lequel il doit accomplir tout son développement. Plus bas, sur le bord de la beine et le haut du talus qui lui fait suite, de 2 à 3 mètres, est installée la *scirpaie* (γ), société de *Scirpus lacustris*.

Cette espèce a des tiges organisées pour la vie aquatique et des feuilles submergées, aussi peut-elle descendre plus bas que le roseau.

Au delà de cette ceinture littorale, croissent des plantes à rhizomes submergés donnant naissance à des pétioles et pédoncules susceptibles d'un allongement considérable. La profondeur à laquelle elles peuvent descendre n'est dès lors plus guère

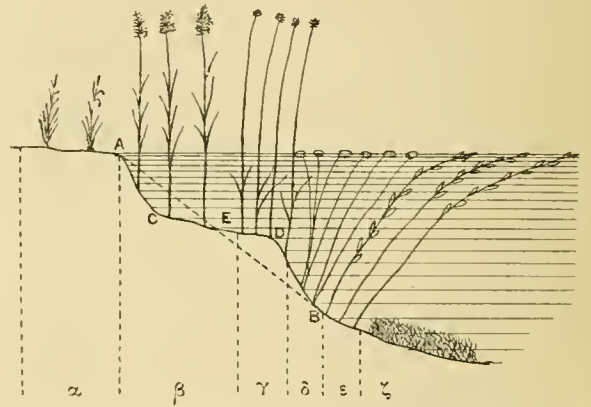


Fig. 1. — Schéma des zones de végétations littorales d'un lac à beine, d'après M. Magnin.

soumise qu'à la durée de leur période de végétation. Ces plantes forment d'ordinaire deux sociétés : la *nupharaie* (*Nuphar luteum*) (δ), de 3 à 4 mètres, et la *potamogitonaie* (plusieurs espèces du genre *Potamogeton*) (ε), qui s'arrête vers 6 mètres de profondeur.

Au delà vivent les plantes flottantes, comme les *Utricularia* et *Ceratophyllum*, et des plantes de fond, *Najas* ou *Chara* (ζ), dont l'extension en profondeur ne dépend plus que de l'absorption des radiations lumineuses, calorifiques et chimiques par l'eau, absorption qui empêche la formation de la chlorophylle et l'assimilation au delà d'une certaine profondeur, variant de 6 à 12 mètres dans les lacs du Jura.

Ces sociétés, si bien caractérisées dans les lacs du Jura, se retrouvent presque toutes dans les eaux de la plaine; ainsi, dans les parties presque stagnantes de la Saône, on retrouve nettement la *carigaie*, la *phragmitaie* (de 0 à 1^m,50), la *scirpaie* (de 1^m,50 à 2 mètres), la *nupharaie*, souvent remplacée par une *villarsiaie* (*Villarsia nymphoides*) de

2 à 3 mètres; la *potamogitonaie*, de 3 à 4 mètres; la *najadaie*, de 3 à 5 mètres.

Il y a souvent interposition, entre la *carigaie* et la *phragmitaie*, d'une *iridaie* de 0 à 0^m,50. Dans les eaux de plaines, les profondeurs convenant à de mêmes sociétés sont plus faibles que dans les lacs du Jura, ce qui tient à la moins grande transparence de ces eaux.

III

Pour terminer, nous dirons quelques mots des conditions biologiques nécessaires au développement de la *sphagnaie*, c'est-à-dire des tourbières à sphaignes, bien étudiées dans la Côte-d'Or et le bassin de la Saône par M. Langeron. On sait que la végétation des sphaignes est subordonnée à un certain nombre de conditions, qui sont : une température moyenne basse, une grande humidité de l'atmosphère, un sol hygroscopique sans CaCO³, et enfin une eau sans troubles argileux, absolument limpide. Or, la température moyenne dans le val de la Saône est de 10° à 10°,5, un peu au-dessous de la plus haute moyenne compatible avec le développement des sphaignes; le sol y est souvent hygroscopique, sans CaCO³, les eaux presque chimiquement pures; l'humidité de l'air y est entretenu par l'abondance des forêts et des rivières: les conditions semblent donc favorables. Et cependant les sphaignes se montrent rarement et seulement dans les étangs à fonds sableux situés sur des hauteurs, en dehors du régime hydrographique général de la contrée.

Cela paraît d'abord paradoxal; mais, si l'on se souvient des expériences de Sidell, Brewer, Hilgard, etc., qui ont démontré qu'une eau se clarifie

d'autant plus vite qu'elle est plus minéralisée, on comprendra que la pureté chimique de la plupart des eaux du Val de Saône est un obstacle à l'établissement de la *sphagnaie*, qui se développe seulement dans les petits bassins séparés où les eaux sont toujours limpides.

Dans quelques localités, l'eau est très chargée de SO⁴Ca (Bois de Pontailler : 0 gr. 126 par litre), quoique toujours aussi pauvre en CaCO³, ce qui lui permet de se clarifier très vite et amène le développement de la *sphagnaie* dans des bassins non séparés.

Dans d'autres localités, la minéralisation de l'eau, due à un peu de CaCO³ accompagnant le SO⁴Ca, ne permet qu'à une seule espèce de *Sphagnum*, le *S. subsecundum*, le moins calcarifuge de tous, de se développer. Le plus difficile dans ce cas, pour les sphaignes, est de s'établir, car, une fois qu'elles ont formé un peu de tourbe, l'eau qui arrive à la plante se trouve décalcifiée, probablement par suite de la précipitation du calcaire y contenu par les produits ulmiques.

J'arrêterai là l'énumération de ces exemples déjà trop nombreux, et qui démontrent nettement que la répartition des sociétés végétales est liée à des combinaisons complexes de facteurs, dont les principaux sont la nature physique et chimique du sol, le climat, les concurrences vitales, etc., et que la formation même de ces sociétés dépend absolument de conditions de milieu très précises, auxquelles la plante sociale est seule, ou est la mieux adaptée.

R. Maire,

Préparateur d'histoire naturelle
à la Faculté de Médecine
de Nancy.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Czuber (Em.), *Professeur à l'École Technique supérieure de Vienne. — Vorlesungen über Differential und Integralrechnung. — 2 vol. in-8° de xiii-526 pages et 112 figures, et de ix-428 pages avec 79 figures. (Prix, cartonnés : 27 fr. 50). B.-G. Teubner, éditeur, Leipzig, 1899.*

Manuel d'analyse dont la matière correspond en France à peu près, par exemple, aux cours de Mathématiques spéciales et de l'École Polytechnique. N'y figurent toutefois pas les fonctions elliptiques et les méthodes récentes d'intégration des équations différentielles.

Cet ouvrage d'enseignement est rédigé avec beaucoup de soin.

LÉON AUTONNE.

Maître de Conférences à l'Université de Lyon

d'Ocagne (Maurice), *Ingénieur des Ponts et Chaussées, Professeur à l'École des Ponts et Chaussées, Répétiteur à l'École Polytechnique. — Traité de Nomographie (Théorie des abaques, applications pratiques). — 1 vol. gr. in-8°, de xiv-480 pages. (Prix : 14 fr.). Paris, Gauthier-Villars, 1899.*

Quand l'auteur, en 1891, publiait une modeste brochure : *Les Calculs usuels effectués au moyen des abaques; essai d'une théorie générale*, et proposait pour la première fois l'emploi du mot *Nomographie*, il était difficile de prévoir l'étendue considérable que prendrait le sujet. C'est là cependant l'origine de l'important volume qu'il vient de nous donner, et qui est édité par M. Gauthier-Villars avec la perfection d'exécution matérielle à laquelle nous sommes habitués.

L'abondance des matières traitées est si grande que le lecteur nous permettra de débiter par une analyse, un peu sèche peut-être, mais que nous nous efforcerons de rendre précise, et qui lui permettra de se rendre compte du contenu de l'ouvrage. Le but poursuivi est l'établissement d'une théorie de la représentation graphique cotée des équations à un nombre quelconque de variables, et la constitution de cette théorie sous sa forme la plus générale; comme conséquence, toutes les méthodes particulières de construction d'abaques viennent se rattacher à la théorie en question. Les principes de l'homographie et de la dualité passent ici du domaine de la spéculation pure dans celui de l'utilisation pratique; ils permettent de déterminer les meilleures dispositions d'abaques pour les équations de type usuel. De nombreux exemples, empruntés à la pratique courante des arts techniques où intervient le calcul, complètent cette exposition.

Six chapitres composent l'ouvrage; nous présenterons un aperçu des questions les plus essentielles traitées dans chacun d'entre eux :

Chapitre I. — Étude des *échelles de fonctions*, notion primordiale; réduction des échelles utilisables à quelques types principaux (*étalons de graduation*). L'étude des abaques à deux variables, des échelles accolées, ou mises en correspondance par l'emploi d'une courbe (abaques cartésiens), l'emploi d'un transparent, et l'indication d'une première idée de l'anamorphose, complètent le chapitre.

Chapitre II. — *Abaques cartésiens* par un système de courbes cotées sur un quadrillage coté pour représenter d'une façon générale les équations à trois variables. Accroissement du champ d'utilisation, par la superposition des graduations; cas où les courbes se réduisent à des droites; transformation du quadrillage pour transformer les courbes en droites. *Abaques hexagonaux*

de M. Lallemand; leur amélioration. Anamorphose graphique empirique, anamorphose générale de M. Massau; usage de la transformation homographique; exemple : abaques à cercles entrecroisés; emploi des déterminants. Emploi des coordonnées polaires.

Chapitre III. — Transformation dualistique; abaques à points alignés; emploi des coordonnées parallèles. Étude de systèmes particuliers d'un usage fréquent. *Abaques à trois échelles rectilignes*. *Abaques à deux échelles rectilignes parallèles et une curviligne*; équation de Képler; équation trinôme du troisième degré. *Abaques à trois échelles curvilignes*; exemples remarquables; loi physique reconnue par la construction d'un abaque. *Abaques à plus de trois variables*; divers systèmes dérivant des abaques à alignement.

Chapitre IV. — Représentation de deux équations simultanées entre quatre variables. Exemples : calcul du point à la mer, profils de remblai et de déblai; emploi de la transformation homographique.

Chapitre V. — Au delà de quatre variables, il n'y a pas de méthode pour une équation quelconque, mais il y en a qui sont applicables à des types généraux qui semblent comprendre toutes les applications possibles. Deux notions fondamentales : *éléments à plusieurs cotes*, systèmes mobiles. *Éléments à deux cotes*. *Points condensés*. *Échelles binaires*, échelles binaires accolées. *Abaques hexagonaux à échelles binaires* (4, 5, 6 variables). *Points alignés à deux cotes* (4, 5, 6 variables). Exemples nombreux. *Doubles enveloppes et trajectoires de contact*. *Abaque à équerre* de M. Massau; *abaque à trois dimensions* de M. Mehmke. *Éléments à cotes*. *Échelles multiples*. *Systèmes à translation*. *Systèmes à rotation*; échelles tournantes. *Anamorphose logarithmique*. *Images logarithmiques*. *Applications*.

Chapitre VI. — Modes possibles de représentation pour des équations à un nombre quelconque de variables; théorie générale. *Éléments à n cotes*; contact d'éléments quelconques; plans superposés. Types d'abaques pour un nombre donné de variables. Types d'équation; leur rattachement aux types d'abaques. Étude des équations représentables par trois systèmes linéaires de points alignés. Représentation des équations quadratiques; interprétation géométrique de M. Duporcq.

La fin de l'ouvrage, on le devine, fournit l'exemple de questions de Mathématiques pures soulevées par l'étude de la Nomographie; celle-ci, par conséquent, mérite d'attirer l'intérêt des analystes et sollicite leur attention. Mais là n'est pas le caractère essentiel et distinctif de l'ouvrage de M. d'Ocagne. Il porte surtout une marque polytechnicienne. J'entends par là que le livre dont il s'agit ne pouvait assurément sortir que de la plume d'un éminent mathématicien, mais qu'il ne l'aurait jamais composé s'il avait été seulement, exclusivement, mathématicien. L'ingénieur a largement apporté sa collaboration au géomètre. La préoccupation dominante de l'auteur est l'utilisation pratique des principes de la science mathématique. Or, c'est sous l'empire de cette préoccupation, que fut fondée l'École Polytechnique; c'est la pensée constante qui a inspiré sans cesse les hommes qui eurent à en diriger l'enseignement.

Parmi les applications pratiques de la Géométrie analytique, en particulier, je ne crois pas qu'on puisse jusqu'à présent citer un autre exemple aussi complet, aussi étendu. Et peut-être, par cela même, à côté des services directs qu'il ne manquera pas de rendre, l'ouvrage dont nous venons de parler atteindra-t-il un

autre but, non moins désirable : montrer aux ingénieurs que la Science n'est pas seulement un objet de luxe ou un prétexte à concours.

C.-A. LAISANT,
Examinateur à l'École Polytechnique.

2° Sciences physiques

Recueil de données numériques, publié par la Société française de Physique. — Optique, par M. Dufet, maître de Conférences à l'École Normale Supérieure. — Premier fascicule : LONGUEURS D'ONDE. INDICES DES GAZ ET DES LIQUIDES. — Deuxième fascicule : PROPRIÉTÉS OPTIQUES DES SOLIDES. — 2 vol. in-8°, de 780 pages. (Prix : 30 fr.) Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1898 et 1899.

Il y a déjà longtemps que la Société française de Physique, à côté de l'œuvre de la publication des mémoires originaux, a conçu et entrepris la confection de tables complètes contenant des données numériques. La partie la plus importante de cet ouvrage a été confiée à M. Dufet, que ses travaux sur l'Optique et la Minéralogie avaient particulièrement préparé à cette tâche. Le présent ouvrage est le fruit de longues années de labeurs et de recherches patientes. Il faut avoir eu besoin soi-même de rechercher des nombres dans des mémoires pour se faire une idée de la somme énorme de travail que représente le contenu des 780 pages de ces deux premiers fascicules. La réunion d'un tel tableau de chiffres suppose le dépouillement d'un nombre prodigieux de collections périodiques relatives à la Physique ou à la Chimie, et il ne faudrait pas croire qu'un pareil dépouillement peut se faire en feuilletant rapidement les mémoires pour courir aux nombres que l'on cherche. Outre que les auteurs sont généralement peu soucieux de réunir en un seul tableau clair et bien isolé l'ensemble de leurs résultats numériques, il faut encore tenir compte de ce que, lorsqu'un pareil tableau existe, il est encore nécessaire d'y joindre des données supplémentaires indiquant au moins succinctement dans quelles conditions les expériences ont été faites. Par exemple, dans le tableau de la page 103, M. Dufet a distingué, dans les mesures d'indices du benzène, celles qui paraissent avoir été faites sur un composé chimiquement pur et celles qui semblent avoir porté sur un liquide commercial. Il a pris également la peine de recalculer tous les nombres trouvés en les rapportant à la température de 20°, ce qui permet de faire immédiatement les comparaisons. Ce seul exemple montre avec quelle conscience et quel souci d'être utile aux travailleurs M. Dufet a rédigé son ouvrage. D'autre part, il a évité de nous donner un livre qui ne fût utile qu'aux seuls praticiens, et, s'occupant des indices, il nous fournit les nombres les plus variés relatifs aux recherches les plus différentes, depuis les indices des gaz liquéfiés jusqu'aux indices des métaux déterminés par la méthode du prisme ou calculés à partir des constantes de la réflexion métallique et les résultats des recherches relatives à la dispersion anormale. Le travail de M. Dufet est, en quelque sorte, une encyclopédie numérique; il a extrait la substance des mémoires et fourni au physicien le moyen de se renseigner d'un coup d'œil sur ce qui l'intéresse le plus, c'est-à-dire sur les chiffres obtenus par les différents expérimentateurs. Ajoutons que, si la lecture des travaux utilisés a dû être faite avec beaucoup de sens critique, il a fallu encore pratiquer un choix judicieux et un émondage raisonné dans l'énorme faisceau des documents qu'ont accumulés les recherches modernes. Ce choix, qui est de toute nécessité, n'était peut-être pas la partie la moins délicate et aussi celle qui demandait le moins d'abnégation. Le physicien, comme le littérateur, ne sait écrire que s'il sait se borner; mais ce devoir est peut-être plus pénible pour lui, parce qu'il peut craindre que les omissions qu'il s'impose ne diminuent l'intérêt que les savants attachent à son œuvre, et que ceux qui se laissent impressionner

seulement par le format et l'épaisseur des volumes ne lui tiennent pas assez de compte d'un travail de cabinet, qui a pourtant ce résultat utile d'émonder un grand nombre de chiffres douteux et de nombres qu'il est préférable de ne pas connaître. A notre époque, la question de la bibliographie inquiète gravement un grand nombre de savants; avant d'aviser aux moyens de permettre aux physiciens de suivre, au moins par des titres, la production scientifique, il est évidemment nécessaire de les mettre à même de consulter rapidement les résultats obtenus jusqu'à ces dernières années; des renseignements, même journaliers, ne seront pas très utiles s'ils ne sont le complément d'une encyclopédie de la matière établie définitivement à une époque donnée. Dans son genre, le livre de M. Dufet me semble faire ce premier pas indispensable; les savants qui l'auront consulté pourront être sûrs qu'à part des points de détail insignifiants, ils n'ont à faire de recherches que dans les périodiques parus depuis le jour où a été close chacune des tables. M. Dufet nous rend ainsi un service inappréciable, dont nous aurons maintes fois l'occasion de lui témoigner notre reconnaissance.

La lisibilité des caractères et la clarté de l'impression contribuent largement à l'utilité d'un ouvrage tel que celui-ci; s'il est devenu banal de faire l'éloge à ce point de vue des livres qui sortent des presses de Gauthier-Villars, on doit reconnaître qu'il est difficile de concevoir quelque chose de plus parfait, de plus facile à lire et de plus élégant que ce recueil de données numériques.

La Société française de Physique ne me reprochera pas, j'espère, mon indiscretion si j'ajoute que l'embaras financier qu'aurait pu lui causer la généreuse entreprise qu'elle a conçue a été dissipé par le concours d'un savant que je ne nommerai pas, pour ne pas blesser une modestie qui n'a d'égale que sa libéralité, et aussi par la contribution notable qu'ont fournie à cette œuvre Albert Gauthier-Villars, récemment décédé, et son fils, le chef actuel de la maison.

C. RAVEAU.

De Saporta (A.). — Physique et Chimie viticoles. (Avec une préface de M. P.-P. Dehérain, membre de l'Institut). — 1 vol. in-8° de 300 pages avec 43 figures. (Prix : cartonné, 5 fr.) G. Carré et C. Naud, éditeurs, 3, rue Racine, Paris, 1899.

Si l'agriculteur praticien voulait un jour s'improviser professeur de Physique ou de Chimie, il trouverait certainement dans ses bâtiments de ferme, ou sur ses champs, les matières premières nécessaires à son enseignement. Produits chimiques, appareils de Physique rien ne manquerait pour illustrer ses démonstrations. Telle a été en quelque sorte la pensée maîtresse, rappelée au début de l'ouvrage, qui a présidé à la rédaction de la *Physique et de la Chimie viticoles*, que vient de publier M. A. de Saporta.

L'auteur, après avoir consacré un très petit nombre de pages à l'exposé de quelques principes théoriques, entre de suite dans le vif de son sujet avec l'exposé des *méthodes d'analyses agricoles*. Mais le lecteur, déjà prévenu du but pratique de l'ouvrage, ne doit pas s'attendre à trouver dans ce premier chapitre un résumé des méthodes officielles en usage dans les laboratoires de Chimie agricole. M. A. de Saporta se borne à décrire les appareils de mesure qu'il proposera d'utiliser pour le dosage des matières fertilisantes contenues dans le sol ou ajoutées comme engrais. Ce matériel d'analyse sera, d'ailleurs, très réduit, et l'on pourrait en quelques lignes en donner la nomenclature : balance trébuchet, carafe jaugée, burette graduée, aréomètre, thermomètre en sont les termes principaux.

Dans un troisième chapitre : *Les Vignobles et le Sol*, l'auteur étudie l'influence de la constitution des sols sur le développement de la vigne. L'étude du pouvoir chlorosé des sols calcaires y occupe une large place, justifiée par l'importance que présente la connaissance de la teneur et de l'état physique du calcaire pour le viti-

culteur hésitant sur le choix du cépage à adopter pour la reconstitution de son vignoble. Les calcimètres de MM. Bernard, Trubert, Clémengot, A. de Saporta, le calcimètre enregistreur de M. Houdaille y sont successivement décrits, et la manipulation de ces appareils est tellement prise sur le vif qu'il apparaît clairement que l'auteur est avec eux en pays de fréquentes et excellentes relations.

Dans le quatrième chapitre, *Les Engrais*, M. A. de Saporta indique les principes généraux de la restitution des éléments minéraux absorbés par la vigne et exportés sous forme de sarments ou de vendange. Le dosage simplifié des engrais appliqués aux vignobles est successivement indiqué pour chacun des trois termes : l'azote, la potasse et l'acide phosphorique. Pour le dosage de l'azote nitrique, l'auteur recommande le procédé Schlœsing au perchlorure de fer, avec mesure du volume de bioxyde d'azote formé. Pour l'azote ammoniacal, l'auteur porte ses préférences sur le dosage volumétrique à l'hypobromite de soude. Ce même procédé permet également le dosage de l'acide phosphorique après l'avoir transformé en phosphate ammoniac-magnésien.

Réduire une analyse chimique à une simple mesure de volume ou de longueur, tel paraît être le but du chimiste agriculteur, dont les instants sont précieux et dont le laboratoire ne possède le plus souvent qu'un outillage assez rudimentaire. Il semble que, pour le calcaire, l'acide phosphorique et l'azote, le résultat recherché soit bien près d'être atteint. Seule, la potasse reste réfractaire, refusant jusqu'à ce jour de se prêter à des simplifications désirables.

La *météorologie viticole* est réduite, dans le *Traité de Physique et Chimie viticoles* de M. de Saporta, à la description des principaux appareils d'observation permettant à l'agriculteur de préciser la constitution de l'atmosphère qui intéresse son vignoble. Toujours partisan des simplifications, l'auteur préfère l'emploi d'un veilleur de nuit à l'installation d'un thermomètre avertisseur.

Le sixième chapitre : *Les Remèdes*, ne parle des maladies de la vigne que pour en indiquer la guérison ; l'emploi du sulfure de carbone, le badigeonnage des sections de taille (procédé Rassignier) pour combattre la chlorose, l'application des bouillies cupriques et du verdet sont particulièrement étudiés et conduisent nos vignes en parfaite santé jusqu'au septième chapitre : *La Vinification*.

M. de Saporta ne s'attarde pas longuement à l'exposé des anciennes et des nouvelles méthodes de vinification ; il se borne simplement, chemin faisant, à signaler aux viticulteurs œnologues, et tous sont appelés à le devenir, les divers essais qui leur permettront de suivre de plus près et quelquefois de corriger la marche de leurs fermentations vinaïres. Le dosage du sucre, celui de l'acidité, la mesure des températures des moûts par les méthodes les plus simples, sont successivement indiqués, et, si la limitation du cadre qu'il s'est imposé empêche l'auteur de suivre dans tous leurs détails les procédés modernes de vinification, il prend cependant le temps de mettre le lecteur en garde contre les promesses exagérées des producteurs de levures sélectionnées et de le renseigner sur les voies et moyens les plus simples à adopter pour se livrer à des essais de vinification en blanc des raisins rouges ou de pressurage des mares sans pressoir, selon les nouvelles formules.

Lorsque le vin est tiré, il faut, dit-on, le boire ; ce n'est pas l'avis de l'auteur, qui estime qu'avant tout il faut savoir le conserver s'il est en bonne santé, le guérir s'il est malade. Pour obtenir ce double résultat, il faut connaître son vin, doser son alcool, mesurer son acidité, apprécier son tannin ; il faut aussi pouvoir reconnaître ses principales altérations et y porter remède par la pasteurisation. Et si, enfin, la maladie a une issue fatale, il faut encore tirer parti du produit avarié par la distillation ou, sur une échelle plus réduite, par la fabrication du vinaigre. Tous ces points sont successivement abordés, et l'illustration du texte par de nom-

breuses gravures rend si claires les démonstrations des méthodes ou les descriptions d'appareils, qu'arrivé au terme de l'ouvrage, le lecteur se prend à regretter que l'auteur n'ait trop consciencieusement réalisé son programme. En le limitant au cadre, un peu étroit, des seuls principes et des seules méthodes utiles au viticulteur praticien.

F. HOUDAILLE,

Professeur à l'Ecole Nationale d'Agriculture de Montpellier.

3° Sciences naturelles

Dierckx (Fr.). — Etude comparée des glandes pygidiennes chez les Carabides et les Dytiscides, avec quelques remarques sur le classement des Carabides. — 1 brochure in-4° de 114 pages avec 5 planches. (Extrait de « La Cellule », t. XVI, 1^{er} fasc.) A. Uystpruyst, éditeur. Louvain, 1899.

Les glandes tégumentaires et buccales des Insectes ont fait l'objet de nombreuses recherches, mais, jusqu'à ce jour, les naturalistes ont presque complètement oublié de s'occuper des autres glandes des Arthropodes. M. Fr. Dierckx vient combler cette lacune et arrive, après une étude approfondie de coupes en série et de préparations d'Anatomie comparée, à décrire magistralement la structure anatomique, cytologique et embryologique des Carabides et des Dytiscides.

Chez les Coléoptères de la première de ces familles, les pseudo-acini ou glandes monocellulaires sont des lobes sécréteurs qui, par leur morphologie superficielle, paraissent être analogues à la « glande en grappe » des animaux supérieurs, mais qui ont une forme cytologique tout à fait différente. L'aspect histologique de la glande varie d'une tribu à une autre, et ses modifications se montrent aux lobes sécréteurs, au réservoir collecteur ou simultanément aux deux parties de cet organe. Après avoir classé en un tableau synoptique les acini de cinquante-cinq espèces de Carabides, l'auteur décrit minutieusement les types généraux suivants : *Omascus vulgaris* L. ; *Brachynus crepitans* L. ; *Calathus fulvipes* Gyll. ; *Carabus auratus* L. et *Panagaeus crux-major* L.

Il les examine au point de vue anatomique et physiologique, puis il s'occupe des caractères physiques, chimiques et du fonctionnement de la glande anale du *Brachynus crepitans* ; et il mentionne que, chez cet insecte, qui a un « réservoir à peine musclé », le liquide défensif se volatilise au moment précis de la crépitation.

On sait que Leydig avait écrit que le jet du bombardier était formé d'acide nitrique. M. Dierckx est loin de partager cette manière de voir. Pour lui, le contenu chimique de la glande est liquide à + 15°. Il est porté à croire que celui-ci est peut-être « un principe immédiat nouveau, bouillant à la température ordinaire et maintenu liquide par pression ». Pour rendre sa thèse rationnelle et logique, l'auteur a fait une série d'expériences de contrôle. Il a constaté que, en dessous du point d'ébullition, la glande de cet insecte peut parfaitement fonctionner. Pour corroborer la valeur de son argumentation, il signale que, dans son tableau des tensions de vapeur des différents liquides, Renault cite que l'éther, qui bout à + 35°, « équilibre encore 287 millimètres de mercure, soit plus d'un tiers d'atmosphère lorsqu'il est à + 10° ». C'est avec raison qu'il redit que, sous l'effet de la turgescence, les cellules végétales peuvent résister à des pressions énormes de 3,7 et 13 atmosphères, et qu'à celle de 530 atmosphères on rencontre encore une faune très variée de Poissons. Nous partageons entièrement l'opinion de M. Dierckx, mais nous pensons aussi, comme lui, que les parois cuticulaire et musculaire exercent une certaine action dans l'éjaculation du bombardier. Il termine le curieux chapitre du *Brachynus crepitans* en disant que, comme les plantes, ces Coléoptères peuvent supporter une pression de 2 ou 3 atmosphères et que leur explosion semble se produire

à « une pression supérieure de quelques millimètres de mercure à la pression atmosphérique ».

En se basant sur des observations positives, l'auteur discute, en détail, la classification actuelle des Carabides; et il croit que celle du Dr Horn, acceptée en partie par Preudhomme de Borre, est loin de nous montrer les véritables affinités de ces Insectes, tandis que celle du Dr Schaum correspond plus exactement, si on en excepte le genre *Loricera*, à celle du savant jésuite de Louvain. Un tableau synoptique des sous-familles des Carabidae fait saisir quelques-unes des véritables affinités naturelles de ces Arthropodes. Après une longue discussion sur la place exacte que doit occuper le genre *Chloenius*, M. Dierckx énonce comme une loi, que nous avons déjà esquissée en 1897¹, que c'est par l'étude anatomique, histologique et embryologique des espèces européennes et exotiques qu'il sera possible de « mettre un terme aux incertitudes actuelles de la classification » admise par les meilleurs entomologistes. Disons, en passant, que le minutieux monographe a vérifié les observations de Bordas, souvent si superficielles ou même entièrement fausses. La glande pygidienne des Dytiscides, qui sert à entourer l'insecte d'un enduit protecteur propre à faciliter les phénomènes respiratoires, a une fonction qu'on peut comparer à celle de la glande uropygienne des oiseaux, avec cette différence, toutefois, que, chez ceux-ci, on ne voit pas de glandes sébacées et sudoripares. L'examen comparé des glandes pygidiennes, qui nous permet d'entrevoir les premières bases de la classification vraiment naturelle des Carabidae, ne fournit que très peu de caractères spécifiques importants. Comme M. Bedel, le R. P. Dierckx, S. J., pense aussi que tout le classement est encore à créer dans la sous-famille des *Harpalinae* et que les différences morphologiques qui se constatent d'une tribu à l'autre empêchent de donner une idée sur l'enchaînement logique de leurs genres. A cause des immenses recherches d'Anatomie qu'il serait nécessaire de faire sur les Carabides, il sera probablement toujours impossible de connaître « les véritables affinités de la famille la plus intéressante des Coléoptères ».

Le beau mémoire de M. Dierckx, orné de figures admirablement dessinées, est très suggestif au point de vue de la philosophie entomologique. Il montre péremptoirement qu'il ne sera possible d'établir une classification naturelle des Insectes que le jour où on aura scruté, dans les moindres détails, les organes externes et internes de leurs stades larvaires et de leur imago.

FERNAND MEUNIER.

4° Sciences médicales

Carnot (Paul), Ancien interne des Hôpitaux de Paris. — Les Régénérations d'Organes. — 1 brochure in-t2 de 96 pages avec 16 figures, de la Bibliothèque des Actualités médicales. (Prix cartonné: 1 fr. 50.) J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Paris, 1899.

La régénération, comme on sait, est le remplacement d'un organe disparu, à la suite d'une extirpation physiologique ou traumatique, par un organe néoformé, qui peut être ou non identique au premier; il y a tous les passages entre sa forme la plus simple, la cicatrisation banale d'une blessure, et sa forme la plus parfaite, qui aboutit à la réintégration complète de portions parfois considérables de l'individu (pattes de Triton, bras d'Astérie, etc.). Après avoir exposé rapidement, mais d'une façon cependant assez complète, ce que l'on connaît sur la régénération traumatique chez

les Animaux inférieurs, M. Carnot étudie les phénomènes observés chez l'Homme et les Animaux supérieurs, surtout dans un but médico-chirurgical.

On sait que l'Homme et les autres Vertébrés supérieurs sont assez mal doués sous le rapport régénératif, par comparaison avec les Lézards, les Batraciens et la plupart des Invertébrés: ce sont presque uniquement des processus de cicatrisation qui permettent la continuation de la vie après un traumatisme. C'est dans cette catégorie qu'il faut faire rentrer la réparation osseuse dans les cas d'intégrité du périoste, utilisée couramment en Chirurgie (résection sous-périostée dans la tuberculose, l'ostéomyélite et le redressement), ainsi que la cicatrisation des surfaces épidermiques (peau, cornée), atteintes, soit superficiellement, soit profondément, qui se réparent par glissement épithélial, prolifération épidermique, intervention de la fibrine qui s'organise en tissu conjonctif rétractile. La régénération des nerfs sectionnés, aux dépens de la portion qui renferme le corps cellulaire, est un phénomène un peu différent: c'est la cellule qui tend à reproduire sa forme primitive, à la manière des Protozoaires mérotomisés, en émettant des prolongements dont quelques-uns trouvent le bon chemin en suivant le trajet de l'ancien nerf. La réparation des canaux et cavités, tels que cholédoque, uretère, utérus, vessie, vésicule biliaire, qui ont subi une incision, offre cette particularité que la forme primitive est restituée grâce à l'intervention d'organes voisins ou bien d'un exsudat fibrineux; l'uretère, par exemple, sectionné largement et étalé, acquiert un nouveau plafond par adhérence du grand épiploon aux lèvres de la section; la face devenue interne de ce dernier est recouverte ensuite par l'épithélium, soit par glissement, soit par greffe, et en quelques jours un nouveau canal, ne présentant pas la moindre fuite, est reconstitué.

A côté de ces régénérations et cicatrisations, qui aboutissent, en somme, quel que soit le procédé, à la restitution de la forme ancienne de l'organe enlevé ou malade, il y a un autre processus qui, sans restituer la forme, permet cependant à l'organe atteint de remplir comme auparavant sa fonction habituelle (restitution fonctionnelle); ainsi, à la suite de la résection étendue d'organes glandulaires, tels que foie, pancréas, rein, glandes salivaires, testicule, on observe le plus souvent une restitution fonctionnelle intégrale, soit par hyperplasie du reste de l'organe, soit par hypertrophie de l'organe symétrique intact ou des organes similaires; mais il n'y a pas de restitution de la forme. C'est certainement à cet ordre de processus qu'appartiennent les régénérations pathologiques, qui tendent à réparer des lésions généralisées et multiples (hypertrophie du foie à la suite de kystes hydatiques ou de cirrhoses, régénération du rein à la suite d'infarctus, hypertrophie compensatrice du rein ou du testicule, réparation d'un muscle après atrophie, etc.). La restitution fonctionnelle présente un intérêt tout particulier, car elle constituera peut-être une méthode thérapeutique rationnelle, si l'on arrive à connaître et à diriger les causes qui la provoquent; on aura, en effet, l'espoir de remplacer l'organe déchu par un organe neuf (?) et de guérir ainsi les maladies causées par des insuffisances fonctionnelles.

Le petit livre de M. Carnot est une excellente mise au point du problème général de la régénération; en outre des parties originales (plaies épidermiques, cavités, foie, pancréas), il renferme une bibliographie sommaire, mais suffisante, qui permet de se reporter aux travaux originaux.

L. CURNOT,

Professeur à l'Université de Nancy

¹ MEUNIER: Quelques réflexions au sujet du nouveau système de classification des insectes « Muscides » de M. Girschner. *Ann. de la Soc. scientifique de Bruxelles*. Louvain 1897, t. XXI, p. 40-44.

Petit (Georges), Membre du Comité médical de l'Œuvre des Enfants tuberculeux. — Pour nos Enfants. Conseils d'Hygiène physique et morale. — 1 vol. in-18 de 136 pages. Société d'Éditions scientifiques, Paris, 1899

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 12 Juin 1899.

M. A. Cornu rend compte des fêtes du Jubilé de sir G. G. Stokes et du Centenaire de l'Institut Royal de Grande-Bretagne, auxquelles l'Académie avait délégué plusieurs de ses membres.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. D. Eginitis communique les observations d'étoiles filantes qu'il a faites à Athènes pendant les trois derniers mois de l'année 1898. Un certain nombre de radiants nouveaux ont été mis en évidence. — M. E. Phragmén montre que le théorème de M. Mittag-Leffler sur la représentation d'une branche uniforme d'une fonction homogène peut être démontré d'une manière tout à fait élémentaire, si l'on suppose connue la représentation analogue de la fonction $\frac{1}{1-x}$, représentation qu'on peut obtenir très faci-

lement, soit par la méthode de M. Mittag-Leffler lui-même, laquelle se simplifie singulièrement dans ce cas particulier, soit par d'autres méthodes. — M. P. Vieille met en évidence le régime oscillatoire des pressions produites dans un tube par une charge explosive placée à l'une de ses extrémités. L'onde initiale se propage en s'affaiblissant, mais elle peut subir des renforcements par la réflexion, en raison du déferlement de la masse gazeuse contre la paroi fixe des fonds. — M. A. Blondel, à propos d'une récente note de M. Petot, fait remarquer qu'il a modifié, lui aussi, dans ses ouvrages, les formules de traction données pour l'équation du mouvement d'une automobile. Il y tient compte de l'inertie des roues et des moteurs au moment des changements de vitesse. — M. E. Caspari rend compte des épreuves auxquelles ont été soumis les instruments destinés aux expériences sur la décimalisation des angles. Les chronomètres, désignés sous le nom de *tropomètres*, ont une durée de battement de 1/200.000 de jour moyen, soit 2 milligrades. Une aiguille *a* parcourt en 50 battements un premier cadran divisé en 100 milligrades. Une aiguille *b* parcourt un cadran divisé en 100 décigrades, chacun répondant à un tour entier de *a*; enfin une aiguille *c* parcourt un cadran divisé en 40 parties de 10 grades, chacune répondant à un tour complet de *b*. Sur les 14 instruments présentés, 12 ont donné des marches très satisfaisantes.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Le Chatelier a étudié la dilatation de divers alliages métalliques dans le but de mettre en évidence l'existence de solutions solides. En effet, quand un alliage est constitué par la juxtaposition en proportion variable de deux éléments isolément bien définis, un métal et une combinaison par exemple, la dilatation de l'alliage sera nécessairement intermédiaire entre celles de ses deux constituants; si, au contraire, elle est toute différente, on a affaire à une solution solide. Ces considérations se vérifient sur des alliages de cuivre et antimoine et de cuivre et aluminium, qui présentent une solution solide au voisinage du point de fusion maximum. — M. A. Ponsot a mesuré la pression osmotique de solutions de NaCl très diluées par la méthode directe qui lui avait servi pour les solutions de sucre de canne. Les résultats le conduisent à une valeur limite de *i* inférieure à 2. — M. S. Leduc a constaté qu'une pointe électrisée par une machine électrostatique émet des rayons possédant les propriétés des rayons violets et ultra-violetts du spectre. — M. R. de Forcrand a déterminé de nouveau la chaleur de formation de Na²O en mesurant la chaleur de dissolution dans l'eau d'un mélange de Na²O et Na²O². La

moyenne des résultats est de + 90,985 cal., nombre inférieur d'un dixième à ceux qu'on admettait généralement jusqu'à aujourd'hui. — M. J. Riban a montré que le chlorure cuivreux absolument pur et incolore n'attaque pas le mercure; il doit être préféré au sulfate de cuivre pour le dosage de l'hydrogène phosphoré dans les mélanges gazeux. — M. E. Péchard a constaté que dans la réaction de l'iode sur la soude il se forme de l'hypoiodite, de l'iodate et de l'iodure de sodium, tandis qu'il reste un peu d'iode libre; en effet, l'hypoiodite réagissant sur l'iodure pour donner de l'iode libre, il s'établit un équilibre dans la solution. L'iode libre diminue à mesure que la soude augmente jusqu'à 2% d'iode libre; l'iodate formé est maximum pour 1 + 2NaOH. — M. Maurice François établit que la décomposition de l'iodomercurate Hgl².AzH⁴.H²O par une grande quantité d'eau produit de l'iodure mercurique précipité et de l'iodure d'ammonium dissous. Mais AzH⁴ a un pouvoir dissolvant considérable pour Hgl²; il l'exerce et se sature de Hgl² à la température de l'expérience. Le sel Hgl².2AzH⁴ n'existe pas. On trouve des résultats analogues pour l'iodomercurate de potasse. — M. Alb. Colson a préparé, en réduisant l'oxyde de cuivre par l'hydrogène vers 250°, du cuivre naissant. Il présente les mêmes propriétés que le cuivre ordinaire, obtenu au rouge, mais il est beaucoup plus actif. Une goutte de brome l'enflamme. Il doit son activité à son immense porosité; il suffit de le marteler pour la faire disparaître. — M. A. Béhal, en faisant réagir l'acide formique sur l'anhydride acétique, a obtenu de l'anhydride mixte formique-acétique; il se produit aussi de l'acide acétique et il reste une partie des réactifs non décomposés. L'anhydride mixte formique-acétique est un liquide mobile, bouillant à 29° sous 17^{mm}. Sa réaction caractéristique est sa décomposition par les bases tertiaires en oxyde de carbone et acide acétique. Il réagit sur les alcools pour donner les éthers formiques correspondants. — M. Houdas a retiré du lierre plusieurs glucosides dont l'un, l'hédérine, est un corps soluble dans l'alcool et l'acétone, et dextrogyre, de formule C⁶⁴H¹⁰⁴O¹⁸. Par ébullition avec l'acide sulfurique dilué, il se décompose en donnant un corps insoluble, l'hédéridine, C²⁶H⁴⁰O⁴, et deux matières sucrées, l'hédérose, C⁶H¹²O⁶, dextrogyre, et le rhamnose, C⁶H¹²O⁶. — M. L. Bréaudat a montré que le suc des *Indigofera* contient deux diastases: l'une douée d'un pouvoir hydratant, capable de dédoubler l'indican; l'autre possédant des propriétés oxydantes qui se manifestent surtout en présence de chaux, de soude ou de potasse. Ces bases ne sont pas les seules capables de contribuer à la formation de l'indigo; elles peuvent être remplacées par l'ammoniaque, le baryte, la magnésie, les carbonates alcalins ou alcalino-terreux dissous ou en suspension dans l'eau. — M. A. Duboin a recherché, par la méthode de M. A. Gautier, la présence de l'iode dans l'eau de la source Eugénie, à Royat. Elle ne renferme pas d'iode à l'état de sel, mais on y trouve environ 4 milligrammes de ce corps par litre engagé à l'état de combinaison organique.

3^o SCIENCES NATURELLES. — MM. Ch. Bouchard et H. Guilleminot ont étudié, à l'aide de la radiographie, l'angle d'inclinaison des côtes à l'état sain et à l'état morbide. Chez les sujets sains, la pente moyenne des côtes est la même à droite et à gauche; l'amplitude oscillatoire varie de 3 à 5°. Chez les pleurétiques et anciens tuberculeux, les pentes costales sont dissimulables, toujours plus prononcées du côté malade; l'amplitude oscillatoire des côtes pendant la respiration est très diminuée. — M. Aug. Charpentier a reconnu que

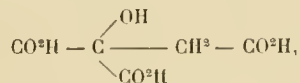
les oscillations qui se produisent dans les nerfs à la suite des excitations unipolaires sont de nature purement physiologique. Il cherche à mesurer leur vitesse de propagation par une méthode nouvelle, qui consiste à produire, sur deux points déterminés du nerf, deux excitations identiques, séparées par des intervalles de temps variable, et à enregistrer les oscillations dans l'intensité de la réaction musculaire provoquée. — **M. A. Joannin** a étudié l'effet physiologique et toxicologique des injections d'hédérine, glucoside retiré du lierre par M. Houdas. Les symptômes observés chez les cobayes et les lapins se résument ainsi : abattement, frissons, hypothermie souvent très accentuée, météorisme, diarrhée parfois sanguinolente, coma, mort. Chez le chien, l'hédérine, en injection stomacale, agit comme émétique et purgatif. — **M. J. Chevalier** a identifié le champignon parasite qu'il avait trouvé dans les lésions du cancer avec celui signalé antérieurement par M. Bra. — **M. E. Bodin** a découvert une troisième forme culturale de *Microsporium* du cheval; elle appartient au genre *Ospora* (*Streptothrix*) et naît de la forme *Acladium* sous l'influence de certaines conditions. — **M. A. Lacroix** a étudié un gîte de magnétite en relation avec le granite de Quérigut (Ariège). Pour lui, la formation de la magnétite est postérieure à la consolidation du granite; elle est due à l'exagération locale de la teneur en fer des émanations ayant accompagné la mise en place du granite. — **M. J. Toulet** a dressé une carte bathymétrique de l'archipel des Açores en se servant de la carte du Dépôt de la marine et des sondages du *Challenger* et de la *Princesse-Alice*; il a tracé les isobathes de 500, 1.000, 1.500, 2.000, 2.500 et 3.000 mètres.

Séance du 19 Juin 1899.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **MM. Féraud, Doublet, Esclangon et Courty** communiquent leurs observations de l'éclipse partielle de Soleil du 7 juin 1899, faites à l'Observatoire de Bordeaux. — **M. G. Darboux** caractérise les surfaces (Σ_1) , (Σ_2) qui se rattachent à la déformation d'une quadrique générale et qui forment un groupe nettement défini, compris dans l'ensemble infiniment plus étendu des surfaces isothermiques les plus générales. — **M. Emile Picard** s'occupe de l'extension du problème de Dirichlet aux équations aux dérivées partielles du second ordre et montre comment on peut en déterminer les intégrales par leurs valeurs sur un contour fermé. — **M. H. Lebesgue** propose une nouvelle définition des surfaces applicables : Une surface est applicable sur le plan s'il est possible d'établir entre les points de cette surface et les points d'une aire plane une correspondance univoque et continue telle qu'à toute courbe rectifiable de la surface corresponde dans l'aire plane une courbe rectifiable ayant même longueur, et inversement. Il recherche ensuite s'il n'existe pas des surfaces applicables sur le plan autres que les surfaces développables. — **M. Paul Painlevé** développe quelques considérations sur le calcul des intégrales des équations différentielles par la méthode de Cauchy-Lipchitz.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. R. Blondlot** a constaté que si l'on place symétriquement les deux bornes d'un électromètre capillaire dans une flamme de gaz en forme d'éventail, l'électromètre reste au zéro. Mais si la flamme se trouve entre les deux pièces polaires d'un électro-aimant, et qu'on fasse passer le courant, l'électromètre est dévié. La flamme est donc le siège d'une force électro-motrice dirigée de l'un de ses bords latéraux vers l'autre. — **M. C. Gutton** a comparé la vitesse de propagation des ondes électromagnétiques dans l'air et le long des fils. Pour cela, il envoie deux systèmes d'onde à un même tube de Branly, de façon à ce que leurs actions s'annulent; le trajet de l'un des systèmes est formé entièrement de fils métalliques; le second effectue dans l'air une partie de son trajet. Si l'on remplace ensuite une partie du trajet aérien par la même longueur de fils, l'action sur le tube Branly

ne varie pas. Les vitesses de propagation sont donc égales. — **MM. H. Bordier et Salvador** ont constaté que des phénomènes électrolytiques prennent naissance dans un électrolyte dont les électrodes sont situées dans le voisinage d'une ampoule de Crookes en activité. La polarisation des électrodes n'est pas due à l'action des rayons X, mais à la décharge obscure dérivée à partir de l'anode et de la cathode de l'ampoule; celle-ci équivaut à un courant constant de haute pression, mais de faible intensité, qui se formerait à travers l'électrolyte voisin. — **M. F. Osmond** a étudié les aciers à aimant qui doivent leurs propriétés à l'addition, en proportions convenables, de certains corps étrangers (Mn, Ni, Tu, Cr) qui, par eux-mêmes ou par leur action sur le carbone, abaissent suffisamment, pendant le refroidissement lent, à partir d'une température suffisante, les points de transformation du fer. — **M. D. Gernez** a étudié la vaporisation des cristaux d'iodure mercurique jaune et rouge. La vapeur des cristaux jaunes, condensée sur un tube à des températures variables, donne toujours des cristaux jaunes; la vapeur des cristaux rouges, même proouite à une température inférieure à celle de la transformation en iodure jaune, se condense toujours en cristaux jaunes. Mais on peut produire à volonté des cristaux jaunes ou rouges si l'on a répandu sur le tube condensateur des poussières cristallines de l'une ou l'autre variété. — **M. R. de Forcrand** tire de ses déterminations des chaleurs d'oxydation du sodium quelques remarques sur la fonction chimique de l'eau et celle de l'hydrogène sulfuré. Lorsqu'on remplace les deux H de l'hydrogène sulfuré par le sodium, on obtient deux dégagements de chaleur successifs de 44,45 cal. et de 31,80 cal.; les deux H ont la même fonction. Pour l'eau, le remplacement de un H par Na dégage 31,19 cal., mais le remplacement du second H absorberait, au contraire, 11,68 cal. Le premier H est donc seul acide, et l'eau, à cet égard, est un composé tout à fait différent de l'hydrogène sulfuré. — **M. O. Boudouard** a étudié la décomposition de l'oxyde de carbone en présence des oxydes métalliques à 800°. La réaction de décomposition est fonction du temps; la quantité d'acide carbonique croît d'une façon régulière, mais elle est limitée; la réaction s'arrête dès que le mélange contient 7 % de CO² et 93 % de CO. — Le même auteur a étudié la décomposition de l'acide carbonique par le charbon à 800°. Comme dans la décomposition de l'oxyde de carbone, la réaction s'arrête lorsque le mélange contient 7 % de CO² et 93 % de CO. A 925°, il ne reste que 4 % de CO² non décomposé. — **M. Aug. Durand**, en fixant l'acide prussique sur l'éther oxalacétique sodé et en traitant la cyanhydrine formée par l'acide chlorhydrique bouillant, a obtenu un acide



homologue de l'acide citrique, et n'en différant que par CH² en moins. Le même procédé peut s'appliquer aux acides acétoniques. — **M^{lle} S. Grzewska** est parvenue à faire cristalliser les albumines du sérum du cobaye, du chat, du bœuf, de la couleuvre, par le procédé suivant : Le sang, centrifugé, puis débarrassé de ses globulines par saturation avec le sulfate d'ammoniaque et filtration, est porté à la glacière pendant un certain temps, puis ramené à la température ordinaire, où il cristallise bientôt.

3^o SCIENCES NATURELLES. — **MM. Lannelongue et Gaillard** ont mesuré la toxicité urinaire chez l'enfant à différents états. Chez l'enfant normal, elle est inférieure à celle de l'adulte. Les urines de l'enfant atteint d'appendicite aiguë sont beaucoup plus toxiques que les urines normales (environ trois fois plus). De même, la densité, la couleur, la somme des matières extractives sont différentes de l'état normal; tous ces éléments figurent en plus grande quantité dans l'urine patholo-

gique et tous contribuent à lui donner une part de sa toxicité. — M. S. Arloing a constaté que le sérum antidiptérique exerce une action thérapeutique qui dépend en partie de la voie choisie pour son introduction dans l'organisme. Chez le chien, la voie sanguine est supérieure, sous ce rapport, à la voie conjonctive; chez le cobaye, la voie conjonctive est supérieure à la voie péritonéale. — M. Edonard de Ribaucourt a étudié les glandes de Morren chez les Lombricides d'Europe. Dans le genre *Lumbricus*, il y a quatre spécialisations glandulaires de Morren et non pas trois; la sécrétion se fait suivant trois modes différents. La glande postérieure de Morren du *Lumbricus* est la plus ancienne; l'antérieure et les deux moyennes n'en sont que des différenciations secondaires. — M. A. Tison a observé la chute des feuilles et la cicatrisation de la plaie. Le détachement se produit par dédoublement de la paroi entre deux des assises de la couche séparatrice qui se forme à la base de la feuille. La cicatrisation a lieu par une modification scléro-subéreuse des parois dans l'une des couches cellulaires du coussinet, ou par formation d'une couche périodermique en arrière de la surface de détachement. Quelquefois, les deux processus sont associés. — M. A. Müntz a étudié, sur un grand vignoble du Roussillon, l'effet d'un arrosage tardif de la vigne, vers la fin d'un été très sec. L'arrosage a entraîné des frais supplémentaires; il a, de plus, abaissé la richesse saccharine du moût, et, par suite, la teneur alcoolique du vin; mais la quantité totale de sucre a augmenté, et la production du vin a été plus abondante. En somme, l'arrosage tardif a donc produit un bénéfice notable. — M. Munier-Chalmas précise la position des formations d'estuaire dans les assises supérieures du terrain jurassique du Bas-Bouloonnais.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 6 Juin 1899

M. le Président annonce le décès de M. A. Charpentier, membre de l'Académie. — M. Armand Gautier a employé l'acide cacodylique et ses dérivés dans un certain nombre de maladies: phthisie, anémie grave, adénie, impaludisme, maladies de la peau, et a obtenu de bons résultats. Il est supporté à hautes doses par les malades sans produire d'intolérance gastrique, de dyspepsie, d'éruptions, de paralysies musculaires et de stéatose, comme les préparations arsenicales ordinaires. Il agit en activant la vitalité, la reproduction, le rajeunissement des tissus; c'est un excitant de la nutrition.

Séance du 13 Juin 1899.

L'Académie procède à l'élection d'un membre dans la Section d'Anatomie pathologique. M. Raymond est élu. — MM. Albert Robin et Maurice Binet ont constaté que l'injection d'arséniate de soude chez divers malades, atteints de tuberculose ou d'adénite, diminue l'acide carbonique produit et l'oxygène consommé par kilogramme de poids et par minute, et qu'il exerce, par conséquent, une action modératrice sur les échanges respiratoires. Cette action est donc inverse de celle de l'acide cacodylique, mise en évidence par M. A. Gautier. — M. H. Huchard a reconnu que le sphymographe de Dudgeon donne des indications défectueuses, exposant à des erreurs de diagnostic ou d'interprétation. Le sphymographe de Marey doit lui être préféré. — M. Delorme signale deux cas de plaies pénétrantes de poitrine, dans lesquels l'immobilisation, préconisée par M. Lucas-Championnière, n'a pas empêché les hémorragies de se succéder et de produire une anémie profonde. On se décida alors à ouvrir complètement le thorax et à rechercher les vaisseaux lésés pour pratiquer une ligature afin d'assurer l'hémostasie. Les deux opérés moururent, l'un de pyémie consécutive, l'autre d'anémie; mais M. Delorme croit néanmoins que l'in-

tervention énergique est nécessaire, toutes les fois que l'immobilisation n'aura pas arrêté les hémorragies.

Séance du 20 Juin 1899.

M. J.-V. Laborde présente un rapport sur les communications et présentations de MM. les Drs Barthélemy et Oudin concernant les rayons X, la radioscopie et la radiographie. Il fait ressortir la grande part prise par ces deux savants dans le perfectionnement et la vulgarisation en France de ces nouveaux moyens d'investigation, surtout au point de vue de leurs applications médico-chirurgicales. — M. Laborde présente ensuite un autre rapport sur un mémoire de M. le Dr Nachtel, décrivant l'organisation du Service d'Hygiène publique de la ville de New-York. — M. Bucquoy analyse une note de M. C. Savoie relative à l'emploi de doses élevées de créosote dans le traitement de la tuberculose pulmonaire. L'auteur a reconnu que la toxicité de la créosote était très faible. L'administration de doses de créosote s'élevant de 6 à 10 grammes, et même à 15 grammes, pendant plusieurs mois, n'a provoqué aucun trouble; elle a produit, au contraire, une augmentation notable de l'appétit et de la nutrition, des modifications de la toux, de la fièvre, de l'expectoration, la disparition des bacilles. — M. Hervieux signale les expériences faites par M. Carteret sur de jeunes soldats et démontrant que la vaccinoïde ou fausse vaccine est en réalité de la vaccine vraie, mais atténuée, laquelle peut communiquer l'immunité à une autre personne. — M. le Dr Catrin donne lecture d'un mémoire sur l'étiologie de la tuberculose. — M. le Dr Tourtoulis-bey lit un travail sur un cas de lèpre guéri par des injections sous-cutanées d'huile de Chaulmoôgra. — M. le Dr Mendel donne lecture d'un mémoire sur le traitement des affections broncho-pulmonaires et en particulier de la tuberculose par les injections trachéales d'huile volatile.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 3 Juin 1899.

M. Touche rapporte l'observation d'un malade atteint d'un ramollissement limité du pli courbe droit; après l'attaque, la lecture était courante avec quelques omissions de mots, mais l'écriture altérée dans tous ses modes. — MM. Gilbert et Castaigne signalent trois cas de goitre exophtalmique survenu à la suite de lésions toxiques infectieuses du corps thyroïde. — MM. Charrin et Levaditi apportent de nouvelles preuves de la déminéralisation de l'organisme pendant le cours de la gestation. — M. Féré a injecté de l'iodure de potassium dans l'albumine d'œufs fécondés; le résultat a été nul, car les embryons se sont développés normalement. M. Ch. Richey a observé qu'une chienne ayant reçu de fortes doses d'iodure de potassium, et fécondée, expulsa des masses placentaires sans embryon. M. J.-V. Laborde cite de nombreux cas de femmes devenues enceintes, quoique soumises au traitement bromuré; ce traitement est même efficace sur le produit de la conception chez les épileptiques. — M. Maurice Faure décrit des altérations des cellules cérébrales observées dans des cas de troubles mentaux d'origine infectieuse. — M. Léger envoie une note sur les tubes de Malpighi des Insectes. — M. Mauduit communique ses recherches sur l'action du suc pylorique de la truite.

Séance du 10 Juin 1899.

M. Lereboullet rapporte un cas qui vient à l'appui de la théorie d'après laquelle la cirrhose hypertrophique biliaire reconnaît pour origine une angiocholite infectieuse. — MM. Gilbert et Weil ont mesuré la pression du liquide dans les ascites dues à une gêne dans la circulation de la veine porte; dans ce cas, la pression de la cavité péritonéale peut atteindre et même dépasser les plus fortes pressions normales de la veine porte. — M. Widal a pratiqué, sur des animaux, des

injections intra-hépatiques et intra-spléniques assez considérables sans provoquer d'accidents; la résorption se faisait rapidement. — MM. Hallion et Laran ont étudié les effets de l'injection du métavanadate de soude; il est moins actif et moins toxique que l'acide vanadique à doses égales. — M. Frouin a séquestré l'estomac de deux chiens, qu'il a ensuite laissés à jeun pendant trente-deux heures. La muqueuse a continué à sécréter du suc gastrique en l'absence de tout phénomène réflexe; le liquide sécrété à l'état de jeûne est neutre; additionné de HCl, il digère l'albumine. — MM. E. Toulouse et N. Vaschide ont poursuivi leur étude de l'olfaction sur les enfants. La sensibilité olfactive brute se développe jusqu'à l'âge de six ans, puis diminue ensuite; au contraire, la faculté de différenciation des odeurs devient de plus en plus fine avec l'âge. La femme est toujours supérieure à l'homme. — M^{lle} Pompilian a déterminé le temps des réactions réflexes musculaires chez l'escargot. — M^{lle} Elmassian a isolé, dans des cas de coqueluche, un bacille fin ressemblant à celui de l'influenza.

Séance du 17 Juin 1899.

M. Netter expose ses recherches bactériologiques sur l'épidémie parisienne de méningite cérébro-spinale de 1898-1899. Dans un grand nombre de cas, il a trouvé le *Diptococcus meningitidis* intra-cellulaire de Wickselbaum; dans d'autres, il a rencontré le pneumocoque et le streptocoque de Bonome. — M. Griffon a cultivé ce diplocoque sur sang gélosé et dans des tubes de sérum de lapin. Inoculé à la souris sous la peau, il n'est pas pathogène; inoculé dans la plèvre, il détermine une pleurésie séro-hémorragique avec infection du sang. — M. Bezançon expose ses recherches sur l'action des différentes toxines tuberculeuses. — M. Chapman présente une communication sur la copulation chez les éléphants, sur la gestation, qui dure vingt et un mois, et sur la parturition. Le jeune éléphant naît enveloppé des membranes embryonnaires.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 2 Juin 1899.

M. le Secrétaire général a reçu de M. Abraham une lettre signalant qu'un appareil, très peu différent de celui de M. Vedovelli, décrit à la précédente séance, a été exposé à Londres, en 1885, par M. Hedges; cet appareil est décrit dans la *Lumière Electrique*, tome XVII. — M. H. Pellat décrit un *appareil à combustion pour prendre le potentiel de l'air*, et compare les résultats qu'il fournit avec ceux de l'*appareil à écoulement d'eau*. Les indications de ce dernier appareil sont très lentes; M. Pellat place un flacon de verre au voisinage d'une grande feuille de papier d'étain, qu'il charge au moyen d'une pile de 100 éléments Leclanché; l'électromètre indique d'abord une déviation brusque par influence; au bout de six minutes, on a atteint les huit dixièmes de déviation totale, mais il faudrait attendre une demi-heure pour que l'aiguille se fixe dans sa position définitive. Ces nombres correspondent à un débit de 16 litres en vingt-quatre heures. La mèche imprégnée d'azotate de plomb, employée par lord Kelvin, fournit des résultats encore moins rapides; il y a, en outre, des irrégularités qui peuvent atteindre quelques centaines de volts. Un simple bec de gaz fournit une prise de potentiel beaucoup plus rapide; en employant un cylindre portant une rampe circulaire de gaz, on évite le risque d'extinction par le vent et on peut avoir, en quinze secondes, la déviation définitive. Dans une expérience faite à l'air libre, M. Pellat a pu constater que la position de l'aiguille variait continuellement. L'avantage de ce dispositif résulte de la grandeur du débit électrique, qui rend moins nécessaire un isolement parfait. Il a l'inconvénient d'être trop sensible et d'enregistrer des variations si rapides que le dépouillement des courbes et l'établissement des moyennes

deviendraient très difficiles; le prix du gaz brûlé pourrait devenir aussi un empêchement. M. A. Chauveau observe que, dans le dispositif de M. Pellat, les effets de capacité sont considérables et le débit beaucoup plus lent que dans les appareils courants des observatoires, qui laissent écouler 60 ou 70 litres en vingt-quatre heures. Les effets de capacité diminueraient beaucoup si l'on employait un flacon métallique. Dans la pratique, on cherche, au contraire, à éliminer les variations très rapides par l'emploi de capacités; c'est ainsi que l'on environne le flacon d'une caisse de bois formant condensateur. — M. le général Bassot, parlant d'une *nouvelle mesure de l'arc du Pérou*, expose rapidement l'histoire des grandes opérations géodésiques. Il rappelle que la mesure de l'arc du Pérou et de l'arc de Laponie ont été entreprises par l'Académie des Sciences dans le but de vérifier si, conformément à la théorie de Newton, la Terre était aplatie vers les pôles, c'est-à-dire si la longueur du degré allait en croissant à mesure qu'on s'éloigne de l'équateur. Les résultats de ces travaux, de même que la mesure de la méridienne de Delambre et Méchain, ne présentent pas assez de précision pour qu'on puisse les comparer aux travaux modernes. L'arc de Paris a été mesuré de nouveau et la triangulation française a été reliée à celle de l'Angleterre et de l'Espagne; en 1879 on a poussé jusqu'à l'Afrique et les mesures portent actuellement sur un arc allant des îles Shetland jusqu'à Laghouat; cet arc sera bientôt continué jusqu'à Ouargla, par Gardaïa, et mesurera près de 30°. On a reconnu aussi la nécessité de faire des mesures du degré sous des latitudes aussi distantes que possible; la Russie et la Suède s'occupent actuellement de mesurer un arc de 4 ou 5° dans des régions encore plus septentrionales que celles où a été étudié l'arc de Laponie. Pour les mesures équatoriales, on a encore proposé le Congo, mais le relief du terrain est insuffisamment mouvementé pour l'établissement des signaux. En 1889, à la réunion de l'Association géodésique internationale tenue à Paris, un géodésien américain, M. Davidson, a insisté sur l'intérêt que présenterait une nouvelle mesure de l'arc du Pérou; il a déclaré que les Etats-Unis, tout en reconnaissant le privilège de la France, étaient prêts à exécuter ce travail si la géodésie française ne l'entreprenait pas. Des négociations furent alors entamées avec la république de l'Equateur, dont le territoire occupe actuellement la région où Bouguer, La Condamine et Godin avaient étudié leur arc; ces négociations laborieuses venaient d'aboutir, lorsque le président de la République de l'Equateur fut déposé par une révolution. En 1898, à Stuttgart, un autre géodésien américain, M. Preston, tenait le même langage que M. Davidson; M. Faye saisissait de nouveau les pouvoirs publics de cette mise en demeure, et la mesure de l'arc du Pérou fut décidée. Deux officiers, les capitaines Maurain et Lacombe, du Service géographique de l'armée, sont partis à destination de Quito, dans le but de faire une enquête sur les conditions dans lesquelles pourra s'effectuer la nouvelle mesure; la république de l'Equateur a promis son concours moral. Quand cette première expédition, qui doit durer environ cinq mois, sera terminée, on demandera le vote des crédits nécessaires, et la France entreprendra encore une de ces grandes opérations qui l'ont mise autrefois hors de pair dans le domaine de la géodésie. — M. Dussaud, au nom des établissements Pathé frères, présente le *nouveau phonographe Stentor*. Les progrès sont dus, d'une part, au diamètre plus grand des cylindres employés, et, d'autre part, à la disposition nouvelle des diaphragmes enregistreurs et répéteurs dans lesquels la chambre d'air et le tube porteur des sons sont établis suivant les lois rationnelles de l'acoustique. Le grand diamètre des cylindres permet aux mots de s'inscrire sur une surface plus grande et, par conséquent, avec plus de détails, ce qui augmente la qualité du timbre. D'autre part, le rayon de courbure étant plus grand, le style pénètre mieux dans le sillon et donne une plus grande intensité aux sons

reproduits. Les diaphragmes permettent aux sons d'arriver et de repartir sans faire de coude qui les déforme et les diminue; de plus, la nature et le maniage des pièces vibrantes, ainsi que les dimensions de la chambre d'air, ont été très étudiés, afin d'éviter les vibrations accessoires discordantes des fondamentales; pour cela, on a réduit la chambre à une minime épaisseur et choisi un cristal très pur solidement fixé par ses bords. Le style est également tenu par un nouveau système d'attache qui le rend très fixe et, d'autre part, évite les vibrations accessoires de la plaque vibrante.

C. RAVEAU.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

SECTION DE NANCY

Séance du 31 Mai 1899 (suite).

M. L. Maillard, après avoir démontré précédemment que l'addition de sulfate d'ammoniaque abaisse la toxicité du sulfate de cuivre, étend cette propriété aux sulfates de sodium et de potassium. Cette coïncidence vient à l'appui de l'hypothèse que cette action des sulfates alcalins est due aux ions SO_4 qui font régresser la dissociation de CuSO_4 . L'auteur a fait une série de 14 expériences quantitatives avec des solutions de CuSO_4 comprises entre les dilutions $\frac{M}{3}$ et

$\frac{M}{10}$ pures ou avec addition de $\frac{1}{2}$, 1, 2, 3, molécules de Na_2SO_4 . Chaque liquide a servi à la culture d'une conidie de *Penicillium glaucum* avec toutes les précautions d'ordre physiologique pour obtenir des résultats comparables. Les poids de récolte ont confirmé le phénomène avec une grande concordance. L'étude cryoscopique des solutions a montré que le développement des cultures n'est pas exactement en raison inverse du nombre des ions Cu. Il y a donc aussi une intervention de la molécule CuSO_4 dans la toxicité du sel; mais la discussion des chiffres montre que cette intervention doit être au moins trente fois moins importante. Peut-être même n'est-elle qu'indirecte: le rôle des molécules peut se borner à remplacer les ions Cu qui ont agi sur le protoplasma. La toxicité des sels métalliques serait alors due en grande partie à l'action des ions métalliques.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

SCIENCES NATURELLES.

Alexander Edington: Quelques remarques nouvelles sur la Fièvre du Texas ou « red-water ».

— L'auteur, dans une précédente communication, était arrivé aux conclusions suivantes: Le sang d'animaux, eux-mêmes en bonne santé, mais provenant d'une région contaminée, devient dangereux s'il est inoculé à un animal qui souffre déjà d'une autre maladie. Le sang d'animaux atteints de la forme bénigne ou modifiée de la fièvre du Texas peut être inoculé sans danger à un animal sain par la voie sous-cutanée, mais l'inoculation par la voie veineuse est dangereuse. L'inoculation sous-cutanée confère à l'animal sain une forme atténuée de la maladie. Puisque le sang d'un tel animal est virulent, lorsqu'il est injecté par la voie veineuse à un autre animal, il faut en conclure que l'animal atteint de la forme bénigne jouit d'une certaine immunisation. L'auteur avait fondé sur ces constatations un procédé d'inoculation préventive.

Depuis lors, il a eu l'occasion d'observer un certain nombre de faits nouveaux. En animal est inoculé le 22 décembre 1897; le 8 décembre 1898, on lui retire du sang qui, après avoir été défibriné, est injecté à un jeune bœuf à la dose de 20 centigrammes par voie intraveineuse; celui-ci meurt au bout de 28 jours. L'expérience montre que le premier animal, inoculé avec du sang infecté, mais ayant survécu sans être très

malade, est néanmoins resté infecté, puisque son sang retiré une année plus tard, est encore capable de tuer un animal susceptible, après lui avoir été injecté dans les veines.

Ce fait s'est trouvé corroboré dans les expériences d'inoculation préventive dans la colonie du Cap. Quatre animaux immunisés (trois pour avoir déjà eu la maladie et en avoir guéri, le quatrième parce qu'il était né et s'était développé dans une région perpétuellement infectée) servirent à ces expériences. Sept semaines auparavant, ils avaient été *fortifiés*, c'est-à-dire rémouculés avec du sang virulent.

Vingt animaux reçurent du sang défibriné de l'un des quatre immunisés, à la dose de 10 à 20 cc.; tous présentèrent une réaction fébrile et des symptômes légers de la maladie, mais guérèrent rapidement. Sept autres têtes de bétail furent inoculées avec le sang d'un autre des quatre, aux doses de 10 à 15 cc.: le résultat fut analogue.

Le 1^{er} novembre, les quatre animaux immunisés furent de nouveau *fortifiés* par l'injection intraveineuse de 5 cc., et sous-cutanée de 10 cc. de sang virulent. Vingt-neuf jours après, ils furent saignés et leur sang servit à inoculer deux lots de bétail. Le premier comprenait 107 animaux n'ayant jamais été infectés; ils reçurent de 10 à 25 cc. de sang, dose un peu supérieure aux doses normales. Dix-sept d'entre eux moururent de la fièvre; les autres guérèrent. Le second lot, composé de 53 animaux ayant toujours vécu sur un sol infecté, ne donna aucun signe de réaction. Cette expérience montre qu'il ne faut pas excéder la dose normale, à moins que les animaux immunisants n'aient été laissés à eux-mêmes depuis un nombre considérable de mois.

Voici un exemple montrant la résistance des animaux inoculés à une infection subséquente. En mai 1898, dix têtes de vieux bétail furent inoculées avec le sang d'un animal inoculé lui-même, six mois auparavant, avec du sang virulent. Ces animaux furent immédiatement envoyés dans une région infectée avec dix têtes de jeune bétail, non inoculé, mais moins sujet que le vieux bétail à mourir de la maladie. Or, tous les jeunes animaux ont été infectés et trois sont morts; parmi les vieux, plus susceptibles, aucun n'a montré le moindre signe de maladie et les vaches ont donné naissance à des veaux sains.

L'inoculation préventive a, en général, donné des résultats si satisfaisants, que les fermiers de la colonie ont pris l'initiative d'une pétition pour l'établissement d'une station d'inoculation à Graham's Town.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 26 Mai 1899.

MM. S. Young et Rose-Innes présentent une deuxième communication sur les propriétés thermiques du pentane normal. Dans un premier mémoire, ils ont montré que les relations existant entre le volume, la température et la pression du pentane normal peuvent être représentées par l'expression:

$$p = \frac{RT}{v} \left(1 + \frac{e}{v + k - gv^2} \right) - \frac{l}{v(v+k)}.$$

Si l'on utilise cette formule pour l'isopentane, on constate que les valeurs de R et de l/e sont les mêmes pour les deux isomères. Les auteurs ont trouvé que si l et e sont pris respectivement égaux l'un à l'autre, et si les constantes k et g sont calculées d'après les expériences sur le pentane normal, il existe une différence de 2% entre le calcul et les résultats de l'expérience. Si l'on prend les valeurs de R, l/e et g égales pour les deux pentanes, et qu'on détermine les constantes l et k , alors la formule est juste à 1% près. Les auteurs concluent que les différences de pression entre deux isomères à un volume et à une température donnés sont du même ordre que les déviations à loi de Boyle,

c'est-à-dire proportionnelles au carré de la densité. M. Rose-Innes ajoute que la formule proposée ne donne pas la solution absolue du problème, mais que c'est la meilleure de toutes celles qui ont été essayées. Elle a été appliquée avec succès aux expériences d'Andrews sur l'acide carbonique, ainsi qu'à l'éther et à l'hexane. On a objecté à cette formule sa complexité et le nombre de constantes qu'elle renferme. L'auteur croit que cela est nécessaire, le problème traité n'étant pas un problème simple. Il compare, d'ailleurs, la formule avec celles de Clausius, de Sutherland et de Tait, qui ont respectivement 4, 4 et 6 constantes, et avec l'équation originale de van der Waals. L'accord est plus parfait et s'étend sur une plus grande échelle. M. Callendar demande si les constantes de la formule ont une signification théorique. M. Rose-Innes répond que R est le R de l'équation des gaz parfaits et que l et e correspondent respectivement à β et α de l'équation ordinaire de van der Waals.

Séance du 9 Juin 1899.

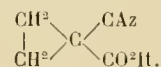
M. C.-G. Lamb envoie un mémoire sur la distribution de l'induction magnétique dans un long barreau de fer. La longueur du barreau était égale à 250 fois son diamètre; l'auteur traçait la courbe de B et H par les mesures ballistiques faites au moyen d'une bobine exploratrice placée au centre du barreau. On déplaçait ensuite la bobine le long du barreau et on déterminait la variation de l'induction pour des forces magnétisantes variant de $H=0,74$ à $H=35$. Jusqu'à des champs de 3,35, l'induction diminue de plus en plus rapidement quand H augmente, mais au-dessus l'induction se maintient. Des courbes tracées on déduit l'induction moyenne, ainsi que la distance entre le pôle produit et le milieu du barreau; cette distance diminue d'abord, puis croît avec l'augmentation de la force du champ. D'après la théorie ellipsoïdale, elle devrait être constante. — M. Rose-Innes lit une communication sur la valeur absolue du point de congélation. Partant de l'équation de lord Kelvin, pour le passage sous pression d'un gaz à travers un robinet, l'auteur a obtenu une formule donnant la valeur absolue du point de congélation, qui peut être déduite des recherches expérimentales de Regnault. La formule est basée sur le fait, vérifié expérimentalement par Joule et Kelvin, que le rapport entre l'effet réfrigérant dû à la différence de pressions et la pression est constant pour toutes les pressions. En appliquant la formule aux expériences de Regnault, on trouve, pour les points de congélation, des valeurs presque identiques à celles de lord Kelvin; les différences sont probablement dues aux inexactitudes de la méthode de Regnault, qui opérait à pression constante. La valeur calculée d'après les expériences de M. Chapuis sur l'hydrogène à volume constant est de 237,04, si l'on regarde l'hydrogène comme un gaz parfait; si on lui applique une correction thermodynamique à cause de sa déviation de la loi des gaz parfaits, la valeur du point de congélation devient 237,19, laquelle se rapproche beaucoup de celle de lord Kelvin, qui est 237,14. M. Lehfeldt pense que les variations de la chaleur spécifique du gaz doivent affecter la formule de l'auteur. M. Rose-Innes répond que Regnault a montré expérimentalement que la valeur de la chaleur spécifique est constante.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

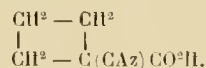
Séance du 18 Mai 1899.

MM. James J. Dobbie et Alexander Lauder décrivent leurs recherches sur la corydaldine, $C^{11}H^{17}O$ (OCH^3), l'une des substances obtenues par l'oxydation de la corydaline au moyen du permanganate de potasse. Elle donne un dérivé nitrosé qui, chauffé avec une solution de soude, perd de l'azote en se transformant en un anhydride monobasique $C^{11}H^{15}O$; oxydée par le permanganate de potasse à 100°, la corydaldine se transforme en acide méthahépipinique. Les

auteurs concluent que la corydaldine ne diffère de l'anhydride α -amidoéthylpipéronylcarboxylique que par deux groupes méthoxyles remplaçant le groupe pipéronyle; elle est donc en relation étroite avec l'oxy-hydras-tinine. — MM. C. F. Cross, E. J. Bevan et T. Heiberg ont étudié l'oxydation du furfural par le peroxyde d'hydrogène, en présence d'une faible quantité de sels de fer. Au premier degré, il se produit de l'hydroxyfurfural et de l'acide hydroxypyromucique. Si l'oxydation est poussée plus loin, le noyau de furfurane est brisé et il se forme de l'acide formique, avec un peu d'acide acétique et oxalique; il paraît exister, comme produits intermédiaires, des acides hydroxycétoniques. L'hydroxyfurfural produit est spécialement intéressant par ce fait qu'il donne, avec le phloroglucinol et le résorcinol, en présence de HCl, des réactions colorées identiques à celles des lignocelluloses. Il semble donc prouvé que les ligno-celluloses renferment comme constituant un furfural-phénol. — M. F.-S. Young a constaté, comme les auteurs précédents, que le peroxyde d'hydrogène attaque aussi énergiquement le benzène en présence de sels de fer, avec production de phénol, c'est-à-dire avec remplacement d'un hydrogène par un hydroxyle. — M. R.-H. Adie a étudié l'action de l'acide sulfurique sur un grand nombre d'éléments; il donne dans un tableau les températures de décomposition et la nature des produits formés. Il fait les remarques suivantes: 1° L'acide sulfurique est décomposé par la plupart des éléments avec formation d'anhydride sulfureux et d'hydrogène. L'hydrogène sulfuré ne se produit que dans quelques rares cas. 2° Dans chaque groupe d'éléments, la température de décomposition devient plus basse à mesure que le poids atomique des éléments s'élève. 3° Le cuivre, le nickel et le palladium forment des sulfures noirs. — MM. H.-C. Harold Carpenter et William H. Perkin jun., en faisant réagir le bromure d'éthylène sur le cyanacétate d'éthyle sodé, ont obtenu le triméthylène-cyanocarboxylate d'éthyle. Il est saponifié par la potasse avec production d'acide triméthylène-cyanocarboxylique:



Ce corps se convertit facilement en acide triméthylène-dicarboxylique par ébullition avec la potasse. En faisant réagir de même le bromure de triméthylène sur le cyanacétate d'éthyle sodé, les auteurs ont obtenu le tétraméthylène-cyanocarboxylate d'éthyle, qui est saponifié à froid par la potasse alcoolique et donne l'acide tétraméthylène-cyanocarboxylique:

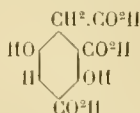


Par ébullition avec la potasse aqueuse, il se transforme en acide tétraméthylène-dicarboxylique. — M. R.-W. Allen a déterminé, par deux méthodes différentes, les tensions de vapeur maximum du camphre de 0° à 80°.

Séance du 1^{er} Juin 1899.

M. W. Popplewell Bloxam, en cherchant à préparer les sulfures, hydrosulfures et polysulfures de sodium et de potassium, a reconnu que toutes les méthodes indiquées jusqu'à présent pour l'obtention des polysulfures purs, ne donnent jamais qu'un mélange de ces corps avec les thiosulfates, et qu'il n'existe actuellement aucun procédé pour les séparer. Il a préparé à l'état pur les hydrates de sulfure de potassium suivants: K^2S , $2H^2O$; K^2S , $3H^2O$; K^2S , $12H^2O$. Ces sels peuvent être déshydratés entièrement sans décomposition dans un courant d'hydrogène sec. Par saturation d'une solution de potasse avec l'hydrogène sulfuré, on obtient des cristaux d'hydrate d'hydrosulfure de potassium $2KHS$, H^2O , qui peuvent de même être déshydratés sans décomposition. Enfin, en dissolvant du soufre dans

des solutions chaudes d'hydrosulfures, l'auteur a obtenu les hydrates de polysulfures suivants : $K^2S^2, 10H^2O$; $K^2S^3, 6H^2O$; $K^2S^4, 19H^2O$; K^2S^5, xH^2O ; H^2S^6, xH^2O . Le sodium donne des composés analogues, mais de formules différentes. — M. Sydney Young a étudié la valeur relative des diverses formes de tubes et de dépôts dans la distillation fractionnée. — MM. William A. Bone et C.-H.-G. Sprankling ont préparé deux isomères symétriques de l'acide diisopropylsuccinique, par l'action du bromure d'isopropyle sur le dérivé sodé de l'isopropylsuccinate d'éthyle, et par hydrolyse de l'éther obtenu. L'acide *trans* est presque insoluble dans le benzène et fond à 226° ; l'acide *cis* est soluble dans le benzène à chaud et fond à 172° . L'anhydride de l'acide *trans*, chauffé avec l'anhydride acétique pendant plusieurs heures, se transforme dans l'anhydride *cis*, d'où l'on prépare un acide *cis* absolument semblable à celui qu'on obtient directement. — M. Alex. Mc. Kenzie a déterminé l'effet du remplacement de l'hydrogène actif par un groupe alcoyle sur le pouvoir rotatoire de l'acide mandélique. Il a préparé les acides l-phénylméthoxy-, éthoxy-, propoxy- et isopropoxyacétiques. La rotation moléculaire de l'acide l-phénylméthoxyacétique et de ses sels est un peu plus élevée que celle de l'acide l-mandélique mesurée pour des concentrations équivalentes. Celles des autres acides l-phénylcoxyacétiques est bien inférieure à celle de l'acide l-mandélique. — M. A. More a analysé l'oléorésine du *Dacryodes Hexandra*; elle contient une huile essentielle et une substance cristalline de formule $C^{25}H^{30}O$. L'huile essentielle est formée de pinène et de sylvestrène gauches; la substance cristalline est probablement identique à l'alcool ilicique de Personne. — M. David Smiles Jerdan a obtenu, par condensation de l'éthyle de soude avec l'acétonediacétylate d'éthyle, deux composés : l'orcétricarboxylate triéthylique et une lactone $C^{22}H^{30}O^7$. En condensant le chloracétate d'éthyle avec l'acétonediacétylate d'éthyle en présence de magnésium, l'auteur a obtenu encore l'orcétricarboxylate diéthylique. Comme ces corps peuvent donner des dérivés de l'acide orcétricarboxylique, l'acide orcétricarboxylique doit être représenté par la formule asymétrique :



ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 22 Avril 1899.

SCIENCES PHYSIQUES. — M. H.-G. van de Sande Bakhuyzen : Nécrologie de Petrus Leonardus Ryke (1811-1899), jusqu'à 1881, professeur de physique à l'Université de Leyde. — M. H. Kamerlingh Onnes présente au nom de M. E. van Everdingen, une communication intitulée : « Les phénomènes galvanométriques et thermomagnétiques dans le bismuth » (seconde partie, voir *Rev. générale des Sciences*, t. IX, p. 835). Dans la théorie de M. Riecke, la conduction totale de la chaleur est attribuée au mouvement de particules chargées; au contraire, d'après M. van Everdingen, du moins une explication qualitative de tous les phénomènes transversaux galvanométriques et thermomagnétiques peut être déduite de la supposition que le courant de chaleur dans les métaux est purement un courant d'énergie, pas accompagné d'un courant de matière poudérable. La question de savoir si cette supposition peut mener aussi à une explication quantitative doit être décidée par l'expérience. Ensuite l'auteur cherche si l'hypothèse dans laquelle les phé-

nomènes longitudinaux s'expliquent par un changement du nombre des ions libres suffit pour que les théories moléculaires de l'électricité thermique puissent rendre compte du signe de la variation de la différence thermo-électrique, par exemple entre bismuth et cuivre; son résultat est négatif. — M. J.-D. van der Waals présente une communication : « Sur la déduction de l'équation caractéristique », contenant une discussion avec M. L. Boltzmann (voir *Rev. générale des Sciences*, t. X, p. 55). L'auteur reconnaît que les valeurs des coefficients $\frac{b}{v}, \frac{b^2}{v^2}$, etc., qui entrent dans l'équation caractéristique, trouvées par M. Boltzmann, diffèrent de celles qu'il a trouvées lui-même, néanmoins que chacune des deux solutions du problème posé offre tous les caractères de la vérité. Il en conclut que la divergence des résultats doit être causée par une différence dans la forme du problème que se sont proposé les deux investigateurs. D'après lui, M. Boltzmann s'est occupé du problème suivant : Comment se distribuent un grand nombre de points matériels mobiles, soumis à une cohésion qui mène à une pression superficielle égale à $\frac{a}{r^2}$, s'il leur est impossible de diminuer leurs

distances mutuelles au delà d'une limite donnée (diamètre de la molécule)? Si les points sont effectivement des points matériels, le travail de la pression thermique disparaît; alors l'équation de M. Boltzmann s'appliquerait à des phases coexistantes. Seulement, cette équation n'implique donc pas une solution du problème de la distribution des molécules tridimensionnelles. Ainsi il n'y a plus lieu de s'étonner sur la divergence des résultats; au contraire, il est bien remarquable que l'accord soit encore si grand, etc. — M. H.-W. Bakhuis Roozeboom : « Points de fusion de systèmes d'isomères optiques. » Communication des résultats des expériences de M. Adriani ayant rapport à deux exemples donnant la certitude que la substance inactive est une composition racémique; le premier est celui de l'éther tartrique diméthyle où les formes dextrogyre et lévogyre ont un point de fusion plus bas que l'éther racémique, le second est celui de l'éther diacéthyle-

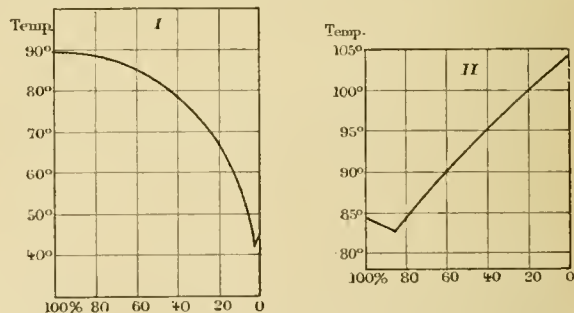


Fig. 1 et 2. — Points de fusion d'un mélange de corps racémiques avec un de leurs constituants actifs. — En abscisse, on a indiqué le pour cent de molécules racémiques.

tartrique diméthyle où, au contraire, l'éther racémique a le point de fusion le plus bas. Les diagrammes I et II ci-joints donnent la représentation graphique des moitiés droites des résultats, ils correspondent respectivement aux figures 5 et 6 de la communication précédente de M. Roozeboom (voir *Rev. gén. des Sciences*, t. X, p. 332).

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

William Henry Flower. — Le distingué naturaliste qui vient de mourir était né en novembre 1831, à Stradford-sur-Avon. Il fit une grande partie de ses études à University College de Londres, où il mérita la médaille d'or Sharpey, pour la Physiologie et la médaille d'argent Grant pour la Zoologie. Adjoint au Service médical de l'Armée en 1854, il fit la campagne de Crimée, où sa santé s'altéra. De retour en Angleterre, il devint préparateur d'Anatomie au « Middlesex Hospital », puis curateur du Musée. C'est à ce moment qu'il publia ses premiers ouvrages d'Anatomie et de Chirurgie. En 1861, il fut nommé Curateur du « Hunterian Museum » au Collège des Chirurgiens, puis bientôt « Hunterian Professor ». Mais il abandonna dans la suite la pratique chirurgicale pour se consacrer plus entièrement à son Musée, et vingt ans plus tard, en lui remettant la Médaille Royale de la Société Royale de Londres, le Président pouvait dire avec justice : « C'est surtout à cause de son long et persévérant travail que le Musée du Collège royal des Chirurgiens doit de posséder aujourd'hui la collection de matériaux la plus complète, la mieux ordonnée et la plus accessible pour l'étude anatomique des Vertébrés. »

Quelques années plus tard, en 1881, à la suite de la retraite de Sir Richard Owen, Flower était nommé Directeur du nouveau Musée d'Histoire naturelle de Londres. Il consacra le reste de ses forces à l'organisation et au développement des collections, jusqu'à ce qu'en 1898 l'état de sa santé l'obligeât à suspendre définitivement le cours de son activité scientifique.

L'œuvre de Sir William Flower a porté principalement sur deux points : l'étude de l'Anatomie comparée des Mammifères et l'organisation des divers Musées qu'il a dirigés.

Comme anatomiste, Flower se joignit à Huxley pour l'aider à réfuter les idées d'Owen, quant à la différence entre le cerveau de l'homme et celui des singes. Il publia, avec Turner, Humphrey et Rolleston, d'importants mémoires sur cette question. Puis il s'adonna entièrement à l'étude des Cétacés, et depuis la mort de P. J. van Beneden et Gervais, il n'avait de rivaux, dans la connaissance de cette famille, que Turner. C'est lui

qui a si bien complété l'admirable collection de baleines du Muséum de Londres, qu'il l'a rendue sans égale dans le monde. Flower a publié des recherches sur d'autres groupes de Mammifères, en particulier les Marsupiaux ; il s'occupait également d'Anthropologie et il fut président de l'Institut anthropologique.

Mais c'est peut-être comme directeur du Musée qu'il a exercé la plus grande influence sur les idées de son temps. Si l'on compare la condition actuelle de la plupart des grands musées d'Histoire naturelle de l'Europe avec celle qui caractérisait les institutions similaires de la Grande-Bretagne avant 1864, on constate un important changement, qui est dû en grande partie à l'influence des théories de Flower, théories qu'il appliqua d'abord au Musée du Collège des Chirurgiens, puis au Musée d'Histoire naturelle de Londres.

Le premier grand principe posé par Flower est celui-ci : Les richesses d'un grand musée d'Histoire naturelle doivent être divisées en deux parties distinctes, qui seront traitées séparément ; la collection publique, destinée à être exposée aux yeux de tous, et la collection spéciale ou collection privée, qui n'est pas ouverte au grand public, mais qui est facilement accessible à tous les chercheurs et aux personnes spécialement qualifiées. D'après ce principe, les galeries publiques doivent être débarrassées de l'excès de spécimens qui souvent les encomrent, et ces derniers soigneusement réservés pour l'usage des spécialistes. Pour Flower, les pièces de la collection publique doivent alors être disposées de façon à démontrer au visiteur un fait ou une série de faits bien définis ; aussi elles doivent être bien visibles, isolées plutôt que cachées par le voisinage des autres, et pourvues d'une inscription claire et simple indiquant la cause et l'intérêt de leur présence. Flower a donc voulu diminuer le nombre des pièces communément placées dans les musées, mais augmenter l'intérêt et la beauté de chacune, offrir à l'œil du public une véritable sélection.

Le grand naturaliste anglais a insisté souvent sur un second principe, qu'il n'a malheureusement pu appliquer complètement dans le Musée de Londres, vu la disposition des locaux. Dans les galeries publiques d'un musée, les squelettes d'animaux ne doivent pas être placés dans une chambre, les peaux empaillées dans

une seconde, les organes conservés en bocaux dans une troisième, tandis que les restes fossiles d'animaux parents, mais éteints, se trouvent dans une quatrième pièce plus ou moins éloignée; mais le visiteur doit voir, côte à côte, l'animal empaillé, son squelette, les parties importantes de sa structure interne et les restes de ses alliés disparus. Ainsi, le visiteur étonné n'aura pas besoin de traverser trois ou quatre collections et de faire un effort mental considérable pour coordonner les faits qu'il aura vus se rapportant à un même animal, mais d'un seul coup d'œil il pourra embrasser toute son histoire.

Flower n'a pas seulement posé des principes généraux; il s'occupait lui-même des plus petits détails d'organisation: il choisissait la couleur des cases et des supports, il indiquait la meilleure place pour chaque pièce, il réglait le mode et le degré d'éclairage de chaque salle. On voit qu'il existe tout un art « d'organisation des musées à l'usage du public », art qui est encore dans l'enfance, et qui a été en grande partie fondé, au moins en ce qui concerne l'histoire naturelle, par Sir William Flower.

En reconnaissance des services rendus à la science, Flower avait été élu membre de la Société Royale de Londres et Correspondant de l'Académie des Sciences de Paris. Il fut plusieurs fois président de la Société Zoologique et de l'Institut Anthropologique de Londres et de l'Association britannique pour l'avancement des Sciences¹.

§ 2. — Astronomie physique

La mesure de la chaleur rayonnée par les étoiles. — Il y a quelques années, le Professeur Vernon Boys faisait connaître ses essais infructueux pour déceler la chaleur rayonnée par les étoiles. Il se servait d'un radiomètre très délicat, associé à un télescope réflecteur de 16 pouces, et il aurait pu mettre en évidence une chaleur équivalente à celle d'une bougie placée à 2.700 mètres. Mais, malgré la sensibilité de son appareil, il n'obtint aucune déviation avec Vénus, Jupiter, Saturne, Mars, Arcturus, Capella, Véga et bien d'autres astres.

M. E. F. Nichols vient de reprendre les expériences de M. Vernon Boys, à l'Observatoire d'Yerkes (Etats-Unis), avec un radiomètre perfectionné, dont la sensibilité est supérieure à celle du radiomètre et du bolomètre. Ce radiomètre consiste essentiellement en un système suspendu, formé par deux disques de mica, de 2 millimètres de diamètre chacun, noircis sur une face et supportés par un léger bras en croix de chaque côté d'un mince barreau de verre, suspendu par un fil de quartz excessivement fin dans un vide partiel. Les deux ailes sont exposées à la radiation du Ciel, au foyer d'un miroir en verre argenté de 24 pouces d'ouverture et 8 pieds de foyer. Les rayons de l'étoile sont réfléchis dans le miroir concave au moyen d'un sidérostàt à large miroir plan en verre argenté. Ils entrent ensuite dans le radiomètre à travers une fenêtre de fluorine.

Avec cet appareil, une déviation de 0,1 millimètre correspond à la chaleur d'une bougie placée à 21 kilomètres en supposant une réflexion totale sur les surfaces argentées et en négligeant l'absorption atmosphérique. Quand l'image de la Lune tombe sur l'une des ailes, l'échelle de mesure sort du champ de l'instrument. Le radiomètre de Nichols est cinq fois plus sensible que le radiomètre de Vernon Boys, et l'aire du miroir télescopique est de 2,4 fois plus grande que dans les expériences de Boys.

Les expériences sur les étoiles ont été faites dans la chambre à héliostat de l'Observatoire d'Yerkes, de façon à préserver l'appareil des courants d'air et autres causes de trouble. La grande fixité de l'image lumineuse sur

l'échelle rendait possible la mesure de déviations d'un dixième de millimètre.

Sept séries de déterminations de la chaleur rayonnée par Arcturus ont été faites; elles ont donné une déviation moyenne de 0,60 millimètre, avec une erreur probable variant de 0,08 à 0,17 millimètre. Sept séries de mesures ont été également faites sur Véga; elles ont donné une déviation moyenne de 0,27 millimètre. Le rapport entre les chaleurs rayonnées par Arcturus et Véga a été aussi mesuré cinq fois; la moyenne a été de 2,1. Ces résultats n'ont pas été corrigés pour tenir compte de l'absorption atmosphérique.

Les chiffres obtenus doivent être considérés comme suffisamment exacts, d'après M. Nichols. Ils nous montrent que nous ne recevons d'Arcturus pas plus de chaleur que celle qui proviendrait d'une bougie placée à 8 ou 9 kilomètres, sans tenir compte de l'absorption atmosphérique dans ce dernier cas.

§ 3. — Météorologie

Etablissement d'un service météorologique en Islande. — Depuis longtemps, un certain nombre de météorologistes avaient insisté sur le grand intérêt qu'il y aurait à être renseigné chaque jour sur l'état de l'atmosphère en Islande en vue de la prévision du temps en Grande-Bretagne et dans les pays du Nord de l'Europe. Mais le faible trafic commercial entre l'Islande et l'Europe ne permettant pas de rémunérer la pose d'un câble, l'établissement de communications télégraphiques entre cette île et la côte écossaise était resté à l'état de projet.

La solution de la question vient de faire un grand pas par suite de l'intelligente initiative du Gouvernement Danois et de l'appui de la Grande compagnie des télégraphes du Nord. Cette dernière Société s'engage, moyennant une subvention annuelle de 337.500 francs pendant vingt-cinq ans seulement, à établir et à exploiter un câble partant des Shetland, touchant aux îles Féroë et aboutissant à l'Islande. De son côté, le Gouvernement Danois prend à sa charge l'établissement et le fonctionnement des stations météorologiques nécessaires et la dépense de télégrammes météorologiques journaliers; il s'engage à compléter les travaux hydrographiques nécessaires pour la pose du câble; enfin, il alloue une subvention annuelle de 125.000 francs pendant vingt ans.

Il ne reste donc plus qu'à trouver une subvention annuelle de 212.500 francs pour assurer définitivement une communication télégraphique avec l'Islande, laquelle servira aussi bien aux nécessités commerciales qu'aux besoins météorologiques. Il est permis de croire que les Etats du nord de l'Europe et de l'Amérique qui sont intéressés à ce sujet voudront bien assurer la somme qui manque encore.

§ 4. — Métallurgie

Les desiderata de l'industrie de l'Artillerie en France. — L'un de nos collaborateurs militaires a exposé avec quelques détails, dans de précédentes livraisons de la *Revue*, l'organisation et les conditions d'existence des principales usines d'artillerie à l'Etranger¹. Il nous semble intéressant aujourd'hui de résumer et de compléter ces indications, en montrant parallèlement dans quelles conditions se trouvent placées les usines françaises, tant du fait de la législation que du fait des traditions en ce qui concerne la

¹ D'après l'article de M. Ray Lankaster dans le numéro 1550 du journal anglais *Nature*.

¹ Voyez: Usine Krupp, ses développements, sa puissance actuelle, dans la *Revue* du 15 février 1897; les Etablissements Armstrong, leur origine, leur situation actuelle, dans la *Revue* du 15 mars 1897; les Usines d'Artillerie américaines, Bethlehem, Midvale, etc., dans la *Revue* du 15 novembre 1897; les Etablissements Vickers à Sheffield, Erith, Barrow-in-Furness, dans la *Revue* du 15 juillet 1899.

confection et l'entretien du matériel appartenant à l'Etat.

Si, en Allemagne, l'usine Krupp peut faire rapidement face à toute commande, de quelque importance qu'elle soit, c'est d'abord que l'Artillerie lui accorde une collaboration régulière; c'est aussi qu'elle entretient dans ses bureaux des officiers émérites; grâce à ces concours, elle a réussi à maintenir ses tracés et ses modèles de tous genres dans des conditions de simplicité compatibles avec les nécessités de la pratique, tandis que, d'autre part, le débit de ses ateliers, assuré par les commandes allemandes, permet d'aborder dans de bonnes conditions l'exécution des demandes des Puissances étrangères.

De même en Angleterre, les établissements Armstrong et Vickers, puissamment outillés, disposant de capitaux considérables, mettent à la tête de leurs services d'anciens officiers anglais de haute notoriété comme Sir Andrew Noble, à Newcastle, et M. Dawson, à Sheffield, et associent leurs études et leurs expériences à celles de l'Arsenal national de Woolwich. De même aussi les commandes officielles sagement distribuées garantissent à leurs ateliers une marche régulière, d'où il suit encore qu'ils peuvent offrir des prix avantageux aux commandes étrangères.

Aussi, la plupart des Puissances sont-elles tributaires de l'Angleterre et de l'Allemagne. Il n'y a guère d'exception à ce sujet que pour : 1^o les Etats-Unis, qui commencent même à disputer le marché à leurs rivaux d'Europe; 2^o la Russie, qui s'efforce de concentrer sur les usines de son propre territoire l'exécution de ses commandes; 3^o la France, dont nous allons parler.

La loi de 1885, qui a autorisé en France la fabrication des armes de tous calibres, n'a pas donné aux industriels une liberté comparable à celle dont jouissent leurs concurrents étrangers. Le monopole des poudres et des substances explosives que s'est réservé l'Etat pèse d'un poids bien lourd sur ces établissements. Les Puissances étrangères, en effet, peuvent, dans certains cas, préférer aux poudres françaises des poudres d'autres types, et imposer au constructeur l'emploi de ces poudres. Il faudrait donc que ce dernier pût aisément en importer, tant pour les essais à effectuer au cours des études préliminaires et pendant la fabrication, que pour les fournitures à livrer au client : car celui-ci préférera toujours n'avoir à traiter qu'avec une seule maison. Cet avantage, les grands établissements étrangers le possèdent au plus haut degré : ils vont jusqu'à livrer les cuirassés tout pourvus de leur artillerie et d'une abondante provision de munitions, car la fabrication et le commerce des poudres sont libres en Allemagne comme en Angleterre.

Une autre conséquence de la liberté, c'est la facilité d'étudier en détail l'organisation des projectiles et des fusées; sous ce rapport, nos concurrents abordent la lutte dans de bien meilleures conditions que nos compatriotes, et cependant le projectile est plus essentiel peut-être à bien réaliser que la bouche à feu elle-même.

Il résulte de tout cela que le matériel d'artillerie construit par les maisons françaises, remarquable à bien des points de vue par l'ingéniosité des dispositifs, par la bonne entente et la meilleure exécution des détails, ne possède pas toujours les mêmes qualités « militaires » que celui de leurs concurrents. Cela tient non seulement, comme nous venons de l'indiquer, à la question des munitions, mais aussi à ce que les usines étrangères ont mis à la tête de leurs services techniques des officiers de haute valeur, tels que MM. Noble, Dreger, Dawson, qui, à la science de l'ingénieur, joignent la connaissance intime de tous les autres éléments des problèmes, et sont plus aptes à saisir et à discuter les desiderata et les objections de la clientèle. L'industrie française gagnerait, certes, à imiter ses rivaux sur ce point, en renforçant son personnel d'ingénieurs par un état-major technique suffisamment autorisé, de même qu'elle fait appel pour ses navires aux ingénieurs

de la Marine; elle remédierait ainsi, dans une certaine mesure, aux causes d'infériorité que nous avons signalées, et l'Etat aurait tout avantage à l'encourager dans cette voie.

Au reste, le rôle et le concours de l'Etat dans toute cette question nous semblent devoir être tout autres qu'ils ne s'exercent aujourd'hui. Au lieu de laisser ces usines vivoter de quelques commandes étrangères, et des commandes que nous leur faisons d'éléments ébauchés qui s'achèvent et s'assemblent dans nos arsenaux, il y aurait tout avantage à les associer plus largement à la fabrication du matériel national. La Marine est entrée quelque peu dans cette voie, et l'on voit des canons Hotchkiss ou Canet à bord de nos navires de guerre; cette mesure ne pourrait-elle pas se généraliser? Pourquoi l'Etat ne renoncerait-il pas à centraliser dans ses ateliers l'immense fabrication de tout son matériel, alors qu'il pourrait, en répartissant ses commandes, alimenter en divers points du territoire des centres de production précieux, surtout en cas de guerre? Les conditions économiques de la lutte de ces établissements avec l'Etranger en seraient grandement améliorées. L'Etat se bornerait, dans ses arsenaux, à étudier les types de matériel à expérimenter et à établir les modèles, ne conservant de l'exécution courante que ce qui est nécessaire à la régulation du marché et la fabrication de certains organes que l'on aurait intérêt à ne point divulguer, tandis que par des soumissions analogues à celles de l'habillement, les usines privées alimenteraient, l'une la région du sud-est, une autre celle du nord-ouest, etc., etc. Il n'est pas plus difficile de fournir des batteries ou affûts conformes à un type donné que des chaudières ou des locomotives.

Et même, allons plus loin dans ce rapprochement : les locomotives du P.-L.-M. diffèrent de celles du Nord; l'ensemble des chemins de fer français n'en fonctionnent pas moins, du moment que ces machines sont construites pour la même voie normale et pour les mêmes gabarits. Ne peut-on penser de même que, pourvu que des canons tirent le même projectile avec la même charge de poudre et la même vitesse, il n'est point indispensable que l'engin employé au nord soit identique à celui qu'on utilise en Provence? En laissant aux usines une certaine initiative dans les tracés, sous toutes garanties des conditions de contrôle et de recette, ne créerait-on pas un courant d'études et de perfectionnements, pour le plus grand profit de notre propre armement?

L'examen des usines étrangères est là pour répondre et pour tracer la voie à nos industriels, aux bureaux de la Guerre et au Parlement.

L. O.

§ 3. — Chimie industrielle

L'injection des bois par les résidus de la distillation du naphte. — On sait que les divers bois qui sont employés pour certaines constructions (pilots, traverses de chemin de fer, pavage, etc.) ne peuvent être utilisés tels quels : sous l'influence de l'humidité et de certains micro-organismes, ils se pourrissent rapidement. Ils doivent donc être préalablement injectés de substances antiseptiques, qui assurent leur conservation pour une assez longue durée.

D'après M. Philipoff, les produits antiseptiques destinés à préserver les bois contre la putréfaction doivent répondre aux conditions suivantes : être des antiseptiques énergiques; ne pas détériorer le bois; s'injecter facilement dans le bois et s'y fixer de manière à ce qu'aucune humidité ne puisse les en chasser; former dans le bois des composés chimiques stables; être dialysables afin de pénétrer facilement dans le tissu du bois; ne présenter aucun danger pour la santé des ouvriers qui les manipulent. M. Karitschkoff ajoute à ces conditions celle que le corps injecté possède une composition stable et déterminée.

Un très grand nombre de substances ont été proposées pour l'injection des bois, mais aucune ne répondait

complètement aux conditions indiquées et n'a, par conséquent, donné de résultats absolument satisfaisants. Le naphthé, entre autres, dont il a été beaucoup question dans ces dernières années, n'a pas réalisé les espérances qu'on en attendait. Il n'imbibe point le bois dans toute son épaisseur, quelle que soit la pression à laquelle se fait l'injection, et, d'ailleurs, MM. Karitschkoff et Kautov viennent de montrer qu'il n'empêche nullement le développement du *Bacillus amylobacter*.

Cependant plusieurs chimistes russes poursuivaient leurs recherches du côté du naphthé et de ses dérivés, car ce corps se récolte abondamment dans la région du Caucase et revient à un prix relativement peu élevé. L'un d'eux, M. Karitschkoff, semble être arrivé à la solution de cette importante question en montrant que les acides organiques qui se trouvent dans le naphthé brut et qui, après rectification du pétrole par la soude caustique, restent à l'état de sels de soude, constituent des préservatifs puissants contre la putréfaction du bois.

Déjà, en 1862, Wagner avait trouvé la nature antiseptique des acides organiques et les avait proposés pour injecter les bois; ses essais, faits avec l'oléate d'alumine, l'oléate de cuivre, le palmitate de zinc, réussirent complètement. Plus tard, Muller fit injecter des morceaux de chêne avec du savon et du sulfate de cuivre; il trouva que le bois ainsi imbibé se conserve bien dans l'humidité. Mais si l'emploi des sels des acides organiques, malgré leurs fortes propriétés antiseptiques, ne se répandit pas, c'est que leur prix était et est encore aujourd'hui très élevé. Aussi la découverte de M. Karitschkoff sera-t-elle certainement accueillie avec faveur, le prix de revient des acides organiques du naphthé étant bien inférieur à celui des acides organiques ordinaires du commerce.

La constitution des acides du naphthé a été élucidée, il y a quelques années, par MM. Morkovnikoff et Oglobine, qui trouvèrent qu'ils appartiennent au groupe des acides, $C_{12}H^{2n-2}O_2$. Ils dérivent des hydrocarbures $C_{12}H^{2n}$ (groupe du naphthène), d'où le nom d'acides naphthéniques. Ce sont des liquides huileux, jaunes, insolubles dans l'eau. Ils forment des sels neutres et des sels acides, tous les sels acides, ainsi que les sels neutres des métaux lourds, sont solubles dans les hydrocarbures.

M. Karitschkoff a étudié en détail les propriétés antiseptiques de ces acides et de leurs sels. Des expériences faites sur le *Bacillus amylobacter*, il conclut que les propriétés antiseptiques de l'acide sont supérieures à celles de ses sels; parmi les sels, celui de cuivre agit mieux que les autres. Dans d'autres expériences faites avec un des agents les plus actifs de la putréfaction, le *Polyporus sulfureus*, des copeaux de bois injectés, puis plongés dans l'eau, étaient encore intacts au bout de huit mois, tandis que, dans des copeaux non injectés, le parasite s'était développé au bout de quelques jours.

Les propriétés antiseptiques des acides du naphthé sont donc incontestables. Mais l'auteur a dû écarter l'emploi des acides purs, qui ne se fixent pas sur le bois et dont la stabilité et la résistance à l'eau sont donc douteuses. Parmi les sels, celui de cuivre s'imposait comme ayant donné les meilleurs résultats aux essais. L'auteur le prépare de deux façons, soit en faisant réagir l'acide libre sur des copeaux de cuivre à l'air libre, soit par double décomposition du sel de soude de l'acide et du sulfate de cuivre. Le second procédé est le plus rapide.

Il restait à trouver un dissolvant, les sels des acides naphthéniques étant insolubles dans l'eau. On aurait pu, à la vérité, produire le sel de cuivre par double décomposition à l'intérieur même du bois, en introduisant d'abord le sel de soude, puis le sulfate de cuivre.

Mais l'opération est longue et compliquée, et entraîne la perte d'une partie du produit qui se forme à l'extérieur du bois. L'auteur a heureusement trouvé un dissolvant qui remplace avantageusement l'eau; c'est un autre produit de la distillation du naphthé: la ligroïne. Elle dissout facilement les acides naphthéniques et leurs sels. Elle présente un inconvénient: sa grande inflammabilité, qui peut être évitée en prenant les précautions nécessaires et en se servant d'appareils spéciaux. Mais elle est supérieure aux autres dissolvants, car: 1° elle permet d'éviter des manipulations doubles; 2° son évaporation exige neuf fois moins de chaleur que celle de l'eau, grâce à sa chaleur latente qui est neuf fois plus faible; 3° son évaporation n'entraîne aucune altération des bois.

L'opération de l'injection des traverses, telle que M. Karitschkoff la pratique, se fait de la façon suivante: Les traverses sont desséchées dans des séchoirs spéciaux; on peut aussi en éliminer la plus grande partie de l'eau qu'elles contiennent en les plaçant dans un courant de vapeur de ligroïne. Puis l'injection se fait dans un cylindre spécial par le procédé Bettel; comme la ligroïne est parfaitement dialysable, il suffit d'une pression de quatre atmosphères. Enfin, on élimine le dissolvant par l'évaporation à l'air chaud dans les cylindres mêmes qui ont servi pour l'injection.

Chaque traverse exige 800 grammes d'antiseptique; l'injection d'une traverse revient à environ 50 centimes. Les acides naphthéniques fournis par la distillation à Bakou suffiraient pour injecter 22 millions de traverses par an¹.

§ 6. — Agronomie

Congrès international d'Agriculture. — A l'occasion de l'Exposition universelle, le sixième Congrès international d'agriculture se tiendra à Paris, du 1^{er} au 8 juillet 1900.

Le Congrès se partagera en sept sections:

1^{re} Section: Economie rurale (Crédit agricole, Associations agricoles, Cadastres, Questions agraires, etc.).

2^e Section: Enseignement agricole (Stations agronomiques, Champs d'expériences et de démonstrations, etc.).

3^e Section: Agronomie (Application des sciences à l'agriculture, améliorations agricoles et pastorales).

4^e Section: Economie du bétail et production chevaline.

5^e Section: Génie rural, cultures industrielles et industries agricoles.

6^e Section: Cultures spéciales du Midi (Sériciculture, primeurs, fleurs à parfum, etc.) et cultures des colonies.

7^e Section: Lutte contre les parasites, protection des animaux utiles (mesures internationales).

Les travaux de chaque section sont préparés par un Comité spécial désigné par la Commission d'organisation du Congrès. Les Comités des sections prépareront des rapports sur les questions qu'ils décideront de soumettre au Congrès. Ces rapports seront imprimés avant le Congrès, puis discutés dans les sections et en séances générales.

La cotisation des membres du Congrès est fixée à 20 francs. Elle donne le droit d'assister aux séances, aux visites organisées pendant le Congrès, et à la réception du compte rendu des travaux du Congrès.

Les inscriptions au Congrès sont recues par M. Henry Sagnier, secrétaire de la Commission d'organisation, 106, rue de Rennes, à Paris.

¹ D'après le *Bulletin de la Société d'Encouragement* de juin 1899.

LA THÉORIE DES ONDES LUMINEUSES : SON INFLUENCE SUR LA PHYSIQUE MODERNE ¹

THE REDE LECTURE ² (1^{er} JUIN 1899)

Notre époque se distingue des âges précédents par une merveilleuse utilisation des forces naturelles; l'homme, cet être faible et sans défense, a su, par son génie, acquérir une puissance extraordinaire et plier à son service des agents subtils ou redoutables, dont ses ancêtres ignoraient même l'existence.

Cet admirable accroissement de la puissance matérielle de l'homme dans les temps modernes est dû tout entier à l'étude patiente et approfondie des phénomènes de la Nature, à la connaissance précise des lois qui les régissent et à la savante combinaison de leurs effets.

Mais ce qui est particulièrement instructif, c'est la disproportion qui existe entre le phénomène primitif et la grandeur des effets que l'industrie en a fait jaillir. Ainsi, ces formidables engins fondés sur l'électricité ou la vapeur ne dérivent ni de la foudre, ni des volcans; ils tirent leur origine de phénomènes presque imperceptibles qui seraient

demeurés éternellement cachés aux yeux du vulgaire, mais que des observateurs pénétrants ont su reconnaître et apprécier.

Cette humble origine de la plupart des grandes découvertes dont l'humanité bénéficie montre bien que c'est l'esprit scientifique qui est aujourd'hui le grand ressort de la vie des nations et que c'est dans le progrès de la Science pure qu'il faut chercher le secret de la puissance croissante du monde moderne.

De là une série de questions qui s'imposent à l'attention de tous. A quelle occasion le goût de la Philosophie naturelle, si chère aux philosophes de l'Antiquité, abandonnée pendant des siècles, a-t-il pu renaître et se développer? Quelles ont été les phases de son développement? Comment ont apparu ces notions nouvelles qui ont si profondément modifié nos idées sur le mécanisme des forces de la Nature? Enfin, quelle est la voie féconde qui, insensiblement, nous conduit à d'admirables généralisations, conformément au plan grandiose entrevu par les fondateurs de la Physique moderne?

Telles sont les questions que je me propose, comme physicien, d'examiner devant vous : c'est un sujet un peu abstrait, je dirai même un peu sévère; mais nul autre ne m'a paru plus digne d'attirer votre attention, à la fête que l'Université de Cambridge célèbre aujourd'hui, pour honorer le cinquantenaire du professorat de Sir George-Gabriel Stokes, qui, dans sa belle carrière, a précisément touché d'une main magistrale aux problèmes les plus profitables à l'avancement de la Philosophie naturelle.

Ce sujet est d'autant mieux à sa place ici qu'en citant les noms des grands esprits qui ont le plus fait pour la Science, nous trouverons ceux qui honorent le plus l'Université de Cambridge, ses professeurs ou ses élèves, Sir Isaac Newton, Thomas Young, George Green, Sir George Airy, Lord Kelvin, Clerk Maxwell, Lord Rayleigh; et le souvenir de gloire qui se perpétue à travers les siècles jusqu'au temps présent rehaussera l'éclat de cette belle cérémonie.

I

Cherchons donc, dans un rapide coup d'œil sur la Renaissance scientifique, à reconnaître l'in-

¹ En dehors de l'intérêt que présente un coup d'œil d'ensemble sur les progrès et l'influence de l'Optique, cette lecture offre les conclusions d'une étude approfondie du Traité d'Optique de Newton. On verra que la pensée du grand physicien a été singulièrement altérée par une sorte de légende répandue dans les traités élémentaires où la théorie de l'émission est exposée. Pour rendre plus claire la théorie des accès, les commentateurs ont imaginé de matérialiser la molécule lumineuse, sous la forme d'une flèche rotative se présentant alternativement par la pointe et par le travers. Ce mode d'exposition a contribué à faire croire que toute la théorie newtonienne de l'émission était renfermée dans cette image un peu enfantine : il n'en est rien. Nulle part, dans son Traité, Newton ne donne une représentation mécanique de la molécule lumineuse : il se borne à décrire les faits, puis les résume dans un énoncé empirique, sans explications hypothétiques. Il se défend même de faire aucune théorie, quoique l'intervention des ondes excitées dans l'éther lui apparaisse comme fort probable. De sorte que l'impression générale résultant de la lecture du Traité d'Optique, et surtout des « Questions » du troisième livre peut se résumer en disant que Newton, loin d'être l'adversaire du système de Descartes, comme on le représente généralement, est, au contraire, très favorable aux principes de ce système : frappé des ressources qu'offrait l'hypothèse ondulatoire pour l'explication des phénomènes lumineux, il l'aurait sans doute adoptée, si l'objection grave relative à la propagation rectiligne de la lumière, résolue seulement de nos jours par Fresnel, ne l'en avait détourné.

² La *Rede Lecture* est une fondation faite à l'Université de Cambridge en 1524 par Sir Robert Rede, Lord Chief Justice of the Common Pleas. Le *lecturer* est désigné par le vice-chancelier au commencement de chaque année et la lecture est faite dans la *Senate House*. C'est la première fois qu'un savant étranger au Royaume-Uni a été appelé, pour cette cérémonie, qu'on a fait coïncider avec le Jubilé de Sir G. Stokes.
(*Note de la Direction.*)

fluence secrète, mais puissante, qui a été la force directrice de la Physique moderne.

Je suis porté à penser que l'étude de la lumière, par l'attraction qu'elle a exercée sur les plus vigoureux esprits, a été l'une des causes les plus efficaces du retour des idées vers la Philosophie naturelle, et à considérer l'Optique comme ayant eu sur la marche des Sciences une influence dont on ne saurait exagérer la portée.

Cette influence, déjà visible dès la création de la Philosophie expérimentale, par Galilée, a grandi dans de telles proportions qu'on prévoit aujourd'hui une immense synthèse des forces physiques, fondée sur les principes de la Théorie des ondes lumineuses.

On se rend compte aisément de cette influence lorsqu'on songe que la voie par laquelle arrive à notre intelligence la connaissance du monde extérieur est la lumière.

C'est, en effet, la vision qui nous fournit les notions les plus rapides et les plus complètes sur les objets qui nous entourent; nos autres sens, l'ouïe, le toucher, nous apportent aussi leur part d'instruction, mais la vue seule nous fournit une abondance d'informations simultanées, forme, éclat, couleur, qu'aucun des autres sens ne peut nous donner.

Il n'est donc pas étonnant que la lumière, lien perpétuel entre notre personnalité et le monde extérieur, intervienne à chaque instant, par toutes les ressources de sa constitution intime, pour préciser l'observation des phénomènes naturels. Aussi chaque découverte relative à quelque propriété nouvelle de la lumière a-t-elle eu un retentissement immédiat sur les autres branches des connaissances humaines; souvent même, elle a déterminé la naissance d'une science nouvelle en apportant un nouveau moyen d'investigation d'une puissance et d'une délicatesse inattendues.

L'Optique est véritablement une science moderne; les anciens philosophes n'avaient pas soupçonné la complexité de ce qu'on appelle vulgairement la lumière: ils confondaient sous la même dénomination ce qui est personnel à l'homme et ce qui lui est extérieur. Ils avaient cependant aperçu une des propriétés caractéristiques du lien qui existe entre la source lumineuse et l'œil qui perçoit l'impression: *la lumière se meut en ligne droite*. L'expérience vulgaire leur avait révélé cet axiome, en observant les traînées brillantes que le Soleil trace dans le ciel en perçant les nuées brumeuses ou en pénétrant dans un espace obscur. De là étaient résultées deux notions empiriques: la définition des rayons de lumière et celle de la ligne droite; la première devint la base de l'Optique; l'autre, la base de la Géométrie.

Il ne nous reste presque rien des livres d'Optique des anciens; nous savons, toutefois, qu'ils connaissaient la réflexion des rayons lumineux sur les surfaces polies et l'explication des images formées par les miroirs.

Il faut attendre bien des siècles, jusqu'à la Renaissance scientifique, pour rencontrer un nouveau progrès dans l'Optique; mais celui-là est considérable, il annonce l'ère nouvelle: c'est l'invention de la lunette astronomique.

L'ère nouvelle commence à Galilée, Boyle et Descartes, les fondateurs de la Philosophie expérimentale; tous trois consacrent leur vie à méditer sur la nature de la lumière, des couleurs et des forces. Galilée jette les bases de la Mécanique, et, avec le télescope à réfraction, celles de l'Astronomie physique; Boyle perfectionne l'expérimentation; quant à Descartes, il embrasse d'une vue pénétrante l'ensemble de la Philosophie naturelle; il repousse toutes les causes occultes admises par les scolastiques; il pose en principe que tous les phénomènes sont gouvernés par les lois de la Mécanique. Dans son système du monde, la lumière joue un rôle prépondérant¹; elle est produite par les ondulations excitées dans la matière subtile qui, suivant lui, remplit tout l'espace. Cette matière subtile (qui représente ce que nous appelons aujourd'hui l'éther), il la considère comme formée de particules en contact immédiat; elle constitue donc en même temps le véhicule des forces existant entre les corps matériels qui y sont plongés. On reconnaît là les fameux tourbillons de Descartes, tantôt admirés, tantôt bafoués aux siècles derniers, mais auxquels d'habiles géomètres contemporains ont rendu la justice qui leur est due.

Quelle que soit l'opinion qu'on porte sur la rigueur des déductions du grand philosophe, on doit rester frappé de la hardiesse avec laquelle il affirme la liaison des grands problèmes cosmiques, et de la pénétration avec laquelle il annonce des solutions dont les générations actuelles s'approchent insensiblement.

Pour Descartes, le mécanisme de la lumière et celui de la gravitation sont inséparables; le siège des phénomènes qui leur correspondent est cette matière subtile qui remplit l'Univers et leur propagation doit s'effectuer par ondes autour des centres actifs.

II

Cette conception de la nature de la lumière heurtait les idées en faveur; elle souleva de vives oppositions. Depuis l'Antiquité, on avait coutume de se

¹ *Le Monde de M. Descartes ou le Traité de la Lumière*. Paris, 1664.

représenter les rayons lumineux comme la trajectoire de projectiles rapides lancés par la source radiante, leur choc sur les nerfs de l'œil produisant la vision; leur rebondissement ou leur changement de vitesse, la réflexion ou la réfraction.

La théorie cartésienne avait toutefois des aspects séduisants qui lui amenèrent des défenseurs : les ondes excitées à la surface des eaux tranquilles offrent une image si claire de la propagation d'un mouvement autour d'un centre d'ébranlement! D'autre part, n'est-ce pas par ondes que nous arrivent les impressions sonores? L'esprit éprouve donc une véritable satisfaction à penser que nos deux organes les plus précis et délicats, l'œil et l'oreille, sont impressionnés par un mécanisme de même nature.

Cependant, une grave différence subsiste : le son ne se meut pas nécessairement en ligne droite comme la lumière; il tourne les obstacles qu'on lui oppose et parcourt les routes les plus sinueuses presque sans s'affaiblir.

Les physiciens se partagèrent alors en deux camps : les uns, partisans de l'émission, les autres, partisans des ondes. Comme chacun des deux systèmes se prétendait supérieur à l'autre, et l'était en effet sur quelques points, il fallait en appeler à d'autres phénomènes pour trancher entre eux.

Le hasard des découvertes en amena plusieurs qui auraient dû décider en faveur de la théorie des ondes, ainsi qu'on le reconnut un siècle plus tard; mais les claires vérités n'apparaissent jamais sans un long labeur.

Un compromis singulier s'établit entre les deux systèmes, à l'abri d'un nom illustre entre tous, et la victoire fut attribuée, pendant un siècle, à la théorie de l'émission; en voici l'étrange histoire :

En 1661, un jeune élève plein d'ardeur et de pénétration entra à Trinity College de Cambridge; il se nommait Isaac Newton : il avait déjà lu dans son village l'*Optique* de Kepler. A peine entré, tout en suivant les leçons d'Optique de Barrow, il étudia avec passion la Géométrie de Descartes; il acheta sur ses économies un prisme pour étudier les couleurs et, entre temps, médita déjà longuement sur les causes de la gravité. Huit ans après, ses maîtres le trouvent digne de succéder à Barrow dans la chaire lucasienne, et il enseigne à son tour l'Optique. L'élève dépasse bientôt le maître et annonce une découverte capitale : La lumière blanche, qui semblait le type de la lumière pure, n'est pas homogène; elle est formée de rayons de diverses réfrangibilités. Et il le démontre par la célèbre expérience du spectre solaire, dans laquelle un rayon de lumière blanche est décomposé en une série de rayons colorés comme l'arc-en-ciel; chacune de ces couleurs est simple, car le prisme

ne la décompose plus. Telle est l'origine de l'analyse spectrale.

Cette analyse de la lumière blanche amena Newton à expliquer les colorations des lames minces qu'on observe en particulier sur les bulles de savon; l'expérience fondamentale, dite des anneaux de Newton, est l'une des plus instructives de l'Optique, et les lois qui la résument sont d'une admirable simplicité. Il en exposa la théorie dans un discours adressé à la *Société Royale* sous le titre : *Hypothèse nouvelle concernant la lumière et les couleurs*.

Ce discours provoqua de la part de Hooke une vive réclamation. Hooke avait antérieurement observé aussi les colorations des lames minces et cherché à les expliquer dans le système des ondes : il avait eu le mérite (que Newton lui-même reconnut sans peine) de substituer à l'onde progressive de Descartes une onde vibratoire, notion nouvelle et extrêmement importante; il avait même aperçu le rôle des deux surfaces réfléchissantes de la lame mince, ainsi que l'action mutuelle des ondes réfléchies. Hooke eût été ainsi le véritable précurseur de la théorie moderne, s'il avait eu, comme Newton, la perception claire des rayons simples; mais ses raisonnements vagues pour expliquer la coloration ôtent toute valeur démonstrative à sa théorie.

Newton fut très affecté de cette réclamation de priorité; il combat les arguments de son adversaire en rappelant que la théorie des ondes est inadmissible, parce qu'elle ne rend pas compte de l'existence du rayon lumineux et des ombres. Il se défend d'avoir constitué une théorie, il déclare qu'il n'admet ni l'hypothèse des ondes, ni celle de l'émission; seulement il est obligé, pour abrégier le discours et faire image, d'avoir recours à l'une et à l'autre, comme s'il les admettait.

Et, en fait, dans la XII^e Proposition, au II^e livre de son *Optique*¹, qui constitue ce que l'on a appelé depuis la *théorie des accès*, Newton reste absolument sur le terrain des faits.

Il dit simplement : « Le phénomène des lames minces prouve que le rayon lumineux est mis alternativement dans un accès de facile réflexion ou de facile transmission. » Il ajoute, toutefois, que si l'on désire une explication de ces alternances, *on peut* les attribuer aux vibrations exci-

¹ Prop. XII. — Tout rayon de lumière dans son passage à travers une surface réfringente est mis dans un certain état passager qui, dans la progression du rayon, revient à intervalles égaux et dispose le rayon, à chaque retour, à être facilement transmis à travers la prochaine surface réfringente, et entre les retours, à être aisément réfléchi par elle.

(Sir Isaac Newton, *Opticks or a Treatise of the Reflections, Refractions, Inflexions and Colours of Light*. — London. 1718, second edition, with additions, p. 233.)

tées par le choc des corpuscules et propagées sous forme d'ondes par l'éther¹.

En résumé, malgré son désir de rester sur le terrain solide des faits, Newton n'a pas pu s'empêcher d'essayer une explication rationnelle; il a trop lu les écrits de Descartes pour n'être pas, au fond, comme Huyghens, partisan de l'universel mécanisme et pour ne pas désirer secrètement trouver, dans les ondulations pures, l'explication du beau phénomène qu'il a réduit en lois si simples.

Son admirable livre des *Principes* porte la trace de ses profondes méditations sur la propagation des ondes, car on y trouve, pour la première fois, l'expression mathématique de leur vitesse, aussi bien pour les vibrations longitudinales des corps compressibles que pour les vibrations transversales des surfaces fluides.

Mais c'est surtout le troisième livre de son *Optique*, qui témoigne le plus vivement de ses aspirations cartésiennes et surtout de sa perplexité. Ses fameuses « *Questions* » sont un exposé si complet des arguments en faveur de la théorie des ondes lumineuses que Thomas Young les citera plus tard comme preuve de la conversion finale de Newton à la doctrine ondulatoire. Newton aurait certainement cédé à ce secret entraînement si la logique inflexible de son esprit le lui avait permis; mais, après avoir énuméré toutes les ressources dont la théorie des ondes dispose pour expliquer la nature intime de la lumière, arrivé aux dernières questions, il s'arrête comme pris d'un remords subit et la rejette résolument. Et le seul argument qu'il donne, c'est qu'il n'y voit pas la possibilité de rendre compte du rayon lumineux rectiligne².

¹ *Loc. cit.*, p. 255.

² Voici, d'abord, un extrait des « *Questions* » qui prouve la tendance des vues de Newton vers la théorie ondulatoire et les idées cartésiennes.

« *Question 12.* — Les rayons de lumière, en frappant le fond de l'œil, n'excitent-ils pas des vibrations dans la *tunica retina*? Ces vibrations, étant propagées le long des fibres solides des nerfs optiques dans le cerveau, causent la sensation de la vision...

« *Question 13.* — Les diverses sortes de rayons ne font-elles pas des vibrations de diverses grandeurs, qui, suivant leurs diverses grandeurs, excitent les sensations des diverses couleurs, de la même manière que les vibrations de l'air, suivant leurs diverses grandeurs, excitent les sensations des divers sons? Et, en particulier, ne sont-ce pas les rayons les plus réfringibles qui excitent les plus courtes vibrations pour produire la sensation du violet extrême; les moins réfringibles, les plus grandes, pour produire la sensation du rouge extrême, etc. ?... »

« *Question 18.* — La chaleur d'un espace chaud n'est-elle pas transmise à travers le vide par les vibrations d'un milieu beaucoup plus subtil que l'air, qui reste dans le vide après que l'air en a été enlevé? »

« Et ce milieu n'est-il pas le même que le milieu par lequel la lumière est réfractée et réfléchi, par les vibrations duquel la lumière communique la chaleur aux corps et est mise dans les accès de facile réflexion et de facile transmission? »

« Et ce milieu n'est-il pas infiniment (*proceedingly*) plus

Considéré à ce point de vue, le troisième livre de l'*Optique* n'est plus la discussion seulement impartiale de systèmes opposés; il apparaît comme la peinture des souffrances d'un génie puissant, tourmenté par le doute, tour à tour entraîné par les suggestions séduisantes de l'imagination et rappelé par les exigences impérieuses de la logique. Nous assistons à un drame, à l'éternel combat de l'amour et du devoir, et c'est le devoir qui a été le plus fort.

rare et subtil que l'air et infiniment plus élastique et actif? Et ne remplit-il pas tous les corps? Et (par sa force élastique) ne se répand-il pas dans tout l'espace céleste? »

Newton examine ensuite le rôle possible de ce milieu (l'éther) dans la gravitation et dans la transmission des sensations et du mouvement chez les êtres vivants (questions 19 à 24). Les propriétés dissymétriques des deux rayons du spath d'Islande attirent également son attention (questions 25 et 26).

Puis arrive cette volte-face soudaine, cette espèce de remords d'avoir exposé avec trop de complaisance les ressources de la théorie cartésienne fondée sur le *plein*: il fait, en quelque sorte, amende honorable et continue ainsi:

« *Question 27.* — Ne sont-elles pas erronées toutes les hypothèses qui ont été inventées jusqu'ici pour expliquer les phénomènes de la lumière par de nouvelles modifications des rayons? »

« *Question 28.* — Ne sont-elles pas erronées toutes les hypothèses dans lesquelles la lumière est supposée consister en une pression ou un mouvement propagé à travers un milieu fluide? »

« Si elle (la lumière) consiste seulement en une pression ou un mouvement propagé instantanément ou progressivement, elle se courberait dans l'ombre. Car une pression ou un mouvement ne peut pas se propager en ligne droite dans un fluide au delà de l'obstacle qui arrête une partie du mouvement; il y a inflexion et dispersion de tous côtés dans le milieu en repos situé au delà de l'obstacle... »

« ... Car une cloche ou un canon peuvent s'entendre au delà d'une colline qui intercepte la vue du corps sonore, et les sons se propagent aussi bien à travers des tubes courbés qu'à travers des tubes droits. Tandis que l'on ne voit jamais la lumière suivre des routes tortueuses, ni s'infléchir dans l'ombre. »

Devant cette objection, Newton se voit obligé de revenir à la théorie corpusculaire.

« *Question 29.* — Les rayons de lumière ne sont-ils pas de petits corps émis par les substances brillantes?... »

« *Question 30.* — Les corps grossiers de la lumière ne sont-ils pas convertissables l'un dans l'autre?... Le changement des corps en lumière et de lumière en corps matériels est très conforme au cours de la nature, qui se plaît aux transmutations. »

La logique le force à poursuivre l'hypothèse du *vide* et des *atomes* et même à invoquer (question 28, p. 343), à ce sujet, l'autorité des anciens philosophes de la Grèce et de la Phénicie: on ne doit donc pas s'étonner de voir sa perplexité se traduire par les paroles suivantes:

« *Question 31^e* et dernière. — Les petites particules des corps n'ont-elles pas certains pouvoirs, vertus ou forces, par lesquels elles agissent à distance non seulement sur les rayons de lumière pour les réfléchir, les réfracter ou les infléchir, mais aussi les uns sur les autres pour produire une grande partie des phénomènes de la Nature? »

Mais il s'aperçoit qu'il va peut-être un peu loin et qu'il va se compromettre: aussi ses secrètes tendances, développées dans la première question, repaissent-elles un instant:

« Comment ces attractions (gravité, magnétisme et électricité), peuvent-elles se produire, je ne m'y arrête pas ici. Ce que j'appelle attraction peut être produit par des impulsions ou par d'autres moyens que j'ignore... »

Il y aurait encore bien des remarques curieuses à faire sur l'état d'esprit du grand physicien, géomètre et philosophe,

Telle est, j'imagine, la genèse intime de la Théorie des accès, mélange bizarre des deux systèmes opposés; elle a été beaucoup admirée à cause de l'autorité du grand géomètre qui a eu la gloire de ramener l'ensemble des mouvements célestes à la loi unique de la gravitation universelle.

Aujourd'hui, cette théorie est abandonnée; elle est condamnée par l'*experimentum crucis* d'Arago, réalisé par Fizeau et Foucault: on doit pourtant reconnaître qu'elle a constitué un réel progrès par la notion précise et nouvelle qu'elle renferme. Le rayon de lumière considéré jusque-là était simplement la trajectoire d'une particule en mouvement rectiligne: le rayon de lumière tel que le décrit Newton possède une structure périodique régulière, et la période ou *longueur d'accès* caractérise la couleur du rayon; c'est là un résultat capital. Il ne manque plus qu'une interprétation convenable pour transformer le rayon lumineux en une onde vibratoire; mais il faut attendre un siècle, et c'est le D^r Thomas Young qui, en 1801, aura l'honneur de la découvrir.

III

Reprenant l'étude des lames minces, Thomas Young montre que tout s'explique avec une extrême simplicité, si l'on suppose que le rayon lumineux homogène est l'analyse de l'onde sonore produite par un son musical; que les vibrations de l'éther, soumises aux lois des petits mouvements, doivent se composer, c'est-à-dire *interférer*, suivant l'expression qu'il propose pour exprimer leur action mutuelle. Quoique Young eût pris l'habile précaution de se réclamer de l'autorité de Newton¹, l'hypothèse n'eut aucune faveur; son principe d'interférence conduisait à cette singulière conséquence que la lumière ajoutée à de la lumière pouvait, dans certains cas, produire l'obscurité; résultat paradoxal, contredit par l'expérience journalière. La seule vérification que Young apportât était l'existence des anneaux obscurs dans l'expérience de Newton, obscurité due, suivant lui, à l'interférence des ondes réfléchies aux deux faces de la lame; mais, comme la théorie newtonienne interprétait le fait autre-

ment, la preuve restait douteuse; il fallait un *experimentum crucis*, Young ne réussit pas à l'obtenir.

La théorie des ondes retombait donc encore une fois dans l'obscurité des controverses, et le terrible argument de la propagation rectiligne se dressait de nouveau contre elle. Les plus habiles géomètres de l'époque, Laplace, Biot, Poisson, s'étaient naturellement rangés à l'opinion newtonienne: Laplace en particulier, le célèbre auteur de la *Mécanique céleste*, avait même pris l'offensive; il était allé attaquer la théorie des ondes jusque dans le plus solide de ses retranchements, celui qui avait été élevé par l'illustre Huyghens.

Huyghens, en effet, dans son *Traité de la Lumière*, avait résolu un problème devant lequel la théorie de l'émission était restée muette, à savoir, l'explication de la biréfringence du cristal d'Islande; la théorie des ondes, au contraire, ramenait à une construction géométrique des plus simples la marche des deux rayons, ordinaire et extraordinaire; l'expérience confirmait en tous points ces résultats. Laplace réussit, à son tour, à l'aide d'hypothèses sur la constitution des particules lumineuses, à expliquer la marche de ces étranges rayons. La victoire de la théorie particulière paraissait donc complète: un nouveau phénomène arrivait même tout à point pour la rendre éclatante.

Malus découvrait qu'un rayon de lumière naturelle, réfléchi sous un certain angle, acquiert des propriétés dissymétriques semblables à celles des rayons du cristal d'Islande; il expliqua ce phénomène par une orientation de la molécule lumineuse, et, en conséquence, nomma cette lumière, *lumière polarisée*; c'était un nouveau succès pour l'émission.

Le triomphe ne fut pas de longue durée; en 1816, un jeune ingénieur, à peine sorti de l'École Polytechnique, Augustin Fresnel, confiait à Arago ses doutes sur la théorie en faveur et lui indiquait les expériences qui tendaient à la renverser; s'appuyant sur les idées d'Huyghens, il avait attaqué la redoutable question des rayons et des ombres et l'avait résolue; tous les phénomènes de diffraction étaient ramenés à un problème d'analyse et l'observation vérifiait merveilleusement le calcul. Il avait, sans les connaître, retrouvé les raisonnements de Young, ainsi que le principe des interférences; mais, plus heureux que lui, il apportait l'*experimentum crucis*, l'expérience des deux miroirs; là, deux rayons issus d'une même source, purs de toute altération, produisent par leur concours, tantôt de la lumière, tantôt de l'obscurité. L'illustre Young fut le premier à applaudir au succès de son jeune émule et lui témoigna une bienveillance qui ne se démentit jamais.

qui se révèle naïvement dans ces « Questions ». Les courts extraits qui précèdent suffisent, je crois, à justifier la conclusion qui ressort de cette étude, à savoir, que Newton n'avait pas, sur le mécanisme de la lumière, les idées arrêtées qu'on lui prête en le considérant comme initiateur de la théorie de l'émission. En réalité, il hésite entre les deux systèmes opposés dont il aperçoit clairement l'insuffisance et, dans cette discussion, il s'efforce de s'éloigner le moins possible des faits bien établis: voilà pourquoi il ne formule aucune théorie dogmatique. Il serait donc injuste de rendre Newton responsable de tout ce que les partisans de l'émission ont abrité sous son autorité.

¹ The Bakerian Lecture, on the Theory of Light and Colours. — By Thomas Young. *Philos. Transactions of the Royal Society of London*, 1802, p. 12.

Ainsi, grâce à l'expérience des deux miroirs, la théorie du Dr Young, c'est-à-dire l'analogie complète du rayon lumineux et de l'onde sonore, est solidement établie.

En outre, la théorie de la diffraction de Fresnel montre la cause de leur dissemblance ; la lumière se propage en ligne droite parce que les ondes lumineuses sont extrêmement petites ; au contraire, le son se diffuse parce que les longueurs des ondes sonores sont relativement très grandes.

Ainsi s'évanouit la terrible objection qui avait tant tourmenté l'esprit du grand Newton.

Mais il restait encore à expliquer une autre différence essentielle entre l'onde lumineuse et l'onde sonore ; celle-ci ne se polarise pas, comment se fait-il que l'onde lumineuse se polarise ?

La réponse à cette question paraissait si difficile que Young déclara renoncer à la chercher. Fresnel travailla plus de cinq ans à la découvrir : elle est aussi simple qu'inattendue :

L'onde sonore ne peut pas se polariser parce que ses vibrations sont longitudinales ; la lumière, au contraire, se polarise parce que ses vibrations sont transversales, c'est-à-dire perpendiculaires au rayon lumineux.

Désormais, la nature de la lumière est complètement établie ; tous les phénomènes présentés comme des objections absolues s'expliquent avec une merveilleuse facilité, jusque dans leurs plus minutieux détails.

Je voudrais pouvoir vous retracer par quel admirable enchaînement d'expériences et de raisonnements Fresnel est arrivé à cette découverte, l'une des plus importantes de la science moderne ; mais le temps me presse. Il m'a suffi de vous faire comprendre la grandeur des difficultés qu'il a fallu vaincre pour l'accomplir ; j'ai hâte d'en faire ressortir les conséquences.

IV

Vous avez vu, au début, les raisons purement physiologiques qui font de l'étude de la lumière le centre nécessaire des informations de l'intelligence humaine. Vous devez juger maintenant par les péripéties de ce long développement des théories optiques, quelle préoccupation elle a toujours causée aux puissants esprits qui s'intéressent aux forces naturelles. En effet, tous les phénomènes qui se passent sous nos yeux impliquent une transmission à distance de force ou de mouvement ; que la distance soit infiniment grande, comme dans les espaces célestes, ou infiniment petite, comme dans les intervalles moléculaires, le mystère est le même. Or, la lumière est l'agent qui nous amène le mouvement des corps lumineux :

approfondir le mécanisme de cette transmission. c'est approfondir celui de toutes les autres, et Descartes en avait eu l'admirable intuition lorsqu'il embrassait tous ces problèmes dans une même conception mécanique : voilà le lien secret qui a toujours attiré les physiciens et les géomètres vers l'étude de la lumière.

Envisagée à ce point de vue, l'histoire de l'Optique acquiert une portée philosophique considérable ; elle devient l'histoire des progrès successifs de nos connaissances sur les moyens que la Nature emploie pour transmettre à distance le mouvement et la force.

La première idée qui est venue à l'esprit de l'homme, dès l'état sauvage, pour exercer sa force hors de sa portée, c'est le jet d'une pierre, d'une flèche ou d'un projectile quelconque ; voilà le germe de la théorie de l'émission : cette théorie correspond au système philosophique qui suppose un espace vide où le projectile se meut librement.

A un degré de culture plus avancé, l'homme, devenu physicien, a eu l'idée plus délicate de la transmission du mouvement par ondes, suggérée d'abord par l'étude des vagues, puis par celle du son. Ce second mode suppose, au contraire, que l'espace est plein : il n'y a plus ici transport de matière, les particules oscillent dans le sens de la propagation, et c'est par compression ou dilatation d'un milieu élastique continu que le mouvement et la force sont transmis. Telle a été l'origine de la théorie des ondes lumineuses ; sous cette forme, elle ne pouvait représenter qu'une partie des phénomènes, ainsi qu'on l'a vu précédemment ; elle était donc insuffisante. Mais les géomètres et les physiciens avant Fresnel ne connaissaient pas d'autre mécanisme ondulatoire dans un milieu continu.

La grande découverte de Fresnel a été de révéler un troisième mode de transmission, tout aussi naturel que le précédent, mais qui offre une richesse de ressources incomparable. Ce sont les ondes à vibrations transversales excitées dans un milieu continu incompressible, celles qui rendent compte de toutes les propriétés de la lumière. Dans ce mode ondulatoire, le déplacement des particules met en jeu une élasticité d'un genre spécial ; c'est le glissement relatif des couches concentriques à l'ébranlement qui transmet le mouvement et l'effort. Le caractère de ces ondes est de n'imposer au milieu aucune variation de densité, comme dans le système de Descartes.

La richesse de ressources annoncée plus haut provient de ce que la forme de la vibration transversale reste indéterminée, ce qui confère aux ondes une variété infinie de propriétés différentes.

Les formes rectiligne, circulaire, elliptique, caractérisent précisément ces polarisations si inat-

tendues que Fresnel a découvertes et à l'aide desquelles il a si admirablement expliqué les beaux phénomènes d'Arago produits par les lames cristallisées.

L'existence possible d'ondes se propageant sans changement de densité a modifié profondément la théorie mathématique de l'élasticité. Les géomètres retrouvèrent dans leurs équations ces ondes à vibrations transversales qui leur étaient inconnues; ils apprirent, en outre, de Fresnel la constitution la plus générale des milieux élastiques, à laquelle ils n'avaient pas songé.

C'est dans son admirable Mémoire sur la double réfraction que le grand physicien émet l'idée que, dans les cristaux, l'élasticité de l'éther doit être variable avec la direction, condition inattendue et d'une extrême importance qui transformera les bases fondamentales de la Mécanique moléculaire; les travaux de Cauchy et de Green en sont la preuve frappante.

De ce principe, Fresnel conclut la forme la plus générale de la surface de l'onde lumineuse dans les cristaux et retrouva (comme cas particulier) la sphère et l'ellipsoïde que Huyghens avait assignés au cristal d'Islande.

Cette nouvelle découverte excita l'admiration universelle parmi les physiciens et les géomètres; lorsque Arago vint l'exposer devant l'Académie des Sciences, Laplace, si longtemps hostile, se déclara convaincu. Deux ans après, Fresnel, élu membre de l'Académie à l'unanimité des suffrages, était élu, avec la même unanimité, membre étranger de la Société Royale de Londres; ce fut Young lui-même qui lui transmit la nouvelle de cette distinction avec l'hommage personnel de son admiration sincère.

V

L'établissement définitif de la théorie des ondes impose la nécessité d'admettre l'existence d'un milieu élastique pour transmettre le mouvement lumineux. Mais toute transmission à distance de mouvement ou de force n'implique-t-elle pas la même condition? C'est à Faraday que revient l'honneur d'avoir, en véritable disciple de Descartes et de Leibnitz, proclamé ce principe et d'avoir résolument attribué aux réactions du milieu ambiant l'apparente action à distance des systèmes électriques et magnétiques. Faraday fut récompensé de sa hardiesse par la découverte de l'induction. Et, comme l'induction s'exerce même à travers un espace vide de matière pondérable, on est forcé d'admettre que le milieu actif est justement celui qui transmet les ondes lumineuses, l'éther.

La transmission d'un mouvement par un milieu élastique ne peut pas être instantanée; si c'est vrai-

ment l'éther lumineux qui est le milieu transmetteur, l'induction ne doit-elle pas se propager avec la vitesse des ondes lumineuses.

La vérification était malsaisée; Von Helmholtz, qui tenta la mesure directe de cette vitesse, trouva, comme autrefois Galilée, pour la vitesse de la lumière, une valeur pratiquement infinie.

Mais l'attention des physiciens fut attirée par une singulière coïncidence numérique: le rapport de l'unité de quantité électrostatique à l'unité électromagnétique est représenté par un nombre précisément égal à la vitesse de la lumière.

L'illustre Clerk Maxwell, suivant les idées de Faraday, n'hésita pas à voir dans ce rapport la mesure indirecte de la vitesse d'induction, et, par une série d'intuitions remarquables, il parvint à élever cette célèbre théorie électro-magnétique de la lumière, qui identifie, dans un même mécanisme, trois groupes de phénomènes en apparence complètement distincts: Lumière, Électricité, Magnétisme.

Mais les théories abstraites des phénomènes naturels ne sont rien sans le contrôle de l'expérience. La théorie de Maxwell fut soumise à l'épreuve et le succès dépassa toute attente.

Les résultats sont trop récents et trop bien connus, ici surtout, pour qu'il soit nécessaire d'y insister.

Un jeune physicien allemand, Henry Hertz, enlevé prématurément à la Science, empruntant à von Helmholtz et à Lord Kelvin leur belle analyse des décharges oscillantes, réalisa si parfaitement des ondes électriques et électro-magnétiques, que ces ondes possèdent toutes les propriétés des ondes lumineuses; la seule particularité qui les distingue, c'est que leurs vibrations sont moins rapides que celles de la lumière.

Il en résulte qu'on peut reproduire, avec des décharges électriques, les expériences les plus délicates de l'Optique moderne: réflexion, réfraction, diffraction, polarisation rectiligne, circulaire, elliptique, etc.

Mais, je m'arrête, Messieurs; je sens que j'ai assumé une tâche trop lourde en essayant de vous énumérer toutes les richesses que les ondes à vibrations transversales concentrent aujourd'hui dans nos mains.

J'ai dit, en commençant, que l'Optique me paraissait être la Science directrice de la Physique moderne.

Si quelque doute a pu s'élever dans votre esprit, j'espère que cette impression s'est effacée pour faire place à un sentiment de surprise et d'admiration en voyant tout ce que l'étude de la lumière a apporté d'idées nouvelles sur le mécanisme des forces de la Nature.

Elle a ramené insensiblement à la conception cartésienne d'un milieu unique remplissant l'espace, siège des phénomènes électriques, magnétiques et lumineux; elle laisse entrevoir que ce milieu est le dépositaire de l'énergie répandue dans le monde matériel, le véhicule nécessaire de toutes les forces, l'origine même de la gravitation universelle.

Voilà l'œuvre accomplie par l'Optique; c'est peut-être la plus grande chose du siècle!

L'étude des propriétés des ondes envisagées sous tous leurs aspects est donc, à l'heure actuelle, la voie véritablement féconde.

C'est celle qu'a suivie, dans sa double carrière de géomètre et de physicien, Sir George Stokes, à qui nous allons rendre un hommage si touchant et si mérité. Tous ses beaux travaux, aussi bien en Hydrodynamique qu'en Optique théorique ou expé-

rimentale, se rapportent précisément aux transformations que les divers milieux font subir aux ondes qui les traversent. Dans les phénomènes variés qu'il a découverts ou analysés, mouvement des fluides, diffraction, interférences, fluorescence, rayons Röntgen, l'idée directrice que je vous signale est toujours visible, et c'est ce qui fait l'harmonieuse unité de la vie scientifique de Sir George Stokes.

Que l'Université de Cambridge soit fière de sa chaire Lucasienne de Physique mathématique, car, depuis Sir Isaac Newton jusqu'à Sir George Stokes, elle contribue pour une part glorieuse aux progrès de la Philosophie naturelle.

Alfred Cornu,

de l'Académie des Sciences
et de la Société Royale de Londres.
Professeur à l'École Polytechnique.

LE CHEMIN DE FER DU MONT BLANC

Un habile entrepreneur français, M. Saturnin Fabre, avait été vivement frappé du mouvement qui se produisait à l'Etranger, et particulièrement en Suisse, dans le sens de la construction de lignes de chemin de fer d'accès vers les hautes cimes des Alpes. La faveur marquée du public touriste, tous les jours de plus en plus nombreux, pour les chemins de fer de montagne s'est traduite dans ces derniers temps par le projet, déjà entré, du reste, dans la période de réalisation, du chemin de fer de la Jungfrau. Il a paru indispensable à M. Fabre que la France, qui possède en Savoie la plus haute cime de l'Europe, c'est-à-dire le Mont Blanc, ne restât pas plus longtemps en arrière de ce mouvement de conquête industrielle des grandes cimes, et il a nourri l'idée de tenter un grand effort pour doter notre pays de la plus grandiose de ces lignes ferrées, qui doit, dans sa pensée, faire affluer vers la vallée de Chamonix un flot immense de voyageurs, désireux de poser le pied, sans fatigue, sur le sommet du Géant des Alpes.

Dans le but de s'éclairer sur les conditions scientifiques dans lesquelles pourrait se réaliser cette belle entreprise, M. Fabre a eu tout d'abord l'idée (assez rare en France dans les entreprises de cette nature pour être notée en passant) de s'adresser aux professeurs d'une Université française, et il a choisi l'Université de Lyon, comme étant le grand centre scientifique de la région où devait s'accomplir cette étude préalable.

Une première entrevue eut lieu en décembre 1896 entre M. Fabre et M. Depéret, professeur de Géologie, doyen de la Faculté des Sciences de Lyon,

entrevue dans laquelle M. Fabre put développer son projet de voie ferrée, en grande partie souterraine, devant s'élever jusqu'au Mont Blanc en suivant la pente de la montagne, et pour la construction et l'exploitation de laquelle il se proposait d'utiliser l'énergie électrique empruntée au courant de l'Arve ou à d'autres chutes d'eau de la région. M. Favre demandait à M. Depéret de l'éclairer sur le meilleur tracé à choisir, au point de vue topographique et géologique, parmi ceux qui peuvent donner accès vers la cime. Après une revue bibliographique et cartographique sommaire du massif du Mont Blanc, M. Depéret crut pouvoir indiquer au hardi entrepreneur le tracé partant des Houches pour s'élever au Mont Blanc par l'arête de l'Aiguille du Goûter, comme lui paraissant à la fois plus court et plus pratique au point de vue de la continuité des roches le long du parcours de la voie souterraine projetée par M. Fabre.

En plein hiver, le jour de Noël, M. Fabre arrivait aux Houches, et, après avoir exposé au maire et au Conseil municipal les avantages indiscutables qui résulteraient pour la commune du choix de ce tracé, obtenait, après quelques pourparlers, une *concession ferme de trois ans*, en vue de l'établissement d'un avant-projet de la ligne par la crête indiquée ci-dessus. Ainsi prémuni contre toute tentative de concurrence, au moins de ce côté de la montagne, M. Fabre s'enquit alors de constituer, avec l'aide de l'Université de Lyon, une Commission d'études chargée d'explorer le massif du Mont Blanc et d'étudier comparativement la valeur des différentes voies d'accès possibles dans la direction du som-

niet. Cette Commission fut constituée de la manière suivante :

M. Depéret, président ;

M. Offret, professeur de Minéralogie théorique et appliquée à l'Université de Lyon ;

M. Joseph Vallot, directeur de l'Observatoire météorologique du Mont Blanc, qui voulut bien consentir à apporter à l'œuvre comme le fruit de ses longues études et de sa savante expérience du massif du Mont Blanc.

I. — EXPOSÉ DES DIVERS PROJETS.

Nous ne nous attarderons pas à discuter les projets différents qui ont été lancés dans la presse pour accéder au sommet du Mont Blanc soit par un tracé à l'air libre, soit par un trajet horizontal avec ascenseur vertical (projet Issartier).

La seule conception possible, à notre avis, est l'utilisation par un tracé en grande partie souterrain et incliné suivant la pente générale de la

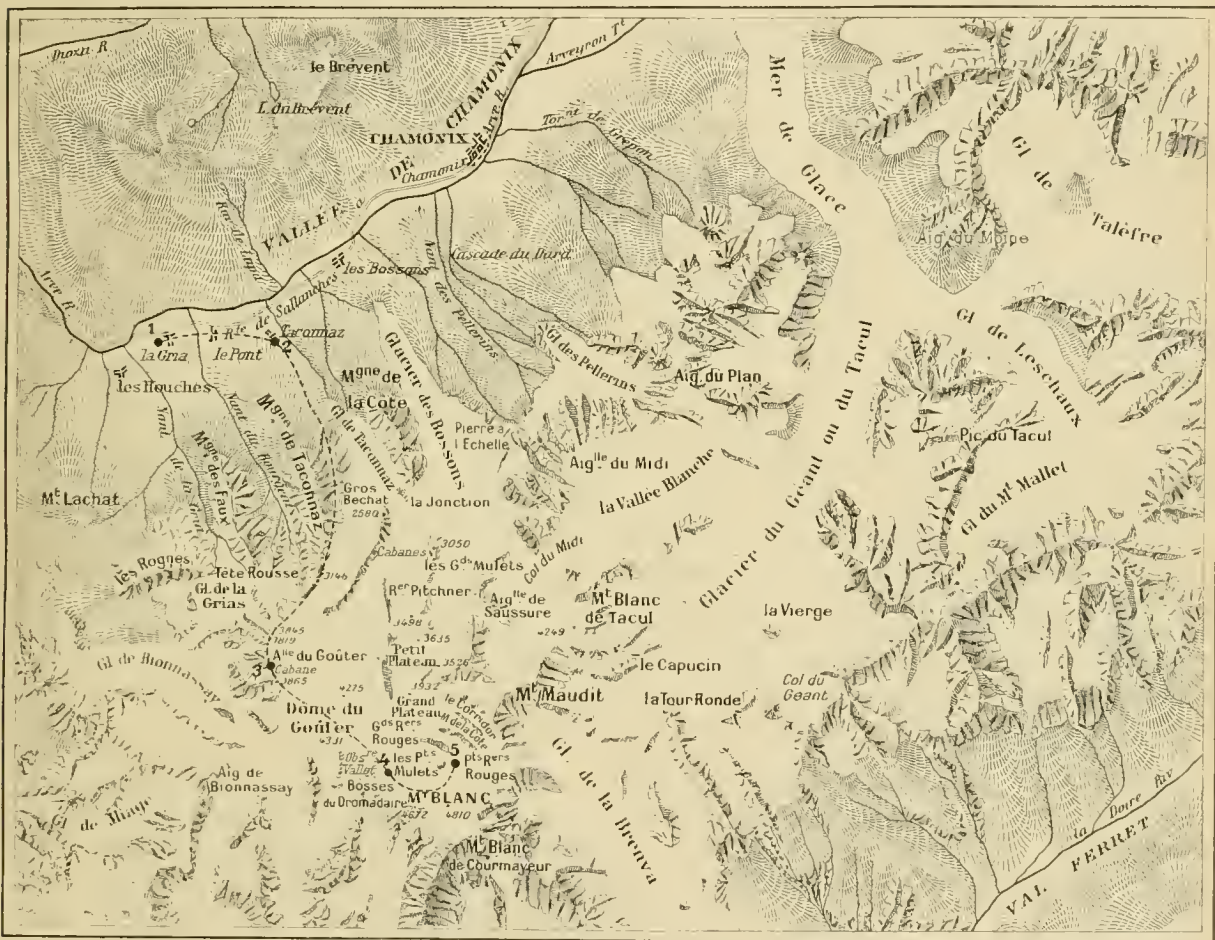


Fig. 1. — Carte du Massif du Mont Blanc montrant le projet de tracé du chemin de fer.

M. le Dr Lépine, professeur à la Faculté de Médecine de Lyon, a été adjoint à cette Commission au point de vue des questions biologiques qui se rattachent à la construction et à l'exploitation de la voie ferrée.

Après une série d'études préalables, d'après les cartes et documents publiés sur la région, la Commission s'est rendue sur le terrain au mois de juillet 1897, et, après plusieurs courses préalables dans les parties inférieures du massif, suivies de l'ascension au sommet du Mont Blanc de MM. Depéret et Offret, elle a pu se rendre compte des conditions générales de cette entreprise.

montagne, de l'une des crêtes partant de la vallée de l'Arve et aboutissant au sommet du Mont Blanc.

Il suffit, en effet, d'examiner l'une des cartes topographiques du Mont Blanc, et, en particulier, soit celle de M. le capitaine Mieulet, soit celle d'Infeld et de Kurz, pour constater que la topographie générale du Mont Blanc proprement dit (si on le suppose dépouillé de sa couverture de névés et de glaciers) consiste en une série de crêtes aiguës séparées par des vallées profondes et convergente vers une arête terminale orientée sensiblement E.-O.

Des glaciers importants non seulement rem-

plissent le fond de ces vallées, mais débordent en bien des points par-dessus les arêtes elles-mêmes, de façon à masquer à l'œil la continuité rocheuse de ces crêtes.

Il s'agissait de faire un choix parmi ces crêtes au point de vue de leur continuité, de leur longueur, de la nature des roches, de la pente générale de la ligne. Enfin, ce chemin de fer devant être avant tout un chemin de fer d'agrément, il nous a paru indispensable de pouvoir ménager de temps à autre des stations à ciel ouvert aux endroits les plus remarquables, aussi bien pour la beauté des points de vue que pour l'accès facile sur les glaciers environnants. Il n'existe, en réalité, que trois crêtes auxquelles il était permis de songer. Nous allons les examiner successivement (fig. 1).

Projet I. — Rive droite du glacier des Bossons: Mont Blanc (Rochers-Rouges), Mont Maudit, Mont Blanc du Tacul, Aiguille du Midi. — A partir de ce point et en aval, deux itinéraires sont, à la rigueur, possibles :

1° A l'est, par l'Aiguille du Plan et le Montanvert;

2° Au nord, par Pierre-à-l'Échelle, Pierre-Pointue et la Cascade du Dard, route ordinaire des ascensions au Mont Blanc.

Ce tracé, avec ses deux variantes, nous a paru présenter d'énormes difficultés dans la section supérieure comprise entre l'Aiguille du Midi et le Mont Blanc.

Les plus grosses de ces difficultés consistent dans l'interruption des saillies rocheuses par des cols neigeux de profondeur inconnue, mais certainement très grande.

Citons en particulier le col du Midi entre l'Aiguille du Midi et le Mont Blanc du Tacul, le col de la Brenva situé entre le Mont Blanc du Tacul et le Mont Maudit, et enfin la profonde dépression du Corridor.

Ces inconnues, en dehors d'autres considérations tirées de la longueur de la galerie, du moindre pittoresque des vues et d'autres motifs que nous ferons valoir plus loin, nous ont amenés à considérer ce tracé comme irréalisable.

Projet II. — Crête intermédiaire entre le glacier des Bossons et le glacier de Taconnaz (crête des Grands-Mulets). — Cette arête, qui commence dans la vallée de Chamonix par la montagne de la Côte, se trouve bientôt recouverte en amont entre cette montagne et les Grands-Mulets par l'énorme accumulation de glaces de la *Jonction*, dont la profondeur inconnue, mais rendue appréciable par les effrayantes crevasses du glacier en cet endroit, est certainement considérable : en amont des Grands-

Mulets, la crête émerge bien ça et là au rocher Pitchner, au rocher de l'Heureux-Retour, etc. Mais, d'une part, cette crête est plus déprimée dans son ensemble que les autres, et, d'autre part, on vient se heurter comme précédemment à la traversée du Corridor. Ce tracé présente également des aléas tels qu'il nous a paru inutile de nous y arrêter.

Projet III. — Rive gauche du glacier de Taconnaz. Mont-Blanc (Rochers-Rouges), arête des Bosses du Dromadaire, Rochers des Bosses (Observatoire Vallot), Dôme du Goûter, Aiguille du Goûter. — A partir de ce point et en aval, plusieurs itinéraires sont, à la rigueur, possibles.

1° A l'ouest, par les crêtes de la rive droite du glacier de Bionnassay, Tête-Rousse, les Rognes, Mont-Lachat, pavillon de Bellevue, col de Voza, Saint-Gervais;

2° Crête de la montagne des Faux, le hameau de la Griaz (commune des Houches);

3° Arête principale de l'Aiguille du Goûter, montagne de Taconnaz, hameau de Taconnaz (commune des Houches).

Laissant de côté, pour le moment, l'examen de la partie supérieure du tracé pour nous borner uniquement à celui des sections inférieures, nous pouvons éliminer de suite la solution vers Saint-Gervais, pour deux raisons :

1° A cause de la longueur incomparablement plus grande de la ligne, 6 kilom. 5 de souterrains en projection horizontale de l'Aiguille du Goûter jusqu'au col de Voza, et 6 kilomètres à vol d'oiseau de prolongement obligatoire de la ligne à air libre jusqu'à la gare du Fayet;

2° A cause de la nature des terrains traversés, qui comprendraient une très large bande (4 kilomètres) de sédiments calcaires liasiques très délitaibles qui seraient la cause d'éboulements dangereux aussi bien au point de vue de la construction que de l'exploitation de la ligne.

La solution par la crête de la montagne des Faux ne présente pas d'inconvénients au point de vue de la longueur, mais cette montagne est profondément ravinée, grâce à une zone de schistes pourris. Son arête est rendue très étroite par ces ravinements et ne paraît pas assez solide pour se prêter à l'exécution d'une voie ferrée. Enfin, l'absence de vue sur les grands glaciers rendrait le trajet beaucoup moins pittoresque.

Reste la solution par l'Aiguille du Goûter, qui paraît, au contraire, réunir l'ensemble des conditions voulues, tant au point de vue de la brièveté du trajet, que de la continuité de la crête rocheuse allant de la vallée au sommet de l'Aiguille du Goûter, et enfin de la nature des roches solides et résistantes qui constituent la montagne de Taconnaz.

II. — TRACÉ PROPOSÉ.

A la suite de ces éliminations successives, nous arrivons donc au choix du trajet suivant :

1° *Section inférieure* : Arête de la montagne de Tacconnaz et crête principale de l'Aiguille du Goûter jusqu'au sommet de l'Aiguille (3.843^m);

2° *Section supérieure* : De l'Aiguille du Goûter au Mont Blanc. Dans cette deuxième section, à partir de l'Aiguille du Goûter, le tracé passerait sous le Dôme du Goûter pour aboutir à l'Observatoire de M. Vallot (4.362^m) (Rochers des Bosses); enfin, il contournerait par une courbe l'extrémité du Grand-Plateau, au pied des grands névés terminaux du Mont Blanc et viendrait déboucher sur le flanc nord à une gare terminus que nous serions disposés à placer aux Petits Rochers-Rouges (4.580^m).

Nous allons étudier, avec quelques détails, les différents points de ce trajet.

§ 1^{er}. — Section inférieure.

La section inférieure ne nous paraît présenter aucune difficulté spéciale de construction.

Laissons de côté, pour le moment, le choix de la gare de départ, qui serait forcément placée sur le territoire de la commune des Houches, ainsi que l'étude de la portion de la ligne à air libre située dans la plaine, et occupons-nous seulement du tracé en montagne.

L'entrée en galerie aurait lieu, un peu en amont du hameau de Tacconnaz, vers l'altitude de 1.100 mètres. On aurait à traverser d'abord une bande étroite de schistes liasiques en couches verticales, puis une petite bande de trias avec du gypse intercalé.

La traversée de ces bandes peut présenter quelques difficultés de construction en raison de la nature assez délitable de ces terrains; mais la longueur totale du trajet dans ces couches ne dépasserait pas 500 mètres, et ce seraient probablement les seules difficultés d'ordre géologique que présenterait le projet que nous proposons. On atteindrait, en effet, immédiatement les schistes anciens, compacts et imperméables, passant rapidement à des gneiss alternant avec des amphibolites. Et ce sera là, d'après ce que l'on sait de la constitution du Mont Blanc, vraisemblablement la série alternante que l'on rencontrera jusqu'au sommet, où, vers les Rochers-Rouges, on abordera la protogine.

Toutes ces roches sont imperméables, en couches solides, et se prêteront certainement très bien au percement d'une galerie.

Cette galerie s'élèverait par une pente d'abord assez rapide en suivant l'arête de la montagne de Tacconnaz à une profondeur suffisante pour éviter

de déboucher dans les ravins latéraux qui servent, dans la mauvaise saison de couloirs d'avalanches.

Elle passerait sur le flanc Est du pic du Grand-Béchar (2.565^m) et s'élèverait avec un pente un peu moins raide dans l'intérieur de l'arête rocheuse continue qui relie le Grand-Béchar à l'Aiguille du Goûter (3.843^m).

La longueur totale de cette section principale inférieure serait en projection horizontale de 4.700 mètres, soit environ 5 kilomètres, en réalité.

L'exécution de cette galerie pourrait être rapidement menée, grâce à la facilité des accès pour les ouvriers sur un grand nombre de points de cette arête. Le choix de ces chantiers d'accès serait déterminé par leur utilisation ultérieure comme points d'arrêt et garages du chemin de fer, pendant l'exploitation, afin de permettre l'établissement de balcons procurant aux voyageurs des aperçus sur les magnifiques points de vue que présentent le glacier de Tacconnaz et les montagnes neigeuses du massif du Mont Blanc.

Vers le sommet de l'Aiguille du Goûter, où se trouve déjà une cabane qui facilitera le séjour des ouvriers en ce point, il sera nécessaire d'établir une gare-hôtel importante permettant aux voyageurs d'y séjourner. Ils y jouiraient d'abord d'une vue merveilleuse et ils pourraient faire de cette station le point de départ d'excursions sur le glacier.

La nécessité de cette station s'impose d'autant plus que nous prévoyons l'achèvement préalable et même le fonctionnement de la section inférieure avant l'ouverture des travaux de la section supérieure.

§ 2. — Section supérieure.

La section supérieure présentera, en effet, des difficultés de construction plus grandes que la section inférieure, tant en raison des hautes altitudes qui rendent le travail des ouvriers plus pénible que du petit nombre des points d'accès des arêtes rocheuses.

La conception du projet dans cette section supérieure serait la suivante : De la station de l'Aiguille du Goûter, qui constituera un point d'attaque de première importance (surtout lorsque la ligne fonctionnera jusqu'à ce point), la galerie se dirigera directement sous le Dôme du Goûter dans la direction de l'Observatoire Vallot situé sur les Rochers des Bosses (4.362^m) où serait établie une nouvelle station. La distance qui sépare ces deux points est de 2.500 mètres environ, dont il faut prévoir le percement sans points d'attaque intermédiaires.

Le passage de la galerie sous le Dôme du Goûter nous semble vraisemblablement réalisable. La grande masse des névés du Dôme paraît, en effet, reposer sur un socle de rochers assez large, ainsi

que le montrent plusieurs affleurements de rochers sur le flanc Nord-Est du Dôme, affleurements que nous avons pu constater nous-mêmes dans notre étude de la montagne. De son côté, M. Vallot, qui a séjourné à diverses reprises dans son Observatoire, a vérifié la continuité de la paroi rocheuse sur les flancs Sud et Sud-Ouest de cette grande croupe neigeuse. Il est donc certain qu'en se tenant à une profondeur qui n'aura rien d'excessif au-dessous du sommet du Dôme, on n'aura pas à craindre de déboucher dans le névé.

En ce qui concerne la partie du trajet comprise entre les stations de l'Aiguille du Goûter et celle de l'Observatoire Vallot, nous avons à formuler au début une réserve provisoire relativement à deux dépressions ou cols occupés par les neiges, l'un entre l'Aiguille du Goûter et le plateau du Dôme, l'autre entre le Dôme et l'Observatoire Vallot.

A la fin de notre campagne d'études de 1897, nous avons reconnu la nécessité de déterminer l'épaisseur de la neige sur ces deux dépressions, à l'aide de sondages. M. Vallot voulut bien se charger de procéder à ces sondages, à l'aide d'un appareil qu'il avait fait construire pour son usage personnel. A la suite de ses observations de 1898, M. Vallot affirme maintenant la continuité de la roche à nu depuis l'Aiguille du Goûter jusqu'au Rocher de la Tournette : il a constaté qu'elle n'est interrompue par aucun couloir de glace : tous les couloirs cessent un peu avant le haut. Il considère cette constatation comme devant lever toute difficulté au sujet de la possibilité du tracé.

Reprenons maintenant le tracé au delà de l'Observatoire Vallot. Il contournerait en amont le Grand-Plateau, dans l'intérieur du cirque à parois abruptes qui se dirige vers les Rochers-Rouges en passant au pied des grands névés terminaux du Mont Blanc. Le long de cette paroi, on voit le rocher affleurer en un très grand nombre de points, ce qui rend plus que probable la continuité de cette muraille rocheuse de nature très compacte.

Nous estimons à 1.300 mètres environ, sans points d'attaque intermédiaires, la longueur de cette dernière section, depuis l'Observatoire Vallot jusqu'au débouché terminus de la galerie, dont nous allons maintenant nous occuper.

Il nous a paru, ainsi qu'à M. Vallot, impossible de se proposer d'accéder au sommet de la calotte de glace d'épaisseur inconnue et probablement très grande qui constitue le sommet du Mont Blanc. En revanche, il paraît tout à fait possible de prendre comme point terminus l'un des rochers qui émergent sur le flanc septentrional.

Les Grands Rochers-Rouges (4.508^m) offriraient une surface commode pour y édifier une gare-hôtel terminus. Mais, ils sont en partie occupés déjà par

une construction de M. Janssen, et, en outre, ils se trouvent encore à 350 mètres en verticale au-dessous du sommet.

Les Petits Rochers-Rouges (4.580^m) sont situés à près de 80 mètres plus haut, et leur solidité (ils sont en protogine compacte) ainsi que leur étendue horizontale, nous paraissent se prêter au but que l'on se propose. Quant aux Petits-Mulets (4.690^m), leur affleurement est restreint, et la nature schisteuse de leurs roches en couches verticales ne semble pas se prêter aussi bien à leur utilisation pour l'usage proposé.

Si l'on adopte, comme nous le proposons, les Petits Rochers-Rouges (4.580^m) comme station terminus, il n'y a plus entre ces rochers et le sommet du Mont Blanc (4.810^m) qu'une différence de niveau de 230 mètres, que l'on franchit aisément sur une pente douce de neige durcie. Il serait facile pendant la belle saison d'établir sur la neige un câble-traineau, permettant de conduire les voyageurs de l'hôtel jusqu'au sommet lui-même.

III. — COMPARAISON DES TRACÉS.

Si nous discutons comparativement les avantages et les inconvénients que présentent les différents tracés de lignes ferrées que nous avons indiqués plus haut, nous allons voir que le tracé que nous proposons par les Houches (hameau de Taconnaz), la montagne de Taconnaz, l'Aiguille du Goûter, les Rochers des Bosses, les Petits Rochers-Rouges, offre des avantages sérieux, à différents points de vue, sur tous les autres tracés.

1° Au point de vue de la longueur :

Ce tracé a une longueur approximative de 9 kil. 200 se répartissant ainsi : section inférieure, 3 kil. 400; section supérieure, 1^{re} partie, 2 kil. 300; 2^e partie 1 kil. 300.

Il est facile de constater, en comparant ces chiffres à ceux que nous avons indiqués pour les différents projets, qu'il ne peut exister de tracé plus court.

Les trajets par les Grands-Mulets ou par Pierre Pointue et l'Aiguille du Midi, ou encore par la Montagne des Faux et l'Aiguille du Goûter, ne sont pas sensiblement plus longs, mais nous les rejetons pour d'autres motifs.

Quant au projet par le Montanvert et l'Aiguille du Midi, ou au projet par Saint-Gervais et le col de Voza, leurs longueurs, bien plus grandes, permettraient déjà, à elles seules, de les rejeter, même sans tenir compte des autres considérations que nous avons fait valoir.

2° Au point de vue de la beauté du trajet :

La vue que l'on pourra ménager en un grand

nombre de points sur le flanc Est de la montagne de Taconnaz et la vue incomparable que l'on aura de la station de l'Aiguille du Goûter sur l'ensemble des glaciers du Mont Blanc, sur la série des pics aigus de l'Aiguille du Midi, du Mont Blanc, du Tacul et du Mont Maudit, sur les vallées de l'Arve et de Bionnassay, donne à ce projet des avantages de pittoresque de premier ordre, avantages que ne présenteraient pas au même degré les autres projets.

3° *Au point de vue de la continuité des arêtes rocheuses :*

Nous avons vu que le tracé auquel nous nous arrêtons présente d'abord une continuité parfaite de rochers solides jusqu'à l'Aiguille du Goûter, et qu'à partir de ce point, de très grandes probabilités se montrent en faveur de la traversée sous le Dôme, jusqu'à l'Observatoire Vallot, et de cette station jusqu'au point terminus. Au contraire, les projets par les Grands-Mulets, d'une part, et par l'Aiguille du Midi, de l'autre, présentent des interruptions certainement très profondes, que nous avons indiquées, telles que la Jonction, le col du Midi, le Corridor.

4° *Au point de vue de la nature des terrains :*

Notre tracé ne rencontre, nous l'avons dit, qu'une bande très étroite (500^m) de terrains délitables situés à l'entrée même de la galerie et ne rencontre ensuite que des roches compactes et imperméables (schistes anciens, gneiss et protogine) qui ne nous donnent aucune inquiétude sur la solidité de la galerie.

Il en serait d'ailleurs sensiblement de même pour les tracés partant de Chamonix, tandis qu'au contraire le tracé vers Saint-Gervais traverserait des schistes décomposés et des schistes calcaires de nature à créer des difficultés sérieuses.

Enfin, l'existence d'une concession accordée par la commune de Houches, à M. Fabre, entrepreneur, est encore une raison importante en faveur de notre tracé emprunté au territoire de la commune de Houches. Sur le territoire de la commune de Chamonix, il n'existe, à l'heure actuelle, aucune concession analogue, et il est vraisemblable que l'on rencontrerait de très grandes difficultés à en obtenir.

IV. — CONCLUSIONS.

À la suite de notre première campagne d'études, nous pouvons formuler les conclusions suivantes :

1° Il est possible d'établir un avant-projet de construction d'un chemin de fer en grande partie

souterrain, partant de la vallée de l'Arve, s'élevant, le long de l'arête de Taconnaz, jusqu'à l'Aiguille du Goûter, puis repartant de l'Aiguille du Goûter, passant sous le Dôme du Goûter pour repartir au jour à l'Observatoire Vallot, et se dirigeant enfin, en contournant le Grand-Plateau, vers l'un des rochers qui émergent sur le flanc septentrional. Nous avons choisi provisoirement les Petits Rochers-Rouges comme point terminus.

Il sera facile de ménager dans la section inférieure un grand nombre de jours devant servir soit comme points de vue pour les voyageurs, soit de points de départ pour les excursions sur les glaciers environnants. Dans la section supérieure, nous ne pouvons prévoir de débouchés au jour qu'aux rochers de l'Observatoire Vallot et à la gare terminus.

2° L'établissement de cette galerie ne rencontrera point de difficulté sérieuse, ni au point de vue de la solidité des roches traversées, qui sont solides et imperméables, ni au point de vue des pentes, qui ne s'écarteront guère de la moyenne 40 %.

3° À notre avis, le percement de la section inférieure et l'établissement de la ligne jusqu'au sommet de l'Aiguille du Goûter s'imposent comme devant précéder le commencement des travaux de la section supérieure. C'est le seul moyen d'amener aisément à des altitudes où le travail devient pénible les équipes d'ouvriers et le matériel nécessaires.

Grâce à ce chemin de fer, les ouvriers pourraient tous les jours aborder sans fatigue le chantier principal de la section supérieure, placé à la station de l'Aiguille du Goûter.

Il sera vraisemblablement possible d'établir en même temps un deuxième chantier important à l'Observatoire Vallot, ce qui permettrait d'attaquer en son centre la section supérieure dans les deux sens; la durée des travaux en serait considérablement abrégée. Enfin, peut-être pourra-t-on songer à installer un chantier au point terminus.

Dans tous les cas, on peut affirmer qu'en raison du petit nombre de points d'attaque, le percement de la section supérieure sera forcément assez long, les longueurs de chacune des deux parties de cette section supérieure étant de 2.500 mètres et de 1.300 mètres, attaquables à la rigueur par les deux bouts.

Du reste, pendant cette deuxième période de travaux, rien ne s'opposerait à la mise en exploitation de la section inférieure.

Une ascension en chemin de fer à l'Aiguille du Goûter offrirait déjà, en effet, au voyageur, un intérêt de premier ordre, tant par la magnificence des points de vue sur la chaîne du Mont Blanc ou

sur les vallées de l'Arve et du Mont Borrant, que par la facilité relative des excursions qu'il serait possible d'organiser au départ de cette station sur les névés et les glaciers environnants.

Cet article, contenant les résultats que nous venons d'exposer, peut être considéré comme la préface d'un avant-projet définitif plus précis et

plus détaillé. Ce dernier sera l'œuvre de la Société d'études qui vient d'être constituée par M. Fabre, sous la présidence de M. Joseph Vallot.

C. Depéret.

Doyen
de la Faculté
des Sciences de Lyon.

A. Offret,

Professeur de Minéralogie
théorique et appliquée
à la Faculté des Sciences
de Lyon.

J. Vallot.

Directeur
de l'Observatoire
du Mont Blanc.

LA MISE EN VALEUR DE MADAGASCAR DEPUIS L'OCCUPATION FRANÇAISE

Une œuvre déjà importante a été accomplie à Madagascar depuis près de quatre années que la France y domine. Le moment où le général Gallieni revient est opportun pour la considérer dans son ensemble. Ce bref exposé constituera une suite modeste à l'étude très complète que la *Revue générale des Sciences* consacrait à Madagascar, pendant la campagne de 1895¹.

I

La première année d'occupation a été complètement perdue; il n'y a pas eu progrès, mais recul. Nous étions certainement beaucoup moins les maîtres à la fin de septembre 1896 qu'un an auparavant, au lendemain de la prise de Tananarive. La forme du régime politique resta longtemps en question. L'expédition avait été entreprise dans le seul but d'affermir notre *protectorat*, et M. Hanotaux, ministre des Affaires étrangères, en remettant, le 29 mars 1895, ses *Instructions* au général Duchesne, commandant le corps expéditionnaire, insistait sur la nécessité de maintenir dans son intégrité l'organisation politique des Hovas. En se servant de cet instrument, grossièrement façonné sans doute, mais qui avait le grand mérite d'être à la portée de la main, on espérait administrer Madagascar aussi économiquement que possible. Le traité de Tananarive, signé par la reine Ranavaloa, le 1^{er} octobre 1895, est empreint de cet esprit conservateur. Immédiatement après la victoire, le régime du protectorat fut appliqué.

Toutefois, en France, une partie de l'opinion publique, émue des difficultés rencontrées par le corps expéditionnaire pendant la campagne, désapprouvait les ménagements dont les Hovas avaient bénéficié. Avoir dépensé tant de millions et perdu 5.000 hommes pour obtenir finalement un traité qui nous faisait (en apparence du moins) non les maîtres de Madagascar, mais seulement les collaborateurs des Hovas, parut une duperie. Le résultat ne sembla pas proportionné à l'effort. On eût voulu que les vaincus sentissent le poids de la puissance de la France. On reprochait, en outre, au traité du 1^{er} octobre de ne pas faire entendre d'une manière assez catégorique aux Puissances étrangères que, désormais, nous occupions dans l'île une place prépondérante et que c'était avec le représentant du gouvernement de la République, et avec lui seul, que les consuls auraient dorénavant des rapports. Il suffit d'étudier attentivement le texte du traité inermement pour demeurer convaincu que ces griefs sont mal fondés. Cependant, le Gouvernement, dirigé par M. Léon Bourgeois depuis le 3 novembre 1895, abonda dans cette opinion, et, par son ordre, le Résident général M. Laroche (succédant au général Duchesne) fit signer à la Reine, le 18 janvier 1896, un second traité par lequel elle reconnaissait que le Gouvernement français *prenait possession* de Madagascar. On inaugurerait ainsi une sorte de régime mixte, car si, à l'égard de l'Étranger, Madagascar devenait terre française, on se flattait en même temps de continuer par économie à appliquer le protectorat.

Mais les Puissances étrangères, qui étaient entrées en relations diplomatiques avec les Hovas bien avant 1895, étonnées de ces fluctuations et inquiètes de ce qu'il adviendrait de leurs traités, demandèrent des éclaircissements. Si bien que, pour sortir enfin de l'équivoque, M. Hanotaux, revenu au quai d'Orsay en avril 1896, proposa de déclarer *colonies françaises* Madagascar et les îles qui en dépendent. Une loi, promulguée le 6 août,

¹ Voyez, dans la *Revue générale des Sciences* du 15 août 1895, les articles de : MM. E. CASSTER, sur le Monde malgache; A. MILNE-EDWARDS, sur la Faune de Madagascar; A. DE FAYMOREAU, sur les grandes cultures à Madagascar; L. SELLIERE, sur les Gisements aurifères à Madagascar; L. FOCCART, sur l'état actuel du Commerce à Madagascar; B. LAGAZE, sur la Pathologie de Madagascar; L. OLIVIER, sur l'application des études précédentes à la politique coloniale française. Voyez aussi sur l'Ethnographie de Madagascar l'article de M. Grandidier livraison du 30 janvier 1895.

en ordonna ainsi. Mais, depuis la prise de Tananarive, dix mois s'étaient écoulés.

Pendant ce temps, à Madagascar, la situation s'aggravait chaque jour davantage. Les attentats contre les Européens se multipliaient. Le missionnaire Johnston, sa femme et leur enfant sont assassinés en novembre 1895, Mercier et Molyneux en février 1896, Duret de Brie, Grand et Théophile Michaud en mars, trois missionnaires en avril, Sevonyan Regal, Colin Mery, le P. Berthieu en juin. Les communications de Tananarive avec Tamatave sont constamment interrompues, les insurgés arrêtent les courriers, coupent les poteaux télégraphiques et emportent des kilomètres de fil. Ils attaquent les postes les plus voisins de Tananarive, et, de la capitale, on aperçoit chaque soir des villages en flammes. La colonie et la garnison françaises de Tananarive subissent une sorte de blocus, les vivres s'y épuisent, et on commence à y craindre la famine.

Les auteurs de ces actes de violence ne sont pas de ces brigands, de ces fahavalos dont les méfaits se sont de tout temps exercés dans l'île. Ce sont les Hovas qui se soulèvent ou plutôt qui continuent la campagne, que l'on croyait terminée.

Les avantages obtenus par la France sont entièrement remis en question. Du palais de Tananarive, des ordres précis et coordonnés partent à l'adresse des chefs de bandes, qui manœuvrent dans les vallées de la Mananara, de la Betsiboka et de l'Ikopa. On évite de renseigner avec exactitude le Résident général. Bref, le gouvernement hova ne se propose rien moins que de nous expulser de Madagascar.

II

Le général Galliéni fut investi le 28 septembre 1896 des fonctions de Résident général et de Commandant en chef des troupes. Lorsqu'il débarqua dans l'île, l'anarchie y régnait, et la colonisation n'en était pas commencée; actuellement (mai 1899), la plus grande partie du pays est pacifiée et des mesures très nombreuses ont déjà été prises pour permettre aux Français de tirer parti de leur nouvelle possession. Voilà, brièvement résumée, l'œuvre de deux ans et demi.

Le général Galliéni se préoccupa d'abord de rétablir l'ordre. Dès octobre 1896, l'Imerina est divisée en plusieurs cercles, commandés chacun par un officier qui réunit les pouvoirs administratif, politique et militaire. Au système des grandes colonnes, qui dispersaient momentanément les bandes sans réussir à les dissoudre, est substitué celui du réseau serré de petits postes permanents; tout le pays conquis sur l'ennemi est définitivement occupé. On rend aux populations

fidèles les moyens de se défendre. Après la prise de Tananarive, le général Duchesne avait tenté de procéder à un désarmement général. Les gens paisibles seuls avaient remis leurs armes, les malintentionnés avaient conservé les leurs, si bien qu'ils terrorisèrent les premiers, à qui il ne restait plus, selon leurs propres expressions, que leurs poings pour se défendre.

La reine Ranavalô est déposée. Jamais elle ne s'était soumise franchement, jamais elle n'avait eu l'intention d'appliquer loyalement le protectorat. Combien son attitude différa de celle que Mohammed Sadok, bey de Tunis, observa après le traité du Bardo! Elle ne comprit pas ou feignit de ne pas comprendre les engagements qu'elle avait contractés, en paraphant et en scellant les deux actes diplomatiques du 4^{er} octobre 1895 et du 18 janvier 1896. Les chefs de l'insurrection affirmaient à leurs hommes qu'en combattant les Français, ils combattaient pour leur reine, et toute sa conduite justifiait leurs propos. Dans la soirée du 27 février 1897, à huit heures, elle fut avisée qu'elle avait cessé de régner. En quatre heures, elle dut rassembler les fanfreluches innombrables, dont, en bonne reine négresse, elle ne pouvait se passer. A minuit, elle montait en filanzane, et, quand le jour se leva, elle était déjà loin de Tananarive.

Internée d'abord à la Réunion, elle ne parut point ultérieurement assez éloignée de son ancien royaume pour enlever à ses derniers partisans toute velléité de tenter une restauration. On lui a récemment assigné une résidence en Algérie.

Grâce à ces mesures, la zone pacifiée s'étendait chaque mois davantage. En avril 1897, les insurgés étaient rejetés hors des limites de l'Imerina; en mai et en juin, les deux grands chefs de bande Rabezavana et Rainebetsimisaraka se soumettaient. Pendant la saison sèche de 1897, on commençait la conquête des régions du sud et de l'ouest, des pays baras et sakalaves, œuvre qui se continue actuellement.

En même temps que la pacification « faisait la tache d'huile », le général Galliéni effaçait les derniers vestiges de la domination hova dans toutes les parties de l'île où elle avait essayé de s'établir depuis le commencement du siècle. Il introduisit à Madagascar la politique dite des *races*, dont ailleurs déjà il avait éprouvé les bons effets. De même que, dès son arrivée dans le Haut-Tonkin, il avait renvoyé à Hué les mandarins étrangers au pays, choisi des chefs locaux, et souvent invité les populations à procéder elles-mêmes à ce choix, de même à Madagascar, il fit rentrer à Tananarive les gouverneurs hovas de Fianarantsoa, de Tamatave, d'Andevorante, de Vohemar, etc.

Les Hovas continuèrent à exercer des charges dans l'Imerina, leur propre pays, mais les Betsiléos furent gouvernés sous le contrôle d'un administrateur français, par un Betsiléo, les Betsimisarakas par un Betsimisaraka, les Antaimoros par un Antaimoro, etc. La politique de la France est donc revenue par un détour à proximité de son point de départ : on projetait d'exercer un protectorat sur les Hovas, on exerce en fait autant de protectorats qu'il y a dans l'île de peuples divers : application judicieuse du vieil adage : *divide, ut imperes*, qui fit jadis la fortune politique de Rome.

III

Si, en débarquant à Madagascar, le général Galliéni estimait qu'il fallait commencer par y faire régner la sécurité, il n'était pas moins préoccupé d'ouvrir le plus tôt possible la colonie à l'exploitation. Il a répété et a montré par ses actes, qu'il voulait faire de Madagascar une « colonie de colons ».

On sait qu'elle était restée jusqu'en 1895 absolument dépourvue de routes. Seuls des sentiers, tracés par l'usage, qui tantôt traversaient les marais, tantôt escaladaient les hauteurs abruptes, mettaient les localités en rapport les unes avec les autres. Plusieurs photographies publiées par la *Revue* en 1895, font sauter aux yeux la misère des voies de communication malgaches.

Les Hovas avaient isolé leur pays, pour le protéger contre une conquête éventuelle. L'événement faillit, en 1895, justifier cette précaution, qui fit éprouver à l'ennemi, c'est-à-dire aux Français, des pertes considérables. Construire des routes a donc été l'une des préoccupations dominantes du Gouvernement général.

Le colonel Roques, directeur des travaux publics, a principalement porté ses efforts sur la route carrossable de Tamatave à Tananarive. Plusieurs tronçons en sont déjà utilisables, mais la nature du sol a provoqué de nombreux mécomptes. Des éboulements se sont produits dans certaines parties de la route considérées comme achevées, si bien que la nécessité de recommencer sans cesse les mêmes travaux justifie l'épithète pittoresque de « route de Pénélope », qui lui a été donnée.

En revanche, la grande route de l'ouest, qui doit unir Tananarive à Mevatanana, point extrême de la navigation de la Betsiboka, est beaucoup plus avancée ; il reste, pour la terminer, à jeter des ponts sur les cours d'eau qu'elle franchit encore à gué. Déjà des voitures attelées de mulets ou de bœufs circulent d'un bout à l'autre et ont récemment apporté à Tananarive des pièces non démontées, dont quelques-unes pesaient 1.000 kilo-

grammes. La construction de cette route a cependant occasionné des frais beaucoup moins élevés que celle de sa rivale de l'est. L'entretien en est aisé, car elle se développe dans une région qui jouit de huit mois de sécheresse par an.

D'autres routes sont en construction ou même déjà livrées à la circulation : de Tananarive à Ambatondrazaka au nord et à Fianarantsoa au sud, premiers tronçons de la future grande voie médiane de l'île (Diego-Suarez-Fort-Dauphin) ; de Tananarive à Andevorante et à Foulpointe ; de Mahabo à Ambatondrazaka, dans la région Antsihanaka ; de Morondava à Mahabo dans l'ouest.

Aussitôt après la conquête, on a pensé à mettre Tananarive en communication avec la côte par un chemin de fer. Plusieurs tracés ont déjà été étudiés. Dans le projet qui paraît actuellement jouir de la plus grande faveur, on utiliserait les lagunes de la côte orientale, qu'on réunirait en coupant leurs *pangalanes*, c'est-à-dire les seuils qui les séparent. On communiquerait donc de Tamatave à Tananarive : 1° par un chemin de fer de Tamatave à Ivondro ; 2° par le canal des Pangalanes d'Ivondro à Andevorante ; 3° par un chemin de fer d'Andevorante à Tananarive. Le petit chemin de fer de Tamatave à Ivondro, long de 10 kilomètres, a été inauguré dans les premiers jours du mois de mai. Il est malheureusement certain que les mêmes difficultés qui retardent l'achèvement de la route s'opposeront à l'exécution prompte et économique du chemin de fer.

S'il est nécessaire de transporter rapidement hommes et marchandises, transmettre vite les nouvelles n'importe pas moins. Le télégraphe électrique unit Tananarive à Tamatave, à Majunga et à Fianarantsoa. La ligne Tananarive-Tamatave, construite en 1887, avait été détruite par les Hovas en 1895, elle a été rétablie et pourvue d'un second fil. La ligne Tananarive-Majunga communique par un câble sous-marin avec Mozambique, point d'atterrissage du câble le Cap-Suez. Sur la côte orientale, Tamatave est reliée à Mananjary. Enfin, une ligne de télégraphe optique met en rapport Tananarive avec les pays sakalaves de l'ouest. Des courriers postaux circulent assez régulièrement dans la partie déjà pacifiée.

Le Gouvernement général a cherché à établir un judicieux régime de propriété foncière : de nombreux exemples ont, en effet, prouvé, comme l'a dit M. P. Leroy-Beaulieu, qu'un bon régime des terres a, sur l'avenir d'une jeune colonie, une influence décisive. Le système adopté repose sur une imitation de l'« Act Torrens », lequel a déjà été appliqué avec succès dans la Nouvelle-Galles du Sud ainsi qu'en Tunisie, et qui consiste à délimiter les immeubles, à en établir le plan et à les immatriculer.

Les indigènes restent propriétaires des terrains sur lesquels ils ont déjà bâti, ou qu'ils ont l'habitude de cultiver.

Les terres domaniales sont concédées de deux façons, à titre gratuit pour les immeubles ne dépassant pas 100 hectares, et à titre onéreux.

Pour éviter au nouvel arrivant les hésitations et les ennuis de l'attente qui entraînent des pertes d'argent et engendrent le découragement, des bureaux de colonisation ont été créés dans les chefs-lieux de provinces.

Les fonctionnaires qui les dirigent ont pour mission de reconnaître les territoires susceptibles d'être *ouverts à la colonisation*, de les diviser et d'établir pour chaque lot un dossier de renseignements. En examinant la liste des lots disponibles, le futur colon peut, dès son arrivée à Madagascar, jeter son dévolu sur un domaine conforme à son goût et à ses ressources et en devenir, sans délai, le possesseur.

Des arrêtés relatifs aux conditions de l'exploitation des forêts et des mines, aux rapports, si délicats, des colons européens et des ouvriers indigènes, ont également été promulgués. Le général Galliéni a ouvert des enquêtes sur l'état du commerce, de l'industrie et de l'agriculture, et les renseignements recueillis ont été publiés dans des documents accessibles à tous.

La mise en valeur de l'île n'a cessé de le préoccuper. A ses compatriotes manifestant des velléités d'émigration, mais ignorants et inexpérimentés, il faisait répondre des lettres longues, précises, détaillées. Il voit le colon là, devant lui, non pas un personnage abstrait et imaginaire, mais le Français de 1899 avec son caractère, ses besoins, ses qualités et ses défauts. Il ne croit indigne de ses hautes fonctions ni de le conseiller sur son logement, sur son alimentation, sur son vêtement, ni de l'avertir des dangers de l'usage de l'alcool. Ce gouverneur général de colonie prend à cœur l'intérêt de ses colons et leur prospérité, — fait assez rare pour être remarqué.

La politique suivie depuis deux ans à Madagascar a donc été une politique économique. Tout en conservant ce caractère, il faut qu'elle en acquière un autre et devienne aussi une politique humanitaire.

IV

Avant notre arrivée, les Malgaches vivaient d'une vie propre. Leur organisation avait certainement de graves défauts ; elle leur suffisait cependant. Ce n'est pas à leur requête que nous sommes venus, mais bien contre leur gré. Nous nous sommes spontanément décerné le périlleux honneur de les gouverner : noble ambition, sans doute, mais que nos actes doivent justifier.

Or, oserait-on affirmer que jusqu'à présent ils l'aient pleinement justifiée ? Qu'au début de l'occupation, la nécessité impérieuse de maintenir l'ordre ait expliqué les mesures rigoureuses prises contre les fauteurs de troubles, nous l'admettons. Mais, depuis la pacification, des actes arbitraires ont été commis qui sont inexcusables. Nous pourrions citer tel district du nord-est où une faute légère a été réprimée d'une façon presque barbare. Quand un tirailleur sénégalais d'un avant-poste s'en va choisir dans un troupeau un bœuf de belle apparence, que le propriétaire s'était réservé pour une cérémonie, puis, très brave parce qu'il se sent le plus fort, paie la bête la moitié ou le quart de sa valeur, croit-on qu'il donne dans le pays une haute idée de l'honnêteté des Français ? Il est certain, d'autre part, que l'impôt de prestation, déjà si lourd en soi, n'a souvent été perçu ni avec toute la modération, ni avec toute l'équité désirables.

Toute politique fondée sur l'injustice est contraire aux traditions de la France, qui possède encore, de par le monde, une belle réputation de libéralisme. Je me souviendrai toujours d'un Turc, qui, aux îles des Princes, me disait un jour par l'interprète : « Je voudrais savoir le français, la langue de la liberté ! » Passer dans le monde pour le peuple juste par excellence, est une gloire qui oblige. Il n'est permis ni aux colons par esprit de lucre, ni aux fonctionnaires par suffisance et dédain, d'entacher cette réputation, et ceux qui disposent d'une parcelle quelconque du pouvoir, depuis le Gouverneur général jusqu'au dernier des soldats, doivent constamment se rappeler que, si la conquête de Madagascar nous a donné des droits, elle nous a encore et surtout imposé des devoirs.

Henri Dehérain,

Docteur ès lettres,
Sous-bibliothécaire de l'Institut.



BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Olttramare (G.), *Doyen de la Faculté des Sciences et Professeur de Mathématiques à l'Université de Genève.* — **Calcul de Généralisation.** — 1 vol. in-8° de 192 pages. (Prix : 8 fr.) A. Hermann, éditeurs. Paris, 1899.

Soient x, y, z, \dots et u, v, w, \dots deux systèmes de n lettres, qui jouent un rôle tout différent. Les premières sont des variables ordinaires; les secondes sont les *variables à généraliser*. C'est sur celles-ci seulement que portera l'opération symbolique G , que l'auteur nomme *généralisation*. Prenons la fonction $\varphi(x, y, z, \dots)$; G sera définie par les deux égalités :

$$(1) \quad G(A + B) = GA + GB.$$

$$(2) \quad Gu^{\alpha}v^{\beta} \dots = \frac{\partial \varphi}{\partial x^{\alpha} \partial y^{\beta} \dots}.$$

$$\alpha + \beta + \dots = p.$$

Développons en série taylorienne

$$\varphi(u, v, \dots) = e^{xu + yv + \dots} \Psi(u, v, \dots)$$

et traitons chaque terme de la série par l'algorithme G suivant (2). On obtient un développement, d'où u, v, \dots ont disparu et qui représente $\Omega(x, y, z, \dots)$. M. Olttramare dit que Ω est la fonction Ψ *généralisée*. Il y a évidemment autant de généralisations différentes que de fonctions φ . Par exemple, si

$$\Psi = e^{au + bv + \dots} \quad (a, b, \dots = C^{tes}),$$

alors

$$\Omega = \varphi(x + a, y + b, \dots).$$

On voit que le fond des choses consiste en une notation particulière pour les dérivées partielles, notation reposant sur l'égalité (2).

Sont généralisées les fonctions usuelles (rationnelles, logarithmiques, circulaires, eulériennes, ...). On a recours à des intégrales définies multiples où φ figure sous le signe \int . Le calcul symbolique dit « de généralisation » fournit un moyen de transformation pour les formules.

M. Olttramare applique son procédé à diverses questions : dérivées et intégrales d'indice fractionnaire; calcul intégral (équations linéaires; équations aux dérivées partielles;...) calcul des différences finies; calcul des différences mêlées : ...

Citons l'intégration d'équations différentielles ayant un ordre infini.

LÉON AUTONNE,

Maître de Conférences à l'Université de Lyon.

Fourrey (E.). — **Récérations arithmétiques.** — 1 vol. in-8° 211-261 pages avec figures. (Prix : 6 fr.) Nony et Cie, éditeurs. Paris, 1899.

« Les récréations mathématiques, dit l'auteur, au début de son avant-propos, étaient fort en honneur chez nos pères, et plus d'un savant éminent des temps passés n'a pas dédaigné de leur consacrer une partie de ses recherches. Après être tombées dans un oubli injustifié, elles paraissent être revenues tout à fait en faveur de nos jours. »

La publication des *Récérations mathématiques* de E. Lucas, de son *Arithmétique amusante*, des *Récérations et problèmes mathématiques* de M. Rouse Ball (traduits en français) et de beaucoup d'autres ouvrages moins récents ou moins connus, vient confirmer l'appréciation de M. Fourrey en faveur des récréations mathéma-

tiques. Cette appréciation est profondément juste, surtout au point de vue pédagogique, et c'est peut-être encore là que les récréations mathématiques pénètrent le moins jusqu'à présent; elles ne font guère que piquer la curiosité de certains esprits originaux qui y trouvent une sorte de passe-temps, mais elles sont assez généralement dédaignées de nos savants modernes, qui n'y voient qu'un amusement indigne d'eux: Euler, et avant lui Fermat, ne furent pas de cet avis.

On croirait qu'à notre époque on s'est donné pour mission de rendre la science mathématique (et surtout la première initiation à cette science) rebutante et difficile; ce défaut d'amabilité a eu pour résultat d'amener le découragement et le dégoût chez beaucoup d'intelligences bien douées, et d'engendrer, en dehors du monde spécial des mathématiciens de profession, une ignorance à peu près générale, et plus profonde encore que générale en matière mathématique. Pour mon compte, je voudrais, au contraire, voir l'introduction des récréations devenir systématique dans l'enseignement et c'est ce qui me fait saluer au passage toutes les tentatives pouvant nous acheminer dans cette voie.

Le livre de M. Fourrey est l'une de ces tentatives. Il s'est borné, comme l'indique le titre, à l'arithmétique, et même à une région de l'arithmétique; nous ne l'en blâmons pas, car sur de tels sujets il est bon de savoir se borner. C'est par de petits volumes successifs, plutôt que par de gros ouvrages, qu'on finira par atteindre le but.

L'auteur a divisé son sujet en trois parties : Les nombres abstraits. — Les applications. — Les carrés magiques.

La première comprend : Particularités des nombres. — Opérations arithmétiques. — Progressions. — Nombres polygonaux. — Carrés. — Cubes. — Diviseurs. — Problèmes divers sur les nombres.

Les chapitres de la deuxième partie sont intitulés : Le jour de la semaine. — Les nombres pensés. — Problèmes anciens. — Problèmes curieux ou amusants.

Enfin, dans la troisième partie sont examinées : la formation des carrés magiques, les formes diverses de ces carrés, et les transformations des carrés magiques.

Nous ne pouvons songer ici à énumérer les très nombreux problèmes qui sont traités dans cet ouvrage, et qui, pour beaucoup d'entre eux, n'ont évidemment pas la prétention d'être inédits. A titre d'exemple, nous pouvons citer cependant la curieuse propriété suivante du nombre 16 : lorsqu'on y intercale successivement les chiffres 1, 3, les nombres 4156, 141.556, que l'on obtient, sont tous des carrés. Il en est de même pour 49, 4489, 444889...

Nous devons noter aussi (p. 189), un amusant article sur l'*Arithmétique à l'Académie française*. Nous y apprenons que dans la dernière édition (1877) du *Dictionnaire de l'Académie française*, on trouve des perles comme celles-ci :

PRODUIT : Nombre qui résulte de deux nombres multipliés l'un par l'autre. (D'où il suit que $3 \times 3 \times 8$ n'est pas un produit.)

NOMBRE PREMIER : Tout nombre qui ne peut être divisé exactement et sans reste par aucun nombre que l'unité. (D'après cette définition, 1 serait le seul nombre premier.)

CARRÉ : Se dit d'une surface plane qui a quatre côtés et quatre angles droits. (Donc, tout rectangle est un carré.)

CYLINDRE : Corps de figure longue et ronde et d'égale grosseur partout (!).

Et dire qu'il y a toujours, de par la tradition, des représentants de l'Académie des Sciences, parmi les

membres de l'Académie française! Que deviendrait donc le *Dictionnaire* s'il en était autrement?...

Dans sa rapide étude des carrés magiques, nous ne saurions assez féliciter M. Fourrey d'avoir indiqué les éléments essentiels de la théorie générale de M. Gabriel Arnoux sur les lignes arithmétiques et les carrés hypermagiques. C'est certainement ce qui a été fait de plus véritablement scientifique sur ce sujet au cours du XIX^e siècle, et les savants qui voudront s'en inspirer, y trouveront matière à bien des découvertes nouvelles.

Mais il ne conviendrait pas d'allonger outre mesure une analyse que j'aurais voulu rendre plus concise; et je me borne, en terminant, à recommander la lecture du très intéressant ouvrage de M. Fourrey à tous ceux qui s'intéressent à la science des nombres, et aux professeurs qui ne croient pas que, pour instruire les enfants, il soit exclusivement indispensable de les ennuyer.

C.-A. LAISANT,

Examinateur d'admission à l'École Polytechnique.

2^o Sciences physiques

Rodet (J.), Ingénieur des Arts et Manufactures. — *Distribution de l'énergie par courants polyphasés.* — 1 vol. in-8^o de 338 pages, avec 142 figures. (Prix: 8 fr.) Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1899.

L'introduction des courants polyphasés dans l'industrie électrique est, sans contredit, l'un des plus grands progrès qui aient été réalisés dans ces dernières années, et il est bien probable que, désormais, toutes les grandes installations se feront en courants triphasés; les journaux techniques sont remplis chaque jour de renseignements sur le développement de ces installations dans toutes les parties du monde; de longues études théoriques, souvent très savantes, mais hétérogènes, et sans lien apparent les unes avec les autres, s'y publient constamment, et, au milieu de cette abondance de documents, le lecteur, un peu désorienté, perd souvent courage et ne trouve pas la base solide qui doit lui servir de point de départ.

Un auteur qui veut donner à ses lecteurs cette base solide doit, avant tout, éviter une compilation indigeste qui ne ferait que reproduire, une fois de plus, la même gêne, le même embarras, et c'est le premier mérite que nous voulons reconnaître à M. Rodet, d'avoir su éviter cet écueil. Son œuvre est très personnelle et y gagne un caractère reposant d'unité et de netteté; après quelques pages sur l'histoire et les principes généraux du sujet qu'il va traiter, M. Rodet aborde ce sujet et y suit l'ordre logique: production, canalisation, transformation et utilisation des courants polyphasés. Au milieu de ce plan, qui se développe d'une manière très sûre, nous distinguerons quelques points qui nous ont particulièrement frappé.

Dans l'étude des génératrices, nous trouvons un paragraphe très intéressant sur la réaction d'induit: c'est là un point capital, et l'un des plus obscurs de la théorie des alternateurs; l'auteur donne une formule permettant de calculer les ampères-tours inducteurs capables de compenser la réaction d'induit pour le débit normal et un décalage quelconque; on peut regretter qu'il n'ait pas cru devoir donner, au moins en appendice, la démonstration de cette formule; ces quelques pages, à notre avis, mériteraient de plus longs développements dans une édition future.

Le chapitre sur la canalisation est en partie la reproduction de l'ouvrage que l'auteur avait publié en 1893 avec la collaboration de M. Busquet, en partie formé d'articles que nous avions lus avec intérêt dans l'*Industrie électrique*; les points à signaler sont surtout les suivants: étude approfondie des répartitions des tensions sur les réseaux non équilibrés et calcul des chutes de tension dans les lignes, dues à l'inductance soit des appareils récepteurs, soit de la ligne elle-même.

Vient ensuite la question de la transformation des courants; les transformateurs ordinaires présentent peu de difficulté; les transformateurs polymorphiques sont

plus intéressants; nous y trouvons l'étude du système Scott de transformation du diphasé en triphasé (ou réciproquement) et des transformations des courants polyphasés en courants continus par convertisseurs: cette question est toute d'actualité, car on sait le rôle que les convertisseurs doivent jouer dans de grandes installations modernes comme celles du prolongement de la ligne d'Orléans. Nous regrettons, et c'est peut-être la seule critique que nous adressons à l'auteur, de ne pas trouver dans ce chapitre le nom de M. Maurice Leblanc; il n'est peut-être pas d'électricien qui ait fait un plus puissant effort pour la réalisation du problème du redressement des courants polyphasés, et ses appareils, fondés sur des principes si originaux, et tout différents des convertisseurs, fonctionnent avec la plus grande régularité dans un grand nombre de stations; la même lacune peut être relevée un peu plus loin à propos des *génératrices asynchrones* dont la théorie a déjà été donnée il y a de longues années par M. M. Leblanc.

Le chapitre relatif aux moteurs contient une théorie mathématique complète des moteurs à champ tournant, au moins en l'absence des fuites magnétiques; le rôle de celles-ci, si important au démarrage et au décrochage, mais aussi si difficile à aborder (nous nous bornerons à rappeler les belles études de M. Blondel à ce sujet), est étudié trop sommairement: c'est encore là un point que nous aimerions voir développer dans une édition future.

L'ouvrage, enfin, se complète par la description de types particuliers avec de nombreuses données numériques, qui trouvent leur place dans les chapitres relatifs aux génératrices et aux moteurs, et aussi par l'étude complète de certaines installations remarquables: parmi celles-ci, nous signalerons tout particulièrement celle des forces motrices du Rhône, que M. Rodet a été à même d'étudier de près.

Tel est, en résumé, cet ouvrage qui doit être classé parmi les meilleurs de la littérature électro-technique contemporaine, et qui sera, sans aucun doute, l'indispensable compagnon de tout ingénieur ayant à s'occuper des courants polyphasés.

P. JANET,

Directeur de l'École supérieure d'Électricité.

Larbalétrier (A.), Professeur à l'École d'Agriculture d'Oraison (Basses-Alpes). — *Le Beurre et la Margarine.* — 1 vol. in-16 de 162 pages, avec figures, de l'*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*. (Prix: broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 fr.) G. Masson et Gauthier-Villars, éditeurs. Paris, 1899.

M. A. Larbalétrier, déjà bien connu par de nombreuses publications, vient de faire paraître, dans l'*Encyclopédie des Aide-Mémoire Léauté*, un petit ouvrage intitulé *le Beurre et la Margarine*.

Tout naturellement, l'auteur a réservé au beurre la grosse part dans son livre; les conditions d'une bonne fabrication de ce produit y sont exposées avec détails; l'auteur a réuni de nombreux documents sur la question; il a eu le talent de les coordonner avec méthode et de nous donner un résumé clair et pratique de tout ce qui doit être fait, de toutes les opérations et de toutes les précautions à observer dans une laiterie intelligemment dirigée.

Ce petit livre sera utile à consulter comme aide-mémoire; puisse-t-il contribuer à des progrès de fabrication qui deviennent urgents pour notre commerce national!

M. Larbalétrier nous démontre, en effet, par des tableaux de statistique, que nos exportations vont en diminuant et que nous sommes dès maintenant dépassés par le Danemark (qui envoie en Angleterre près de trois fois plus de beurre que la France) et bien près d'être atteints par la Suède et par la Hollande. Ce triste état de choses est-il imputable à la margarine?

N'insistons pas plus que M. Larbalétrier sur ce sujet, mais souhaitons, avec lui, que l'on réprime les fraudes en châtiant sévèrement les fraudeurs.

R. LEZÉ,

Professeur à l'École d'Agriculture de Grignon.

3° Sciences naturelles

Giele (J.), Ingénieur-agronome. — *Les Cultures en pots du Jardin botanique de Louvain.* — Une brochure in-16 de 00 pages avec figures. Duffel, éditeur, Bruxelles, 1899.

M. J. Giele, ingénieur et conférencier agricole, vient de publier la seconde édition d'une intéressante plaquette consacrée aux cultures en pots du Jardin botanique de Louvain de 1884 à 1894.

On sait que, par ses cultures dans du sable pur, que la calcination et les acides forts avaient dépouillé des matières organiques et des principes fertilisants minéraux, M. G. Ville a démontré les principes de la doctrine de la restitution, la loi des forces collectives, la théorie des dominantes. Mais ses expériences en serre dans le sable calciné n'ont pu parvenir à asseoir en fait sa théorie de la fixation de l'azote atmosphérique.

En 1884, M. Proost, assisté de M. Giele, directeur du Jardin botanique de Louvain, a reproduit ces essais en plein air dans du sable lavé du Rupel et du sable de Tilly, employé communément dans les verreries du pays de Charleroi; les années suivantes, dans les sables lavés de divers étages géologiques de l'époque tertiaire, dont la composition chimique était connue.

Ces expériences répétées pendant plusieurs années, dit M. Giele, confirmèrent de la façon la plus catégorique la théorie discutée et fournirent la *preuve expérimentale de la fixation de l'azote atmosphérique* par certaines plantes. Depuis lors, la *raison du phénomène* a été donnée par MM. Hellriegel, Laurent, Schloesing, etc., dont les recherches physiologiques ont expliqué pourquoi les cultures dans le sable STÉRILISÉ et CALCINÉ ne pouvaient pas fournir la démonstration de la fixation de l'azote de l'air, tandis que cette fixation devient possible dans les conditions où se sont placés les expérimentateurs du Jardin botanique de Louvain.

En 1888, on a pu voir, à l'Exposition de Bruxelles, les cultures instituées au Jardin botanique de Louvain, dans le sable lavé avec ou sans azote, notamment des cultures de pois et de graminées rustiques.

En suivant la méthode tracée par Georges Ville pour l'analyse du sol par la plante et les engrais incomplets, M. Proost constata que certaines plantes, comme la pomme de terre et l'avoine, accomplissaient aussi régulièrement leur cycle de végétation avec l'engrais privé de potasse qu'avec l'engrais complet. Ce résultat, particulièrement sensible dans le sable lavé de Campine, fut contrôlé depuis en grande culture dans les sables des environs de Westerloo par M. de Marbaix et publié plusieurs années avant que des stations agricoles allemandes en aient confirmé l'exactitude.

Chose étrange et inexplicable à première vue, le rendement des pommes de terre dans ces sables était aussi considérable avec l'engrais incomplet (sans potasse) qu'avec l'engrais complet, et cependant l'analyse courante des laboratoires (attaque par l'acide chlorhydrique à chaud) ne décelait que des traces de potasse.

Mais l'attaque par l'acide fluorhydrique, qui fut faite alors sur les indications de M. Proost, révéla la présence de quantités considérables de potasse insoluble s'élevant jusqu'à 70.000 kilos à l'hectare.

Ces résultats curieux furent signalés par M. le directeur de l'Agriculture de Belgique, dans ses cours et dans une brochure publiée en 1887.

Dans son ouvrage intitulé : *Les engrais et les ferments de la terre*, M. Dehérain constate que l'inefficacité relative des sels de potasse dans certains sols porte un coup sensible à la théorie imaginée par Liebig et qui s'appelle la doctrine de la restitution.

« Quand, dit-il, à l'aide d'agents puissants comme les acides fluorhydrique et sulfurique, on réussit à dissoudre complètement quelques grammes de terre, et qu'à la suite de séparations laborieuses, on isole et on pèse la potasse qu'ils renferment, puis que, par le calcul, on rapporte à l'hectare, on arrive à des chiffres formi-

dables; les agronomes allemands ont trouvé 36 à 40 tonnes de potasse à l'hectare. M. Berthelot en a trouvé 35 à Meudon; j'en ai trouvé 32 à Grignon; sans doute, cette masse énorme d'alcali n'est pas engagée dans des combinaisons solubles, mais peu à peu les agents atmosphériques attaquent ces puissantes réserves qui restent dans les argiles, que l'eau pure est impuissante à entraîner, mais que les sucs acides des racines dissolvent et s'approprient. Quand, à des terres semblables, on ajoute des engrais de potasse, on n'en tire aucun bénéfice, les récoltes n'augmentent pas... »

Ces observations confirment rigoureusement les expériences faites il y a dix ans au Jardin botanique de Louvain et dont les résultats passèrent inaperçus à cette époque à cause de leur étrangeté et de la contradiction apparente qu'elles apportaient aux théories en vogue.

En 1893, M. Smeysers, agronome adjoint de l'Etat, entreprit des expériences en pots au Jardin botanique de Louvain dans le but de rechercher si dans un sol pauvre en potasse, cette dernière ne peut être remplacée partiellement par la dolomie (chaux et magnésium combinés sous forme de carbonate double). Ces expériences furent établies dans des pots contenant du sable de Rœulx (Havré), lequel, comme l'indiquait l'analyse chimique faite à la station agricole de Gembloux, était très pauvre en éléments nutritifs et ne contenait que 1/100^e de potasse. Or, l'analyse du sol par la plante prouva encore une fois que le sable contenait de la potasse non décelée par l'analyse, parfaitement assimilée par le végétal.

Voici les conclusions faites à ce sujet par M. Smeysers :

Un fait ressort d'une façon frappante de ces essais : l'analyse chimique, comme elle est pratiquée actuellement, est inhabile à nous renseigner exactement sur la quantité d'éléments assimilables renfermés dans un sol. En effet, les pois ont dû s'assimiler des éléments qui avaient résisté à l'action des acides minéraux.

Ces résultats corroborent donc les constatations faites à propos de recherches dans le sable de Westerloo, renseigné par les chimistes comme presque dépourvu de potasse, et dans lequel la pomme de terre se développait normalement.

Des sables ardennais, attaqués par l'acide fluorhydrique, ont fourni des quantités considérables de potasse, qui seraient restées insoupçonnées avec le processus ordinaire d'analyse.

Dans une alluvion noirâtre terreuse, bordant la Dyle à Ottignies-Mousty, il y a, par places, profusion de plantes à potasse; cette anomalie s'est trouvée expliquée par des mélanges de sables glauconifères, dont les grains, verts ou noirs, contiennent, comme on le sait, de la potasse soluble sous forme de silicate. De même, le feldspath et le mica donnent également de la potasse, que ne décelent pas les analyses courantes des laboratoires.

Un débat mémorable s'est engagé depuis une vingtaine d'années entre les chimistes, les physiologistes, les agronomes, voire même les marchands d'engrais sur la question de savoir si les phosphates tribasiques constituent un engrais assimilable pour les plantes cultivées.

Aujourd'hui on est convaincu que ces phosphates cèdent lentement leur acide phosphorique; seulement, il y a quelque dix ans, lorsque M. Proost publia *L'analyse du sol par la plante* et affirma cette assimilation dans des conditions déterminées, on n'en tint guère compte.

Certains auteurs comparaient la craie grise de Cily à de la *brique pilée* au point de vue de la non-assimilabilité.

Il est indiscutable que la grande quantité de chaux de la craie de Cily est souvent un obstacle à l'assimilation des phosphates qu'elle contient.

Cependant ces phosphates étaient parfaitement assimilés par certaines légumineuses lorsqu'on les mélangeait à dose convenable au sable lavé ou naturel qui

servait aux expériences du Jardin botanique de Louvain. Il en était de même pour l'avoine, le maïs, le sarrasin et beaucoup de graminées rustiques de prairies.

Encore une fois, ces expériences publiques passèrent inaperçues : plusieurs journaux les signalèrent à diverses reprises à l'attention de leurs lecteurs. Mais cette démonstration n'était pas à la mode, elle contredisait les résultats précédemment obtenus.

Depuis lors, de nombreuses expériences sont venues confirmer ces premières données. M. le professeur Hanuise notamment, de l'École des Mines de Mons, a confirmé que des pois cultivés uniquement dans du sable additionné de craie pulvérisée en ont tiré l'acide phosphorique nécessaire à leur végétation et à leur granification. Dans une terre du Coudroz, de plusieurs hectares, pauvre en éléments phosphatés, la même farine de craie a fait merveille sur des emblavures de seigle.

Les résultats de l'épandage de la craie phosphatée sur les prairies sont également indéniables. La conclusion de ces curieuses expériences, c'est que les chimistes qui ont abordé tour à tour l'étude des problèmes de la Physiologie végétale ont trop souvent méconnu la différence profonde qui existe entre les procédés de la vie et les phénomènes du règne minéral.

HENRI DE BRABANT.

4^e Sciences médicales

Thomas (P. Félix), *Professeur de Philosophie au Lycée de Versailles.* — *L'Éducation des Sentiments.* — 1 vol. in-8^o de 288 pages. (Prix : 5 fr.) F. Alcan, éditeur. Paris, 1899.

Le livre de M. Thomas ne tient qu'imparfaitement les promesses de son titre; nulle question peut-être n'est plus délicate ni plus difficile que celle de l'éducation des sentiments; mais M. Thomas ne l'a traitée qu'incidemment et comme par occasion. La connaissance approfondie qu'il possède de la Psychologie de l'enfant, sa longue et heureuse pratique de l'enseignement, le caractère vraiment « éducatif » qu'au témoignage des meilleurs esprits il a su donner à ses leçons, tout nous faisait espérer que, dans l'ouvrage qu'il consacrait à ce chapitre de la pédagogie, que son expérience directe et personnelle des difficultés rencontrées, au cours de leur tâche journalière, par les parents et par les maîtres, le mettait mieux qu'un autre en état d'écrire utilement. — nous trouverions un exposé méthodique des divers moyens dont nous disposons pour modifier, diriger, modérer et surtout accroître là où il en est besoin, la sensibilité, la puissance d'émotion et d'affection, qui sommeille latente au fond des jeunes âmes ou se manifeste en éclats désordonnés et violents. Ce traité systématique « d'hygiène émotionnelle » que nous étions en droit d'attendre de lui, M. Thomas n'a pas cru devoir nous le donner; il s'est contenté d'écrire, en une langue agréable et coulante, en une forme aisément accessible à tous, un livre de plus sur la Psychologie des sentiments; il l'a débarrassé de toutes les discussions de détail, de toutes les relations d'expériences, de toutes les observations de Psychologie comparée ou de Psychologie morbide, qui alourdissent quelque peu la marche des développements dans des livres comme ceux de Ribot, par exemple, de Lehmann, de William James ou de Rauh, mais qui leur donnent aussi tout leur sens, leur portée, et pour tout dire, toute leur autorité scientifique, et il y a inséré çà et là de très fines observations sur l'évolution sentimentale de l'enfant, et de judicieuses remarques sur les procédés pédagogiques qui, dans tel cas donné, peuvent être d'un utile secours à l'éducateur.

M. Thomas a déclaré la guerre à l'intellectualisme. Il nous semble que c'est là un appel aux armes qui vient un peu tard, l'ennemi est en déroute et depuis plusieurs années. Si j'osais dire tout mon sentiment, j'irais jusqu'à

soutenir même que le triomphe a été beaucoup trop complet : il ne semble pas qu'en notre démocratie, le risque soit que l'on pense trop et d'une façon trop rationnelle et trop critique. Sentir est chose excellente en soi, et c'est une condition excellente pour agir que de sentir fortement, mais encore ne faut-il pas agir au rebours du sens commun; savoir raisonner, savoir observer, savoir critiquer un témoignage, savoir garder son sang-froid et ne pas apercevoir le monde et les hommes à travers le brouillard fumeux que nos passions mettent au-devant de nos yeux, bref, laisser grandir en soi le sens de la réalité, et, en un mot, penser, c'est peut-être encore là l'essentiel, si l'on estime que la guerre de tous contre tous n'est pas l'inéluctable loi à laquelle toute société doit se soumettre, ni la fin idéale où il faut tendre.

M. Thomas estime, d'autre part, que l'on a fait dans les travaux récents de Psychologie une part fort étroite à l'étude des émotions; c'est une opinion qui ne va point, à nos yeux, sans quelque hardiesse dans le paradoxe; l'attentive lecture des sommaires des revues spéciales et le dépouillement de l'Index de l'Année Psychologique montrent, ce nous semble, que M. Thomas a cédé ici un peu plus qu'il n'aurait convenu à cette nature, mais dangereuse, tendance d'abonder dans son propre sens.

Une plus grave critique qui me paraît devoir être adressée à l'intéressant ouvrage de M. Thomas, c'est la perpétuelle confusion entre les deux sens du mot « sensibilité » : la capacité de réagir à des impressions et la capacité de jouir et de souffrir, la capacité d'être ému. Cette confusion est habituelle, elle est d'usage courant et presque de tradition, mais il faudrait se résoudre à user cependant d'une langue plus précise et plus ferme. M. Thomas n'y semble pas décidé et il aggrave encore la confusion en enlevant au mot de sensation sa signification coutumière pour le faire servir à désigner les douleurs et les plaisirs purement corporels. Sur ce point, la terminologie semblait fixée; il y a tout intérêt à ne pas rendre à une expression, qui est devenue claire et distincte, un sens aboli qui en rend l'emploi moins aisé et moins sûr.

Voici les principales divisions de ce livre : Le plaisir et la douleur, leurs causes, leur « originalité » (inexactitude de la théorie intellectualiste de Herbart); classification des « sensations » et des sentiments; rôle du plaisir et de la douleur dans l'éducation et dans la vie; dangers de la réflexion sur soi-même et de l'analyse de soi (affaiblissement de la faculté de jouir, exaspération de la sensibilité à la douleur, déviation de la conscience morale, ébranlement de la volonté), le surmenage et la neurasthénie; les diverses inclinations (inclinations personnelles : les appétits et les besoins, la peur, la colère, la curiosité, l'amour de l'indépendance, l'instinct de la propriété, l'amour-propre et ses déviations; inclinations sociales : l'amitié, l'amour de la patrie, la sympathie, la pitié, l'émulation, le culte des grands hommes; inclinations idéales ou supérieures : l'amour du vrai, l'amour du jeu, l'amour du beau, l'amour du bien, le sentiment religieux).

Le chapitre consacré au jeu (page 231-231), beaucoup plus développé que les autres, est d'un très grand intérêt et d'une réelle valeur.

Il faut relever aussi les pages, toutes pleines de pensées fines et neuves, où M. Thomas a esquissé le rôle essentiel de l'amour-propre, de l'attachement à soi-même dans le développement mental, et la remarquable étude qu'il a faite du sentiment de la beauté.

La valeur attribuée à l'émulation comme procédé d'éducation, nous a paru quelque peu exagérée, et le plaidoyer que l'auteur prononce en faveur du vieux système de la « concurrence » pour les premières places entre les élèves d'une même classe ne nous a convaincu qu'à demi.

L. MARILLIER,
Agrégé de l'Université.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 26 Juin 1899.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — MM. Lœwy et Puiseux présentent le quatrième fascicule de l'Atlas photographique de la Lune et décrivent les principaux caractères observables sur les planches qui le composent. — M. N. Saltykow montre que l'extension aux équations simultanées, par M. A. Mayer, de la théorie de Lie sur l'intégration des équations aux dérivées partielles, est sujette à une objection à laquelle on peut parer en se servant d'une méthode de l'auteur. — M. le P. Pépin démontre une nouvelle formule qui détermine le caractère quadratique d'un nombre impair et positif A , relativement à un nombre premier p . — M. A. Petot étudie l'influence des courbes sur l'adhérence dans le mouvement des automobiles. La force centrifuge tend à faire basculer ou déraiper les véhicules; si, au moment où le patinage se produit, la stabilité est encore assurée, elle le sera définitivement. — M. A. de Lapparent présente le Rapport de la Commission instituée pour examiner le projet de réfection de la carte de France. La Commission est unanimement d'avis que la construction d'une carte au 1/10.000 s'impose, tant pour satisfaire aux exigences des travaux publics (chemins de fer, canalisations, drainage, captage et adduction d'eau), qu'à celles de la science pure (cartes géologiques et agronomiques).

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. L.-C. de Coppet a déterminé la température du maximum de densité des solutions aqueuses de chlorures alcalins. Les chlorures de potassium et de rubidium abaissent à peu près également la température du maximum de densité de l'eau. L'abaissement moléculaire produit par le chlorure de lithium est moitié moins grand que celui produit par les autres chlorures alcalins. — M. Ch. Devé présente son phakomètre à oscillations, instrument destiné à mesurer avec précision les courbures des surfaces optiques, leurs distances focales, leurs aberrations, par la détermination de la position exacte d'une image produite par un système optique oscillant autour d'un axe. — M. A. de Grammont décrit son spectroscope de laboratoire à dispersion et à échelle réglables; nous renvoyons le lecteur à l'article que la *Revue* a consacré à cet appareil dans le numéro du 15 juillet. — M. Liénard, au sujet d'une note récente de M. Pellat sur la polarisation des diélectriques, montre que les lois de Coulomb conduisent à la même expression de l'énergie que la théorie de M. Pellat et que celle de Maxwell. — M. D. Eginitis communique les résultats des observations séismiques faites en Grèce de 1893 à 1898. Les tremblements de terre ont été sensiblement plus fréquents en 1893 et 1894 que pendant les années suivantes. Le nombre des séismes présente un maximum au printemps et un minimum en automne; il serait également plus grand la nuit que le jour. Le phénomène ne semble pas en relation avec la position de la Lune et du Soleil par rapport à la Terre. — M. A. d'Arsonval a constaté que l'acide carbonique passe très facilement (par dissolution) à travers le caoutchouc; l'oxygène passe également, mais plus lentement. Enfin, l'azote est celui des trois gaz qu'on peut maintenir le plus longtemps sous pression dans un récipient en caoutchouc. Il y aurait donc inconvénient sérieux à gonfler les pneus avec de l'acide carbonique; il faudrait donner la préférence à l'azote pur. — M. H. Moissan a préparé du fluor par électrolyse de l'acide fluorhydrique dans un appareil en cuivre avec électrode de

platine. Le cuivre n'est pas attaqué; il est probable qu'il se forme à sa surface une petite couche de fluorure, qui l'isole ensuite contre une nouvelle attaque de l'acide fluorhydrique. — MM. G. Wyrouboff et A. Verneuil montrent qu'un certain nombre d'anomalies des terres rares s'expliquent parfaitement si l'on admet l'existence de molécules multiples (triples, quadruples ou sextuples) dans lesquelles l'une des molécules simples a des fonctions chimiques fort différentes de celles des autres. — M. V. Thomas a poursuivi l'étude de l'action du chlorure et du bromure ferriques sur quelques carbures aromatiques et leurs dérivés de substitution halogénés. Le chlorure ferrique réagit sur les monoiodures en donnant toute la série des chloroiodures; avec les diiodures, un atome de chlore se substitue à un atome d'iode. Le bromure ferrique réagit sur les iodures en substituant tout l'iode. — MM. Et. Barral et Albert Morel ont préparé les chlorocarbonates phénoliques par l'action de l'oxychlorure de carbone, soit sur le phénol en tube scellé, soit sur le phénate de sodium en solution aqueuse. Il se forme en même temps du carbonate phénolique symétrique. La réaction est la meilleure avec une solution très diluée et à une température de 30°-40°. — MM. C. Istrati et A. Ostrogovich ont extrait du liège par le chloroforme une substance blanche, qui est en réalité un mélange de deux corps: la *cérine*, peu soluble dans le chloroforme, fondant à 234°, douée du pouvoir rotatoire, à gauche, de formule $C^{27}H^{40}O^2$; et la *frigideline*, plus soluble dans le chloroforme, fondant à 263°, douée également du pouvoir rotatoire à gauche, et de formule $C^{27}H^{40}O$ ou $C^{27}H^{38}O^2$. — M. Julius Gnezdà a constaté que les bases indoliques donnent de belles réactions colorées lorsqu'on les fond avec de l'acide oxalique, phthalique, succinique, etc.; les corps albuminoïdes donnent des réactions analogues dans les mêmes conditions. L'auteur a essayé d'obtenir des bases indoliques par l'action des acides sur l'albumine; les résultats ne sont pas encore décisifs. — M. F. Garrigou a constaté qu'un grand nombre d'eaux minérales contiennent des métaux du groupe du cuivre et de l'étain. Il est facile de s'en rendre compte par un essai préliminaire: on calcine le résidu de l'évaporation, on le fait bouillir avec HCl, on évapore, on redissout dans un peu d'HCl et on fait passer un courant de H₂S. Un noircissement indique la présence de cuivre ou d'étain.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. Apostoli a étudié l'action des courants de haute fréquence sur les diverses manifestations pathologiques de l'arthritisme (rhumatisme chronique, goutte, lithiase, varices, dyspepsie, eczéma, etc.). Ces courants agissent comme modificateurs puissants de la nutrition générale qu'ils activent et régularisent en même temps. — MM. H. Bordier et Salvador ont recherché les conditions de production de l'érythème radiographique. Pour eux, les radiations de Röntgen ne suffisent pas à elles seules à le déterminer; il semble que ces radiations aient besoin du secours de l'action électrolytique due à la décharge dérivée à l'extérieur du tube. — M. A. Charrier décrit un certain nombre de procédés (coloration des coupes avec le ferrocyanure de potassium, avec le sulfhydrate d'ammoniaque), qui lui ont permis de mettre de nouveau en évidence la diminution du fer dans l'organisme sous l'influence de la grossesse. — M. Aug. Charpentier décrit le dispositif qu'il a imaginé pour l'application de sa méthode de mesure de la vitesse de propagation des oscillations nerveuses produites par les excitations unipolaires. La moyenne des valeurs trouvées est de 26^m 43; elle est sensiblement la

même que celle qui a été trouvée pour la vitesse de l'influx nerveux. — M^{lrs} J. Joteyko et M. Stefanowska ont étudié l'action des agents anesthésiques sur l'excitabilité des nerfs moteurs. Les anesthésiques peuvent produire l'abolition de la motricité sans que ce résultat implique une action préalable sur la sensibilité. Dans l'anesthésie générale, l'action des agents n'est pas la même sur toutes les parties du nerf. — M. Léon Dignet a étudié le mode de formation de la perle fine, qu'il ne faut pas confondre avec la perle de nacre, produite par la sécrétion des glandes du manteau. La perle fine se manifeste d'abord, au sein d'un tissu quelconque, sous la forme d'une ampoule remplie d'une humeur, qui se condense progressivement, puis se subdivise en une série de couches concentriques séparées par des interstices qui se remplissent ensuite d'un dépôt calcaire cristallisé. — M. Albert Soulier a suivi les premiers stades embryogéniques du *Protula Meilhaci*. L'embryogénie de cet Annélide est condensée; la bouche et l'anus dérivent du blastophore, mais les initiales mésodermiques apparaissent d'une façon beaucoup plus tardive que chez le *Scrpula*. — M. Edmond Bordage a constaté que, chez les Mantides, on peut provoquer l'autotomie des pattes postérieures au niveau de la soudure fémoro-trochantérale; la régénération s'opère rapidement, mais donne toujours un tarse tétramère au lieu du tarse pentamère normal. Le fait est donc général chez tous les Orthoptères pentamères. — M. P. Vignon a étudié, au point de vue histologique, le tube digestif de la larve du *Chironomus plumosus*. Les vésicules byalines qui soulèvent la bordure des cellules de l'intestin moyen, la font éclater et se répandent ensuite dans les cæcums, n'existent pas chez l'animal vivant; elles sont le résultat d'un traumatisme ou de l'action des liquides fixateurs. L'auteur met ensuite en évidence l'existence de cils vibratils dans l'intestin moyen et terminal. — M. Florentin Dunac a examiné anatomiquement douze espèces du genre *Actinidia* Landl. de la famille des Dilléniacées. L'examen anatomique permet d'établir la filiation chronologique des représentants connus du genre. — M. L. Gêneau de Lamarlière, en pratiquant des mutilations sur les tiges principales et les rameaux du *Barkhausia taraxacifolia*, a amené la formation et le développement de bourgeons dormants anormaux, donnant naissance à des rameaux et à des inflorescences plus ou moins fasciées. — M. P. Mazé a constaté que des graines immergées dans l'eau produisent une certaine quantité d'alcool; l'alcool se forme dans toutes les graines en voie de développement. D'après l'auteur, cette formation aurait lieu dans les cellules vivantes aux dépens des glucoses en vertu d'un processus diastatique normal qui les rapproche des cellules de levure.

Séance du 3 Juillet 1899.

M. le Ministre de l'Instruction publique adresse l'ampliation d'un décret qui porte de 100 à 116 le nombre des Correspondants de l'Académie, tant nationaux qu'étrangers.

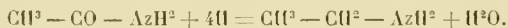
1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — MM. Loewy et Puiseux tirent les conclusions suivantes de l'examen de leurs nouvelles photographies lunaires: 1° Il existe, au point de vue du relief, une similitude générale entre les mers de la Lune et les plateaux recouverts aujourd'hui par les océans terrestres. 2° La formation des mers débute par l'effondrement d'une vaste région qu'isole bientôt une cassure circulaire; la partie centrale peut s'abaisser encore plus tard en formant une nouvelle crevasse parallèle à la première. 3° En général, les grands systèmes de traînées recouvrent indistinctement tous les accidents du sol placés sur leur trajet. — M. J. Guillaume présente ses observations de la comète Swift (1899a) faites à l'équatorial Brunner de l'Observatoire de Lyon. — M. L. Picart montre qu'on peut arriver à la suppression des essais dans le calcul des orbites paraboliques. On obtient ce résultat d'une façon très simple, si l'on admet, avec Laplace, que les observations aient

fourni les dérivées du premier et du second ordre de la longitude et de la latitude géocentriques. — M. E. O. Lovett étudie les transformations qui transforment les droites en quadriques et en sphères dans l'espace à 3 et à p dimensions. — M. C. Guichard communique ses recherches sur les surfaces de Voss. La recherche des surfaces de Voss est équivalente à celle des congruences dont l'un des réseaux focaux est formé par les lignes de courbure d'une surface et dont l'autre se projette sur un plan fixe suivant un réseau orthogonal. — M. Le Vavas seur énumère les trente-quatre groupes décomposables d'ordre $46p$, p étant un nombre premier impair. — M. Paul Painlevé indique quelques applications précises de la méthode de M. Mittag-Leffler, relatives au développement d'une branche uniforme de fonction analytique en séries de polynômes. — M. E. Goursat complète les résultats de sa précédente note sur les équations aux dérivées partielles du second ordre qui admettent deux intégrales intermédiaires distinctes du second ordre. — M. Ivan Fredholm étudie une certaine classe d'équations aux dérivées partielles dans lesquelles le rôle d'une fonction particulière P par rapport à l'équation est analogue à celui de la fonction $\frac{1}{r}$ par rapport à l'équation de

Laplace. — M. N. Saltykow communique certaines considérations sur les travaux de MM. Sophus Lie et A. Meyer et montre que l'on peut obtenir, dans certains cas, l'intégration complète d'un système d'équations différentielles rien que par une opération d'élimination algébrique.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. Stéphane Leduc a observé que lorsque deux pointes métalliques, en rapport chacune avec l'un des pôles d'une machine électrostatique, reposent perpendiculairement sur la face sensible d'une plaque photographique, il se forme à la pointe négative un globe lumineux, qui se détache bientôt et se déplace sur la plaque en se dirigeant vers la pointe positive. Lorsqu'il y arrive, tout phénomène cesse et la machine se désamorce comme si les deux pôles étaient unis par un conducteur. — M. Thomas Tommasina a étudié la nature et la cause du phénomène des cohérences: 1° L'augmentation de la conductibilité électrique des lamelles est la conséquence de la formation des chaînes rendues conductrices par des adhérences entre grain et grain. 2° La formation des chaînes dépend de l'orientation de ces corpuscules conducteurs suivant les lignes de force du champ électrique constitué par la différence de potentiel entre les deux électrodes. 3° Les adhérences conductrices sont la conséquence de l'échauffement des très petits contacts produits par l'éclatement d'une série d'étincelles. — M. L. Dumas a déterminé la position des points de transformation magnétique des aciers au nickel: 1° cette position ne dépend pas exclusivement de la teneur en nickel; 2° dans chaque groupe, le point de transformation peut être abaissé par des additions de carbone et de manganèse, ce qui permet d'obtenir des aciers non magnétiques à basse température même avec des teneurs en nickel très faibles. — M. Armand Gautier a analysé l'eau de la Méditerranée, puisée dans le golfe du Lion. Il établit que: 1° l'eau de la Méditerranée possède, à la surface, une teneur en iode sensiblement égale à celle de l'Océan Atlantique, l'une et l'autre étant puisées loin de toute embouchure de fleuve et en pleine mer; 2° dans la Méditerranée comme dans l'Atlantique, on ne trouve pas traces d'iodures ou d'iodates dans l'eau de surface; 3° dans ces eaux de mer l'iode est contenu, partie dans les êtres organisés, partie dans une substance complexe partiellement organique et soluble, azotée, phosphorée et dialysable; 4° dans les profondeurs, la quantité d'iode total est à peu près la même qu'à la surface, mais il est alors formé en partie d'iode minéral (iodures, etc.). — M. Pouget propose une nouvelle méthode pour le dosage volumétrique du zinc. Celui-ci est précipité par l'hydrogène sulfuré. Le sulfure de zinc est mis en contact avec un volume connu et en

excès d'une liqueur titrée d'iode, qui le décompose. On mesure ensuite l'excès d'iode avec une solution titrée d'hyposulfite de soude. — **M. P. Lebeau** a préparé, par la réduction des arsénates alcalino-terreux au moyen du charbon, à la température du four électrique, les arsénures de calcium, de strontium et de baryum. Ces composés se rattachent, par leurs formules et leurs propriétés, aux azotures et aux phosphures de cette série. Avec l'eau, ils donnent l'hydrate de la base et de l'hydrogène arsénié. — **M. E. Grégoire de Bollemont** a préparé l'oxyméthylène-cyanacétate de méthyle et quelques-uns de ses homologues par la saponification des éthers éthoxy et méthoxyméthylène-cyanacétiques. Ces corps ont un caractère acide très accusé; ils déplacent l'acide carbonique et l'acide acétique et donnent des sels avec le baryum, le cuivre et l'argent. — **M. L. Bouveault** a trouvé dans la tétrachlorhydroquinone un réactif excellent pour la caractérisation et la séparation des acides gras. En effet, ce corps, chauffé avec les chlorures d'acides gras, peut donner deux dérivés: un dérivé diacide et un dérivé monoacide. Les dérivés diacides sont tous cristallisables, très stables, très solubles dans plusieurs dissolvants et faciles à purifier. Les dérivés monoacides s'en séparent par leur solubilité dans les alcalis étendus. — **M. Leprince** a poursuivi l'étude chimique de l'écorce du *Rhamnus purshiana*. Il y a encore trouvé les trois corps suivants: la chrysarobine, l'acide chrysophanique $C^{12}H^{10}O^4$, et l'armodine $C^{12}H^{10}O^5$, qui en dérive par oxydation. — **M. Guerbet**, en faisant réagir le sodium sur l'acétamide dissous dans l'alcool amylique, l'a transformée en éthylamine suivant l'équation :



M. Dienert a observé que l'acclimatation de certaines levures au galactose s'accompagne d'une sécrétion abondante de diastases: la mélibiose pour les levures basses, la lactase pour les levures de lactose. Ces deux diastases dédoublent leurs sucres respectifs en galactose et en glucose. — **MM. E. Abelous et E. Gérard** ont constaté que les extraits aqueux de reins de divers animaux ont la propriété de réduire les nitrates en nitrites dans des conditions qui excluent l'intervention de microorganismes ou de l'activité vitale des cellules. Ce pouvoir réducteur semble donc dû à un ferment soluble diastasique. — **M. Henri Hélier** indique une méthode pour la mesure du pouvoir réducteur des urines. Ce pouvoir est à peu près constant chez les personnes bien portantes, mais il varie beaucoup dans les cas pathologiques. Il mesure le degré des oxydations interstitielles qui se font dans l'économie.

3^e SCIENCES NATURELLES. — **M. Aug. Charpentier** a constaté que l'excitation instantanée et limitée d'un nerf détermine, dans ce nerf, des oscillations d'une fréquence voisine de 750 par seconde. Ces oscillations paraissent être en même temps de nature nerveuse et de nature électrique. — **M. Matteucci** décrit les particularités de l'éruption qui se poursuit au Vésuve depuis le 3 juillet 1895. La sortie des laves donna d'abord lieu à la formation d'une coupole dont la hauteur augmenta progressivement; puis la lave, ne réussissant plus à sortir par le sommet de la coupole, la souleva en masse jusqu'à ce qu'elle eut trouvé une issue de côté. Il y a eu là intrusion d'une véritable laccolithe. Parmi les produits des fumerolles, on a constaté la présence d'acide iodhydrique.

Séance du 10 Juillet 1899.

M. le secrétaire perpétuel annonce le décès de Sir William Flower, correspondant pour la section d'Anatomie et Zoologie.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. Paul Painlevé** communique ses recherches sur le développement des fonctions analytiques de plusieurs variables. — **M. Alfred Grandidier** fait connaître les travaux géographiques et

cartographiques exécutés à Madagascar par ordre du général Galliéni, de 1897 à 1899. Les triangulations ont été revisées et complétées, et on a commencé l'exécution d'une carte de l'île, d'après la projection de Flamsteed; pour les parties connues, l'échelle sera de 1/100.000; pour le reste de l'île, on se contentera d'une carte provisoire au 1/500.000.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — **M. Firmin Larroque** étudie la théorie des instruments de musique à embouchure. La forme conique du tuyau, avec adaptation de l'embouchure au sommet du cône est celle qui convient le mieux pour la production des vibrations extrêmement énergiques, telles que celles des instruments en cuivre des orchestres. L'énergie du mouvement vibratoire est favorable à la production des harmoniques élevées, qui rendent le son éclatant. — **M. A. Poincaré** poursuit son étude de l'influence du Soleil et de la Lune sur la répartition des pressions barométriques à la surface de la Terre. Il reproduit les écarts barométriques sur le méridien du Soleil aux jours successifs de la révolution synodique de la Lune. — **M. Léon Teisserenc de Bort** a lancé dans l'atmosphère des enregistreurs météorologiques portés par des cerfs-volants; ces derniers ont atteint jusqu'à 3.940 mètres de hauteur. On a constaté que, par temps clair et fortes pressions, la vitesse du vent décroît à mesure que l'on s'élève jusqu'à une altitude variant de 1.500 à 3.000 mètres. Par temps couvert, le vent, au contraire, augmente sensiblement avec la hauteur. — **M. A. Ponsot** a utilisé la propriété des mélanges cryohydratiques de se solidifier progressivement par refroidissement à température constante, dans ses recherches cryoscopiques de précision. Il a constaté que le degré de pureté du sel a une grande influence sur la composition du bain cryohydratique. — **M. G. Chesseau** établit que les sels chromeux en dissolution absorbent le bioxyde d'azote comme les sels ferreux, mais en donnant une seule combinaison contenant une molécule d'AzO pour 3 molécules de sel. Cette combinaison se décompose d'elle-même surtout à chaud ou en présence des acides, mais sans aucun dégagement gazeux, à l'inverse des composés similaires du fer, l'azote du bioxyde se transformant en hydroxylamine ou en ammoniac, et son oxygène se fixant sur le sel chromeux. — **M. Pouget**, en faisant réagir dessus métalliques sur les solutions de sulfoantimonite de potassium, a obtenu par double décomposition, soit un sulfoantimonite tri-métallique SbS^3M^3 , soit un sulfoantimonite double SbS^2M^2K . La double décomposition est quelquefois accompagnée d'une réduction. — **M. M. Berthelot** a repris ses essais de combinaison de l'argon avec divers composés organiques sous l'influence de l'effluve électrique. Avec les composés de la série grasse, il n'y a pas eu d'absorption; avec ceux de la série benzénique, l'absorption est plus ou moins forte, mais toujours constante; elle est accompagnée d'une luminescence verte caractéristique, qui, examinée au spectroscope, montre les lignes de l'argon, du mercure, du carbone et de l'hydrogène. L'auteur conclut à la formation d'un composé peu stable, le phénylmercure-argon. Avec le sulfure de carbone, il se produit un composé sulfuré, solide, amorphe et de couleur fauve. — **MM. A. Haller et H. Umbgrove** ont préparé et étudié les acides dialcoylbenzoylbenzoïques et dialcoylbenzylbenzoïques tétrachlorés. À l'inverse des acides non chlorés, ils ne peuvent être éthérifiés directement par la méthode ordinaire. Condensés avec les dialcoylanilines, en présence d'anhydride acétique, ils donnent des anhydrides mixtes acétyldialcoylbenzoylbenzoïques tétrachlorés, lesquels, traités par les alcoolates de sodium, produisent les éthers. — **M. J. Allain-Le Canu** a étudié l'action des bromure et chlorure d'éthyle sur la phénylhydrazine. Il se produit, suivant les conditions de la réaction, soit un bromhydrate ou un chlorhydrate basique de phénylhydrazine, soit un bromhydrate ou un chlorhydrate ordinaires. — **MM. E.-E. Blaise et G. Blanc**, en vue de vérifier la constitution de l'acide β -campholéinique, ont préparé, par l'action de l'hyphobromite de

potassium sur l'α et la β-campholéamide, l'α et le β-aminocampholéone. Si l'acide β-campholéonique a une constitution analogue à celle de l'acide isolauronolique, on devrait, en hydrogénant les aminocampholéones, obtenir l'aminodihydrocampholéone, qui se produit par réduction du nitrile isolauronolique; mais les auteurs n'ont pas encore pu réaliser cette hydrogénation. — M. **Æhsner de Coninck** a étudié une oxyptomaine, la collidone, C₁₁H₁₄AzO, qui prend naissance par l'action de l'eau oxygénée sur une ptomaine pyridique. Elle fournit des sels, stables en présence de l'eau froide, mais décomposés par l'eau tiède ou bouillante. — M. **Elie Falières** a considérablement amélioré le mode de dosage acidimétrique des alcaloïdes en prenant comme indicateur final une solution ammoniacale d'oxyde de cuivre, laquelle précipite de l'oxyde de cuivre dès que la réaction est terminée. Les impuretés sont sans influence sur l'apparition du précipité. — M. **R. Marquis** a préparé le benzoylfurfurane en faisant réagir le chlorure de pyromucylé sur le benzène en présence du chlorure d'aluminium. Ce corps donne facilement un oxime, qui, par réduction, fournit la phénylfurfuranamine. — M. **E. Gautrelet** a préparé une nouvelle classe d'antiseptiques, les égols: ce sont les orthonitro-phénol (-crésol, -thymol)-parasulfonates de mercure et de potassium. Ce sont des poudres rouge brun, peu cristallisables, solubles dans l'eau en toute proportion, non toxiques, mais exerçant une action bactéricide puissante.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. **C. Phisalix** démontre que le ferment diastase du venin des Vipères, l'échidnase, exerce une action destructive sur la substance active propre du venin, sur l'échidno toxine. Le mode de formation de ce ferment est indépendant de celui des autres principes actifs. — M. **Raphaël Dubois**, après avoir comparé le fonctionnement d'un muscle normalement et physiologiquement refroidi avec celui de ce même muscle normalement et physiologiquement chauffé, conclut que la chaleur constitue une condition physique de milieu favorable au développement de la puissance de travail du muscle. — M. **Bra** a constaté que les deux formes typiques existant dans les tumeurs et cultures du champignon parasite du cancer humain se rencontrent dans une affection du règne végétal qui présente un grand nombre de caractères assignés aux tumeurs malignes des Vertébrés; cette affection est celle causée par le *Nectria*, parasite des chancres du chêne, du sapin, du pommier. — M. **Edmond Bordage** conclut, d'un certain nombre d'expériences, qu'il n'y a jamais régénération des membres postérieurs (pattes sauteuses) chez les Orthoptères sauteurs. Ce fait n'est pas en contradiction avec la loi de Lessona. — MM. **L. Matruchot** et **Ch. Dassonville**, par l'étude morphologique des *Microsporium*, ont mis en évidence les relations étroites de parenté qui relie ce genre aux Gymnoascées. Il se rapproche des *Gymnoascus* ou des *Ctenomyces* par la forme sporifère, des *Ctenomyces* par les hyphes pectinées. — M. **A. Tison** décrit le mode de cicatrisation du système fasciculaire et celui de l'appareil sécréteur lors de la chute des feuilles.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 27 Juin 1899.

L'Académie procède à l'élection d'un membre dans la Section de Thérapeutique et d'Histoire naturelle médicale. M. **Hutinel** est élu. — M. **G. Richelot** présente un rapport sur un mémoire de MM. **Pénaire** et **Mally** concernant le traitement chirurgical de certains pieds bots paralytiques par la greffe anastomotique musculaire ou tendineuse. Cette opération leur a paru préférable à la ténotomie; mais il ne faut tenter la suppléance que des muscles totalement dégénérés et ne recourir à l'anastomose que s'il reste un certain nombre de muscles sains. — A propos d'une demande d'autorisation pour la vente en France de l'eau minérale

de Léxico, l'Académie émet le vœu que la vente des eaux minérales purgatives, arsenicales et sulfureuses soit interdite aux tiers non pourvus du diplôme de pharmacien. — M. le Dr **Apostoli** lit une note sur l'action thérapeutique des courants de haute fréquence. — M. le Dr **Clozier** donne lecture d'un mémoire sur plusieurs cas de vomissements hystériques incoercibles et de crises cataleptiques concomitantes, jugulés par les procédés hystéroclasiques à l'aide de la compression permanente du point cardiaque ou de points hystéroclasiques de même énergie.

L'Académie décide qu'elle ne tiendra pas, cette année, de séances du 1^{er} août au 12 septembre inclus.

Séance du 4 Juillet 1899.

MM. **Brouardel** et **Landouzy** rendent compte des travaux du Congrès de Berlin pour la lutte contre la tuberculose. La *Revue* consacra prochainement un important article à cette question. — M. **François-Franck** présente le rapport sur le concours du Prix de l'Académie en 1899. — M. **Lancereaux** signale vingt et un cas dans lesquels l'existence d'une aortite a coïncidé avec celle d'un paludisme antérieur. Cette aortite est nettement caractérisée par son anatomie pathologique, sa symptomatologie, son évolution et ses modes de terminaison. Il existe donc une entité morbide spéciale, l'aortite paludique. — M. **A. Proust** donne quelques renseignements sur l'épidémie de peste qui a éclaté à Alexandrie au commencement de mai dernier et qui a compté jusqu'au 19 juin 32 cas dont 11 décès. Elle semble avoir été importée de Bombay par un navire, soit au moyen des rats, soit au moyen de quelques passagers. Grâce à des mesures énergiques, l'épidémie semble devoir bientôt disparaître.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 24 Juin 1899.

M. **Egger** a observé une maladie tabétique qui présentait une apnée remarquable; elle ne respirait que 4 à 6 fois par minute. — M. **Hénocque** a examiné l'hémoglobine de cette malade et a constaté que la durée de la réduction était très prolongée; les échanges entre le sang et les tissus sont très ralentis, ce qui explique le ralentissement de la respiration. — M. **Frouin** a déterminé la toxicité des vapeurs de sesquisulfure de phosphore, corps proposé pour remplacer le phosphore blanc; cette toxicité est plus grande que celle des vapeurs de phosphore. La manipulation industrielle de ce produit est donc aussi une opération insalubre. — MM. **Hallion** et **Laran** rappellent que le métavanadate de soude, dont l'emploi commence en thérapeutique, ne peut être obtenu à l'état pur. Il est décomposé par sa dissolution dans l'eau en ortho et pyrovanadates et vanadates acides. Il serait préférable d'employer l'acide vanadique facilement dosable. — MM. **Bezançon** et **Griffon** ont obtenu des cultures de bacilles de la tuberculose en ensemençant sur du sang gélosé le liquide céphalo-rachidien obtenu par ponction lombaire dans un cas de méningite tuberculeuse. — M. **Loica** signale un cas de bronchite fétide à colibacilles. — M. **Jebretton** envoie une note sur l'action opothératique des corps jaunes dans les accidents de la ménopause. — M. **Manuelian** décrit les fibres centrifuges du bulbe olfactif. — M. **Thiercelin** expose ses recherches sur le microbe qu'il appelle entérocoque. — M. **Léger** décrit les tubes de Malpighi chez le Grillon.

Séance du 1^{er} Juillet 1899.

M. **P. Achalme** a trouvé, dans différentes sortes de pus, les ferments solubles suivants: la lipase, l'amylase, la trypsine, la caséase, une diastase liquant la gélatine, l'oxydase et une diastase décomposant l'eau oxygénée. — MM. **Gilbert** et **Castaigne** ont déterminé la tension artérielle au cours de la pneumonie. Au début, il y a toujours hypertension, puis l'hypertension

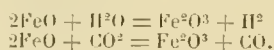
s'établit avec l'instabilité du pouls jusqu'au commencement de la guérison. — M. P. Marie a préparé des pièces qui montrent la compression du cervelet dans les hémorragies cérébrales. — MM. Braquehay et Remlinger ont observé une mamelle surnuméraire située au-dessus de l'ombilic chez un homme de cinquante ans; celle-ci s'étant enflammée, la tumeur fut enlevée et on reconut histologiquement que c'était bien une mamelle en pleine activité sécrétoire. — MM. Lépine et Lyonnet ont étudié la broncho-pneumonie typhique produite expérimentalement chez les chiens par injections intra-trachéales de bacilles d'Eberth. — MM. Auscher et Chavannaz ont obtenu, chez le lapin, des lésions hépatiques par injection intrapéritonéale du contenu des kystes de l'ovaire. — M. Féré, ayant été piqué par un moustique, souffrit d'une tuméfaction très cuisante qui dura pendant plusieurs mois; ayant été de nouveau piqué en un autre point, la première tuméfaction reparut avec la même intensité. M. Laveran signale le fait comme très connu en Algérie. — M. Giard présente des feuilles de platanes du Luxembourg, atteintes d'une maladie parasitaire causée par un champignon schyzomycète, qui en détermine la chute prématurée.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1^o SCIENCES PHYSIQUES

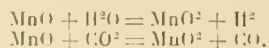
Morris W. Travers : Origine des gaz qui se dégagent lorsqu'on chauffe certains minéraux ou des météorites. — Il y a quelque temps, M. Tilden a proposé, pour expliquer l'émission de gaz par certains minéraux, sous l'influence de la chaleur, d'admettre que ces gaz sont contenus, à haute pression, dans de petites cavités qui éclatent par suite de l'élévation de température. Mais l'existence de ces cavités n'a pu être mise en évidence par l'examen microscopique de coupes minces, excepté dans le cas de l'acide carbonique. M. Morris Travers a donc pensé que les gaz dégagés (CO², CO, H₂) n'existent probablement pas à l'état libre dans le minéral, mais qu'ils proviennent d'une réaction entre quelques-uns de ses constituants (eau, anhydride carbonique, oxyde ferreux), due à l'action de la chaleur.

L'auteur a, en effet, constaté sur plusieurs minéraux (chlorite, serpentine, galbros, mica, etc.) que la quantité d'oxyde de carbone et d'hydrogène produite par le chauffage est en rapport avec la quantité d'oxyde ferreux et d'eau contenue dans le minéral. Il est donc naturel de conclure que les deux gaz se sont formés d'après les réactions suivantes :

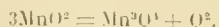


Si l'hypothèse est juste, et si le minéral est ensuite refroidi à l'abri de l'air, il devra contenir moins d'oxyde ferreux qu'avant le chauffage, et la différence devra précisément correspondre à la quantité d'oxyde de carbone et d'hydrogène produite. C'est ce que l'auteur a vérifié à quelques centièmes près sur un échantillon de chlorite.

L'oxyde manganéux peut jouer un rôle analogue à celui de l'oxyde de fer; les réactions qui se passent peuvent être exprimées par les équations suivantes :



Mais en même temps, le bioxyde de manganèse se décompose par la chaleur suivant l'équation :



Or, en chauffant de la célite (minéral qui contient une forte proportion de carbonate manganéux), les gaz qui se dégagent sont précisément l'oxyde de carbone, l'hydrogène et l'oxygène.

Les minéraux qui contiennent du soufre dégagent un

peu d'hydrogène sulfuré. Quant à l'origine des hydrocarbures et de l'azote dégagés par certaines roches, elle doit être recherchée dans la décomposition des matières bitumineuses ou organiques qui les imprègnent.

Parmi les minéraux étudiés par M. Travers, le feldspath extrait du granit présente quelques particularités intéressantes. Chauffé, il dégage de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène. Traité par l'acide sulfurique à froid, il dégage également de l'anhydride carbonique et de l'hydrogène; mais la quantité d'oxyde ferreux en solution est bien supérieure à celle qui correspond à la quantité d'hydrogène dégagée. L'auteur suppose que le feldspath contient une certaine quantité de fer libre, et que l'hydrogène dégagé provient de la réaction du fer sur l'acide sulfurique. Lorsque le minéral est chauffé, le fer métallique joue le même rôle réducteur que l'oxyde ferreux vis-à-vis de l'acide carbonique et de l'eau.

Les météorites, comme les roches et les minéraux terrestres, dégagent aussi des gaz sous l'influence de la chaleur (hydrogène, oxyde de carbone, anhydride carbonique, hydrocarbures). Plusieurs auteurs ont aussi pensé que ces gaz étaient occlus tels quels dans les météorites et provenaient de l'atmosphère où elles s'étaient formées; on cherchait même à tirer de là diverses conclusions sur leur origine.

M. Morris Travers montre qu'il faut renoncer à cette interprétation et que les gaz dégagés par les météorites ont la même origine que ceux qui proviennent des roches terrestres. Par l'examen d'un grand nombre de météorites, il prouve que l'acide carbonique provient de la décomposition de carbonates instables, l'hydrogène et l'oxyde de carbone de la réaction de l'eau et de l'anhydride carbonique sur l'oxyde ferreux ou les métaux libres, les hydrocarbures de la décomposition de composés bitumineux ou de carbures métalliques par l'eau.

M. Travers termine son mémoire par l'étude des minéraux qui dégagent de l'hélium; il montre d'abord que l'hypothèse des cavités renfermant le gaz sous pression et celle de l'occlusion doivent être écartées. Si l'on chauffe de la clévéite au rouge pendant plusieurs heures, il se dégage de l'hélium, de l'hydrogène, de l'acide carbonique; si l'on traite le même minéral par de l'acide sulfurique, on obtient les mêmes gaz, mais l'hélium est en quantité double. Il en est de même avec la fergusonite; la fusion avec le sulfate acide de potassium dégage deux fois plus d'hélium que le chauffage simple. Il est donc probable que l'hélium se trouve à l'état de combinaison binaire, qui se décompose par la chaleur suivant l'équation



et qui se décompose totalement sous l'influence des acides. La présence d'hydrogène à côté de l'hélium de la décomposition sulfurique donne aussi à supposer que l'hélium, étant combiné à un métal, est libéré à l'état d'hydrure, lequel, très instable, se décompose en ses deux constituants; une partie de l'hydrogène se dégage à l'état gazeux et l'autre réduit les composés ferriques et uraniques présents.

2^o SCIENCES NATURELLES

Shelford Bidwell : Sur la formation d'images multiples dans l'œil normal. — On sait depuis longtemps qu'un petit objet brillant pour lequel l'œil n'est pas accommodé présente souvent une apparence multiforme, le nombre des images séparées perçues variant de six à quinze. Ce phénomène est attribué à l'influence des lignes radiales, en forme de sutures, au nombre de six et plus, qui se trouvent sur les deux surfaces du cristallin. On sait aussi que, par suite de maladies ou de malformations de l'œil, certaines personnes voient habituellement plusieurs images du même objet.

Mais un phénomène presque inconnu est celui qui forme l'objet de cette note: dans des conditions appro-

prises, un œil normal sain peut voir des centaines d'images indépendantes d'un simple point; cet effet semble résulter de la structure cellulaire des lentilles et des membranes de l'œil.

L'expérience peut se faire de la façon suivante: Le condenseur d'une lanterne est recouvert de deux plaques de verre, l'une ordinaire, l'autre rouge; au-devant de celles-ci on place une plaque en laiton, au milieu de laquelle est percé un trou de 2 millimètres de diamètre. A l'intérieur de la lanterne se trouve une lampe électrique de 25 bougies. L'observateur, plaçant son œil gauche à environ 60 centimètres du trou, couvre celui-ci avec une lentille concave de 28 centimètres de longueur focale, qu'il tient à la main, puis rapproche lentement la lentille de son œil. A mesure qu'elle s'éloigne du trou, le contour du petit disque brillant commence à devenir multiple; il semble qu'il y a un certain nombre de petits disques qui ne sont pas tout à fait superposés. Quand la lentille arrive à l'œil, les disques se sont dispersés et on en aperçoit alors sept: un central entouré de six autres placés symétriquement. Si l'observateur recule alors en tenant toujours la lentille à son œil, les disques extérieurs commencent à s'allonger et se résolvent bientôt en deux ou plus. Quand la distance de l'œil au trou est d'environ 95 centimètres, le nombre des images pouvant être comptées est de 20; à 125 centimètres, il y a environ 40 images; au delà, le nombre des images continue à augmenter, mais il ne peut plus être compté avec certitude. Avec l'œil droit, l'auteur a observé les mêmes phénomènes, mais les images paraissent moins symétriques.

Ces observations sont assez difficiles à faire pour les personnes qui ne sont pas habituées aux expériences d'optique. L'auteur les a rendues plus aisées en prenant comme source de lumière une forme plus distincte qu'un simple cercle; il a obtenu de très bons résultats en se servant du filament en forme de fer à cheval d'une lampe à incandescence. En opérant comme précédemment, on voit le filament se doubler en un nombre de plus en plus grand d'images distinctes.

L'analyse du champ lumineux est encore facilitée, si l'on confine l'attention à une faible partie seulement de celui-ci; on y arrive en interposant un collimateur entre l'œil et la lentille. Avec ce dispositif, le trou rond apparaît comme une série de grains brillants, arrangés en enfilade. Le filament apparaît de même comme une rangée de filaments allant en s'éloignant; le nombre des images d'une rangée varie avec la dilatation de la pupille; on en compte environ vingt-cinq à une distance de 2 m. 50. A une distance plus grande, les images deviennent indistinctes; l'auteur, supposant que chacune d'elles se résout alors en éléments plus simples, a examiné le phénomène dans des conditions spéciales et a reconnu que chacune des 25 images se double à son tour en une vingtaine d'images, ce qui porte à environ 500 le nombre total d'images.

Si l'on considère que le diamètre de la pupille faiblement illuminée est d'environ 3 millimètres, les dernières observations semblent indiquer l'existence d'une structure anatomique, dans le cristallin ou près de lui, composée de cellules mesurant $\frac{3}{500} = 0,01$ millimètre.

Celle-ci se trouve peut-être dans l'endothélium, sur la surface antérieure de la lentille de l'œil. Par contre, il n'existe pas de structure connue suffisamment grossière pour expliquer la formation des 25 images d'une rangée. Mais il s'agit probablement là d'un phénomène complexe, de nature différentielle. Si de la lumière passe à travers deux ou plusieurs réseaux superposés à mailles fines, il se forme généralement des bandes sombres, comme celles d'un seul réseau à mailles beaucoup plus grossières. Enfin, les sept images qui sont d'abord aperçues dans le phénomène sont dues, à n'en pas douter, aux sections ou sutures de la lentille de l'œil.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 23 Juin 1899.

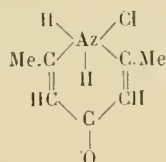
MM. J. Flemming, A. W. Ashton et H. J. Tomlinson décrivent leurs recherches sur l'hystérèse magnétique du cobalt. Un anneau de cobalt à section rectangulaire est isolé avec de la soie; puis on enroule autour de lui quatre bobines secondaires à angle droit; sur celles-ci sont placées six bobines primaires, puis l'anneau est soumis à une série d'expériences magnétiques avec un galvanomètre ballistique. Les observations ont été portées en courbes et comparées avec les résultats d'expériences semblables sur un anneau de fer fondu. L'analyse chimique de l'anneau de cobalt montre qu'il contenait environ 1 % de fer et 1 % de nickel. Les auteurs concluent que, malgré la similitude de forme des courbes de magnétisation du cobalt et du fer fondu, le coefficient d'hystérèse du cobalt se rapproche plutôt de celui du fer doux recuit. M. Everett désirerait voir les expériences poursuivies sur du cobalt ne contenant pas de fer. M. T. H. Blakesley montre que les courbes d'hystérésis ne pourraient être appliquées aux dynamos, à cause de la lenteur de la méthode employée, qui modifie la forme des courbes en raison du temps employé à parcourir le cycle. Il serait bon de déterminer à nouveau ces courbes en parcourant rapidement le cycle. — MM. J. Lupton, Everett et Watson engagent une discussion sur les Tables de données physiques, la difficulté de les dresser, de donner des valeurs exactes et de les tenir à jour.

La Société entre en vacances jusqu'en Octobre.

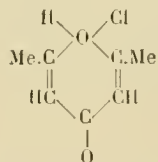
SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 1^{er} Juin 1899 (suite).

M. J.-N. Collie et Thomas Tickle ont préparé la série de sels que la diméthylpyrone forme avec les acides, par simple addition et sans élimination d'eau. Ils sont conduits à leur attribuer une formule semblable à celle des sels analogues des bases azotées :

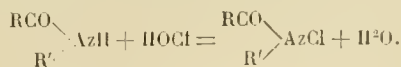


Chlorure de diméthylpyridone.



Chlorure de diméthylpyrone.

Dans cette formule, l'oxygène serait quadrivalent. — MM. F.-D. Chattaway et K.-J.-P. Orton ont préparé une série de dérivés substitués du chlorure d'azote en faisant réagir l'acide hypochloreux sur la formanilide, l'acétanilide, la benzanilide, suivant l'équation :

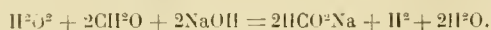


Ces chlorures d'azote substitués sont des solides stables, bien cristallisés, à bas points de fusion. Sous l'action des acides halogénés et de l'eau oxygénée, ils dégagent respectivement des halogènes ou de l'oxygène et reforment une anilide. Sous l'action de la chaleur, il se produit des changements intra-moléculaires: quand un groupe phényle non substitué est lié à l'azote, le chlore et l'atome d'hydrogène en para du noyau changent de place, et il se forme un parachloranilide. Quand un groupe parachlor-phényle est lié à l'azote, il y a une modification analogue, le chlore allant en position ortho.

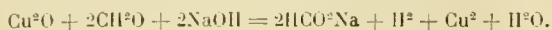
Séance du 15 Juin 1899.

M. W. H. Sodeau a étudié la décomposition des chlorates par la chaleur. Les expériences sur le chlorate de baryum montrent qu'il subit en même temps deux décompositions: 1^o une décomposition exother-

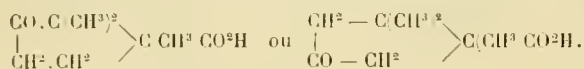
mique en chlorure et oxygène; 2° une décomposition endothermique en oxyde, chlore et oxygène. Il n'y a pas de réaction appréciable entre le chlorure et l'oxygène (comme le croyait Schulze), ni entre l'oxyde et le chlore (comme le croyaient Spring et Prost). L'augmentation de dégagement du chlore dans certains cas doit être attribuée à une grande élévation de température qui favorise la réaction endothermique. — M. A. Harden, en faisant réagir le peroxyde d'hydrogène sur la formaldéhyde en présence d'un excès de soude, a obtenu du formiate de soude et de l'hydrogène, suivant l'équation :



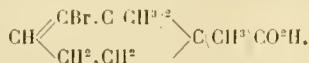
L'oxyde cuivreux donne une réaction analogue :



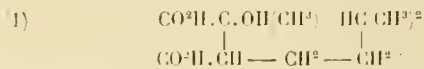
Le sulfate cuivrique est réduit à chaud par la formaldéhyde en oxyde cuivreux, qui peut être réduit ultérieurement en cuivre métallique. — MM. Arthur Lapworth et Edgar M. Chapman, en oxydant l' α -dibromocamphre par l'acide nitrique dilué en présence de nitrate d'argent, ont obtenu un dérivé nitré et un acide $C^{10}H^{16}O^6$, à chaîne ouverte, tricarboxylique, répondant probablement à l'une des deux formules : $CO_2H.C(CH_3)_2.C(CH_3)(CO_2H).CH_2.CH_2.CO_2H$ ou $CO_2H.CH_2.C(CH_3)_2.C(CH_3)CO_2H.CH_2.CO_2H$. Ils le désignent sous le nom d'acide homocamphorique; il est lévogyre, cristallisable et forme un anhydride. Chauffé à 200°-260°, il perd de l'anhydride carbonique et se transforme en un acide cétonique cyclique, de formule :



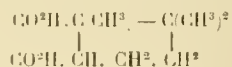
Il est identique avec un acide cétonique obtenu par Walker dans l'électrolyse de l'allocamphorate d'éthyle. Les auteurs le désignent sous le nom d'acide camphorique. — M. Arthur Lapworth a étudié l'acide intermédiaire non saturé $C^{10}H^{15}BrO_2$, qui se forme dans la réaction de l'acide nitrique sur l' α -dibromocamphre en présence du nitrate d'argent. Il est identique à l'acide bromocamphorénique de Forster. D'après ses réactions, il paraît répondre à la formule suivante :



M. A. G. Perkin a étudié la matière colorante des fleurs du coton (*Gossypium herbaceum*), qui est employée pour la teinture aux Indes. C'est un glucoside, la gossypétine, de formule $C^{20}H^{32}O^8$; par fusion avec les alcalis, elle donne du phloroglucinol et de l'acide pyrocatéchique; c'est probablement un corps du groupe des flavones. — MM. H. A. Auden, W. H. Perkin jun. et J. L. Rose ont cherché à faire la synthèse de l'acide camphorique en préparant un acide de formule :

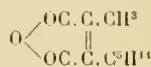


et dans l'espoir que, par élimination d'eau, il se formerait un acide :

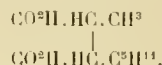


constitution qui, d'après Perkin, serait celle de l'acide camphorique. Les auteurs ont donc traité l'isoamylacétoacétate d'éthyle par le cyanure de potassium et l'acide chlorhydrique, ce qui leur a donné l' α -isoamyl- $\beta\beta$ -hydroxycyanobutyrate d'éthyle; par hydrolyse de ce dernier corps, il se forme de la méthylhydroxyisoamylsuccinimide, qui, bouillie avec du carbonate de soude, donne l'acide α -méthylhydroxy- α' -isoamylsuccinique,

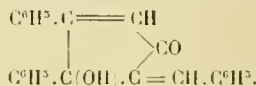
qui répond à la formule (1) ci-dessus. Mais, par élimination d'eau dans ce dernier, on n'a obtenu dans aucun cas l'acide camphorique. Il se produit, par élimination de deux molécules d'eau, l'anhydride méthylisoamyl-maléique :



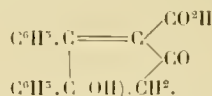
lequel, réduit par l'acide iodhydrique et le phosphore, donne un mélange d'acides cis- et transméthylisoamylsucciniques :



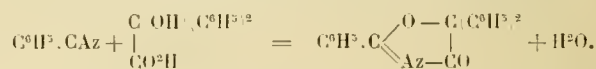
M. W. Trevor Lawrence, dans le but de faire la synthèse de l'acide camphorique, est arrivé aux mêmes résultats que les auteurs précédents. Il a préparé l'acide α -cyan- α -méthyl- α' -isoamylsuccinique $CO_2H.C(CN)(CH_3).CH(C^5H^{11}).CO_2H$, qui, par hydrolyse, lui a donné aussi un mélange d'acides cis- et transméthylisoamylsucciniques. Les deux acides sont facilement séparables par la ligroïne, dans laquelle l'acide trans est insoluble. — MM. Francis R. Japp et Alexandre Findlay, en condensant l'anhydracétone-benzil avec la benzaldéhyde, ont obtenu le benzylidèneanhydracétonebenzyl :



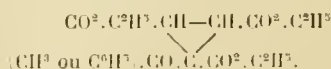
Cette réaction permet de décider de la constitution des dérivés monosubstitués de l'anhydracétonebenzyl, pour lesquels on ne savait si la substitution se faisait dans le groupe CH_2 ou dans le groupe CH . Si elle se fait dans le groupe CH_2 , le dérivé substitué ne pourra plus réagir avec la benzaldéhyde; les auteurs ont constaté qu'il en était ainsi pour les dérivés alcoylés. Par contre, si la substitution a lieu en CH , le dérivé réagira avec la benzaldéhyde; c'est le cas pour l'acide anhydracétonebenzylcarboxylique, qui a donc la constitution :



Les mêmes auteurs, en faisant réagir le benzonitrile sur l'acide benzylique en présence d'acide sulfurique concentré froid, ont obtenu la triphényloxazolone :



En même temps, il se forme de l'acide benzimidoxydiphénylacétique : $C^6H_5C(AzH).O.C(C^6H_5)_2.CO_2H$. Chauffé avec l'anhydride acétique, il se convertit en oxazolone, tandis que cette dernière, bouillie avec de la potasse diluée donne le sel de l'acide. L'acide, traité par la potasse concentrée, perd de l'anhydride carbonique et se transforme en oxyde benzimidobenzhydrique : $C^6H_5C(AzH).O.CH(C^6H_5)_2$. — MM. Siegfried Ruhemann et A. V. Cunningham ont montré que l'éther éthylique de l'acide phénylpropionique donne avec l'acétylacétate ou le benzoylacétate d'éthyle des composés cycliques dérivant de l' α -pyrone. Il n'en est plus de même de l'acétylènedicarboxylate d'éthyle, qui forme un dérivé du triméthylène, de formule probable :



Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Météorologie

L'exploration de l'atmosphère par les cerfs-volants et les ballons-sondes. — Dans une des dernières séances de la *Société française de Physique*, M. L. Teisserenc de Bort a donné des renseignements très intéressants sur l'étude de l'atmosphère à diverses hauteurs par l'emploi des cerfs-volants et des ballons-sondes portant des instruments enregistreurs. Les cerfs-volants employés sont généralement de forme cellulaire et ressemblent assez à une boîte n'ayant ni fond ni couvercle, dont les parois seraient faites d'étoffe vernie avec un large ajourage au milieu de la boîte. Ce modèle, dû à M. Hargrave, est très employé en Amérique, où l'usage du cerf-volant pour la Météorologie a pris une grande extension. L'observatoire de Blue Hill a déjà fait d'importants travaux avec ces cerfs-volants, et on a pu reconnaître que certaines variations de température se faisaient sentir à 2.000 mètres d'altitude plusieurs heures avant d'arriver au sol. Les altitudes maxima atteintes ont été 3.685 et 3.802 mètres. L'Observatoire de Météorologie dynamique procède depuis deux ans à des sondages par cerfs-volants par les mêmes méthodes que M. Rotch à Blue Hill. Ces sondages faits à Trappes, montrent que la force du vent dans les aires de haute pression diminue beaucoup entre 2.000 et 3.500 mètres, et que l'existence, dans l'après-midi, d'une variation de température très lente ou même négative dans la verticale jusqu'à 1.000 ou 1.500 mètres, est un signe presque infaillible de beau temps pour le lendemain. Les hauteurs atteintes, qui, pendant la première année, étaient restées inférieures à 2.000 mètres, ont pu être portées beaucoup plus haut et, dans ces derniers jours, on a atteint l'altitude de 3.860 mètres, dépassant ainsi un peu la hauteur obtenue en Amérique. L'orateur a indiqué les perfectionnements apportés au matériel et, notamment, l'emploi, à Trappes, d'un treuil mû par l'électricité, qui fonctionne avec une régularité parfaite.

Comme les cerfs-volants exigent la présence du vent et ne montent qu'à de faibles hauteurs, il faut avoir recours au ballon-sonde pour étudier l'atmosphère d'une façon plus complète. L'emploi de ces ballons a

été proposé, comme on le sait, par M. le colonel Renard, et des expériences très intéressantes ont été faites depuis quelques années par MM. Hermitte et Besançon, si bien qu'une entente internationale a eu lieu à la suite de ces travaux et qu'à certaines dates choisies des ballons s'élèvent de Paris, Berlin, Strasbourg, Vienne, Munich, Saint-Pétersbourg. Ces expériences sont en petit nombre et séparées par de longs intervalles, en sorte que M. L. Teisserenc de Bort, tout en y prenant part, a cherché à procéder à de fréquents sondages méthodiques avec des instruments bien semblables et par toutes les situations météorologiques. Dans l'intervalle de quatorze mois, plus de 80 ballons ont rapporté des courbes de température et de pression. La hauteur de 13.000 mètres a été atteinte 19 fois, celle de 15.000 mètres 2 fois.

En limitant la discussion aux altitudes inférieures à 10.000 mètres, qui ont été atteintes très souvent, les observations montrent que, dans les six ou sept premiers mille mètres, la température décroît rapidement; quand on s'élève dans une aire de basse pression, la variation est voisine de celle qui est due à la détente adiabatique. On voit aussi que les différences d'un jour à l'autre peuvent être plus considérables à 7 ou 8.000 mètres qu'au voisinage du sol, contrairement à ce que l'on avait pensé. La plus basse température atteinte a été de -76° , le 29 mars, à 12.600 mètres; au niveau du sol, le thermomètre marquait -9° . Plusieurs perfectionnements importants ont été apportés à la technique des ballons-sondes, perfectionnements qui sont en voie d'adoption à l'Étranger.

§ 2. — Chimie physique

Recherches photographiques sur les spectres de phosphore et découverte d'un nouvel élément : le Victorium. — On sait depuis longtemps que certaines substances placées dans un tube à vide deviennent brillamment phosphorescentes quand elles sont soumises au bombardement moléculaire de l'électrode négative. Le rubis, l'émeraude, le diamant, l'alumine, l'yttria et un grand nombre d'oxydes métalliques émettent une vive lumière dans ces circonstances. Examinée au spectroscopie, cette

lumière donne, pour certains corps, un spectre presque continu, mais, pour d'autres, comme l'yttria, elle se résout en bandes plus ou moins larges et en lignes. Depuis 1879, M. William Crookes s'est livré à l'étude de ces spectres de phosphorescence, principalement de ceux des terres du groupe de l'yttria, et il est arrivé par le fractionnement chimique à séparer de ce groupe des corps dont le spectre consiste seulement en séries de lignes. Dans ces dernières années, il a étendu ses recherches au delà du spectre visible et photographié la partie ultra-violet du spectre de ces corps. Les résultats obtenus semblent mettre en évidence l'existence d'un nouvel élément, que M. Crookes propose de nommer *Victorium*.

Voici la méthode de fractionnement qui a été employée dans ses recherches : La matière première est l'yttria impure, retirée de la gadolinite, de la samarskite ou d'autres minéraux analogues. Une première opération consiste à la débarrasser des terres du groupe du cérium, en utilisant la propriété des sulfates doubles de potassium et des terres du groupe de l'yttrium d'être solubles dans le sulfate de potassium concentré, tandis que les sels analogues du groupe du cérium sont presque insolubles.

L'yttria brute est alors convertie en nitrate et soumise à une première série de fractionnements. Le nitrate est chauffé jusqu'à fusion complète; il commence à se décomposer en dégageant des vapeurs rouges. Au bout d'un certain temps, la masse fondue est versée soigneusement dans de l'eau, qui est portée à l'ébullition. Il se forme un précipité blanc de nitrate basique, tandis que le nitrate non décomposé reste en solution. Il est séparé par filtration. Le nitrate basique est dissous dans l'acide nitrique et donne une autre solution. Les solutions normale et basique sont évaporées à siccité et soumises à une nouvelle décomposition partielle par la chaleur, qui fournit, pour chacune, une partie soluble et une partie insoluble. La partie insoluble qui provient du nitrate normal est mélangée à la partie soluble provenant du nitrate basique, de telle sorte qu'on obtient trois parties distinctes. On continue la même série d'opérations jusqu'à ce que la quantité de matière soit devenue trop faible pour permettre un nouveau fractionnement.

Si l'on examine au spectroscopie les 13 portions obtenues après le 12^e fractionnement, on remarque des différences sensibles dans le spectre visible; mais ces différences sont encore plus marquées en ce qui concerne un groupe de lignes de l'ultra-violet. Celles-ci sont presque absentes des portions terminales; elles vont en augmentant d'intensité vers le milieu et atteignent un maximum dans les portions 8 à 11. Ce fait montre qu'il y a trois corps en présence, un dont le nitrate se décompose difficilement (portions 4 à 7 surtout); un second dont le nitrate se décompose aisément (se trouvant en majeure partie dans les portions 12 et 13); enfin un troisième, occupant une position intermédiaire.

La méthode de fractionnement par décomposition des nitrates ne peut donner des produits purs que lorsqu'il y a deux corps seulement en présence; quand on a affaire à trois substances distinctes, il est nécessaire de recourir à un deuxième mode de fractionnement. Pour cela, les portions contenant le plus du nouvel élément probable, le victorium, sont transformées en oxalates et soumises à la cristallisation fractionnée, comme suit :

A une solution acide bouillante du nitrate, on ajoute un peu d'acide oxalique. La solution reste d'abord claire, mais, après une agitation énergique, il se dépose un peu d'oxalate insoluble. On le filtre et on le lave à l'eau bouillante. La partie filtrée est de nouveau additionnée d'un peu d'acide oxalique et agitée jusqu'à ce qu'il se dépose une nouvelle quantité d'oxalate insoluble, qui est filtré. On continue jusqu'à ce que tous les oxydes présents soient précipités, et on obtient ainsi de six à douze portions différentes. Les oxalates sont

dissous de nouveau dans l'acide nitrique, et on répète les opérations précédentes sur chacun d'eux. On suit les progrès de ce fractionnement au moyen de photographies spectroscopiques et on mélange les portions obtenues suivant les renseignements donnés par la spectrographie. On arrive ainsi, après une longue série de précipitations, à concentrer le victorium dans un petit nombre de portions, qui sont alors soumises à un nouveau traitement.

Ces portions sont converties en nitrates, qui sont décomposés partiellement par la chaleur jusqu'à ce qu'il ne reste plus de nitrate soluble. On obtient ainsi de six à douze fractions, formant une série régulière et différant par la stabilité de leur nitrate. Le victorium se trouve dans les portions du milieu. Celles-ci sont réunies, converties en sulfates et additionnées d'un peu de sulfate de potassium. On obtient un précipité et il reste une solution. Le précipité est redissous, puis précipité de nouveau avec le sulfate de potassium, ainsi que la solution primitive; on obtient ainsi quatre fractions, dont deux sont mélangées, et l'on continue de nouveau les opérations. On suit le fractionnement par l'examen photospectroscopique et l'on obtient au bout d'un certain temps des portions centrales très riches en victorium.

L'oxyde de victorium, obtenu à l'état le plus pur, est une terre brun pâle, aisément soluble dans les acides. Il est moins basique que l'yttria et plus basique que la plupart des terres du groupe de la terbia. Au point de vue chimique, il se différencie nettement de l'yttria. D'une solution nitrique chaude, l'oxalate de victorium se précipite avant l'oxalate d'yttrium et après celui de terbium. Le sulfate double de potassium et de victorium est moins soluble que le sel correspondant d'yttrium, mais plus soluble que les sulfates doubles du groupe du terbium et du cérium.

Si l'on assigne à l'oxyde de victorium la composition $Ve^{2}O_3$, le poids atomique du métal doit être environ 117.

La photographie du spectre de phosphorescence de l'oxyde de victorium montre une paire de fortes lignes à $\lambda = 3.120$ et $\lambda = 3.117$, avec d'autres lignes plus fines à 3.219, 3.064 et 3.060. La paire des deux fortes lignes se confond souvent en une seule, mais peut être vue séparée. La présence ou l'absence d'autres terres exerce une grande influence sur la netteté des lignes du spectre de phosphorescence; il est probable que ces lignes apparaîtront plus distinctes quand l'oxyde de victorium aura été débarrassé des corps qui l'accompagnent encore.

La découverte du victorium est un bel exemple du résultat dû à l'emploi des méthodes physiques comme moyen de contrôle du fractionnement chimique.

§ 3. — Photographie

Action de certaines substances sur la plaque photographique dans l'obscurité.

Nous avons récemment décrit les belles expériences de M. W.-J. Russel relatives à l'action de certaines substances sur la plaque photographique dans l'obscurité¹. Une surface métallique polie ou une couche d'huile siccativ, placées à distance, produisent sur la plaque photographique des effets similaires et développables de la même façon que ceux dus à la lumière ordinaire. L'auteur a écarté par un certain nombre d'expériences l'hypothèse d'une phosphorescence ou de l'émission de rayons actiniques, et il a admis l'existence d'une action chimique produite par des vapeurs émises par les corps employés. Les nouvelles recherches que nous allons résumer semblent montrer que ces vapeurs actives sont constituées par du peroxyde d'hydrogène.

M. Russel a d'abord constaté que tous les effets obtenus par les substances actives sur la plaque photogra-

¹ *Revue générale des Sciences* du 15 septembre 1898, pages 694 et 695.

plique s'observent également bien avec le peroxyde d'hydrogène. Les expériences peuvent se faire très simplement avec une petite cuvette ronde en verre, au fond de laquelle on verse le liquide à étudier et qu'on recouvre ensuite de la plaque sensible. Si la cuvette renferme de l'eau pure, on n'observe aucune action, même au bout de vingt heures; mais, si l'on y ajoute une trace de peroxyde d'hydrogène, un noircissement rapide de la plaque se produit. Quand il n'y a qu'une partie de H_2O_2 pour un million de parties d'eau, on observe une faible action au bout de dix-huit heures; la réaction est donc très délicate.

D'autre part, si un morceau de papier buvard (inactif par lui-même) est mouillé avec une solution de peroxyde d'hydrogène à 1/500.000^e, puis séché dans une chambre chaude, et placé pendant deux heures en contact avec une plaque sensible à 55°, une image distincte apparaît au développement; le même effet peut être obtenu avec un corps poreux inactif quelconque.

On sait que l'action des différentes substances qui influent sur la plaque photographique est arrêtée par des lames de verre, de mica, etc., tandis qu'elle se transmet plus ou moins facilement au delà de feuilles de gélatine, de celluloid, de gutta-percha, de papier à décalquer, de parchemin. Le peroxyde d'hydrogène se comporte, vis-à-vis de ces différentes membranes, absolument de la même façon que les autres corps actifs.

Il faudrait donc admettre que les corps qui agissent sur la plaque sensible forment du peroxyde d'hydrogène. En ce qui concerne les métaux, qui sont, dans l'ordre d'activité : le magnésium, le cadmium, le zinc, le nickel, l'aluminium, le plomb, le cobalt, le bismuth et l'étain, il est bien permis de supposer qu'ils sont capables de décomposer l'eau et de former, en présence de l'oxygène, du peroxyde d'hydrogène; l'ordre dans lequel ils sont placés est précisément celui dans lequel cette formation aurait lieu. Il est d'ailleurs aisé de vérifier cette formation au moyen des papiers à la tétraméthylparaphénylènediamine du Dr Wurster. Ces papiers, mouillés et mis en contact avec les métaux qui occupent la tête de l'énumération précédente, se colorent rapidement en bleu foncé; avec les autres métaux, la coloration est moindre et plus lente à apparaître. Avec les métaux inactifs, il n'y a pas de coloration.

Si le peroxyde d'hydrogène est l'agent actif de l'action exercée par les métaux, ceux-ci, placés dans de l'air humide, devront produire une action plus forte; c'est ce que l'on peut vérifier de la façon suivante: Un tube de verre, contenant des rognures de zinc, est traversé par un courant d'air qui se rend dans une boîte noire contenant une plaque sensible. Avec de l'air ordinaire, l'action est très faible; avec de l'air chaud et humide, la plaque est rapidement noircie. Si l'on enlève le zinc et que l'on fasse passer de l'air humide, chaud ou froid, on n'observe aucune action.

Si nous passons aux corps organiques qui agissent sur la plaque photographique, nous constaterons qu'ils appartiennent en grande partie à la classe des terpènes, et il est bien connu que ces corps, en s'oxydant, donnent naissance à du peroxyde d'hydrogène. Quant aux huiles végétales, qui sont également actives, elles donnent la réaction caractéristique avec le papier à la tétraméthylphénylènediamine.

On a vu que le peroxyde d'hydrogène agit, comme les corps actifs, au travers de membranes de gélatine ou de celluloid d'épaisseurs diverses, et cela d'autant plus facilement que la membrane est plus mince. Comment se transmet cette action? Ce n'est certainement pas par le procédé ordinaire de diffusion, car le peroxyde d'hydrogène ne peut diffuser à travers ces corps. Il y a donc probablement dissolution, ou bien combinaison avec la membrane ou un de ses constituants, ce qui permet au peroxyde d'hydrogène de cheminer jusqu'à l'autre côté. Les expériences suivantes sont de nature à jeter quelque lumière sur la question :

Une solution de peroxyde d'hydrogène à 2 % est placée dans une cuvette; celle-ci est recouverte d'une feuille de gélatine très mince (de 0^m^m,25 d'épaisseur), puis on place par-dessus la plaque sensible et on abandonne pendant 20 minutes. Au bout de ce temps, il n'y a aucune action; si l'on substitue immédiatement une nouvelle plaque et qu'on la laisse de nouveau pendant 20 minutes, on observe une faible impression. Une troisième, puis une quatrième plaque donnent une image de plus en plus forte; mais toutes les plaques suivantes semblent de la même intensité. La quantité de peroxyde émise par la face supérieure de la gélatine va donc en croissant pendant une heure vingt minutes, puis l'action devient uniforme. On observe un effet analogue avec le zinc et les essences organiques.

Par quel corps se transmet donc le peroxyde d'hydrogène dans la gélatine? C'est très probablement par l'eau qu'elle contient. On peut s'en assurer pour d'autres substances, comme le carton bristol ordinaire. Si l'on interpose, en effet, entre un corps actif et une plaque sensible, du bristol sec d'une part, et du bristol mouillé d'autre part, d'un côté on n'obtient aucune action, tandis que de l'autre on observe une impression très marquée. Ce résultat pourrait être attribué à l'action de l'humidité du bristol sur le corps actif, qui produirait ainsi une plus grande quantité de peroxyde d'hydrogène. Mais on pare à cette objection en plaçant une feuille de papier à calquer à l'avant du bristol; celle-ci laisse passer l'influence du corps actif, mais arrête la vapeur d'eau. Or, le résultat est absolument identique. On peut imbiber le bristol avec de l'alcool et on observe également le même effet. L'eau et l'alcool peuvent donc servir de véhicule au peroxyde d'hydrogène à travers diverses membranes.

Pour le celluloid, qui est un milieu très transparent, on ne saurait invoquer la présence de l'eau; dans ce cas, il semble que c'est le camphre qui la remplace, comme le montrent les expériences suivantes: Le camphre est un corps absolument inactif par lui-même. Mais, placé pendant un certain temps au-dessus d'une solution de H_2O_2 ou d'une couche d'huile essentielle, il acquiert la propriété d'impressionner une plaque sensible. D'autre part, si l'on place un morceau de camphre de 3 millimètres d'épaisseur entre une solution de peroxyde et une plaque sensible pendant soixante-six heures, on observe une impression assez forte. Le camphre (qui est un des constituants principaux du celluloid) peut donc absorber le peroxyde d'hydrogène et se laisser traverser par lui.

La perméabilité des membranes de gutta-percha et de caoutchouc s'explique d'une façon analogue: quoique la constitution chimique de ces corps ne soit pas entièrement élucidée, on sait qu'ils renferment des constituants proches parents du camphre.

Parmi les liquides organiques inactifs se trouvent l'alcool, l'éther et le chloroforme. Si l'on place un morceau de zinc au fond d'un vase, puis qu'on le recouvre complètement d'un de ces liquides inactifs purifiés et qu'on place au-dessus une plaque photographique, on observe cependant une action au bout de quelques jours. De même, les liquides inactifs ayant séjourné une semaine au contact de tournures de métaux actifs, ont acquis la propriété d'impressionner la plaque sensible. D'autre part, si l'on ajoute un peu de peroxyde d'hydrogène à un de ces liquides inactifs, on le rend aussitôt assez actif. Il est donc naturel de supposer que les métaux, en présence d'une trace d'humidité, ont produit un peu de peroxyde d'hydrogène, qui a communiqué ses propriétés au liquide inactif dans lequel il se trouvait. Et, en effet, si les liquides inactifs sont purifiés de manière à perdre toute trace d'humidité, les métaux actifs n'ont plus la propriété de les rendre actifs.

Nous pourrions citer bien d'autres ingénieuses expériences que M. W.-J. Russel a fait connaître récemment à la *Société Royale de Londres*; nous croyons en avoir dit assez pour justifier la conclusion de l'auteur,

à savoir que le peroxyde d'hydrogène est l'agent par l'intermédiaire duquel certains métaux et certaines substances organiques agissent sur la plaque photographique dans l'obscurité.

M. Russel se propose maintenant d'élucider le mécanisme de l'action du peroxyde d'hydrogène sur la couche sensible de la plaque photographique.

§ 4. — Zoologie

La formation de la perle fine. — La formation de la perle chez l'huître perlière a été l'objet de nombreuses études, mais on a presque toujours confondu, dans les explications qui ont été données de cette formation, la *perle fine* ou *perle à orient* avec certaines concrétions calcaires produites par la sécrétion des glandes du manteau des Mollusques.

L'une de ces concrétions provient de la sécrétion spéciale des glandes du manteau, dont le rôle, dans les conditions habituelles, est de pourvoir, par un apport constant de calcaire, à la réparation et à l'accroissement de la coquille. Cette sécrétion peut, en se déposant sur un corps étranger, produire des dépôts de nacre qui se présentent quelquefois sous forme de concrétions plus ou moins sphériques, auxquelles les pêcheurs de perles, à cause de leur forme, ont donné le nom de *perles de nacre*. Celles-ci, qui ont été bien étudiées, se différencient nettement, par leur aspect, de la perle fine. Elles ne possèdent qu'à un faible degré les reflets irisés qu'on est convenu d'appeler *orient*; leur éclat est le même que celui de la coquille qui les a fournies.

Quant à la perle fine, son origine et sa véritable nature étaient restées jusqu'à aujourd'hui ignorées. M. Léon Dignet, à la suite de patientes recherches sur la *Melegrina margaritifera*, vient de les mettre en évidence. D'après lui, la perle fine est une véritable calcification pathologique, effectuée, au sein même des tissus, suivant un processus particulier; voici quelles seraient les phases de ce processus :

Au début, elle se manifeste sous la forme d'une ampoule, remplie d'une humeur dont la matière organique en solution, se condensant progressivement, arrive, après s'être maintenue un certain temps à l'état gélatineux et avant de se calcifier, à se transformer en une substance analogue à la conchioline. Cette condensation accomplie, la masse, par suite d'un mécanisme spécial, se subdivise en une série de couches concentriques plus ou moins régulières, laissant entre chaque zone des interstices que le dépôt calcaire cristallisé viendra occuper.

Cette stratification concentrique doit, dans la nature, s'effectuer simultanément avec la pénétration de la solution calcaire fournie par les liquides de l'organisme; on peut la produire expérimentalement en plongeant une perle gélatineuse, à une période pas trop avancée de sa condensation, dans de l'alcool concentré : On voit aussitôt ce sphéroïde, après avoir subi un léger retrait, se subdiviser en nombreuses couches concentriques et présenter, en quelque sorte, l'apparence d'un grain d'amidon; les couches, visibles par transparence, disparaissent ensuite lorsque la matière devient opaque par suite de sa déshydratation complète.

La calcification s'accomplit progressivement; c'est d'abord une sorte d'incrustation du magma cristallin qui vient prendre naissance dans les intervalles produits par le retrait de la matière organique, laquelle, réduite en minces feuillets, forme des planchers de cristallisation sur lesquels les premiers dépôts se nourrissent par l'apport ou l'endosmose des liquides chargés de calcaire de l'organisme.

Pendant toute son évolution, la perle reste contenue dans l'ampoule qui lui a servi, en quelque sorte, de matrice; cette enveloppe, pendant l'opération de calcification, s'use et se détruit, au point que, lorsque l'évolution de la perle sera complètement achevée, il n'en restera plus qu'une faible membrane que le mollusque pourra rompre au moindre effort, ce qui lui permettra d'effectuer facilement l'expulsion de la perle.

En résumé, conclut M. Dignet, la perle fine n'est pas, comme on l'avait cru jusqu'ici, un simple dépôt de nacre produit accidentellement par des sécrétions glandulaires, mais bien le résultat d'une opération physiologique ayant pour but d'éliminer de l'organisme un parasite ou une cause d'irritation.

§ 5. — Hygiène publique

La stérilisation des viandes suspectes par la cuisson. — On sait qu'en France les viandes sont inspectées dans les abattoirs, et que toute la viande altérée ou suspecte est généralement saisie pour être détruite. En Belgique, un arrêté ministériel a permis, depuis 1895, de livrer à la consommation publique, après stérilisation, les viandes des animaux de boucherie atteints de tuberculose à un degré déterminé. Un assez grand nombre de villes (Saint-Nicolas, Alost, Menin, Duffel, Turnhout, Neufchâteau, etc.) ont fait l'acquisition d'appareils destinés à stériliser ces viandes par la cuisson. Ces viandes sont ensuite vendues au public, ainsi que les graisses et jus stérilisés, au prix d'environ 50 centimes le kilo. On les a d'abord achetées avec quelque répugnance; puis le bon aspect qu'elles présentaient a vaincu les appréhensions du public, et aujourd'hui la demande surpasse souvent les quantités disponibles.

Les frais d'installation des étuves ont varié de 4.000 à 5.000 francs. A Saint-Nicolas, on a effectué, en 1898, 93 stérilisations qui ont porté sur 17.000 kilos de viande suspecte et fourni aux propriétaires des animaux abattus une somme de plus de 6.000 francs; celle-ci, jointe aux indemnités que leur accorde le Gouvernement, compense la perte qu'ils ont éprouvée.

Le Gouvernement belge s'est préoccupé d'étendre à un plus grand nombre de villes le bénéfice de ces installations de stérilisation. Dans une circulaire en date du 24 mars 1899, et insérée dans le *Bulletin officiel du Service de surveillance des denrées alimentaires*, le ministre de l'Agriculture recommande au personnel des services d'inspection de rappeler aux administrations locales qu'à l'aide d'un appareil de stérilisation, elles pourront fournir à leurs concitoyens, à un prix réduit, une quantité fort importante de viande d'excellente qualité. Le ministre les prie de s'enquérir des motifs qui empêchent ces administrations d'organiser ce service et de leur rappeler que l'Etat et certaines provinces interviennent, par voie de subside, pour faciliter l'établissement d'étuves stérilisatrices.

M. E. Vallin, en signalant ces faits dans la *Revue d'Hygiène et de Police sanitaire*, ajoute : « Il serait désirable qu'en France l'Administration encourageât de la même façon l'utilisation, après cuisson faite dans l'intérieur des abattoirs et sous la surveillance du vétérinaire-directeur, des viandes simplement suspectes. Les inspecteurs, dès lors, hésiteraient moins à saisir les viandes faiblement altérées, en particulier celle des animaux partiellement tuberculeux, parce que toute viande saisie est aujourd'hui détruite et perdue pour la consommation. On combattrait ainsi la répugnance et les préjugés, assez naturels d'ailleurs, du public contre ces viandes sérieusement stérilisées à l'abattoir. »

LES ASSURANCES OUVRIÈRES

ET LA LUTTE CONTRE LA TUBERCULOSE EN ALLEMAGNE

PREMIÈRE PARTIE : ORGANISATION DES ASSURANCES ET CRÉATION DE SANATORIA

Il y a deux mois, le 27 mai de cette année, se réunissait à Berlin un Congrès international pour la lutte contre la tuberculose, maladie endémique qui, tous les ans, tue 150.000 personnes en France, 90.000 en Allemagne, 60.000 en Hongrie, presque autant en Italie, en Autriche, en Angleterre. Ce congrès réunit près de 3.000 médecins, tant allemands qu'étrangers; de leurs travaux sortit la conclusion que le meilleur moyen de prophylaxie et de traitement de la tuberculose que nous possédions aujourd'hui, est l'hospitalisation des tuberculeux dans des sanatoria, où ces malades suivraient le traitement hygiénique par le repos, l'aération continue et une bonne alimentation.

Ce traitement, appliqué d'une façon systématique, depuis trente ans, par Brehmer et plus tard par Dettweyler, a donné, entre les mains de ces deux praticiens, des résultats tout à fait remarquables. Dans le sanatorium de Görbersdorf et plus tard dans celui de Falkenstein, établis tous les deux pour des tuberculeux aisés, Brehmer et Dettweyler obtenaient 30 à 35 % de guérisons et 40 à 45 % d'améliorations, celles-ci assez accentuées pour permettre aux malades de reprendre leurs occupations. Guérisons et améliorations étaient d'autant plus fréquentes, d'autant plus durables que les malades se trouvaient plus près du début de leur tuberculose pulmonaire. Le temps nécessaire pour obtenir cette guérison ou cette amélioration n'était pas très long : pour les tuberculeux au début ou peu avancés, les seuls qui pouvaient bénéficier du traitement hygiéno-diététique, il fallait compter quatre, cinq, six, quelquefois huit mois, suivant l'ancienneté relative de leur tuberculose.

Lorsque ces faits furent définitivement établis, on s'est demandé, dans le monde médical allemand, s'il n'était pas possible de créer des sanatoria populaires pour des ouvriers tuberculeux et d'une façon générale pour des tuberculeux pauvres. M. le professeur von Leyden, auquel se joignirent plus tard les professeurs von Ziemsen, Gerhardt, von Leube, B. Fraenkel, se fit l'apôtre de cette idée, qu'il développa dans plusieurs congrès allemands, ainsi qu'aux congrès internationaux de Budapest et de Moscou.

La création des sanatoria populaires avait encore

un autre avantage. En effet, le sanatorium ne constitue pas seulement un moyen thérapeutique : c'est aussi et surtout une école de prophylaxie. Un ouvrier tuberculeux, parqué avec sa famille dans un étroit logement, ou avec ses compagnons dans un atelier malsain, est une source d'infection constante pour sa famille et pour ses camarades. Il ne connaît pas les dangers qui résultent pour son entourage de ce qu'il crache par terre ou dans son mouchoir, et, s'il les connaît, il n'est pas assez discipliné pour se servir d'un crachoir de poche, ou bien il ne sait pas s'en servir. Le sanatorium qui captera pour ainsi dire cette source d'infection, le lui apprendra pendant les quatre mois qu'il y passera; l'ouvrier y apprendra encore à respirer par le nez, à faire tous les jours des ablutions de tout son corps; on lui enseignera, comme nous allons le voir plus loin, les éléments indispensables de l'hygiène anti-tuberculeuse, l'utilité de la fenêtre ouverte jour et nuit, la possibilité et les avantages de remplacer la bière et l'eau-de-vie par le lait, etc.

En sortant guéri du sanatorium, notre ouvrier devient ainsi un véritable commis voyageur en prophylaxie tuberculeuse, tant par son exemple que par ses conversations sur ce qu'il a appris pendant son séjour au sanatorium.

École de prophylaxie, moyen de traitement rendant à la société 70 % de tuberculeux voués, sans cela, à une mort certaine, tels sont les avantages qu'offrent, d'après M. von Leyden, les sanatoria populaires. Avec une ténacité et une énergie qui ne se sont pas démenties un seul instant, au moyen de réunions, de conférences, d'une propagande dans et par la grande presse, lui et ses collaborateurs, parmi lesquels il convient de citer le D^r Pannwitz, arrivèrent à intéresser à cette idée toutes les classes de la société allemande et à créer un irrésistible courant en faveur des sanatoria populaires pour tuberculeux. Rien ne saurait mieux caractériser l'intensité de ce mouvement que ce fait, qu'à l'heure actuelle l'Allemagne possède une trentaine de sanatoria populaires pouvant soigner près de 10.000 tuberculeux par an. Pour apprécier la grandeur de ce résultat, il me suffira de dire que, chez nous aussi, il est question, depuis quatre ans,

d'ouvrir un sanatorium avec 100 lits, à Angicourt, et qu'il n'y a encore rien de fait.

La société allemande donna, dans cette occasion, un exemple qui certes ne saurait trop être imité. Le Gouvernement, qui s'était rendu compte de l'importance sociale et économique de l'œuvre des sanatoria, lui prêta son concours. Mais il est juste de dire que, si le mouvement en faveur des sanatoria populaires a pu si rapidement aboutir à des résultats pratiques, c'est que, dans sa marche en avant, il pouvait s'appuyer à chaque pas sur deux institutions sociales tout organisées : les Caisses d'assurance contre l'invalidité et la vieillesse et les Caisses d'assurance contre la maladie. C'est l'action combinée de la Société, du Gouvernement et des Caisses ouvrières, qui a assuré la viabilité de l'œuvre; mais, en dernière analyse, ce sont les caisses qui peuvent revendiquer la part principale du succès tous les jours grandissant. Avant d'aller plus loin, nous sommes donc obligé de nous arrêter un instant sur l'organisation et le fonctionnement de ces assurances, encore peu connues en France.

I. — FONCTIONNEMENT DES ASSURANCES.

En Allemagne, les assurances ouvrières sont, en dehors des cas d'accidents, de deux sortes : 1^o contre l'invalidité et la vieillesse; 2^o contre la maladie.

§ 1. — Assurance contre l'invalidité et la vieillesse.

D'après la loi du 22 février 1889, sont soumises à l'obligation de l'assurance contre l'invalidité et la vieillesse, toutes les personnes âgées de plus de seize ans occupées contre salaire ou traitement qui ne dépasse pas la somme annuelle de 2.500 francs. Ces personnes, que la loi énumère, sont : les ouvriers, les aides-compagnons, les apprentis, les domestiques, les employés de commerce ainsi que les apprentis ou commis, les personnes faisant partie, contre salaire ou traitement, de l'équipage de bâtiments de mer ou d'embarcations fluviales.

A côté de cette assurance, obligatoire pour les personnes qui viennent d'être énumérées, il en existe une autre, facultative, applicable aux petits patrons travaillant à domicile, ainsi qu'aux petits entrepreneurs qui n'occupent pas régulièrement un ouvrier salarié au moins.

L'assurance obligatoire (ainsi que l'assurance fa-

cultative) est organisée au moyen de caisses régionales. La loi stipule notamment qu'il doit y avoir un « Établissement d'assurances » pour chaque État confédéré et, dans les grands États, pour chaque circonscription administrative. Il y en a actuellement 31 pour tout l'Empire : 13 pour la Prusse (Berlin et douze provinces), 8 pour la Bavière, 10 pour la Saxe royale, le Wurtemberg, la Hesse, les deux Mecklembourg, l'Oldenbourg, le Brunswick, l'Alsace-Lorraine, les villes hanséatiques et les États de Thuringe¹.

Chaque « Établissement » est dirigé par un directeur assisté de délégués patrons et ouvriers. Le directeur est nommé par le Gouvernement si l'assurance embrasse tout le territoire d'un État, ou par la représentation provinciale (Conseil général), si l'assurance ne s'étend que sur une seule province. Les délégués sont élus pour cinq ans par les directeurs ou administrateurs des Caisses d'assurances contre la maladie. Tous ces Établissements sont surveillés par l'Office impérial d'assurances², qui

est encore chargé de répartir le montant des pensions et de faire la statistique relative à l'exécution des lois.

L'assurance elle-même ne comporte aucune formalité proprement dite et s'ef-

fectue, on ne peut plus simplement, au moyen d'une carte divisée en cinquante-deux cases, correspondant au nombre de semaines de l'année, et d'une série de timbres, sorte de timbres de quittance (fig. 1), dont la valeur varie avec le salaire de l'ouvrier. La carte est délivrée gratuitement la première fois, et plus tard contre l'échange de l'ancienne. Les timbres d'assurance sont achetés par le patron, aux bureaux de poste.

Quand un ouvrier entre dans une fabrique, il remet sa carte au patron. A la fin de la semaine, le patron, qui garde les cartes de tous ses ouvriers, y colle les timbres d'assurance. Au moment de la paie, il retient, sur le salaire de son ouvrier, la moitié de la somme dépensée en timbres d'assurance; de cette façon, l'assurance est payée tous les huit jours, moitié par le patron, moitié par l'ouvrier.

Quand toutes les cases sont recouvertes² par des

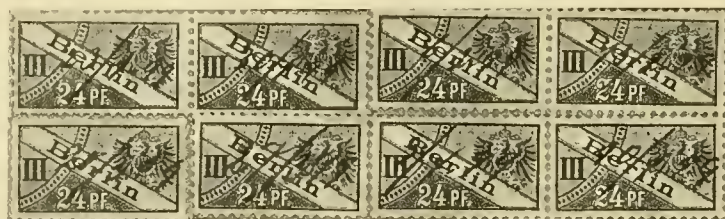


Fig. 1. — Timbres d'assurance contre l'invalidité et la vieillesse, tels qu'ils sont collés sur la carte d'un employé. — Ils portent le nom de la ville où se trouve la caisse, l'indication de la classe et de la somme versée.

¹ Les mineurs et les ouvriers et employés des chemins de fer sont assurés dans des établissements particuliers dits caisses spéciales.

² La maladie, dûment constatée, et le service militaire, pour le temps de leur durée, comptent comme versements.

timbres (d'après la loi, les cotisations payées pendant quarante-sept semaines valent pour une année complète d'assurance), la carte est remise par l'ouvrier à l'autorité désignée, qui annule les timbres, fait la récapitulation, donne une quittance à l'assuré et lui délivre une nouvelle carte. La carte remplie est adressée ensuite au Service central de l'Établissement d'assurance.

Il existe quatre timbres d'assurances correspondant chacun à une « classe de salaire » :

1 ^{re} classe :	Ouvriers gagnant	moins de 437 fr. 50	par an.
2 ^e — — —	—	de 437 fr. 50 à 687 fr. 50	par an.
3 ^e — — —	—	de 687 fr. 50 à 1062 fr. 55	—
4 ^e — — —	—	plus de 1062 fr. 50	par an.

Les timbres qui correspondent à chaque classe sont :

De 11 pfennigs (17 cent. 1/2)	pour la 1 ^{re} classe.
— 20 — (25 centimes)	— 2 ^e —
— 24 — (30 centimes)	— 3 ^e —
— 31 — (37 cent. 1/2)	— 4 ^e —

Quand l'ouvrier est augmenté, il passe d'une classe dans une autre. Le patron colle alors sur le carton de son ouvrier les timbres correspondant à la nouvelle classe de salaire.

Quand un assuré devient invalide, quand il a perdu sa capacité de travail autrement que par un accident, il a droit à une rente dite d'invalidité¹.

La rente annuelle à servir est calculée de la façon suivante² : l'État donne 62 fr. 50; l'établissement d'assurance 75 francs. A cette somme de 62 fr. 50 + 75 francs = 137 fr. 50, on ajoute :

2 pfennigs (2 cent. 1/2),	par chaque timbre collé de 1 ^{re} classe de salaire.
6 pfennigs (7 cent. 1/2),	par chaque timbre collé de 2 ^e classe de salaire.
9 pfennigs (11 cent. 1/2),	par chaque timbre collé de 3 ^e classe de salaire.
13 pfennigs (16 cent. 1/2)	pour chaque timbre collé de 4 ^e classe de salaire.

De cette façon, plus l'assuré aura fait de versements hebdomadaires, plus élevée sera sa rente. Un ouvrier, par exemple, a « collé » 100 timbres de 1^{re} classe, 150 timbres de 2^e classe, 50 timbres de 3^e classe et 300 timbres de 4^e classe; il a été malade pendant 40 semaines et a passé au service militaire 10 semaines. Le temps de maladie et de service militaire étant compté au taux de 2^e classe de salaire, cet ouvrier aura droit à une rente évaluée de la façon suivante :

Subvention fixe de l'État	62 fr. 50
Subvention fixe de l'Établissement d'assurance	75 fr. »
100 timbres (semaines) de 1 ^{re} classe à 2 pfennigs (ou 2 cent. 1/2)	2 fr. 50
150 timbres (semaines) de 2 ^e classe à 6 pfennigs (ou 7 cent. 1/2)	14 fr. 25
50 timbres (semaines) de 3 ^e classe à 9 pfennigs (ou 11 cent. 1/2)	5 fr. 625
300 timbres (semaines) de 4 ^e classe à 13 pfennigs (ou 16 cent. 1/2)	48 fr. 75
40 timbres (semaines) de maladie à 6 pfennigs (ou 7 cent. 1/2)	3 fr. »
10 timbres (semaines) de service militaire à 6 pfennigs (ou 7 cent. 1/2)	0 fr. 75
Total	209 fr. 375

Il aura, par conséquent, droit à une rente de 209 fr. 37 c. 1/2.

La rente de vieillesse, qui est due à l'ouvrier ayant atteint 70 ans, est établie suivant un calcul analogue. Sans entrer dans les détails de cette question, disons seulement que cette rente ne peut jamais dépasser la somme de 238 fr. 95 par an¹.

Les fonds disponibles des établissements d'assurance doivent être placés à intérêt dans les caisses d'épargne, en titres émis ou légalement garantis par l'Empire allemand.

Les deux statistiques que je tiens à citer donneront une idée suffisante des sommes dont disposent les caisses d'assurance contre l'invalidité et la vieillesse :

¹ Selon la loi, il y a invalidité de travail, si l'état de santé intellectuel ou matériel de l'assuré ne lui permet plus de gagner une rétribution égale au sixième du salaire moyen qu'il a reçu dans les cinq dernières années, plus un sixième du salaire moyen annuel d'un *journalier* dans la localité où il a travaillé en dernier. Prenons, comme exemple, qu'il a gagné en moyenne, annuellement 1.500 francs; le sixième est donc de 250 francs; le salaire moyen du journalier est, supposons, évalué à 750 francs; le sixième est de 125 francs. Notre ouvrier sera donc considéré comme invalide s'il ne gagne pas plus de 250 + 125 = 375 francs.

Une autre condition nécessaire pour avoir droit à une rente d'invalidité, c'est d'avoir fait un « stage » (*Wartezeit* ou *Carenzeit*) de cinq ans, c'est-à-dire avoir été assuré pendant cinq ans, c'est-à-dire posséder cinq cartes-quittances d'assurance avec 5 × 47 = 235 timbres.

² J'apprends par le journal *Worwarts* qu'à la date du 15 juin 1899, la loi relative à l'assurance contre l'invalidité et la vieillesse vient d'être modifiée dans le sens suivant.

Pour ce qui est de la rente d'invalidité, la durée du stage (*Carenzeit*) est abaissée de 235 semaines à 200 semaines; en second lieu, une incapacité de travail pendant 26 semaines (au lieu de 52 semaines) suffit pour avoir droit à la rente. Enfin, la subvention fixe de l'établissement d'assurance, qui était de 75 francs pour toutes les classes de salaires, sera dorénavant de 75 francs pour la 1^{re} classe, de 87 fr. 50 pour la 2^e classe; de 100 francs pour la 3^e classe; de 112 fr. 50 pour la 4^e classe.

La rente de vieillesse est ainsi légèrement augmentée pour chaque classe. Cette loi entrera en vigueur au 1^{er} janvier 1900.

¹ Quiconque fait valoir ses droits à une rente d'invalidité ou de vieillesse doit s'adresser à l'autorité administrative inférieure (sous-préfet, autorité municipale), et présente à l'appui de sa demande les cartes de quittances, des certificats de maladie, etc. L'autorité administrative fait une enquête, forme un dossier et l'envoie avec les pièces au directeur de l'établissement d'assurance auquel les derniers versements ont été faits. Le directeur examine la demande et accorde ou n'accorde pas la rente. Dans le premier cas, le bureau de poste le plus voisin est chargé de payer la rente mensuellement et d'avance. En cas de refus, l'assuré peut en appeler à un tribunal arbitral (composé d'un fonctionnaire, qui est président de droit, d'un patron et d'un ouvrier assuré) et, en dernière instance, à l'Office impérial d'assurances.

	RECETTES	DÉPENSES
En 1892	119.672.210 fr.	33.678.128 fr.
— 1896	143.170.942 —	46.271.766 —
AVOIR TOTAL DES CAISSES AU 31 DÉCEMBRE		
En 1891		96.002.798 fr.
— 1892		189.207.352 —
— 1893		263.234.380 —
— 1894		379.463.087 —
— 1895		485.986.121 —
— 1896		575.798.568 —

§ 2. — Assurance contre la maladie.

Les *Caisses d'assurance contre la maladie* sont réglées actuellement par les lois du 15 juin 1883 et 10 avril. Les personnes soumises à cette assurance sont à peu de choses près les mêmes qui sont soumises à l'assurance contre l'invalidité et la vieillesse.

Les différentes caisses reconnues par la législation sont : 1^o les caisses d'assurance communales; 2^o les caisses locales; 3^o les caisses de fabrique; 4^o les caisses d'entreprises de construction; 5^o les caisses de métiers; 6^o les caisses libres industrielles; 7^o les caisses libres d'Etats particuliers; 8^o les caisses minières.

Nous n'étudierons ici que les quatre premières caisses et plus particulièrement les caisses locales, les autres caisses jouant un rôle secondaire.

Toute commune, si elle n'est pas trop petite ou trop pauvre, doit se constituer en assurance, en caisse d'assurance communale, ce qui consiste à établir une comptabilité spéciale pour les recettes et les dépenses de ce service. La cotisation des assujettis est basée sur le salaire moyen, qui est fixé par l'autorité. Le montant normal des cotisations hebdomadaires ne doit pas dépasser 1 $\frac{1}{2}$ % à 2 % du salaire quotidien moyen du journalier. Les secours alloués consistent en soins médicaux, en médicaments, y compris les lunettes, les bandages et objets analogues. Si la maladie comporte l'incapacité du travail, le malade a droit — à partir du troisième jour — et pour chaque jour ouvrable, à la moitié du salaire moyen local d'un journalier ordinaire. Les caisses communales ne doivent des secours que pendant treize semaines.

Le législateur semble considérer la caisse d'assurance communale comme un pis aller, s'appliquant plus particulièrement aux communes peu peuplées. Suivant la loi, les communes plus grandes doivent chercher à se débarrasser de l'obligation directe d'assurer en cas de maladie, en formant dans leur sein des *caisses locales*. S'il se trouve dans une commune une centaine d'individus d'une même profession, l'autorité doit les réunir en société, en caisse locale, caisse de tailleurs, de charpentiers, de serruriers, etc., etc. D'une façon générale, la

cotisation des caisses locales est fixée également à 2 % du salaire moyen quotidien.

Ce sont ces caisses locales entretenues par des individus de la même profession, qui semblent former l'institution normale pour le législateur. Comme dit M. Block, « il les traite avec une sorte de tendresse » en leur conférant une série de droits :

1^o Le secours, en cas de maladie, peut être prolongé au delà des treize semaines et jusqu'au maximum d'une année.

2^o L'indemnité peut être payée à partir du premier jour de maladie (au lieu du troisième) et comprendre les dimanches et fêtes (au lieu des jours ouvrables seulement).

3^o L'indemnité, en cas de maladie, peut être portée aux trois quarts du salaire.

4^o Les malades, traités dans les hôpitaux, qui n'ont pas de membres de leur famille à leur charge, peuvent recevoir, en outre, une indemnité égale au huitième de leur salaire (argent de poche).

5^o L'indemnité à la famille, en cas de décès de l'assuré, peut dépasser vingt fois le montant du salaire. Il peut y avoir aussi une indemnité d'enterrement lors de la mort de la femme ou de l'enfant de l'assuré.

Pour nous rendre compte du fonctionnement de ces caisses, je vais prendre comme exemple celui de la caisse locale (de Berlin) des commis et des employés de commerce et de pharmacie, dont j'ai les statuts sous les yeux.

Les affiliés à cette caisse paient un droit d'entrée fixé à 1 fr. 25. Les cotisations hebdomadaires varient suivant les cinq classes de salaire et sont de :

63 pfennigs (ou 78 cent. 1/2)	pour un salaire quotidien de 4 fr. 12 et au-dessus (1 ^{re} classe).
54 pfennigs (ou 67 cent. 1/2)	pour un salaire quotidien de 3 fr. 37 à 4 fr. 12 (2 ^e classe).
42 pfennigs (ou 52 cent. 1/2)	pour un salaire quotidien de 2 fr. 25 à 3 fr. 37 (3 ^e classe).
27 pfennigs (ou 33 cent. 3/4)	pour un salaire quotidien au-dessous de 2 fr. 25 (4 ^e classe).
24 pfennigs (ou 30 cent.)	pour les membres âgés de moins de 16 ans.

Comme dans toutes les caisses locales, on doit aux membres les soins médicaux, les médicaments et une indemnité de maladie qui, suivant la classe de salaire, est de :

2 fr. 25	par jour pour la 1 ^{re} classe.
1 fr. 87	— — — 2 ^e —
1 fr. 50	— — — 3 ^e —
0 fr. 93	— — — 4 ^e —
0 fr. 81	— — — 5 ^e —

L'indemnité de décès est de :

112 fr. 50	pour la 1 ^{re} classe.
93 fr. 75	— — — 2 ^e —
75 fr.	— — — 3 ^e —
46 fr. 85	— — — 4 ^e —
40 fr. 60	— — — 5 ^e —

Cette caisse est dirigée par un comité composé de six patrons et six assurés élus pour trois ans. Les fonctions sont gratuites, mais ils touchent des jetons de présence de un mark pour chaque réunion. Le comité directeur nomme un trésorier dont les appointements ne dépassent pas 2.800 francs par an, trois employés aux appointements de 1.800 à 2.000 francs, et un garçon de recettes aux appointements de 1.500 francs.

Toutes les semaines, et au plus tard toutes les quatre semaines, le garçon de recettes passe chez les patrons qui emploient les membres de la caisse, pour toucher le montant des cotisations et timbrer les livrets gardés par le patron, qui retient, les jours de paye, sur le salaire de ses employés, le tiers de la somme versée; autrement dit, la cotisation est pour les deux tiers à la charge de l'assuré et pour un tiers à la charge du patron.

Les fonds de réserve de la caisse sont placés dans la caisse d'épargne de la ville.

Quand un assuré tombe malade, il prévient la caisse, qui lui envoie un bulletin devant être remis au médecin attaché à la caisse. L'indemnité de maladie est payée à la fin de chaque semaine.

La troisième catégorie des caisses d'assurances contre la maladie est celle de *caisses de fabrique*. Tout fabricant qui occupe au moins cinquante ouvriers peut fonder une caisse d'assurance contre la maladie, et ses ouvriers doivent en faire partie. L'autorité supérieure peut même l'y obliger sur la demande de la commune ou sur celle de la caisse d'assurance qui desservait jusqu'alors les ouvriers de cette fabrique. Les *caisses d'entreprises de construction* sont des institutions temporaires. En commençant la construction d'un chemin de fer, d'un canal, d'une digue, l'entrepreneur doit, si son personnel est nombreux, fonder une caisse qui durera autant que le travail. Tant que cette caisse n'est pas fondée, les ouvriers font partie d'une caisse locale ou communale, et l'entrepreneur y verse les cotisations de son personnel et la sienne.

Les caisses de fabriques, d'entreprises de construction sont soumises aux mêmes règles que les caisses locales.

L'importance respective de chacune de ces caisses ressort de la statistique suivante :

	NOMBRE DES ADHÉRENTS	
	en 1888	en 1892
Caisses communales	770.959	1.179.845
— locales	2.220.731	2.998.778
— de fabriques	1.434.667	1.743.838
— d'entreprises de construction.	28.627	29.743
— de métiers	55.428	76.411
— libres enregistrées	645.414	796.340
— libres d'Etat	142.895	131.494

Le nombre des assurés augmente tous les ans, comme on le voit dans la statistique suivante :

NOMBRE TOTAL DES ASSURÉS			
en 1888	en 1892	en 1896	en 1897
5.298.418	6.954.449	7.914.820	8.337.319

Les recettes et les dépenses, en francs, suivent également une marche ascendante :

DÉPENSES TOTALES			
en 1888	en 1892	en 1896	en 1897
85.517.181	117.719.318	122.250.000	133.940.000

RECETTES TOTALES		DÉPENSES TOTALES	
1888.	114.893.053	106.895.476	
1892.	155.001.293	147.149.147	
1896.	194.767.500	152.812.500	
1897.	209.762.500	167.425.000	

Connaissant l'organisation des caisses d'assurance, nous pouvons aborder maintenant l'étude proprement dite des sanatoria.

II. — CRÉATION DES SANATORIA.

C'est en 1892 que fut ouvert en Allemagne le premier sanatorium populaire pour tuberculeux. Cette initiative a été prise par une société de bienfaisance de Francfort-sur-le-Mein (*Frankfurter Verein für Rekonvaleszentenanstalten*), qui avait pour but l'entretien des maisons de convalescence pour ouvriers et pour nécessiteux. Frappée de ce fait que la plupart de ses pensionnaires étaient des tuberculeux, elle eut l'idée de construire un sanatorium populaire pour les malades appartenant à cette catégorie.

Cette tentative réussit pleinement. Pourtant, elle ne fit pas beaucoup de bruit. Le véritable mouvement en faveur des sanatoria populaires ne date, en réalité, que de 1895, à la suite de l'intervention de la Croix-Rouge allemande; voici dans quelles circonstances :

En juin 1895, lors des fêtes données à l'occasion de l'ouverture du canal de Kiel, on a eu à s'occuper de l'établissement d'un poste de secours pour les accidents qui pouvaient se produire. Comme on prévoyait une affluence considérable, on se décida pour la création d'un hôpital provisoire, d'autant plus qu'on craignait de voir à cette occasion reparaitre le choléra, qui, en 1894, avait visité cette région. M. von dem Knesebeck, président de la Croix-Rouge, eut l'idée d'utiliser les baraques de la Croix-Rouge, lesquelles baraques ne doivent, en principe, servir qu'en cas de guerre.

Un hôpital composé d'une vingtaine de baraques de la Croix-Rouge fut établi au milieu d'un bois, à 400 mètres d'Holtenu, et mis sous la direction de M. Pannwitz, médecin militaire, assisté d'un autre médecin militaire, M. Muller.

Lorsque les fêtes furent finies et que l'hôpital

provisoire dut disparaître, M. Pannwitz proposa au Comité directeur de la Croix-Rouge d'utiliser ces baraques pour établir au voisinage de Berlin, à titre d'essai, un sanatorium populaire pour tuberculeux, devant fonctionner du 1^{er} mai au 1^{er} novembre 1896 et pouvant soigner pendant ce temps 200 tuberculeux.

Les frais (démontage, transport et montage des baraques, literie, linges, frais de médecin, de personnel, entretien des malades, etc., etc.), devaient se monter en tout, pour ces six mois, à 185.000 fr. environ. En mettant le prix du séjour du malade à 3 fr. 15 (2 marks 1/2) par jour (payé par les caisses contre la maladie ou par les malades), on pouvait compter, pour couvrir les frais, sur la somme de 110.000 francs. Restait un déficit de 75.000 francs.

Ce projet fut pourtant agréé après avis du Comité directeur, dont font partie M. von Coler, chef du service de santé militaire, M. Köhler, directeur de l'Office impérial de santé, M. le professeur Gerhardt, directeur de la deuxième clinique de l'hôpital de la Charité, M. Bødicker, président de l'Office impérial d'assurances, M. Gaebel, directeur de l'Office impérial d'assurances, etc., etc. L'œuvre des sanatoria populaires de la Croix-Rouge (*Volkheilstätten-Verein vom Roten Kreuz*), ainsi fondée, fut placée sous la protection de l'Impératrice et la présidence d'honneur de la princesse Hohenlohe-Schillingfürst.

Pour avoir les fonds nécessaires, un appel fut lancée aux 2.000 sociétés affiliées à la Croix-Rouge. Cet appel fut entendu et l'argent afflua. Le projet de M. Pannwitz a pu être réalisé, et un sanatorium composé de baraques de la Croix-Rouge fut installé à Grabowsee, près d'Oranienburg, à 30 kilomètres de Berlin.

Une année plus tard, avec l'argent resté en caisse et de nouvelles cotisations, on a pu construire, à Grabowsee, à côté des baraques utilisables seulement pendant l'été, un bâtiment central. Aujourd'hui, le sanatorium populaire de Grabowsee peut loger 80 pensionnaires pendant l'hiver et 160 pendant l'été, quand on utilise les baraques.

L'impulsion ainsi donnée, ne s'arrêta plus. L'exemple donné par la section berlinoise de la Croix-Rouge fut imité par d'autres sections, notamment par les sections de Cassel et de Weimar, qui, avec le concours des autorités et des délégations provinciales, fondèrent chacune, avec des cotisations et des dons, un sanatorium sur le modèle de celui de Grabowsee. Dans une réunion plénière tenue en 1896, à Wurzburg, l'Association des Dames allemandes décida de se consacrer à l'œuvre des sanatoria, soit en fournissant les fonds nécessaires, soit en participant aux frais de traitement des malades, à l'entretien de leurs familles, etc.

Dans le courant de la même année, en 1895, le professeur von Leyden, dont nous avons déjà signalé l'initiative, parvint à fonder à Berlin une autre Société pour l'établissement des sanatoria populaires (*Berlin-Brandenburger Heilstättenverein*). Grâce à la propagande active de M. von Leyden, se constitua un Comité, dans lequel entrèrent les sommités du monde politique, scientifique, commercial et industriel. La presse prêta à cette œuvre un concours illimité; des conférences furent organisées un peu partout, si bien qu'en peu de temps on réunit les sommes nécessaires (près de 750.000 francs) pour la construction d'un sanatorium de 92 lits, à Belzig, petit pays aux environs de Berlin.

Lorsque le mouvement en faveur des sanatoria populaires se généralisa, quand, dans un véritable élan humanitaire, les communes, les districts, les villes, les associations corporatives, les sociétés de bienfaisance et de secours mutuels, les personnes privées se firent un point d'honneur d'apporter chacun son obole à cette œuvre grandiose, il a fallu, de toute nécessité, régulariser et canaliser ce mouvement. C'est alors que, dans une réunion tenue par le Comité de la Croix-Rouge et par le Comité de Berlin-Brandenburg, on décida la création d'un « Comité central pour la création des sanatoria populaires pour tuberculeux » (*Deutsches Central-Comité zur Errichtung von Heilstätten für Lungenkranke*). Afin de ne pas entraver ni ralentir l'activité d'autres sociétés poursuivant le même but, il fut décidé que seules les personnes appartenant à d'autres sociétés pouvaient faire partie du Comité central. Ce Comité, présidé par le comte Posadowski-Welner, sous-secrétaire d'État à l'Intérieur, nomma pour secrétaire le docteur Pannwitz, qui devint l'apôtre de l'œuvre des sanatoria populaires.

Les attributions assignées au Comité central furent multiples. Avant tout, il y avait la question d'argent. Sa situation financière fut assurée par les cotisations des membres, les dons des particuliers, l'émission de loteries autorisées par le Gouvernement, le droit qui lui fut accordé de placer dans tous les endroits publics des trones pour les sanatoria. Tous ces moyens furent largement exploités, et, pour caractériser la prospérité de ce Comité, il me suffira de dire qu'en deux ans il envoya aux divers sanatoria des subsides pour la somme de 275.000 francs, et qu'à la fin de l'année 1898, il avait en caisse la somme de 225.000 francs.

Mais à cela ne se limita pas l'activité du Comité central. Il entra en relations avec toutes les sociétés et associations qui, ces temps derniers, se sont formées pour favoriser l'œuvre des sanatoria. Il leur établit les devis nécessaires, les aide dans

le choix de la localité, leur indique les derniers perfectionnements apportés dans la construction et l'aménagement des sanatoria, étudie leurs projets, les met en rapport avec des ingénieurs, des architectes et des médecins compétents. Il envoie des commissaires pour étudier sur place les conditions locales; s'il y a quelques difficultés avec les autorités, il les aplanit grâce à ses relations officielles. Il organise les réunions, les conférences, les quêtes, les fêtes, etc. Enfin, depuis le 1^{er} octobre 1897, il publie, sous la direction de son infatigable secrétaire, le docteur Pannwitz, une Revue de sanatoria (*Heilstätten-Correspondenz*), consacrée aux questions multiples qui se rattachent à la création, l'installation et le fonctionnement des sanatoria.

Le Comité de la Croix-Rouge allemande, le Comité de Berlin-Brandebourg, et enfin le Comité central dont le docteur Pannwitz est la cheville ouvrière, peuvent revendiquer à juste titre la part principale dans la création d'un courant d'opinion irrésistible en faveur des sanatoria populaires. C'est grâce à leur activité, grâce à leur propagande incessante, que l'Allemagne compte à l'heure actuelle 33 associations diverses ayant pour but la création et l'entretien des sanatoria populaires pour tuberculeux. Je citerai notamment les associations de Stettin, d'Hanovre, de Schwelm, de Minden, de Wiesbaden, de Munich, l'Institut patriotique des dames de Saxe, l'Association pour la lutte contre la tuberculose du duché d'Anhalt, l'Association patriotique des dames de Cassel, l'Association des villes rhénanes, etc., etc. Elles tirent leurs ressources des cotisations, des quêtes, des fêtes de bienfaisance, des loteries, des dons, et, à cette occasion, il aurait été injuste de ne pas citer les noms du baron von Heyl, qui dernièrement fit don de 3.750.000 francs au Comité central; ceux de Gustave Selve et Carl Berg, qui donnèrent le premier 125.000 francs et le second 50.000 francs pour la création du sanatorium d'Altena; de la famille Bleichröder qui, d'abord, mit à la disposition du Comité Berlin-Brandebourg, un million et demi de francs, et s'engagea plus tard à verser tous les ans la somme de 100.000 francs. Une dame qui a gardé l'anonymat a envoyé la somme de 325.000 fr. à l'Association de la ville de Cassel. Ces chiffres, ces noms que je choisis au hasard, ont pour nous une seule signification: ils montrent d'une façon suffisamment caractéristique l'intensité du mouvement en faveur des sanatoria populaires.

Mais, comme nous l'avons dit au début de notre article, ce qui assura le succès définitif de ce mouvement, ce fut la participation logique, inévitable des deux organisations sociales dont nous avons décrit plus haut le fonctionnement: les Caisses d'assurance contre l'invalidité et la vieillesse et les

Caisses d'assurance contre la maladie. Ce sont des considérations d'ordre purement financier et économique — et l'on sait que ces considérations sont d'une sincérité et d'une éloquence hors conteste — qui ont décidé ces organisations à prendre la tête du mouvement.

Pour les Caisses d'assurance contre l'invalidité, la question a été nettement posée au Congrès de Stuttgart, en 1895, par le Dr Gebhardt, le directeur de l'Établissement hanséatique d'assurance contre l'invalidité et la vieillesse. Il a tout d'abord montré que la majeure partie de rentes d'invalidité était payée à des tuberculeux (22 % par l'Établissement de Hesse, 22,2 % par l'Établissement de Bade, 19,4 % par l'Établissement de Saxe, etc.), et que, ce qui est encore plus grave, le nombre d'ouvriers tuberculeux auxquels on servait des rentes augmentait tous les ans.

Ainsi la proportion de rentes (en %) payées à des ouvriers tuberculeux par les établissements d'assurance contre l'invalidité était:

	En 1892.	En 1895.
Pour Berlin ¹ de	9,47 %	12,45 %
— Westphalie.	10,98	18,14
— Thuringe.	13,7	20,6
— Mecklembourg	2,28	6,02

Toujours d'après M. Gebhardt, sur 60.000 rentes d'invalidité, 8.500 sont servies à des tuberculeux, et, comme leur nombre augmente, on peut prévoir le moment où toutes les ressources des caisses d'invalidité seront absorbées par des tuberculeux.

C'est pour parer à ce danger que M. Gebhardt proposa aux Caisses d'invalidité de se charger en partie de l'entretien des tuberculeux hospitalisés dans des sanatoria. Les caisses d'invalidité devaient réaliser, de cette façon, un bénéfice notable².

La question revint deux ans plus tard, en 1897,

¹ Pour la ville de Berlin, l'enquête faite par la Commission centrale des Caisses d'assurance contre la maladie a donné un chiffre plus élevé. Le pourcentage des rentes payées à des tuberculeux invalides serait de 9,47 % en 1892, de 11 % en 1893, de 18,14 % en 1894, de 18,14 en 1895, de 24,8 % en 1896. Il faut encore compter avec ce fait que certains de ces « rentiers » sont considérés comme atteints de catarrhe bronchique ou pulmonaire, si bien que pour l'année 1897, la proportion de ces tuberculeux serait de 27,5 % pour les hommes et de 17,8 % pour les femmes.

² Voici le calcul de M. Gebhardt:

Un ouvrier tuberculeux qui ne peut plus travailler reste ordinairement à la charge de la Caisse d'invalidité (avant de mourir pendant deux à trois ans. Sa rente annuelle étant en moyenne de 235 francs, il coûte à la Caisse 470 à 700 francs. Mais si, dès le début de sa tuberculose, l'ouvrier était placé dans un sanatorium d'où il sortirait au bout de trois mois pour reprendre son travail, la Caisse d'invalidité payant, par exemple, seulement la moitié des frais de traitement (qui est de 5 francs par jour), aurait à dépenser 225 francs (90 jours à 2 fr. 50 par jour). Dans ces conditions, 1.000 ouvriers tuberculeux lui coûteraient 225.000 francs, tandis qu'aujourd'hui ils lui reviennent à 475.000 francs en rente payable pendant deux ans.

au congrès de Francfort. Dans l'intervalle, le paragraphe 12 de la loi sur les assurances contre l'invalidité ayant été modifié par la circulaire du 22 mai 1896¹, on avait construit des sanatoria, on savait comment ils fonctionnaient et, d'une façon plus précise, les résultats qu'ils donnaient. Aussi M. Liebrecht, directeur de l'établissement d'assurance de Hanovre, a-t-il pu soutenir au congrès, chiffres en mains, que les compagnies d'assurances contre l'invalidité avaient tout intérêt à prendre à leur charge la construction des sanatoria et les frais de traitement des malades, si l'État voulait avancer les capitaux nécessaires en les prenant, par exemple, dans les Caisses d'épargne. Pour diminuer les frais, il proposa même d'établir dans les sanatoria populaires des sections pour tuberculeux aisés; la journée du malade y reviendrait à 7 fr. 50 par jour; mais en majorant ce prix de 3 fr. 75, c'est-à-dire en mettant le prix de la journée à 12 francs (8 marks), on aurait les sommes nécessaires pour les tuberculeux nécessiteux qui, de cette façon, ne coûteraient rien aux caisses d'assurance.

D'après une autre proposition, faite par M. Heydweiller, ce seraient les communes qui se chargeraient de la construction et de l'entretien des sanatoria, et cela dans l'intérêt social du pays. Prenant pour base d'évaluation un sanatorium de 100 lits, pouvant, par conséquent, hospitaliser 400 tuberculeux dans le courant de l'année, il a montré que la *richesse sociale* de la région sera augmentée tous les ans de 135.000 francs, en admettant que la moitié des malades pourraient, en sortant du sanatorium, reprendre leur travail, même pendant trois ans seulement².

Les raisons d'ordre économique et financier (nombre considérable de tuberculeux, longue durée de la maladie) qui ont décidé les Caisses d'assurance

contre l'invalidité d'intervenir dans cette question des sanatoria populaires, se retrouvent également dans la position prise par les Caisses d'assurance contre la maladie. L'enquête faite par la Commission centrale des Caisses d'assurance contre la maladie de la ville de Berlin et de ses environs, a notamment montré que 52,6 % des sommes allouées aux malades vont aux tuberculeux, comme on peut le voir d'après les statistiques que je reproduis en note¹. Dans ces conditions, surtout en face d'une maladie qui dure longtemps, les tuberculeux coûtent fort cher, absorbent la plus grande partie des revenus des caisses et mettent celles-ci dans l'impossibilité d'améliorer leur situation et celle de leurs clients, de constituer un fonds de réserve, de prolonger la durée des secours ou d'augmenter le montant de ceux-ci, comme on l'aurait désiré. Il y a des tuberculeux qui coûtent aux caisses 1.065 francs, 1.260 francs, 1.830 francs, 2.150 francs et même, dans certains cas, 2.500 francs. La caisse des bijoutiers, qui ne compte que 1.761 membres, a dépensé en quelques années, pour ses tuberculeux, la somme de 33.750 francs!

Pour parer à cette situation, la Commission centrale des Caisses contre la maladie a émis le vœu que les Caisses d'assurance contre l'invalidité, beaucoup plus riches et disposant de capitaux considérables fussent chargées de la construction des sanatoria et de l'entretien des malades. Les caisses d'assurances contre la maladie prendraient alors à leur charge les secours aux familles des ouvriers tuberculeux hospitalisés. En effet, pour la cure de la tuberculose, le repos psychique n'est pas moins nécessaire que le repos physique et une bonne hygiène, et il est certain qu'un grand nombre de tuberculeux qui savent leur famille dans la misère quittent le sanatorium avant d'être complètement guéris. Ainsi, dans la statistique du sanatorium de Grabowsee, sur 393 malades qui ont quitté cet établissement, 281 sont sortis seulement améliorés, afin de venir en aide à leurs familles restées sans ressources.

Ce vœu fut pris en considération, et dernièrement le Gouvernement allemand nomma une Commission pour modifier, dans un sens favorable, les statuts des caisses d'assurance, tant contre l'invalidité et la vieillesse que contre la maladie. Mais, à l'heure actuelle, les attributions respectives de ces deux

¹ La loi votée le 15 juin 1899 accorde définitivement aux établissements d'assurance contre l'invalidité le droit de construire des sanatoria et d'y soigner les tuberculeux.

² M. Heydweiller établit son calcul de la façon suivante :

Un sanatorium de 100 lits peut hospitaliser, dans une année, 400 tuberculeux. En admettant que la moitié de ces malades puissent reprendre leur travail et en mettant le salaire annuel moyen à 1.125 francs (900 marks), on trouve que la *richesse sociale*, le capital social du pays ayant un tel sanatorium serait augmenté de $1.125 \times 200 = 225.000$ fr. En en déduisant les frais de traitement de 400 tuberculeux, on trouve un bénéfice de 135.000 francs par an.

Un calcul analogue a été établi par l'Office impérial d'Hygiène : en admettant que sur les 90.000 malades de 15 à 60 ans qui meurent tous les ans de tuberculose, 12.000 soient désignés pour suivre le traitement dans des sanatoriums, et que sur ceux-ci 9.000 puissent, par suite de ce traitement, reprendre encore pendant trois ans le travail interrompu, il s'ensuit qu'en portant à 625 francs en moyenne le chiffre du salaire annuel, le bénéfice social sera de $3 \times 625 \times 9.000$ ou de 16.875.000 francs; si de ce chiffre on déduit les frais de traitement et les intérêts des capitaux engagés, ce bénéfice restera de 8.375.000 francs.

35 % de tuberculeux dans la Caisse des maçons.		
41	—	charpentiers.
45	—	limonadiers.
47	—	relieurs.
50	—	bijoutiers.
54	—	tourneurs.
60	—	passementiers.
64	—	relieurs.
65	—	tapisiers.
85	—	doreurs.

caisses restent ce qu'elles étaient en 1897. Toutefois, les statistiques permettent de constater que les caisses d'assurance contre l'invalidité participent de plus en plus à la création des sanatoria et à l'entretien des malades.

La statistique du sanatorium de Grabowsee nous donne les résultats suivants (tableau I) :

Tableau I. — Participation des caisses d'assurance à l'entretien des tuberculeux dans les sanatoria.

ANNÉES	NOMBRE TOTAL de malades	NOMBRE de malades soignés aux frais des caisses contre l'invalidité	NOMBRE de malades soignés aux frais des caisses contre la maladie
1896-97.	210	158	52
1897-98.	290	221	69
1898-99.	277	240	37
Total	777	619	158

Une autre statistique, établie par l'Office impérial d'Hygiène, nous fournit, à ce sujet, les renseignements suivants :

Sur 2.610 tuberculeux soignés de 1896 à la fin de 1898 dans 13 sanatoria, les frais de traitement ont été assurés pour 819 par les familles des malades, pour 1.068 par les caisses d'assurance contre l'invalidité, pour 128 par les caisses d'assurance contre la maladie, et pour 55 par diverses sociétés philanthropiques ou de secours mutuels.

Disons enfin, en restant dans le même ordre d'idées, que l'Établissement hanséatique des assurances contre l'invalidité a dépensé, en 1898, pour le traitement de ses tuberculeux, 298.325 francs, et, sur cette somme, l'apport des caisses contre la maladie et de quelques sociétés de bienfaisance n'a été que de 56.558 francs.

Voici, du reste, un tableau qui provient du même établissement d'assurance et montre la part, de

plus en plus grande, qu'il prend tous les ans dans l'entretien des tuberculeux. Cet établissement a notamment dépensé, pour ses assurés tuberculeux hospitalisés dans des sanatoria :

En 1893.	805 fr.
1894.	28.000 »
1895.	115.021 »
1896.	174.843 »
1897.	232.057 »
1898.	298.325 »

À l'heure actuelle, les caisses d'assurance contre l'invalidité possèdent 8 sanatoria disposant d'un total de près de 600 lits et pouvant, par conséquent, soigner plus de 2.000 tuberculeux par an. Une dizaine d'autres sont à l'état de projet ou près d'être terminés, tel le sanatorium de Beelitz, que fait construire la Caisse d'assurance contre l'invalidité de la ville de Berlin : il contiendra 550 lits et est conçu de manière à pouvoir être agrandi pour loger 2.000 tuberculeux.

Nous ne voudrions pas terminer cet article sans donner un aperçu de ce que coûtent la construction, l'installation et l'établissement d'un sanatorium. Généralement, on estime à une somme variant de 3.700 à 7.000 francs par lit, suivant les conditions locales, le coût d'installation d'un sanatorium ; le prix d'entretien par jour et par malade est de 3 francs à 3 fr. 75⁴.

Dans un second article, nous examinerons les conditions générales d'organisation des sanatoria populaires en Allemagne et les résultats qu'ils ont donnés.

D^r R. Romme,

Préparateur à la Faculté de Médecine de Paris.

⁴ Voici à ce sujet quelques chiffres précis :

L'installation complète (terrain, bâtiments, aménagement, laboratoires, meubles, galeries de repos, etc., etc.) du sanatorium de Königsberg contenant 57 lits a coûté 252.500 francs ; celle du sanatorium de Schwarzenbach avec 60 lits, 346.250 francs ; celle du sanatorium de Saint-Audreasberg avec 120 lits, 923.500 francs, etc.

MARSEILLE ET LES PRODUITS COLONIAUX

Au moment où la Chambre de Commerce de Marseille vient d'instituer un *Cours de produits coloniaux*¹, il semble intéressant d'énumérer, avec mention de ce que l'étude scientifique peut en faire, les produits de nos colonies qui trouvent aujourd'hui un important débouché sur le marché de notre grand port méditerranéen.

I. — CORPS GRAS.

Marseille est le plus grand marché de l'Europe pour les graines oléagineuses d'arachide et de sésame. Le sésame vient surtout, parmi les colonies françaises, de l'Inde et de la Guinée; l'arachide vient de l'Inde et du Sénégal. L'arachide fut, d'ailleurs, introduite au Sénégal, où la culture en est aujourd'hui si importante, par un Marseillais, M. Jaubert.

Quant aux autres huiles courantes, telle que l'huile de palme (*Elwis guineensis*), l'huile de coton, le beurre de coprah, c'est également Marseille qui en est, en même temps qu'un des principaux ports de débarquement, un des premiers centres d'utilisation.

C'est, en effet, à Marseille qu'on est parvenu, depuis quelques années, à préparer un beurre de coprah qui peut entrer dans la consommation. La proportion d'acides gras qu'il contient s'élevant en effet rapidement, son rancissement n'avait pas jusqu'alors permis de l'utiliser pour les usages culinaires, comme on le fait dans les pays d'origine, et il ne pouvait être employé que pour la fabrication des savons.

Pourtant, depuis longtemps déjà (1870), des essais étaient tentés, en France et à l'Étranger, pour débarrasser ce beurre des acides; mais ce n'est qu'en ces dernières années que ces essais ont abouti et qu'on est parvenu à préparer en grand, à Marseille, le produit connu sous le nom de *végétaline* ou *taline*. La taline peut aujourd'hui, dans la consommation, remplacer le beurre de vache, et, en outre, présente l'avantage de ne pas rancir; elle est fusible à 31° et est de saveur agréable.

À côté des graines grasses usuelles, d'autres, qui ont été l'objet de recherches au Musée colonial de Marseille, surtout de la part de son savant directeur M. le Dr E. Heckel, mériteraient d'être mieux connues dans l'industrie. C'est d'abord la graine plate

et luisante d'un arbre très commun au Congo, l'*Owala* des indigènes, le *Pentaclethra macrophylla* des botanistes. Cet Owala, qui remonte, sur la côte occidentale d'Afrique, jusqu'au Rio Nunez, est une belle légumineuse de dix à vingt mètres de hauteur, qui, en certaines régions, est si abondante que ses graines, dit-on, couvrent le sol au point de gêner la marche, le pied glissant sur leur surface lisse et comme vernissée. Or, ces graines donnent une huile qui, pour la stéarinerie, posséderait cet avantage qu'elle est riche en acides gras dont le point de fusibilité est très élevé (58°); on peut, par suite, avec ces acides gras, fabriquer des bougies fondant plus difficilement que d'ordinaire, et, pour cette raison, coulant peu. Ce sont des graines qu'il y aurait donc intérêt à exporter et qui, cependant, sont encore à peu près délaissées; on n'en expédie actuellement guère plus de 8 à 10.000 kilos par an, du Congo français.

On ne peut malheureusement même pas en dire autant d'autres graines oléagineuses qui nous viennent aussi du Gabon; celles-là sont à peu près complètement inutilisées.

L'une d'elles, celle du *Coula edulis*, fournit cependant une très belle huile, qui présente cet intérêt très grand — et c'est peut-être le seul exemple jusqu'à lors connu parmi les huiles végétales — d'être une huile simple, composée uniquement d'oléine, alors que, comme on sait, toutes les autres huiles sont des mélanges de corps gras en divers proportions: palmitine, oléine, stéarine, etc.

Tout aussi intéressantes sont les graines de l'*Irvingia gabonensis*, qui est l'*O' diha* ou *Oba* des Gabonais et qui, pour ces peuples, joue le rôle d'arbre à beurre. Avec ses graines torréfiées, en effet, les Pahouins préparent une pâte qui leur sert pour leurs besoins alimentaires; et, comme les graines grillées ont un peu l'odeur du cacao, on peut, en les mélangeant à du sucre et à des aromates, préparer une sorte de chocolat. Mais, pour nous, ces graines offrent surtout cet intérêt que le beurre qu'elles contiennent peut, d'après les recherches de M. Heckel, être avantageusement employé en stéarinerie et en savonnerie, comme le pourrait être aussi le beurre de *cay-cay* de la Cochinchine, qui provient d'une autre espèce du même genre, les *Irvingia* étant à la fois asiatiques et africains.

Je pourrais presque à l'infini multiplier les exemples; je me contenterai de citer encore le *Maloukang* et le *Karité*.

Le *Maloukang*, dont M. Heckel a été le premier à

¹ Ce cours, rattaché au Musée Colonial de Marseille, a été confié à M. H. Jumelle. L'article qu'on va lire est extrait de la leçon d'inauguration.

faire l'étude, est le *Polygala butyracea* de la côte occidentale d'Afrique. Et, pour donner une idée de la valeur de ses graines, qui sont vendues sur le marché de Sierra Leone, il suffit de reproduire la réponse que fit à M. Tremb, directeur du Jardin botanique de Buitenzorg, M. le Dr Mouton, directeur de la Fabrique de margarine de La Haye : « Cette graisse pourrait être parfaitement employée dans la fabrication du beurre de margarine, si on nous la faisait parvenir à l'état frais. » C'est la graisse elle-même qui avait été, en effet, envoyée de Java à La Haye ; si l'on expédiait les graines, qui seraient alors pressées sur place, il est certain qu'on pourrait obtenir un produit rémunérateur. Aussi M. Heckel a-t-il envoyé dans quelques-unes de nos colonies, au Sénégal et dans l'Inde notamment, des échantillons de ces graines, qui y ont été semés, et sur la destinée desquels nous serons fixés dans quelque temps.

Quant au *Karité*, bien connu, c'est, par excellence, l'arbre à beurre du Soudan, et il est aux Soudanais ce qu'est l'*O' dika* aux Gabonais. Ce Karité est un grand arbre qui abonde dans toute la région du Haut-Niger et qui descend jusqu'au Haut-Congo, vers l'Oubanghi et la Sangha, sans toutefois — et c'est son caractère géographique dominant — arriver jusqu'à la côte. Le Karité est toujours éloigné de la zone littorale.

Ce Karité est peut-être intéressant à un double titre. Il l'est d'abord par ses graines, d'où l'on retire un corps gras qui est très employé par les Soudanais, soit comme graisse pour l'alimentation, soit comme graisse à brûler, soit encore comme pommade, et qui, d'autre part, à Marseille, est assez fréquemment utilisé maintenant sous le nom de *beurre de Galam*, pour la fabrication des savons et des bougies.

II. — LATEX.

Le Karité offre un autre intérêt, dû au lait qui s'écoule de son tronc quand on l'incise. Ce lait concrété a, en effet, l'aspect de cette substance aujourd'hui de plus en plus rare, la gutta-percha. Et, d'après les analyses de MM. Heckel et Schlagdenhauffen, il n'y aurait pas seulement ressemblance d'aspect mais grande ressemblance aussi de composition, puisque ce produit du tronc du Karité renfermerait, et à peu près dans les mêmes proportions, les mêmes résines que la gutta ordinaire.

S'il était prouvé, comme il est souhaitable tout au moins qu'on le recherche, que la gutta de Karité pût être industriellement employée dans les mêmes conditions que les vraies guttas de *Palaquium* de la Malaisie, qui sont, au surplus, de la même famille, il y aurait là pour nous un fait d'une importance capitale. Autant, en effet, dans nos colonies et

dans tous les pays chauds, les arbres à caoutchouc sont nombreux, autant les arbres à gutta sont rares. Le caoutchouc, nous le tirons d'une foule de végétaux. En Amérique, il est fourni par les *Hevea* du Brésil et du Pérou, par le *Manihot Glaziovii* (ce caoutchouc de Cêara qu'on a tenté d'introduire dans nos colonies africaines et qui n'a pas donné les résultats qu'on en espérait), par les *Castilloa* du Mexique et de l'Isthme de Panama, les *Mangabeira* du Brésil; en Asie et en Océanie, nous l'obtenons de certains *Ficus*, des *Urceola* et des *Willughbeia*; en Afrique, des *Landolphia*. De la gutta, au contraire, nous ne connaissons jusqu'alors qu'une seule source : les *Palaquium* de la Malaisie et de la presqu'île de Malacca; c'est-à-dire un seul genre d'arbres, limité exclusivement à une seule région du monde. Et, pour surcroît de malchance, il se trouve que ces arbres ne peuvent guère être exploités avant l'âge de trente ans, et que chacun, même à cet âge, fournit une si faible quantité de produit qu'il est nécessaire de les abattre. On a bien, il est vrai, proposé quelques procédés nouveaux qui permettraient de ne pas recourir à cette extrémité; on a cherché, par exemple, à extraire la gutta des feuilles par des dissolvants tels que le toluène ou l'essence minérale. Mais aucun de ces procédés ne semble jusqu'alors avoir été définitivement adopté, et les arbres tombent toujours. De telle sorte qu'on peut entrevoir le moment où la vraie gutta deviendra sur les marchés une substance des plus rares, et à l'instant, précisément, où ses usages se multiplient.

Trouver une plante qui pourrait donner une matière analogue à celle de ces *Palaquium*, ce serait, du même coup, rendre un signalé service à l'industrie et assurer la richesse d'une colonie. En ce qui concerne le Karité, en particulier, si l'hypothèse que j'énonçais plus haut et qui a sa base dans des analyses précises, était confirmée dans la pratique, ce serait, pour notre Soudan, un avenir d'autant plus assuré que, dans toute cette région, le Karité abonde.

Je suppose, d'ailleurs, que le jour où la gutta de Karité serait reconnue utilisable, nous ne montrions pas, pour l'exploiter, cette indolence dont nous faisons trop souvent preuve pour l'exploitation de certaines ressources de nos colonies. Cette crainte, je suis amené à l'exprimer en pensant à une substance qui est voisine de ces guttas, bien qu'elle n'en ait pas tout à fait les mêmes usages : le *balata*. Le *balata*, produit d'un très grand arbre de l'Amérique tropicale, le *Mimusops Balata*, ne se ramollit pas aussi facilement par la chaleur que la gutta, et c'est pourquoi, bien qu'il soit isolant comme la gutta, il ne peut guère être employé

dans le même but. Mais, par contre, comme il est d'une grande souplesse et en même temps très fort et peu élastique, c'est une matière première précieuse et de plus en plus utilisée pour la fabrication, par exemple, d'instruments de chirurgie et surtout de courroies de transmission.

Le *Mimusops Balata*, qui donne cette variété de gutta, est un arbre de l'Amérique tropicale; on le trouve surtout en abondance au Vénézuëla et dans les Guyanes. Dès lors, il semble que notre Guyane française devrait être un des principaux pays d'exportation. En fait, on exporte le *balata* du Vénézuëla, des Guyanes hollandaise et anglaise; mais sur notre territoire qui, en certains points, est couvert de *Mimusops*, ces arbres sont délaissés et leur exploitation semble être la dernière de nos préoccupations.

Le Musée colonial de Marseille n'a pourtant pas manqué d'appeler, par son directeur, l'attention des pouvoirs publics sur cette importante question. En 1890, en effet, M. le D^r Heckel sollicitait du Sous-Secrétaire d'Etat, qui était alors M. Etienne, l'envoi, dans nos colonies, d'une double mission. L'une, confiée à M. le D^r Rançon, avait pour but la recherche et l'étude de ces arbres dont je viens de parler, les Karités. L'autre, dévolue au pharmacien des Colonies Geoffroy, à qui, hélas, elle devait coûter la vie, car cet explorateur mourut peu de temps après son retour en France, avait pour objectif l'étude sur place, en Guyane française, des Balatas, de leur répartition dans les divers territoires de la colonie, de leur rendement, des qualités de leur produit et des modes possibles d'exploitation.

Les notes de M. Geoffroy, réunies par les soins de M. Heckel, après la mort de l'explorateur, ont été publiées dans les *Annales de l'Institut colonial de Marseille* et seront une mine précieuse de renseignements pour ceux qui se décideront enfin, un jour, à récolter le *balata* dans la Guyane française, comme nos voisins ne dédaignent pas de le récolter dans les Guyanes hollandaise et anglaise. Il est à souhaiter que la mission Geoffroy ait ainsi, tôt ou tard, les résultats pratiques qui lui sont biens dus, puisque l'explorateur les a payés de sa vie.

Le D^r Rançon, qui avait été chargé en même temps d'une mission dans la Haute-Gambie et dans le Soudan, fut plus heureux: il rapporta de son voyage de nombreuses notes, qui remplissent le second volume des *Annales de l'Institut colonial*.

III. — RÉSINES, GOMMES ET TANNINS.

Ces deux missions, d'ailleurs, n'ont pas été les seules qui furent envoyées dans les colonies françaises sur l'instigation du D^r Heckel et qui ont contribué à enrichir le Musée de Marseille. Deux ans auparavant, M. Heckel avait fait charger deux

agents de colonisation, MM. Jeanneney et Bompard, de jeter un peu de lumière, par des recherches sur place, en Nouvelle-Calédonie, sur la valeur réelle de produits qui abondent dans l'île océanique: les résines et les gommés-résines.

C'est, en grande partie, avec les échantillons nombreux envoyés par M. Jeanneney que M. Heckel a pu publier ses différents mémoires, qui nous font connaître, mieux qu'ils ne l'avaient été jusqu'alors, ces produits néo-calédoniens.

Telle est, en premier lieu, la résine de *Kaori*, qui est la résine fossile d'une conifère, le *Dammara Moorei*, avec laquelle on peut fabriquer de très beaux vernis, et qui peut être employée, comme l'ambre, pour faire différents objets, tels que des porte-cigares.

Telles sont encore les gommés-résines d'arbres voisins des *Dammara*, les *Araucaria Cooki* et *brasiliensis*. La substance que laissent exsuder, même sans incision, le tronc et les branches de ces *Araucarias* présente cet intérêt qu'elle est à double emploi. C'est à la fois une gomme et une résine. Or, rien n'est plus facile que de séparer ces deux substances, puisque l'une est soluble dans l'eau et l'autre insoluble; et M. Heckel s'est assuré que l'opération, même en grand, est des plus simples par des essais qu'il a fait tenter sur une à deux tonnes du produit. Une fois séparées, les deux substances peuvent être utilisées industriellement.

La gomme, d'après les recherches de M. Heckel, est tout à fait identique à la gomme arabe que l'on retire, par incision, des *Acacias* africains. Elle présente seulement cet inconvénient qu'elle conserve l'odeur et la saveur de la résine à laquelle elle était associée; elle ne pourra donc jamais, pour cette raison, être employée pour la confiserie ou la pâtisserie. Mais elle pourra servir dans l'apprêt pour la teinture des soies, dans le collage des papiers, des cotons et des bois, dans le gommage des bois, de la chapellerie, etc. Ses débouchés sont donc encore nombreux.

D'autre part, la résine associée à cette gomme se rapproche des copals et des dammars; elle peut donc entrer dans la préparation des vernis gras ou à l'alcool. Et, comme il est établi que ces vernis résistent aux ardeurs du soleil et ne se craquèlent pas, ils sont tout indiqués pour le vernissage des voitures de luxe ou des devantures de magasins. Les *Araucarias* étant nombreux en Nouvelle-Calédonie, il y a là une exploitation possible qui serait peut-être rémunératrice.

Et pourrait l'être également, toujours en Nouvelle-Calédonie et d'après les mêmes recherches, celle d'un autre arbre qui forme des forêts dans la colonie, le *Spermolepis gummifera* ou Chêne-gomme. M. Heckel a établi que l'écorce de ce Chêne-gomme

renferme, y compris l'acide gallique, 80 % de tannin. C'est là une proportion bien supérieure à celle que donnent les autres arbres employés en tannerie. Les palétuviers ne rendent que 22 %, les gousses de Cassia 27 %, et les racines de cette plante, dont on a beaucoup parlé en ces dernières années, et qui est employée en Amérique, la Canaigre (*Rumex hymenosepalum*), 32 %. C'est dire que, tant que la tannerie aura recours aux écorces, le Chêne-gomme de Nouvelle-Calédonie sera l'un des arbres sur lesquels il y aura le plus lieu d'attirer l'attention.

IV. — PRODUITS MÉDICINAUX.

Mais, puisqu'il faut nous borner, quittons le domaine industriel et passons au domaine médical. Là encore nous pourrions citer une longue liste de plantes qui ont été, comme les précédentes, étudiées à l'Institut colonial de Marseille. Je n'en retiendrai que deux : le *Kola* et le *Kinkelibah*.

Le Kola! Ses propriétés sont aujourd'hui trop connues de tous pour qu'il soit nécessaire même de les rappeler. Il est certes peu de substances pharmaceutiques, — bien que le kola soit plutôt, à proprement parler, un aliment qu'un médicament, mais il entre surtout chez nous dans les préparations médicinales, — qui soient passées plus rapidement dans l'usage courant que ces graines, dont les qualités étaient depuis longtemps connues des indigènes de la côte occidentale d'Afrique, mais dont l'emploi ne date en France que de l'époque où furent publiés les travaux de M. Heckel. Malheureusement, l'arbre qui produit ces graines, le kolatier (*Sterculia acuminata*), a une aire géographique assez limitée. On ne le trouve sauvage que sur la côte occidentale d'Afrique, entre le Rio Nunez au nord, vers le 10° degré de latitude nord, et le Congo français au sud, vers le 5° degré de latitude sud. Il était donc de toute utilité de chercher à acclimater ce kolatier dans d'autres colonies, et c'est ce qui a été fait.

Par les soins du Musée colonial et du Jardin botanique, des graines ont été envoyées aux Antilles françaises, en Guyane, en Cochinchine, à La Réunion et à Madagascar. Il est encore un peu tôt pour savoir ce qu'il adviendra de ces semis. Cependant, nous savons déjà, par une note publiée dans le *Bulletin économique de l'Indo-Chine*, qu'un pied provenant des graines envoyées à fleuri au Jardin botanique de Saïgon, et un fruit a pu être recueilli. Il est donc permis de bien augurer de l'acclimatation future de ces kolatiers si précieux, dans quelques-unes au moins de nos possessions. En outre, des récoltes suivies sont aujourd'hui assurées tant à la Guadeloupe qu'à la Martinique, où il existe des pieds ayant quinze ans d'âge et qui sont en plein rapport.

Je citerai encore le *Kinkelibah*, qui est le *Combretum Raimbaulti* d'Heckel, de la côte occidentale d'Afrique. Grand déjà est le nombre de nos fonctionnaires coloniaux qui, soit à leur départ pour les colonies, soit à leur retour, sont venus au Musée colonial en faire une provision et s'en sont bien trouvés, dans les cas si fréquents de fièvre bilieuse hématurique. M. le Dr Raçon, dont j'ai déjà cité le nom tout à l'heure, et qui, comme correspondant du Musée colonial, connaissait mieux que personne les propriétés de la plante, l'a employée avec grand succès pendant la dernière campagne de Madagascar et avec encore plus de succès actuellement dans l'Inde où il est médecin en chef de l'Hôpital colonial.

V. — TEXTILES ET BOIS.

Aux produits précédents viennent s'ajouter les textiles dont il importe de développer de plus en plus la culture dans nos colonies.

Le cotonnier n'est pas, en particulier, cultivé autant qu'il devrait l'être. Nos colonies n'exportent guère annuellement plus de 2.000 tonnes de coton, qui, d'ailleurs, vont presque entièrement à l'étranger. Mais 2.000 tonnes de coton, cela représente à peu près le millième de la production connue du monde entier. Dans une conférence qu'il faisait tout récemment à la Société de Géographie de Marseille, le Père Piolet, qui connaît bien Madagascar, où il a résidé longtemps, mettait le cotonnier au premier rang des cultures qui doivent être entreprises sur une vaste échelle dans notre grande île africaine. Le cotonnier, à Madagascar, pousse admirablement.

Une autre de nos colonies à laquelle il faut tout de suite penser quand il s'agit de la culture des textiles, c'est l'Indo-Chine, où existent en grande quantité, dans certaines régions, le *Musa textilis*, qui donne le chanvre de Manille, et les *Crotalaria*. On sait que c'est une espèce de *Crotalaria*, le *Crotalaria juncea*, qui donne le chanvre de Madras.

Mais le textile qu'il faudrait, plus que tous les autres, recommander dans notre possession d'Extrême-Orient, c'est le *Corchorus olitorius* ou le *Corchorus capsularis*, qui donnent le Jute. Et il y a à cette recommandation la raison particulière que voici : C'est que le jute, dont le grand centre de production est l'Inde anglaise, et qu'on mélange quelquefois au chanvre quand il est bien préparé, sert surtout, en fait, à la confection des toiles grossières, des toiles, par exemple, avec lesquelles on empaquète le riz, le coton ou le café. Or, dans l'Indo-Chine, où l'exportation principale est celle du riz, on importe annuellement plus de 2 millions de francs de sacs de jute. Le jute préparé en Indo-Chine trouverait sur place, et sans frais, un

écoulement facile. Du reste, des essais de culture de la plante ont déjà été faits en Indo-Chine, surtout par M. Haflner, le directeur du Jardin botanique de Saïgon, et ont complètement réussi; de même que réussissent les cultures de cette autre plante à laquelle on doit également songer en Indo-Chine, la Ramie.

Après ces textiles, n'oublions pas, comme autres ressources végétales de nos colonies, les bois. Bois qui abondent en Guyane, où l'on ne songe pas assez qu'il y a des essences remarquables pour l'ébénisterie, en Indo-Chine où il y a bien d'autres arbres que le teck qui peuvent être utilisés, et à Madagascar enfin, où il faut dire pourtant qu'une étude très sérieuse de ces arbres, au point de vue industriel, est encore à faire. On sait bien au juste quelle est l'origine botanique du palissandre de Madagascar — c'est le *Dalbergia Baroni* —, on sait moins bien à quelles espèces rapporter, entre autres, l'ébène — car il y a beaucoup d'espèces de *Dyospiros*. — et le bois de rose. Et ce ne sont là que quelques-unes des essences que peuvent nous fournir les forêts de Madagascar.

Pour prouver l'importance que peut prendre une telle exploitation, il suffit de rappeler que, sur la côte occidentale, l'acajou du Sénégal (*Khaya senegalensis*) est devenu le principal objet de commerce de la Côte d'Ivoire. En 1896, cette colonie en a exporté plus de 8 millions de kilos et son exportation, dans le 1^{er} semestre de 1897, a été supérieure de 4 millions de kilos à celle de la période correspondante de l'année précédente.

VI. — AUTRES PRODUITS.

Pour terminer l'énumération des produits de nos colonies qui arrivent dans notre grand port méditerranéen, nous devrions passer en revue la longue série des plantes féculentes, le manioc, l'arrow-root, le taro, le toloman, le riz, l'iguame, la patate, les plantes saccharifères, c'est-à-dire la canne à sucre, le sorgho à sucre et différents palmiers; les légumes, les fruits, les épices et les aromates.

Nous devrions nous arrêter longuement sur le café, le cacao, le thé, le kola, que j'ai déjà cité, la coca, le maté et le cat. Nous devrions nous occuper encore des matières colorantes, qui, il est vrai, ont une importance de moins en moins grande, mais dont quelques-unes, néanmoins, ne sont pas à négliger. Il y aurait de même une place à faire aux essences employées en parfumerie, telles que *Ylang-ylang*, dû à une Anonacée très cultivée aujourd'hui à la Réunion. Il y aurait un mot à dire également du tabac, de l'aréquier et du bétel. Tous ces produits sont des produits végétaux, et il nous reste encore tous les produits d'origine animale ou minérale. Comme produits animaux citons :

L'ivoire, les peaux et la cire qui sont envoyés à Marseille, le premier par la côte occidentale d'Afrique, les autres par cette même côte occidentale et par Madagascar;

Les poissons séchés de Saint-Pierre et Miquelon;

Les écailles de tortue de la Guadeloupe;

Les écailles et la nacre de Tahiti et de Nouvelle-Calédonie.

Comme produits minéraux, c'est, en Afrique, le sel du Soudan, l'or du Bambouck, du Sénégal, de la Côte d'Ivoire et de Madagascar. En Amérique, c'est l'or de la Guyane, dont la recherche est la principale et peut-être la trop exclusive préoccupation du pays. En Nouvelle-Calédonie, c'est le nickel, ainsi que les minerais d'or, de chrome, de cobalt et de cuivre. En Asie, ce sont les mines de houille du Tonkin.

VII. — CONCLUSIONS.

On voit quelles sont les richesses accumulées dans cet empire colonial que M. Bonvalot a, d'un mot si heureux, appelé *la France extérieure*.

Il ne me reste plus qu'un souhait à exprimer : c'est que, d'ici à quelques années, de nombreuses recherches viennent augmenter le nombre de ces produits coloniaux qui nous sont utiles et parfaire la connaissance particulière que nous avons des propriétés de chacun d'eux.

Cet espoir nous est, je crois, permis. L'histoire naturelle coloniale, cela n'est pas douteux, est arrivée à cette période que toutes les sciences ont traversée et à partir de laquelle, après une première phase plus ou moins longue de piétinement sur place, chaque jour marque une étape nouvelle dans la voie des découvertes. L'histoire naturelle coloniale, jusqu'alors quelque peu délaissée par les savants, n'était pas, hier encore, la « science à la mode »; elle le sera certainement demain. Et, notre Exposition de 1900 aidant, beaucoup de points obscurs seront dans quelques années élucidés, beaucoup de plantes seront mieux connues, peut-être avec des emplois que nous ne soupçonnons pas, ou dont nous n'avons pas encore entrevu l'importance.

En désirant que ces progrès soient le plus rapides possible, souhaitons que les savants français y contribuent dans la plus large mesure. Il ne s'agit pas seulement de satisfaire notre amour-propre scientifique; ce qui est en jeu peut-être aussi, étant donnée l'activité déployée actuellement à l'Étranger sur ce terrain, c'est notre avenir industriel et commercial.

Henri Jumelle,

Professeur-adjoint
à la Faculté des Sciences
et Chargé de Cours à l'Institut Colonial de Marseille.

L'ÉTAT ACTUEL ET LES BESOINS

DE L'INDUSTRIE DE LA FAIENCERIE EN FRANCE

Depuis le commencement du siècle, l'emploi des produits céramiques pour les usages domestiques s'est généralisé, et maintenant le métal se trouve pour ainsi dire absolument proscrit de la confection des services de table et de nombreux ustensiles de ménage. C'est en partie au développement et à l'amélioration de la fabrication de la faïence qu'est due cette transformation. Si la porcelaine s'est emparée de la production d'objets plus relevés comme décoration, la faïence s'est contentée surtout de nous fournir ce qui peut nous être d'un service journalier, et son bas prix lui a assuré une place importante sur le marché. Sous ses différentes variétés, elle est l'objet d'un commerce très actif dans lequel l'Allemagne, l'Angleterre et la France représentent les plus grands producteurs. Nous aurons lieu d'examiner plus loin leur situation respective.

Sous le nom de *faïence*, nous désignerons toutes les poteries à pâte perméable recouverte d'un silicate fondu. Dans la pâte de faïence, les éléments sont choisis de telle manière qu'avec les proportions dans lesquelles ils entrent dans la constitution de la pâte, l'action de la chaleur ne puisse pas déterminer de ramollissement pendant la cuisson. La masse garde alors l'aspect d'une terre cuite; elle est poreuse; aussi est-il nécessaire de la recouvrir d'un vernis fondu pour l'empêcher de s'imprégner des matières pâteuses ou liquides avec lesquelles elle peut se trouver en contact. Ce vernis, auquel nous donnerons plus spécialement le nom de *glacure* ou de *couverte*, est une sorte de verre dont nous connaissons plus loin la composition, car elle varie avec celle des pâtes.

Les poteries des faïenciers forment deux groupes principaux: les faïences communes et les faïences fines. Nous allons étudier successivement ces deux sortes de produits.

I. — FAÏENCES COMMUNES.

Les poteries communes ont été d'un emploi général pour les usages domestiques depuis le XII^e siècle, affirme-t-on. Actuellement bien déclinées de leur importance, elles sont d'un usage très restreint dans les villes, que les chemins de fer peuvent alimenter d'objets moins rustiques. Ce sont les produits d'une industrie très primitive, comme nous allons le voir, et qui n'a sa raison d'être que dans les campagnes privées de moyens économiques de

transport, où les paysans, attachés à leurs habitudes, préfèrent, à prix égal, le produit de la fabrique locale à un produit similaire, mieux fait, mais venant d'une usine éloignée. Exceptionnellement, certains objets, qu'il faut livrer à très bas prix, continueront à faire vivre de petits potiers régionaux, alimentant les environs de terrines, marmites, calottes à confitures, pots à fleurs vernissés, etc., objets, en somme, dont les frais de transport ne seraient pas en rapport avec la faible valeur.

La pâte est homogène, tendre, à cassure terreuse, à texture poreuse, opaque, colorée; elle est recouverte d'un vernis transparent ou opaque.

§ 1. — Poterie vernissée.

Sous ce nom, nous désignerons plus spécialement les objets recouverts d'une glacure plombeuse transparente.

La pâte est faite principalement avec une argile presque toujours calcaire et ferrugineuse, par suite peu réfractaire, que l'on dégraisse, si cela est nécessaire, avec du sable et quelquefois aussi de la craie, si la matière plastique est pauvre en chaux. Comme, dans beaucoup de ces pâtes, il y a excès de silice, la pâte a une tendance à absorber la glacure, à laquelle elle prend de l'oxyde de plomb; la présence de la chaux en quantité notable devient une nécessité, et, si l'argile n'en contient pas suffisamment, il faut lui ajouter des matériaux calcaires pour éviter ce genre d'accident. Pour le façonnage, il faut une certaine plasticité; aussi un excès d'éléments amaigrissants rend-il le travail difficile et même impossible si l'on dépasse certaines limites. Une trop grande quantité d'argile dans la pâte a encore l'inconvénient de fournir une poterie supportant mal les changements de température, et qui se brise quand on veut la faire aller au feu.

Pour la vaisselle destinée à la cuisine, on prend, en général, de 60 à 80 d'argile et de 40 à 20 de sable.

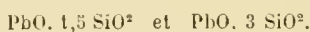
Quelques fabriques obtiennent les qualités requises pour un bon façonnage en mélangeant deux terres; aussi, sous la rubrique « argile » désignons-nous en réalité le mélange argileux. Les argiles qui servent à fabriquer ces poteries sont assez complexes comme constitution; en outre de la craie et des pyrites, on peut y rencontrer des matières marneuses en plus ou moins grande quantité. Quelques-unes de ces terres sont même totalement formées de marnes.

Pour faire la pâte, on humecte d'eau l'argile épluchée pour la débarrasser des grosses impuretés, on mélange à la pelle et on marche la masse pour lui donner de l'homogénéité.

Le façonnage se fait sur le tour, et les anses, becs, pieds, etc., sont moulés et rapportés par collage. Les formes ne sont jamais bien compliquées, elles sont toujours très rustiques. Quelques pièces, à cause de leur forme, exigent le moulage; c'est la minorité. Les pièces façonnées sont alors abandonnées à la dessiccation, et, si les conditions climatiques permettent aux objets d'acquérir une solidité suffisante pour recevoir la couverte sans danger, on pose la couverte sur cru. Si cette opération peut amener des déformations, on fait subir un premier feu, qui donne à la masse la fermeté nécessaire, tout en conservant la porosité indispensable pour la prise de la glaçure.

Dans la poterie commune, la glaçure se pose par immersion ou par arrosage. Dans le premier cas, la pièce est trempée dans de l'eau contenant la couverte en suspension; dans le second, on verse ou on applique la couverte délayée sur la pièce.

Cette glaçure est plombée; c'est un silicate de plomb qui se forme pendant la cuisson, et ce sont ses éléments mélangés convenablement que l'on pose à la surface de la pièce. En général, sa composition est comprise entre :



Le plomb est introduit le plus souvent à l'état de litharge ou de minium et la silice à l'état de sable quartzes. Les formules de ces glaçures sont extrêmement variables; mais il faut, pour obtenir un bon résultat, rester dans les limites indiquées et ne jamais augmenter la quantité d'oxyde de plomb au delà de 1 molécule pour 1,5 molécule de silice. Avec un excès de plomb, il peut rester de l'oxyde non combiné, et ce cas se présente malheureusement souvent; la poterie devient alors dangereuse⁴.

⁴ L'emploi d'une glaçure plombifère est évidemment nuisible toutes les fois qu'il s'agit de vases destinés à la cuisson des aliments. Dans quelques régions on a opéré (et on opère peut-être encore) avec un mépris absolu de l'hygiène la plus élémentaire. Voici comment Brongniart, dans son *Traité des arts céramiques*, décrit le procédé employé pour fabriquer et poser la glaçure des poteries communes dans le Morbihan et le Finistère : « Le vernis plombeux se compose, non pas de minium, ni de litharge, ni de galène, mais de plomb métallique. On prend du petit plomb de chasse ou des rognures de plomb; on les réduit en grains et en râpures le plus petit possible, et comme il ne serait pas possible de suspendre un tel vernis dans un liquide, on mêle ces grenailles et râpures de plomb avec de la bouse de vache, de manière à en faire une espèce de pâte ou bouillie très épaisse, qu'on étend sur les parties de la pièce qu'on veut verniser. On porte les pièces revêtues de cet enduit au four où elles cuisent à une faible température, suffisante cependant pour que le plomb s'oxyde, se combine avec la silice de la pâte et donne aux pièces un vernis vitreux pur

En général, voici comment on prépare la glaçure plombée : On mélange les matières premières, puis on les broie sous des meules de grès et on délaie alors la poudre dans l'eau.

A la silice et à l'oxyde de plomb, qui sont les matériaux fondamentaux, on ajoute souvent un peu d'argile pour rendre plus plastique la couverte, mais alors on diminue la fusibilité. Il faut alors modifier le rapport de la silice à l'oxyde de plomb, en évitant, bien entendu, de sortir des limites que nous avons indiquées. Les fabricants ne se livrent pas à des considérations de ce genre : suivant la quantité d'argile qu'ils jugent nécessaire d'introduire, ils déterminent les quantités de sable et de litharge, de manière à obtenir une composition fusible à leur feu de cuisson; aussi, souvent, l'usage de leurs produits est-il préjudiciable à la santé, par suite d'un excès de plomb.

Par l'adjonction au mélange de quelques centièmes d'oxyde de manganèse ou de cuivre, on obtient des couvertes brunes ou vertes qui masquent assez bien la couleur jaune ou rouge de la terre.

Quelquefois, on préfère masquer la coloration de l'argile cuite par *engobage* : on recouvre alors les pièces d'une couche d'argile blanche. Cette opération se fait comme la pose de la couverte, qu'elle précède naturellement. Il n'est pas facile de trouver une engobe satisfaisante, car l'argile choisie doit avoir même retrait que la terre sur laquelle elle est placée, faute de quoi il se produit des plisures ou des déchirures. Cette difficulté a amené les faïenciers, désireux d'obtenir des poteries à fond blanc, à employer des glaçures blanches opaques à base d'oxyde d'étain, dont nous parlerons à propos de la faïence stannifère.

Une fois les pièces en couverte, on les porte au four. Les fours de potier sont de deux types principaux : verticaux ou horizontaux. Ces appareils sont parfois réduits à leur plus simple expression. Suivant les régions, les formes diffèrent; mais elles sont toujours peu compliquées, et c'est la tradition qui les fait se conserver dans chaque localité.

La température de cuisson est plus ou moins élevée, suivant la nature de la pâte et la constitution de la couverte. Si la cuisson est double, comme le second feu n'a pour effet que de fondre la glaçure, on dispose les pièces en couverte dans la partie la moins chauffée.

La fabrication des poteries communes, comme

très bien étendu. Les grenailles de plomb ne fondent pas toutes, tellement qu'on en voit encore des grains à peine déformés sur certaines pièces. » Ce procédé barbare se pratique peut-être encore dans quelque coin ignoré où le contrôle des commissions d'hygiène ne peut se faire; en tout cas, je l'ai cité pour donner une idée de cette fabrication qui, parfois, peut être tout à fait primitive, comme dans ce cas particulier.

nous l'avons déjà dit, s'opère dans de petites fabriques locales avec un matériel des plus rudimentaires; aussi est-il inutile de chercher à perfectionner la confection d'un produit dont la seule qualité est le bon marché. Tout changement ne pourrait qu'amener plus rapidement la disparition de ces potiers campagnards, dont la plupart n'ont comme aides et ouvriers que leur propre famille. Ils sont tour à tour pâtier, tourneur, modelleur, chauffeur, émailleur, et ne subsistent que parce qu'ils sont à proximité de carrières d'argiles sans grande valeur. Ils peuvent, en utilisant une main-d'œuvre non rétribuée, mettre en valeur leur temps, mais ils ne réalisent pas d'assez gros bénéfices pour pouvoir songer à améliorer leur installation, en admettant que cette idée vienne à leur traverser l'esprit. En outre, ils n'auraient pas assez de débouchés s'ils développaient leur fabrication, et, de plus, s'ils élevaient leurs prix, pour compenser de nouveaux frais, ils ne pourraient soutenir la concurrence des poteries similaires, plus avantageuses, que fournit l'industrie.

Le seul perfectionnement que l'on peut apporter à la poterie commune réside dans la suppression de la glaçure plumbeuse. Certaines recherches pour l'amélioration de ces couvertes avaient d'abord conduit à remplacer une partie de l'oxyde de plomb par les alcalis. Plus tard, on a proposé d'introduire dans la glaçure de la chaux et l'on a composé des glaçures alcalino-calcaires dans lesquelles on avait remplacé une partie de la silice par de l'acide borique. La préparation de ces nouvelles couvertes obligeait à rompre avec de vieilles habitudes et demandait aux potiers de se familiariser avec de nouveaux procédés, qu'il fallait étudier pour s'en rendre maître; aussi les vernis non plombifères se sont-ils peu répandus. Les fabricants de ces sortes de produits étant, pour la plupart, incapables de comprendre l'utilité de ces tentatives, ont donc gardé les anciennes traditions; encore est-il heureux si quelques-uns ont su tenir compte de la méthode d'essai prescrite par le Comité d'Hygiène⁴.

§ 2. — Faïence stannifère.

La faïence émaillée ou faïence stannifère est une

⁴ « Faire bouillir doucement pendant une demi-heure, dans les vases, du vinaigre étendu de son volume d'eau, en remplaçant le liquide à mesure qu'il s'évapore et en proportionnant son volume à la capacité (50 grammes de vinaigre pour un vase d'un demi-litre); laisser refroidir, filtrer et ajouter, à la dissolution incolore, de l'hydrogène sulfuré dissous dans l'eau, ou y faire passer un courant de ce gaz. La présence du plomb sera décelée par un précipité noir ou au moins par une coloration brune. Dans une autre part de la liqueur, l'iodure de potassium produira un précipité jaune d'iodure de plomb. »

C'est évidemment très simple pour ceux qui ont des notions de Chimie, mais, pour des paysans, c'est au-dessus de leur savoir.

variété de faïence commune. Sa pâte est opaque, colorée ou blanchâtre, à texture lâche, à cassure terreuse, mais elle est recouverte d'une glaçure plombifère opacifiée par addition d'oxyde d'étain, d'où son nom.

Introduite en Europe vers le xvi^e siècle, elle a eu son moment de splendeur, mais, à la fin du xviii^e siècle, la porcelaine et la faïence fine ont commencé à la remplacer.

La faïence émaillée se fabrique encore, mais les belles fabriques, si célèbres par le décor de leurs pièces, sont bien déchuës et quelques-unes n'existent plus. Les anciennes faïences de Nevers, Rouen, Strasbourg, Lunéville, Marseille, Moustiers, etc., sont recherchées des collectionneurs, et le goût des amateurs pour les choses du passé a certainement influé sur la continuation de cette fabrication. Les petites productions de faïences dites d'art ont maintenant une importance sur laquelle il ne faut pas s'illusionner; leur rôle est de copier de vieilles formes et d'anciens décors, quelquefois même de les truquer en leur donnant une ancienneté factice. Il y a encore en France une production assez importante de faïence stannifère, car cette fabrication avait pris un grand développement dans notre pays avant l'établissement des fabriques de faïence fine.

Plus soignée que la poterie commune, la poterie émaillée est faite avec des argiles lavées. Ebauchées d'abord au tour, certaines pièces sont reprises après dessiccation et tournassées, c'est-à-dire que leur profil est repris et dégrossi sur le tour avec un outil de métal. On cuit d'abord avant d'émailler, puis on émaille et on soumet à un second feu.

On fabrique à Paris deux sortes de ces faïences : l'une brune, l'autre blanche. La première est employée dans la confection de la vaisselle de cuisine, car elle ne se fend pas quand on la chauffe; la seconde ne peut être utilisée que pour fabriquer des ustensiles n'ayant pas à subir de changements brusques de température. La faïence de Paris est faite avec de l'argile plastique d'Arcueil, de la marne verte argileuse, et une marne blanche calcaire dégraissée avec du sable. La pâte de la faïence brune est plus riche en argile que la pâte de la faïence blanche; la marne calcaire entre, par exemple, pour une quantité moindre dans sa composition. L'introduction de cette marne permet d'obtenir un produit plus compact, mais on est obligé de limiter la proportion de cette matière dans la faïence allant au feu, car elle augmente les chances de rupture sous l'influence des changements de température. Néanmoins sa présence est nécessaire, car la glaçure ne prendrait pas bien sur une pâte non calcaire.

Pour ces deux sortes de faïence, on emploie des glaçures plombifères opacifiées. La glaçure brune,

que l'on applique à l'extérieur des pièces, est colorée par de l'oxyde de manganèse et rendue opaque par de l'argile ou une matière terreuse convenable; la glaçure blanche est stannifère.

L'oxyde d'étain est introduit dans les couvertes mélangé à de l'oxyde de plomb, autrement dit sous forme de *calcine*. Sous ce nom, on désigne une poudre jaunâtre provenant de l'oxydation directe d'un alliage de plomb et d'étain. Généralement cet alliage contient, pour 400 parties de plomb, de 22 à 25 parties d'étain; ces proportions ont été reconnues les meilleures par la pratique. La calcine se prépare souvent dans un four à réverbère spécial, appelé *fournette*, dont la sole a une assez grande surface afin de pouvoir étaler les matières à oxyder sur une faible épaisseur. L'oxydation de l'étain associé au plomb se fait très facilement: ceci n'aurait pas lieu si l'on opérait sur de l'étain pur: il faudrait prolonger la durée de l'opération et élever la température.

On peut colorer l'émail de faïence, et les colorations que l'on voit sur ce genre de poterie (jaune, bleu, vert jaune et violet) sont obtenues en ajoutant à l'émail blanc quelques centièmes d'antimoniate de plomb ou d'oxydes de cobalt, cuivre ou manganèse.

On émaille les pièces par immersion généralement; quant aux objets émaillés de deux couleurs, par exemple en brun à l'extérieur et en blanc à l'intérieur, on procède partie par arrosement, partie par immersion.

Les fours employés pour la cuisson de la faïence émaillée sont tantôt des demi-cylindres couchés, tantôt des cylindres ou des prismes à axe vertical.

Le modèle le plus connu est le four dit carré. Le four est divisé en deux étages, et sous la sole se trouve une petite chambre de même section que le four. La flamme, provenant d'un foyer extérieur, pénètre dans cette chambre par une large ouverture antérieure et passe dans le four à travers les carreaux de la sole. Dans la partie la plus élevée se cuit le cru, disposé en charges; en bas du four se trouvent les pièces émaillées, placées en gazettes ou en échappades.

La température de cuisson de la faïence émaillée n'est pas suffisante pour décomposer complètement le carbonate de chaux qu'elle contient; aussi la pâte cuite fait-elle effervescence avec les acides.

La décoration que l'on peut appliquer sur l'émail stannifère n'est jamais bien compliquée; elle est faite avec quelques tons faciles à préparer. Au début de la fabrication on posait la couleur sur émail cru; plus tard, on a préféré peindre sur émail cuit et passer alors à un troisième feu.

La faïence stannifère, comme la faïence commune, n'est pas uniquement employée à la fabrica-

tion de la poterie; nous verrons plus loin, à propos des faïences architecturales, que l'on peut en tirer parti pour l'ornementation.

II. — FAÏENCES FINES.

Sous ce nom on désigne des faïences présentant un certain nombre de variétés, mais dans lesquelles on retrouve toujours les propriétés générales suivantes: pâte fine plus ou moins blanche, dense, sonore, dure, opaque, à cassure serrée, recouverte d'une glaçure plombeuse transparente et contenant de l'acide borique.

La pâte de la faïence fine est très siliceuse; c'est la silice qui forme le fond de la masse à laquelle elle apporte de la dureté, mais, comme il n'est pas possible de façonner une pâte exclusivement siliceuse, on est obligé d'ajouter de l'argile plastique pour faciliter le façonnage. La présence d'un fondant, agglomérant tout l'échafaudage, est nécessaire également; aussi verrons-nous les faïenciers recourir à trois sortes d'éléments pour leur fabrication.

La première faïence fine française est connue sous le nom de terre de pipe. On la fabriquait avec du sable quartzeux, de la craie, quelquefois aussi une fritte alcaline, et une argile blanche réfractaire, comme celles qui servent à faire les pipes. Cette matière donna son nom au produit. On supprima plus tard la chaux, et le cailloutage français et l'earthenware anglais employèrent comme matières premières du silex, du feldspath (ou mieux du cornish-stone) et de l'argile plastique réfractaire.

On comprendra très bien qu'avec des matériaux très divisés, une dose plus ou moins forte de fondants et une cuisson plus ou moins élevée, on puisse, dans ce même genre de poterie, obtenir des produits plus ou moins fins et présentant des différences de structure. On a créé diverses variétés, surtout en Angleterre, et, pour attirer le consommateur, on a cherché le plus possible à se rapprocher de la porcelaine par l'aspect général. Ces faïences fines particulièrement blanches sont désignées souvent sous le nom de porcelaine opaque ou de demi-porcelaine.

La fabrication française actuelle a recours aux matières premières suivantes: l'argile, le kaolin, le cornish-stone ou le feldspath, le silex et le sable siliceux.

L'argile employée pour préparer la pâte de faïence fine doit être réfractaire et très plastique. C'est le produit cher de la pâte; aussi cherche-t-on à en mettre le moins possible dans la masse. Provins, Montereau, Rilly fournissent de bonnes argiles réfractaires et plastiques.

Le kaolin que l'on emploie dans la préparation de ces pâtes n'est qu'une terre de second choix,

car le beau kaolin est cher et sert alors à fabriquer la porcelaine. Son rôle est d'apporter de la blancheur et de tenir de la place. Comme beaucoup d'argiles réfractaires cuisent grisâtres ou légèrement jaunâtres, on corrige ce défaut par l'addition de kaolins peu plastiques, que l'on peut alors se procurer à un prix peu élevé. Ils contiennent souvent du mica et du quartz.

Le feldspath est du type orthose, mais contient toujours un peu d'albite. On préfère le cornish-stone (feldspath altéré des Cornouailles) au feldspath quand on peut s'en approvisionner facilement, car ce minéral est friable et se broie facilement.

La silice provient soit du silex soit de sables siliceux. Les silex de la craie les plus noirs sont préférés; on les choisit de préférence roulés par la mer; ils sont ainsi nettoyés de la gangue crayeuse qui les entourait. Certaines fabriques emploient aussi des sables siliceux micacés.

La provenance des matériaux de la faïence fine est assez variée; elle est liée naturellement à la position géographique. Les Anglais, grands fabricants de ce produit, ont, dans leur pays même, de grandes quantités de kaolin et de cornish-stone; aussi ont-ils cherché à les écouler facilement. A Anvers se trouvent des agences qui, grâce aux tarifs peu élevés des chemins de fer belges, peuvent faire des offres avantageuses aux usines qui n'en sont pas trop éloignées.

Le feldspath, quoique répandu, arrive en assez grande quantité de Norvège. Les navires qui transportent du bois sont obligés de prendre du lest pour enfoncer convenablement; ce lest est souvent du feldspath.

Le silex et le sable quartzueux français doivent suffire à la consommation, sauf dans des situations exceptionnelles.

§ 1. — Préparation des pâtes et façonnage.

L'argile plastique et le kaolin sont délayés et tamisés. Le cornish-stone et le feldspath (si l'on emploie ce dernier corps, on doit d'abord le briser ou le concasser et l'écraser sous des meules) sont broyés à l'eau jusqu'à ténuité extrême. Le silex est pulvérisé également, mais après étoupage.

Tous les matériaux sont alors en suspension dans l'eau, autrement dit à l'état de barbotine. Pour constituer la pâte, on mélangera les barbotines sans ramener la matière à l'état sec. Au moyen d'une table de densités, on déterminera facilement la teneur en matière sèche de chaque barbotine: il sera facile alors, une fois la densité déterminée, de connaître dans quel rapport les volumes doivent être mélangés.

Une fois le mélange fait, il n'y a plus qu'à raffermir la barbotine, ce qui se fait au moyen d'un filtre

de presse. La pâte raffermie est ensuite malaxée de manière à acquérir l'homogénéité physique nécessaire pour le façonnage.

Le travail mécanique, qui permet de faire de nombreuses pièces identiques en un temps relativement court, a complètement remplacé l'ancien travail du potier sur le tour. Les quelques ébaucheurs que l'on peut encore rencontrer ne sont plus que des exceptions. Actuellement, on combine le moulage et le tournage, et nous allons donner quelques exemples de façonnage.

Sur le plateau qui termine l'axe du tour à potier, on dispose des moules qui, suivant les cas, donneront la surface externe ou interne des pièces. Une pièce de métal, l'estèque, convenablement découpée et suspendue à une articulation mécanique, sera descendue au contact de la pâte pendant la rotation et découpera l'autre surface.

Pour façonner un bol, on se sert d'un moule qui donne le profil extérieur et l'estèque représente le profil intérieur.

L'ouvrier place le moule sur le tour, puis il lance dans le moule une balle de terre et descend l'estèque lentement. Celui-ci force la pâte à s'étaler le long du moule et à en épouser la forme; une fois l'estèque à fond, il le remonte, enlève le moule et le donne à l'apprenti, qui le porte au séchoir.

Si l'on veut fabriquer une assiette, on recouvre un moule donnant la surface intérieure de l'assiette d'une croûte de pâte et on descend sur le moule ainsi garni, animé d'un mouvement de rotation, un estèque qui découpe le profil de la surface externe.

En général, une machine à faire les assiettes occupe trois personnes: un premier apprenti qui fait la croûte de pâte en écrasant une balle sur une tournette, l'ouvrier qui place le moule et manœuvre l'estèque, et un deuxième apprenti qui porte les moules au séchoir et les rapporte une fois débarrassés des pièces moulées.

Ce façonnage mécanique est plus rapide que l'ébauchage au tour, même exécuté par des ouvriers habiles. J'ai vu ébaucher une soupière en quatre minutes; en façonnant mécaniquement, la même opération n'en demande pas trois.

Pour dégrossir les pièces et leur donner leur fini, on les porte sur un tour horizontal, une fois raffermies, et on les affine avec un outil dur: c'est le *tourassage*.

Le façonnage mécanique permet une production considérable; il exige, en revanche, une quantité assez grande de matériel, soit appareils, soit moules en plâtre.

Pour garnir les pièces, c'est-à-dire ajouter leurs anses, bees, etc., on moule ces accessoires avec des colombins débités par une presse mécanique.

§ 2. — Mise en couverte et Cuisson.

Une fois sèches, les pièces sont cuites en biscuit. On les introduit dans des gazettes en terre réfractaire, les unes dans les autres, de manière à ce qu'elles occupent le moins de place possible. Il n'y a aucun inconvénient à les disposer ainsi, puisqu'il n'y a pas de vitrification et, par suite, pas de collage possible.

La cuisson en biscuit se fait à une température voisine de 1200°; on juge de la température par des procédés assez variables et assez empiriques. L'un des meilleurs consiste dans l'emploi de montres fusibles, dont la fusion successive indique l'ascension de la température.

Les fours dans lesquels on cuit le biscuit de faïence sont cylindriques. En France, on leur donne souvent une assez grande hauteur (7 mètres pour un four de 150 mètres cubes). Cette grande élévation n'est pas très avantageuse; elle oblige à faire des piles de gazettes très hautes, ce qui présente l'inconvénient de charger très fortement la base des piles et, par suite, de nécessiter un matériel d'encastage très épais pour éviter des ruptures et des affaissements.

Ces fours à faïence, en Angleterre, sont généralement plus larges que hauts et les fabricants français qui ont adopté les modèles d'outre-Manche ont eu une marche au moins aussi régulière, avec un travail plus facile pour l'entrée et la sortie des produits.

Généralement, ces appareils de cuisson sont à flamme renversée, mais les dispositifs d'entrée et de sortie des gaz de la combustion sont assez différents. Il existe, dans certaines usines, des habitudes qui, jointes à des idées quelquefois préconçues, font employer des instruments assez compliqués.

Les pièces, une fois cuites, sont prêtes à être mises en couverte. La glaçure est faite avec du feldspath, du borax, de la craie et de l'oxyde de plomb. C'est donc un silicoborate alcalin, alcalino-terreux et plombeux.

On fait d'abord une fritte avec du borax, du feldspath, de l'oxyde de plomb et de la craie, puis on ajoute à cette fritte du feldspath et de la silice, et on broie le tout. Il est nécessaire de fritter d'abord la partie du mélange contenant les alcalis, parce que sans cela les éléments solubles seraient entraînés par l'eau nécessaire pour le broyage et la mise en couverte.

Dans la couverte en suspension dans l'eau, on trempe les pièces en les tenant par la plus petite surface possible; quelquefois même on les manœuvre avec des pinceaux, puis on les met à égoutter. Une fois séchées, les pièces sont mises en gazettes,

mais avec des précautions spéciales. Pour éviter les points de contact entre les pièces, chaque contact amenant un collage, on dispose les objets sur des supports spéciaux qui, tout en les isolant, ne les toucheront que par quelques points et ne laisseront pas de traces sur les pièces.

La cuisson des pièces en couvertes se fait dans des fours semblables à ceux qui cuisent le biscuit, de dimensions assez souvent plus restreintes. La température nécessaire pour glacer la couverte est moins élevée que celle de la cuisson de la pâte; elle est néanmoins supérieure à 1000°.

Cette cuisson de la couverte nécessite des précautions, car avec un feu trop réducteur il y aurait des noircissements et même des métallisations, dus à la mise en liberté de plomb par les produits carburés de la flamme.

§ 3. — Décoration.

La faïence fine doit être une poterie bon marché; il y a donc lieu de n'employer pour son décor que des procédés peu coûteux. On peut décorer au grand feu ou au petit feu; dans le premier cas, la cuisson sera faite dans le four; dans le second cas, on effectuera l'opération dans un appareil spécial, le moufle¹. On pourra, au grand feu, appliquer la décoration sur le biscuit et émailler ensuite; ce sera la décoration sous couverte; la décoration sur couverte sera obtenue avec des couvertes colorées. Au petit feu, on décorera sur couverte avec des couleurs contenant un fondant capable de faire corps avec la couverte, mais néanmoins plus fusible que cette dernière.

Pour l'industrie qui nous occupe, un faible prix de revient est le point capital; aussi devra-t-on faire porter les perfectionnements sur tout ce qui peut simplifier la main-d'œuvre. Actuellement, la décoration par impression est générale et la peinture est réservée uniquement aux objets d'art d'un prix élevé.

Pour les dessins monochromes, on imprime, avec une planche de cuivre aciéré, en se servant comme encre de la couleur mélangée à de l'huile de lin, puis on applique, sur la pièce, l'épreuve tirée sur une feuille de papier. Avec un papier convenablement fabriqué, on peut très bien séparer le papier de la couche et laisser le dessin coloré bien appliqué sur la pièce. Pour les sujets polychromes,

¹ On appelle ainsi de petites chambres en terre réfractaire, chauffées par un foyer inférieur. Il y a tendance, en ce moment, à adopter un matériel plus perfectionné et à se servir de mouffles continus. Les pièces décorées, placées dans des corbeilles de fer, viennent alors traverser une enceinte constamment chauffée à température convenable. Ces appareils continus ne peuvent rendre de services réels qu'à des usines ayant une production suffisante pour les alimenter continuellement.

on fait autant de reports qu'il y a de tons et c'est le motif complet, avec toutes ses nuances, que l'on reporte sur l'objet à décorer. On est arrivé maintenant à imprimer jusqu'à dix couleurs, ce qui est grandement suffisant. Une fois l'épreuve faite sur papier, on peut la transporter tout de suite ou bien la laisser sécher et la conserver pour un emploi ultérieur. On trouve dans le commerce des dessins tout préparés, qu'il suffit de mixer et d'appliquer sur la surface à décorer. Le procédé est une variante de la décalcomanie.

Les couleurs sont faites en additionnant un fondant plombé d'oxydes métalliques. Les colorants les plus employés sont les oxydes de cobalt, de fer, de chrome, de cuivre, de manganèse et d'étain, le chromate et l'antimoniate de plomb, le pourpre de Cassius qui donnent des bleu, rouge, vert, brun, violet, blanc opaque, jaune et pourpre. Avec une préparation spéciale, le pink, on obtient de jolis roses. Avec des fondants alcalins, c'est-à-dire des fondants dont une partie de l'oxyde de plomb est remplacée par un alcali, on a créé les émaux alcalins. Dans ce nouveau milieu, certains oxydes ont pris des tons nouveaux particulièrement éclatants, qui ont fait le succès de cette palette.

III. — FAÏENCES DOMESTIQUES ET ARCHITECTURALES.

L'emploi de la faïence n'est pas borné uniquement à la poterie; depuis longtemps on a fait des carreaux, et tout le monde connaît les carreaux de poêle et les carreaux de revêtement.

Les carreaux de poêle sont en faïence stannifère et sont fabriqués comme cette matière, à peu de chose près. Ils doivent pouvoir résister à un chauffage inégal; ils nécessitent donc une pâte particulièrement étudiée à ce point de vue; avec de l'argile additionnée de sable ou mieux de ciment, c'est-à-dire d'argile calcinée, on fait de bonnes compositions supportant bien les variations brusques de température (Les produits réfractaires, par exemple, sont fabriqués avec des pâtes de ce genre.) Malheureusement une telle masse serait poreuse, ce qui ne vaudrait rien pour l'émaillage; il a donc fallu trouver un moyen terme entre les deux conditions contradictoires: structure poreuse donnant la résistance au feu, et pâte compacte prenant bien la glaçure. Nous avons vu que l'on devait, dans la fabrication de la faïence de Paris, ajouter une marne calcaire pour donner de la compacité à la masse et n'en mettre qu'une quantité limitée pour ne pas rendre les objets trop fragiles; dans la fabrication qui nous intéresse, nous serons obligés de faire de même. La pâte sera faite d'argile et de marne dégraissées avec du ciment et du sable, et on n'ajoutera de matière plastique que ce qu'il

faut pour le façonnage. Ici la texture physique de la marne joue un rôle assez important; aussi les dosages à employer sont-ils déterminés par la structure à donner aux matériaux.

Le façonnage de ces carreaux se fait par moulage, et, après dessiccation, on redresse les carreaux gâchés avant de les cuire. La cuisson et l'émaillage se font comme pour la faïence émaillée ordinaire. En outre du carreau blanc émaillé, on fait maintenant des carreaux avec d'autres colorations, obtenues avec des émaux opaques colorés. Certains fabricants ont réussi à poser des émaux transparents après avoir engobé les pièces.

Avec une pâte analogue à celle de la faïence stannifère, on fait aussi des carreaux de revêtement blancs émaillés. Moulés dans des formes en plâtre, à la main ou avec l'aide de presses, ces carreaux sont émaillés directement sur cru; on évite ainsi un feu, ce qui permet d'abaisser leur prix. Quelquefois ils portent une décoration simple et monochrome, mais on en emploie encore beaucoup de blancs. Quand on désire employer le carreau de revêtement pour la décoration, il est préférable de recourir au carreau de faïence fine, que l'industrie livre à des conditions avantageuses, et avec des motifs plus riches et plus variés.

Les carreaux de revêtement blancs ou décorés en faïence fine sont fabriqués mécaniquement. La pâte, au sortir du filtre-pressé, est desséchée jusqu'à ce qu'elle ne contienne plus que 8 % d'eau environ; dans cet état, elle n'a plus de plasticité, mais l'humidité qu'elle contient est suffisante pour faire adhérer les unes aux autres les molécules. On brise alors les blocs de pâte desséchée, on les pulvérise et on tamise la poussière obtenue. On façonne alors à la presse dans des moules en acier. On a fait des carreaux ayant jusqu'à 30 centimètres de côté, mais c'est une limite difficile à atteindre; on peut considérer pratiquement la fabrication comme limitée à 20 centimètres. On peut naturellement décorer les carreaux comme la faïence fine; pour les motifs très ordinaires, on a recours au pochoir, qui est encore plus simple que l'impression.

Les carreaux permettent de fabriquer des panneaux décoratifs de toute grandeur; il suffit de couper convenablement le sujet à représenter, de manière à éviter des raccords malheureux.

Pour le revêtement, il est nécessaire d'avoir des couleurs éclatantes; aussi se sert-on beaucoup de fondants alcalins qui donnent à certains tons un éclat extrêmement vif.

La faïence fine étant fabriquée dans de grandes usines munies d'un matériel permettant une production considérable, ces carreaux se sont beaucoup répandus et les industriels ont cherché à développer ce genre de décoration, tant par son bon

marché que par la variété. On trouve maintenant un assortiment de sujets qui permet d'utiliser un mode d'ornementation intérieur évidemment plus sain que le papier peint et les tentures, et qui a l'avantage de pouvoir se laver.

Depuis quelques années, un mouvement nouveau s'est dessiné et l'on a compris le parti à tirer de la céramique au point de vue architectural. La faïence a pris beaucoup d'extension et l'on s'est adressé à toutes ses variétés.

Toute terre cuite sur laquelle on pose une glaçure devient une faïence, et l'on comprend qu'en appliquant sur une pièce de terre cuite des émaux et des couleurs, on a pu jeter une nouvelle note dans la construction et rompre la monotonie de la teinte si connue des briques et des tuiles. Le bel effet que les Orientaux ont tiré de la faïence décorée dans leurs constructions nous est connu depuis longtemps, et, en développant chez nous cette fabrication, nous pourrions en tirer un parti avantageux si nous savons user avec modération de ce genre d'ornementation.

Il faut, pour qu'une pâte supporte convenablement une glaçure, indépendamment de l'accord dont nous parlerons plus loin, une surface lisse; aussi doit-on unir les pièces ou les engober.

Sur les pièces de terre rougeâtre, une glaçure plombée transparente donnera une coloration rouge assez intense. On pourra aussi obtenir des bruns et des noirs en ajoutant à la couverte quelques centièmes soit d'oxyde de manganèse, soit d'un mélange d'oxydes de fer et de manganèse et de cobalt.

Les pâtes qui cuisent jaunâtres permettent d'augmenter la palette avec le vert à base de cuivre et le bleu de cobalt. Pour les tons très clairs, il faudra recourir aux couvertes opacifiées à l'oxyde d'étain. On pourra aussi appliquer sur ces faïences des émaux alcalins, et cela d'autant mieux que les pâtes seront généralement plus siliceuses.

Avec des glaçures bien faites et s'adaptant bien sur ces pâtes, ces produits doivent être assez résistants; des couvertes qui se fendillent et des pâtes trop poreuses sont exposées à voler en éclats quand le froid fait geler l'eau qui s'est déposée à l'intérieur pendant les pluies.

En résumé, dans tous les genres de faïences que nous avons examinés, il est possible de trouver matière à créations nouvelles dans cet ordre d'idées depuis la faïence commune jusqu'à la faïence fine.

Nous avons pensé que, pour mieux mettre en évidence ce débouché nouveau pour l'industrie de la faïence, il y avait lieu de consacrer à la faïence d'ornementation un paragraphe spécial.

IV. — CONDITIONS ÉCONOMIQUES ET SOCIALES DE LA PRODUCTION DE LA FAÏENCE EN FRANCE.

La fabrication de la faïence en France est surtout importante dans ses deux variétés : la faïence stannifère et la faïence fine. Nous avons fait remarquer la situation particulière du potier de faïence vernissée au début de cet article, nous n'y reviendrons pas. Si la faïence stannifère représente un certain trafic, il est évident que, maintenant, le goût du public l'entraîne vers la faïence fine, dont les formes, le décor et la variété lui ont plu. Disséminée dans des usines de moyenne importance, la fabrication de la faïence stannifère est en décroissance, et, si nous consultons les statistiques, nous verrons que notre situation, au point de vue de l'exportation de cette matière, perd de son importance, puisque de 2.270.084 francs en 1895, elle tombe à 1.804.686 en 1897 et à 1.685.739 en 1898.

Ce n'est pas à une fabrication inférieure que nous devons cette perte sur le marché, car l'importation n'a augmenté que dans de faibles proportions (de 119.902 francs en 1896, elle monte à 141.350 francs en 1898); notre situation de vendeur est encore bien supérieure à celle d'acheteur, et il faut faire la part de la vogue de la faïence fine, qui se répand de plus en plus et prend la place d'une matière similaire plus ancienne et plus française. Je ne pense pas, devant le mouvement actuel, qu'il y ait lieu de chercher beaucoup à relever cette fabrication par des perfectionnements apportés à un produit passé de mode. Nous devons surtout veiller à ne pas être tributaires de l'Étranger et tâcher de retrouver, dans un surcroît de production de faïence fine, le débouché perdu pour la faïence émaillée.

L'industrie de la faïence fine présente une organisation différente; les usines sont peu nombreuses, mais disposent de moyens puissants, qui permettent une production considérable. Telles sont, par exemple, les manufactures de Digoïn, Vitry-le-François, Gienville, Lunéville, Montereau, Choisy-le-Roi, Longwy. Ces grandes installations peuvent seules résister à la concurrence étrangère, car leur outillage perfectionné leur permet d'augmenter leur rendement sans frais nouveaux de personnel, et, par suite, de diminuer le prix de revient de la main-d'œuvre. La situation des industriels vis-à-vis des ouvriers peut être parfois difficile, mais les produits amenés du dehors empêchent toute majoration des salaires et, pour faire face aux exigences d'une bonne exploitation, la rétribution ne doit plus porter que sur la production réelle de l'ouvrier, c'est-à-dire sur le nombre de pièces façonnées. Cette condition du travail entraîne alors les ouvriers à un effort constant, car la diminution

des prix de vente oblige à maintenir la main-d'œuvre à bas prix; l'ouvrier faïencier doit arriver à une habileté assez grande pour se faire un gain journalier convenable¹. Si l'on veut réfléchir un instant à la somme d'opérations que représente un service de 70 pièces, au prix actuel de 25 francs, on peut se rendre compte que le façonnage doit être effectué dans des conditions particulièrement économiques, puisque le prix moyen d'une pièce est de 0 fr. 35 environ². En se reportant au cycle que doit parcourir un objet pour passer de l'état de terre à celui de poterie, le lecteur se rendra compte que l'amélioration constante des procédés doit être la préoccupation perpétuelle du fabricant et qu'une économie, à première vue minime, peut devenir très importante puisque le peu de valeur de la matière fabriquée ne peut amener de rémunération à l'entreprise que si sa production est considérable.

Les améliorations à apporter dans la fabrication sont de deux sortes : on peut, en effet, chercher à rendre la production moins coûteuse, soit en perfectionnant le façonnage, soit en diminuant les chances d'accidents. Au premier ordre d'idées se rattachent les tentatives de perfectionnement du matériel, car toutes ont pour but d'accroître le rendement des machines et d'en corriger les imperfections. On ne trouve malheureusement pas dans toutes les usines françaises cette préoccupation de faire mieux qui anime les fabricants en Angleterre et en Allemagne, et nous allons voir que sur le terrain de la faïence fine, nous sommes en présence de concurrents avec lesquels nous devons compter.

Les Anglais, qui ont certainement amené l'industrie de la faïence fine à une assez grande perfection, n'ont pas compris leur rôle de producteurs de la même manière que nous. Sur 870 fabriques, qui sont en activité en Grande-Bretagne, un tiers environ se trouve groupé dans la même région (district des poteries) du Staffordshire. Ces faïenciers se sont associés moralement pour la réussite de l'œuvre commune, solidarissant un peu leurs découvertes pour le profit de leur pays. Ces usines, rassemblées dans le même lieu, constituent un champ d'expériences très vaste, d'où l'on a dû tirer de sérieux avan-

tages. Ainsi, tous les métiers accessoires de la poterie (mécaniciens, broyeurs de matières premières, pâtières, fabricants de couleurs, constructeurs de fours) se trouvent représentés dans le district et peuvent vivre facilement, puisque leur utilisation est certaine, grâce à cette agglomération. Cette organisation permet à chaque fabricant de limiter ses efforts à la partie céramique proprement dite.

Dans le district, il est très facile, à celui qui possède quelques ressources, de monter une petite fabrique, car on y trouve des usines installées à louer à des prix raisonnables. La division du travail caractérise ce genre d'exploitation, tandis que nos usines françaises, éloignées les unes des autres, doivent avoir recours à leurs propres moyens et entretenir un personnel varié.

Les autres fabriques anglaises sont dispersées sur le territoire du Royaume-Uni, et n'ont pas les facilités que l'on rencontre dans le Staffordshire, mieux desservi par les chemins de fer et les canaux. Elles ont reconnu l'avantage du groupement; aussi de nouveaux centres (moins importants que le district des poteries) se sont-ils formés, et leur importance ne peut qu'augmenter.

Les faïenciers allemands procèdent comme leurs concurrents français, avec des usines en nombre restreint, mais considérables. En général, ces établissements sont montés par actions, et cette réunion de capitaux permet de leur donner un développement inconnu chez nous. Il en résulte un abaissement des frais généraux et la possibilité d'entretenir un matériel de choix, et de le renouveler quand le besoin s'en fait sentir. Le matériel mécanique est très étudié et nous verrons tout à l'heure que tout ce qui peut contribuer scientifiquement au perfectionnement de la fabrication est tenu en considération. Avec des tarifs de transport modérés et une main-d'œuvre moins élevée que la nôtre, la production est forcément plus avantageuse que chez nous. Il faut remarquer, en outre, que la faïencerie allemande n'a pris un grand essor que depuis quelques années; elle s'est installée dans d'excellentes conditions, profitant de l'expérience acquise, avec un matériel nouveau et muni des dernières améliorations.

Maintenant que nous connaissons la situation de nos rivaux et la nôtre, nous allons dire quelques mots de la marche de notre commerce en faïence fine.

Les trois dernières années sont satisfaisantes et montrent que nous pouvons, en continuant nos efforts et en cherchant à les rendre aussi utiles que possible, tenir une bonne place sur le marché. Voici la valeur de notre exportation et de notre importation depuis 1896 :

¹ Ce gain dépend naturellement de la qualité de l'ouvrier; mais il varie aussi suivant les régions. C'est ainsi qu'il est plus élevé aux environs de Paris que dans les départements, où la vie est à bon marché et la main-d'œuvre moins demandée. En général, il n'est pas inférieur à 6 francs par jour et s'élève jusqu'à 9 francs. Remarquons toutefois que le samedi, jour de paie, l'ouvrier produit moins et gagne moins. Le lundi aussi, le plus souvent, son ardeur au travail est ralentie et son salaire s'en ressent.

² La pièce qui sort de l'usine se vend *en moyenne* 0 fr. 42, au moins dans une grande manufacture que nous connaissons.

	FAÏENCE FINE		
	1896	1897	1898
Exportation. . .	937.903	1.028.051	1.254.400
Importation . .	1.931.530	1.244.051	1.214.290
<i>Différence.</i> . . .	- 693.627	- 216.317	+ 40.140

On voit que nous avons restreint notre importation et augmenté notre exportation à ce point que cette dernière contre-balance aujourd'hui la valeur de ce que nous recevons de l'étranger. C'est d'un bon augure. Pour continuer dans cette voie, nous aurons évidemment beaucoup à travailler, car l'industrie similaire allemande, quoique plus jeune que la nôtre, nous a dépassés. Les comptes rendus officiels allemands donnent pour 1898 une exportation d'une valeur de 1.981.250 francs, contre seulement 475.000 fr. d'importation, soit 1.506.250 fr. d'écart. Nous n'avons malheureusement que 40.140 francs d'excédent de notre exportation sur notre importation. C'est peu.

V — LA SCIENCE ET LA FABRICATION DE LA FAÏENCE.

Le cadre de cet article ne permet pas d'envisager tous les accidents qui peuvent se produire dans les faïenceries; nous nous contenterons d'examiner rapidement un des plus importants et des plus fréquents d'entre eux: le *manque d'accord de la couverte avec la pâte*, et de montrer que des recherches entreprises méthodiquement avec l'aide de la science peuvent amener des améliorations dans la fabrication.

La couverte d'une faïence repose sur une masse qui doit avoir même dilatation que ce silicate fondu; elle est retenue par les aspérités de la pâte et elle en imprègne la surface. La couverte doit être d'accord avec son support et suivre toutes ses transformations, pendant le refroidissement, depuis le point de solidification jusqu'à la température ambiante. Avec une contraction de la couverte supérieure à celle de la pâte, autrement dit avec une couverte dont le coefficient de dilatation est plus grand que celui de la pâte, il arrive que la glaçure se trouve tendue sur la pièce et que, si son élasticité est inférieure à l'effort exercé, elle se brise. La surface de la pièce est alors recouverte d'un réseau plus ou moins fourni de fêlures: *la couverte a tressaillé*. Au contraire, la pâte vient-elle à diminuer de volume plus vite que la couverte, cette dernière se trouve en excès, comprime la pâte et peut se briser en éclats: *c'est l'écaillage*. Pour éviter ces accidents, le fabricant a donc intérêt à connaître comment se dilatent les pâtes et les couvertes, et surtout à savoir modifier leurs dilata-

Cette question de l'accord des pâtes et des cou-

vertes n'a pas été délaissée; elle n'est pas résolue complètement. Un certain nombre de travaux ont été publiés et, grâce à leurs résultats, nous sommes en mesure d'augmenter ou de diminuer la dilatation d'une pâte ou d'une couverte pour faciliter l'accord de ces deux parties d'une poterie. De nombreuses déterminations, effectuées d'une manière plus précise, depuis quelques années, nous ont donné d'intéressants aperçus sur le rôle des éléments constitutifs des pâtes et couvertes et de la température de cuisson. Sans permettre de prévoir l'accord absolu d'une pâte et d'une couverte, l'étude des dilatations nous a mis en main des moyens de faire varier les coefficients de dilatation et d'éviter, dans certains cas, une dilatation irrégulière.

Ces recherches, et toutes les recherches entreprises au point de vue de la céramique amèneront-elles de rapides progrès dans la fabrication? Je me permets d'en douter, car le perfectionnement de cette industrie par les moyens scientifiques est difficile, du moins en France. Beaucoup de nos industriels se sont intéressés à ces travaux, il en ont même subventionné quelques-uns, mais leur attente a été un peu déçue, une fois les expériences terminées. En effet, la présentation des faits acquis était peu facile à saisir pour beaucoup d'entre eux; on leur soumettait un mémoire, d'apparence purement scientifique, dont les conclusions leur semblaient difficiles à interpréter. Quantité d'industriels, formés dans l'industrie elle-même, manquent de cette instruction scientifique générale nécessaire pour tirer parti des nouvelles voies tracées; les savants ont alors travaillé inutilement pour eux, et un collaborateur technique leur a semblé un luxe dont ils pouvaient se passer. Quelques-uns ont cependant compris l'obligation de marcher avec leur siècle et ont cherché des aides dont l'érudition et l'habileté leur permettraient d'adapter à leur production les découvertes modernes. Leurs efforts, malheureusement, ont été souvent infructueux, car s'ils ont réussi à trouver des chimistes ayant une réelle habitude du laboratoire, ils ont dû reconnaître que leur ignorance de la Céramique était presque complète. Cette difficulté de recruter le personnel technique a permis à la routine de garder sa place dans beaucoup d'installations, car les fabricants ont reculé devant la tâche qui leur incombait de faire l'éducation céramique complète d'un chimiste. Il résulte de cet état de choses que, quoique les situations soient rares en faïencerie, il peut arriver que les offres de positions soient en plus grande quantité que les demandes, et j'ai vu des faïenciers français, travaillant avec des capitaux français, obligés de recourir à des conseils étrangers, tant l'étude de la Céramique est délaissée des chimistes

français. Nous avons pourtant tenté d'installer un enseignement technique, et l'École d'application de la Manufacture de Sèvres doit former des contre-maîtres instruits; seulement, cette fondation est unique, ce qui est peu quand on compare notre organisation avec celle de l'Allemagne et de l'Autriche, où les écoles sont nombreuses, comme nous le verrons tout à l'heure. Cette école prépare des artistes-décorateurs et des techniciens pour l'industrie.

L'enseignement, qui dure quatre années, comprend une période préparatoire de deux années, pendant lesquelles on traite l'Algèbre, la Géométrie, la Chimie, la Technologie céramique, l'Histoire de l'art, la Composition décorative, l'Histoire de la Céramique, le dessin, l'aquarelle, le tournage, le moulage et le modelage; puis, au bout de ces deux ans, les programmes sont séparés, les techniciens partageant leur temps entre le laboratoire et la fabrication et les artistes se consacrant à l'étude des formes et à la décoration.

De l'autre côté de la Manche, le travail se fait d'après des recettes que l'on se transmet, et l'empirisme règne en maître. La fabrication de la faïence fine s'est néanmoins développée énormément en Angleterre, malgré ces mauvaises conditions, et les directeurs d'usines ont acquis dans la pratique une habileté qu'il faut bien reconnaître. Il est probable que, fortement intéressés par leur métier, les industriels ont su voir et observer et qu'ils ont pu trouver, dans leur longue expérience, les remèdes de beaucoup d'accidents sans en connaître le mode d'action. Cet exemple des Anglais a-t-il influé sur les faïenciers français? C'est très possible, et la supériorité reconnue de leur faïence, fabriquée sans l'aide de techniciens instruits, a dû souvent servir d'argument pour éliminer les hommes de laboratoire. L'empirisme anglais a pourtant été funeste à ses partisans toutes les fois que des industriels du continent ont eu recours à lui. Un ingénieur du Staffordshire se trouve dépaycé quand on le transporte dans une autre région, et, comme les bases de son savoir s'appuient sur des matériaux anglais, tout son bagage de formules devient alors inutile. Quand on veut l'obliger à utiliser les matières premières locales, son habileté s'évanouit et il est aussi embarrassé que ceux qui ont fait appel à lui pour établir la production avec sécurité.

En Allemagne, la conception est autre; l'enseignement dans le laboratoire occupe une large place, et l'industriel reconnaît lui-même l'utilité des hommes de science. En outre des laboratoires de science pure, se sont créés des laboratoires de Chimie appliquée et des écoles où l'on forme des céramistes, et des laboratoires privés où des chimistes instruits étudient certaines questions inté-

ressant les industriels et leur servent de conseils. Ces écoles ont certainement rendu des services, car leur nombre s'est développé. Actuellement, elles sont au nombre de huit: à Bunzlau (Silésie), à Munich, à Berlin, à Karlsruhe, à Tolkemit, à Oberleutensdorf, à Landshut (Bavière), à Grenzhäusen (Anhalt) et à Lauban (Silésie), et sont fréquentées par plusieurs centaines d'élèves, presque toujours payants. L'enseignement de ces établissements est essentiellement pratique: c'est la note dominante de cet enseignement technique allemand; il diffère du nôtre par la suppression presque radicale, dans les programmes, des questions artistiques: on s'est proposé de doter l'industrie d'ouvriers instruits et l'esthétique a été laissée de côté. Avec des aides ainsi formés et des directeurs soigneusement préparés, l'exploitation doit être bien guidée, puisque le travail y est raisonné.

Cette fabrication, plus jeune que la nôtre, a profité des améliorations déjà établies; ses recherches ont été dirigées scientifiquement, les ingénieurs ont été consultés pour la construction du matériel, et les chimistes encouragés à étudier la chimie de la Céramique, de manière à faire profiter l'industrie des découvertes. Il faut joindre à cela les publications allemandes qui, sans avoir une importance exagérée, sont assez nombreuses, et, en général, bien informées. La vérité nous oblige à avouer que nos compatriotes ont fait preuve jusqu'ici d'une indifférence presque complète pour les journaux industriels; il est vrai qu'en Angleterre on va plus loin, car je ne connais, concernant la poterie, que des publications commerciales et des recueils de formules.

Il est hors de doute que cette organisation allemande ne soit excellente, et nous pouvons voir qu'elle a déjà porté ses fruits en étudiant la situation du commerce céramique allemand. La fabrication se développe chaque jour, dépassera la fabrication anglaise si ses progrès continuent, et finira par occuper une place très importante si nous nous maintenons dans le *statu quo*.

En résumé, placés entre l'Allemagne et le Royaume-Uni, nos industriels n'ont pas les avantages matériels que les ressources intellectuelles et financières du pays seraient en droit de leur faire espérer. Il y a un progrès, comme nous l'avons fait constater, mais, si la méthode ne s'introduit pas avec autorité dans nos usines, il est probable que toutes les qualités de notre race n'empêcheront pas le travail régulier et continu de nos concurrents de nous distancer constamment et de nous reléguer au second plan.

A. Granger,

Docteur ès sciences,
Professeur de Technologie céramique
à l'École d'Application de la Manufacture Nationale
de Sèvres.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Duporeq (Ernest), ancien élève de l'École Polytechnique, ingénieur des Télégraphes. — **Premiers principes de Géométrie moderne** (à l'usage des élèves de mathématiques spéciales et des candidats à la Licence et à l'Agrégation). — 1 vol. in-8° de vii-160 pages. (Prix : 3 fr.) Paris, Gauthier-Villars, éditeur, 1899.

Lorsque m'est arrivé, il y a peu de jours, le petit livre dont il s'agit, j'ai voulu le parcourir rapidement pour en prendre une idée générale. Puis, de proche en proche, je me suis laissé aller à couper tous les feuillets et à suivre l'auteur d'un bout à l'autre de son développement, tellement cette lecture devenait attachante, bien que forcément superficielle.

On ne trouverait, en effet, guère d'exemple comparable d'une pareille condensation d'idées et de résultats en si peu de pages. On pourrait dire que toute l'essence des théories de la Géométrie supérieure récente et de leurs applications à la Théorie des courbes et des surfaces, au moins des surfaces du second ordre, se rencontre dans les six chapitres qui composent l'ouvrage : Préliminaires. — Divisions et faisceaux homographiques. — Transformations homographiques et corrélatives. — Principales propriétés des coniques. — Principales propriétés des quadriques. — Etude de quelques transformations.

Essayer de détailler les matières qui composent ces chapitres serait une tâche impossible, à moins de reprendre pour ainsi dire le volume lui-même. La plupart des sujets traités rentrent dans des théories connues. M. Duporeq y a cependant ajouté beaucoup du sien, quand l'occasion s'en présentait, et, dans tous les cas, ce qui lui appartient bien en propre, c'est l'ordonnance générale de l'ouvrage, c'est le mode d'exposition, sobre, net et précis. Nous devons une mention spéciale, cependant, à la très intéressante étude sur la transformation de Lie, faite à un point de vue géométrique nouveau.

Au fond, il y a dans le titre de l'ouvrage une partie qui n'est pas tout à fait exacte; il n'est pas « à l'usage des élèves, » mais « à l'usage des très bons élèves »; il est aussi « à l'usage des professeurs » qui auraient peut-être à y apprendre eux-mêmes quelque chose, à y recueillir des notions sur des choses vues autrefois et un peu oubliées; ils y trouveraient surtout, avec un peu de travail, des éléments précieux à introduire dans leur enseignement. Cette remarque est moins un blâme qu'un éloge à l'adresse de l'auteur; son extrême concision est un grand mérite; mais il ne faut pas se dissimuler qu'elle nuit un peu à la clarté, pour les lecteurs qui n'ont pas encore assez de connaissances acquises.

Tout le bien que je dis, et que je pense, de ce petit livre m'autorise à présenter aussi quelques critiques concernant la terminologie. Pourquoi M. Duporeq, après tant d'autres, et avec son esprit exact et précis, emploie-t-il l'expression malheureuse de surfaces du *n° degré*, au lieu de surfaces du *n° ordre*? Le degré appartient à l'équation; celui de l'équation *ponctuelle*, c'est l'*ordre*; celui de l'équation *tangentielle*, c'est la *classe*; il est toujours bon d'éviter les confusions, surtout quand on veut agir sur l'enseignement. Pourquoi, encore, le vocable si fâcheux *transformation par rayons vecteurs réciproques*, qui représente au fond une idée inexacte et incomplète, lorsqu'on possède celui d'*involution*?

Mais ce ne sont là que des détails. Le livre dont nous

avons essayé de donner une idée est, croyons-nous, le premier du jeune géomètre à qui nous le devons, et que de nombreux travaux ont déjà fait connaître. Sa science et son talent nous sont un garant que d'autres ouvrages, soit d'ordre purement scientifique, soit intéressant l'enseignement, ne manqueront pas de succéder à celui-ci; et, pour être excellents de tous points, il leur suffira de ressembler à leur aîné.

C.-A. LAISANT,
Examinateur d'admission à l'École Polytechnique.

Tikhomandritzki (Malthieu). — **Kours tiórii vié-roiatnostoi** (COURS DE LA THÉORIE DES PROBABILITÉS). — 1 vol. in-8° de 103 pages. Kharkoff, 1899.

M. Tikhomandritzki, professeur à l'Université de Kharkoff, bien connu par ses travaux sur le calcul des différences finies, sur les intégrales abéliennes, a publié son cours sur le calcul des probabilités.

Le livre est un ouvrage d'enseignement, mais avec un caractère élevé, et s'adresse à des lecteurs déjà familiers avec l'analyse. Il va sans dire qu'on y chercherait en vain des réflexions *critiques* analogues à celles de M. Poincaré (*Revue* du 15 avril 1899); l'auteur se contente d'exposer le calcul des probabilités dans sa forme *classique*, mais dans un langage élégant et précis.

Ce calcul a été une matière de prédilection pour les algébristes russes (Tchébicheff, Imchenetzki...), qui ont beaucoup travaillé sur les théorèmes de Jacques Bernouilli et de Poisson sur les grands nombres.

Parmi les diverses questions successivement traitées, et en dehors, bien entendu, de l'exposition des théories fondamentales, je signalerai les suivantes :

Probabilité pour qu'en rompant en trois et au hasard une tige mince, on puisse construire un triangle avec les trois fragments;

Probabilité d'atteindre, avec un projectile, un disque tournant;

Justification de la méthode des moindres carrés....

Je remarquerai, en terminant, qu'on édite fort bien les mathématiques à Kharkoff. L'impression ne le cède guère à celle de la maison Gauthier-Villars.

LÉON AUTONNE,
Maître de Conférences à l'Université de Lyon.

2° Sciences physiques

Neumann (Dr Carl), Professeur à l'Université de Leipzig.

— **Die Electricischen Kräfte. Darlegung und Erweiterung der von hervorragenden Physikern entwickelten mathematischen Theorien. Erster Theil: Die durch die Arbeiten von Ampère und F. Neumann angebahnte Richtung.** 1 vol. gr. in-8° de 272 pages avec 15 fig. (Prix: 9 fr.), 1873. — **Zweiter Theil: Ueber die von Hermann von Helmholtz in seinen älteren und in seinen neueren Arbeiten angestellten Untersuchungen.** 1 vol. in-8° de 462 pages (Prix: 17 fr. 50) 1898. B.-G. Teubner, éditeur, à Leipzig.

Dans le quart de siècle écoulé entre l'apparition des deux volumes formant l'ouvrage de M. Carl Neumann, la science électrique a si fortement dévié de la route qu'elle semblait devoir suivre que, sous peine d'être vieux à sa naissance, le deuxième tome devait rompre franchement avec son programme primitif. Bien que contenue implicitement dans la loi élémentaire de Weber, l'idée de l'action par l'intermédiaire d'un milieu — l'existence d'une vitesse dans cette loi n'ayant pas d'autre signification — était totalement étrangère aux spéculations classiques il y a quelque vingt ans. Et cependant, quelque simple que pussent alors paraître

les lois de l'électrodynamique, leur validité semblait douteuse à plus d'un physicien. Déjà, à cette époque, M. Carl Neumann ne se faisait aucune illusion sur le sort réservé aux théories à l'examen desquelles son ouvrage est entièrement consacré. Aujourd'hui encore, il qualifie les théories électriques et magnétiques de « très imparfaites » et « tout à fait provisoires », et s'explique leur état d'enfance par le temps relativement court durant lequel les savants les ont méditées, comparé aux vingt siècles de recherches sur la dynamique des corps pondérables.

Cependant, depuis une cinquantaine d'années, les lois intégrales des actions électrodynamiques et de l'induction sont acquises pour le cas des corps en repos, — cette restriction n'existe pas dans les travaux antérieurs à Maxwell, — alors que les lois élémentaires, considérées comme probables à la suite des travaux d'Ampère pour les premières de ces actions, sont encore enveloppées d'une profonde obscurité, suivant l'expression de M. Neumann, dans le cas de l'induction.

D'ailleurs, la loi d'Ampère peut être partiellement vraie sans l'être en entier. En dehors de l'expression numérique de la force, il se peut que sa direction ne soit pas celle que lui assigne Ampère. Le doute à cet égard a été souvent exprimé, et plus d'une tentative fut dirigée contre la loi d'Ampère. Ainsi, en 1873, Helmholtz essaya de substituer à cette expression sa loi potentielle, dont le plus gros défaut, mis en évidence par M. C. Neumann et M. Riecke, était d'être en opposition formelle avec des faits d'expérience. Helmholtz, il est vrai, appuya son hypothèse sur les phénomènes obscurs qui se passent au point d'entrée du courant dans le solénoïde d'Ampère, mais alors la question devient d'une grande complication.

On voit la nature des difficultés auxquelles s'attaque M. C. Neumann, et l'intérêt qui s'attache à leur étude approfondie. Il en a fait l'œuvre de sa vie ; il a donné à la lutte pour la vérité une sorte de passion qui rend très humaines ses pages bourrées de calculs et remplies d'abstractions.

Dans ce domaine, que d'illustres maîtres ont exploré, M. Neumann ne se borne pas à rassembler leurs idées ; il les discute, donne ses opinions personnelles sur leurs résultats, et fait clairement ressortir tout ce qui paraît encore douteux.

Les anciens travaux de Helmholtz portaient de la loi newtonienne. Les nouveaux procèdent des équations de Fourier. M. Neumann pense que « si l'on veut approfondir les vrais principes des actions électriques, il s'agit, en définitive, de l'examen des principes généraux par lesquels on peut réunir en un seul faisceau les phénomènes de la gravitation et ceux de la chaleur. Ces principes « dont nous croyons avoir devant nous quelques vagues reflets... »

S'il en est ainsi, les chercheurs ont de belles années en perspective, et nous pouvons nous consoler de comprendre si peu et si mal les théories électriques, à l'idée que tout sera clair pour nos lointains descendants, qui auront mieux que de vagues reflets des principes universels.

À première vue, il semble que les deux façons d'aborder l'étude des phénomènes électriques en soient deux représentations diverses, mais exclusives l'une de l'autre. M. Neumann ne le pense pas ; il considère l'électricité comme susceptible de former le lien entre les deux ordres de phénomènes dont l'étude directe a servi de type aux recherches sur l'électricité. C'est pour cette raison qu'il expose les anciens travaux de Helmholtz concurremment avec les plus récents, qu'il considère comme le summum de la connaissance des phénomènes électriques.

La suite des idées sur l'action de milieu, dans les travaux de Faraday, de Maxwell, de Heaviside, de Poynting et de Hertz ont pu, dit l'auteur, être considérés comme des feux follets — *Irrlichter* pourrait aussi être traduit par lumières captieuses, — tandis que, pour la première fois, le principe du minimum de Helmholtz

les rassemble et leur donne la consistance qui leur faisait défaut.

M. Neumann envisage l'introduction dans la science de ce nouveau principe comme un progrès éminent, qui, pour la première fois, permet de saisir l'ensemble des travaux sur l'action de milieu. D'ailleurs, ce principe n'est pas limité aux phénomènes électriques. Helmholtz en a déduit des résultats remarquables en Hydrodynamique, comme on pouvait s'y attendre, puisque le point de départ de ses recherches est dans les équations d'Euler et de Lagrange.

On conçoit que, tenant cette recherche en si grande estime, l'auteur y tende dans toute la dernière partie de son ouvrage. Les formules fondamentales de Helmholtz sont-elles établies d'une façon rigoureuse ? l'auteur ne le pense pas ; il les considère comme créées par une sorte de divination, privilège du génie.

Malgré tout, il reste beaucoup à faire ; c'est là surtout ce qui ressort de l'ouvrage de M. Neumann, dont la lecture, fort absorbante, a entre autres bons effets de faire comprendre, dans une certaine mesure, pourquoi les théories électriques sont encore si peu satisfaisantes.

CH.-ED. GUILLAUME,

Physicien au Bureau international
des Poids et Mesures.

Rocques (Xavier), *Ancien chimiste principal du Laboratoire municipal de Paris.* — **Les Eaux-de-Vie et Liqueurs.** — 1 vol. in-8° de 224 pages avec 65 figures de la Bibliothèque de la Revue générale des Sciences. (Prix cartonné : 5 fr.) G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris, 1899.

Ayant énuméré les alcools naturels et les alcools d'industrie, l'auteur traite d'abord en détail des eaux-de-vie de vins, puis, sous une forme plus abrégée, des eaux-de-vie extraites des fruits à pépins ou à noyau ainsi que du rhum, du whisky et, finalement, des eaux-de-vie de fantaisie. Après avoir parcouru cette série dégressive et intéressée le lecteur aux nobles produits charentais comme aux humbles spiritueux qui, sagement préparés, n'offensent pas encore trop le goût ni la santé du consommateur, M. X. Rocques passe à l'examen des liqueurs, apéritives ou non, des fruits à l'eau-de-vie, des eaux aromatiques distillées et même des sirops.

Les derniers chapitres du livre renferment des renseignements condensés, mais nourris, sur le commerce des spiritueux, les fraudes des eaux-de-vie et liqueurs, leur influence hygiénique. Quelques pages relatives à l'alcool envisagé au point de vue législatif et fiscal terminent l'ouvrage.

Il nous semble intéressant de résumer ici l'opinion d'un spécialiste comme M. Rocques sur deux questions très discutées aujourd'hui : la nocivité des alcools commerciaux et le monopole de ces alcools. De longues séries d'expériences montrent que la première question, beaucoup moins simple qu'on ne le croit *a priori*, doit être reprise à nouveau, avec le concours de physiologistes et de chimistes, pour être élucidée à fond. Quant à la seconde, au fond connexe avec l'autre, elle ne peut guère se trancher, s'il faut en croire M. Rocques, par la séduisante proposition de M. Alglave. M. Rocques préfère supprimer le privilège des bouilleurs de cru, — mesure selon nous d'utilité contestable, — puis contrôler étroitement les alcools d'industrie livrés à la consommation publique, — ce qui est mieux, — puis encore augmenter les droits sur l'alcool, — ce qui est bien, — puis enfin prendre des mesures destinées à restreindre la consommation au cabaret, — ce qui est parfait.

ANTOINE DE SAPORTA.

3° Sciences naturelles

Dakhyl (H.-N.), *Docteur en médecine.* — **Physiologie raisonnée.** — 1 vol. in-12 de 560 pages. (Prix : 8 fr.) Société d'éditions scientifiques. Paris, 1899.

Physiologie « raisonnée » nous paraît quelque peu ambitieuse, comme titre, tout au moins. « Physiologie

par questions et réponses », voilà le titre exact de ce volume. C'est un traité de Physiologie où l'auteur, au lieu de recourir à la méthode didactique, procède par questions et réponses. Nous avons eu autrefois, voici bien des années, les « Pourquoi et les Parce que », la Physique élémentaire enseignée par voie d'interrogations, et, à la vérité, de façon fort intéressante. La méthode en elle-même n'est pas mauvaise, tant s'en faut; elle permet plus de fantaisie, elle permet plus de variété, et éloigne la fâcheuse monotonie en permettant à l'auteur d'introduire, çà et là, des formules plus saisissantes et plus propres à se graver dans la mémoire. Mais encore faut-il l'employer de la bonne manière; et peut-être aussi ne se prête-t-elle pas également bien à l'enseignement de sciences différentes.

D'autre part, — et ceci concerne non plus la forme, mais le fond, dont l'importance est plus grande, — il y a dans le livre de M. Dakhyl des lacunes. Prenons un chapitre au hasard : voici, par exemple, celui qui concerne la sécrétion salivaire. Nous y trouvons des défauts d'exactitude. C'est ainsi que, parlant du rôle excito-sécrétoire de la corde du tympan, M. Dakhyl ne distingue pas nettement les effets de l'excitation de ce nerf : il ne dit pas, comme il faut le dire au début, que ce nerf exerce deux actions, vaso-dilatatrice et sécrétoire; il ne parle pas du rôle excito-sécrétoire du sympathique, qui stimule les éléments glandulaires tout en provoquant la vaso-constriction. Toute cette importante question est traitée de manière par trop succincte, nous semble-t-il.

Au chapitre nutrition, il faudrait encore indiquer que le glycogène provient aussi bien des graisses que des féculents et des albuminoïdes : la graisse ne se brûle pas en nature, lors du travail musculaire. Et encore, à la question « l'existence de la glycose ou est-elle nécessaire dans l'économie? » M. Dakhyl aurait dû répondre en insistant plus clairement sur ce fait que la glycose est l'aliment essentiel non pas des « éléments anatomiques » mais spécialement des muscles; et que, dès lors, le foie est la principale source d'énergie du système musculaire.

Encore, à propos de la glycose, il eût fallu signaler les travaux récents de Chauveau sur la grosse question de l'isodynamie, sur la question de la substitution des aliments, de la proportion ou les albuminoïdes, sucres et graisses peuvent être substitués les uns aux autres, en tant que sources d'énergie musculaire. Trop court aussi le chapitre sur le bilan de la nutrition. Cela n'empêche pas qu'il y a de très bonnes parties dans le livre de M. Dakhyl; mais il gagnera à être revu de près, et mis bien au courant de la science.

Il nous paraît encore que la méthode suivie n'est pas la meilleure. Les « Pourquoi et les Parce que » veulent des réponses rigoureusement nettes et certaines : or, en Physiologie, sur bien des points, il y a controverse et incertitude, et dès lors la réponse perd de sa netteté, ou bien risque d'être erronée. H. DE VARIGNY.

Daniel (Lucien), *Docteur ès sciences, professeur au Lycée de Rennes.* — **La Variation dans la Greffe et l'Hérédité des caractères acquis.** — 1 vol. de 226 pages avec 10 planches et 19 figures dans le texte (Extrait des Annales des Sciences naturelles, Botanique, 8^e série, t. VIII). G. Masson, éditeur. Paris, 1899.

Cet ouvrage a le mérite d'aborder et de résoudre des questions qui présentent un grand intérêt au double point de vue de la science pure et de la science appliquée : la Biologie générale et la Botanique agricole sont intéressées par les conclusions qui découlent de ce travail.

Les botanistes modernes semblent admettre que la greffe est un moyen de fixation et de conservation des variétés, et considèrent comme non démontrées les influences spécifiques entre le sujet et le greffon. D'un autre côté, la transmissibilité des caractères, acquis par influence directe du milieu, est loin d'être acceptée par la majorité des biologistes. Par ses expériences compa-

ratives, persévérantes et bien conduites, l'auteur obtient des résultats qui paraîtront, je le crois, très persuasifs, et capables de fixer l'opinion en sens inverse des idées couramment admises.

D'après M. Daniel : 1^o il y a variation dans la greffe; 2^o il y a une influence très nette du sujet sur le greffon et du greffon sur le sujet; 3^o ces influences et les autres variations sont susceptibles de transmission héréditaire. — Les changements amenés par la greffe, dans la nutrition générale des plantes associées, peuvent influencer la vitesse et la capacité de croissance du sujet et du greffon, la résistance relative des deux plantes aux parasites et aux agents extérieurs. Par des greffes variées de plantes herbacées, on voit très nettement se manifester, par exemple, l'influence du sujet sur la résistance du greffon aux parasites.

On peut savoir gré à l'auteur, qui s'est spécialisé dans l'étude de la greffe depuis de longues années, d'avoir essayé une théorie de la greffe, opération pratique restée jusqu'ici purement empirique. Telle qu'elle est formulée, cette théorie est basée sur le régime de l'eau dans l'association plus ou moins parfaite du sujet et du greffon. Elle impute aux variations du régime de l'eau la plupart des dépérissements inexplicables, temporaires ou définitifs, des plantes greffées, et donne une explication satisfaisante des variations de nutrition générale.

Dans une plante normale, ce qui règle surtout l'absorption (C_a), c'est la consommation (C_c), ou capacité fonctionnelle d'assimilation des parties aériennes. Si l'un des facteurs C_a ou C_c diminue, l'autre facteur subit l'effet de ce contre-temps et a une tendance à diminuer pour se rapprocher de l'état d'équilibre. Par exemple, si C_a diminue par suite de la sécheresse du sol, les produits de l'assimilation, au lieu de concourir également au développement de l'appareil absorbant et de l'appareil assimilateur, serviront surtout à accroître le premier, de façon à augmenter la surface d'absorption sans augmenter autant l'appareil d'assimilation. Il y a là, d'ailleurs, plus qu'une hypothèse, car c'est un fait d'observation, très souvent cité, qu'une plante, sur sol désertique par exemple, a un système souterrain qui se développe proportionnellement bien plus que sa partie aérienne. Expérimentalement, le même résultat a été obtenu¹. Cette donnée générale est applicable à la greffe.

Quand on greffe une plante au collet, ou sans laisser de rameaux au sujet, on intervient pour garder au sujet sa propre capacité d'absorption C_a ; mais on remplace la totalité de son appareil d'assimilation C_c par celui du greffon, dont la capacité fonctionnelle est C'_c , qui caractérise une autre plante. Les variations peuvent donc provenir des causes suivantes : 1^o Il n'y a que rarement équilibre entre C_a et C'_c , et la plante greffée est impuissante, surtout au début, à ramener ses fonctions à un équilibre fonctionnel momentané, en développant inégalement ses appareils : le sujet est ainsi exposé à la réplétion aqueuse et à la pourriture, et le greffon est exposé à la dessiccation et à l'encombrement des réserves amylacées qu'il élabore. Ces conditions si anormales produisent, on le comprend, des variations accentuées dans la nutrition et la croissance. 2^o L'existence du bourrelet constitue une entrave à la circulation, de sorte que la greffe d'un individu herbacé sur lui-même détermine déjà un antagonisme entre sujet et greffon. 3^o Il peut arriver que, par le fait d'une différence osmotique des membranes, l'absorption du sujet n'amène pas dans le greffon tous les sels, et aux doses nécessaires ou favorables à son développement. Des modifications spéciales en sont la conséquence et affectent la taille, la structure et la saveur... C'est un fait bien connu, en effet, que l'arrivée de l'eau et l'osmose dans le greffon sont naturellement influencées par le sujet. On le constate nettement en comparant les bois d'une même variété de Poirier, greffée sur

¹ *Ann. des Sc. nat., Bot.*, 1895, p. 121.

Cognassier et sur franc. Différant anatomiquement, le bois est plus dur et moins cassant sur ce dernier sujet.

De même que le gui du Pommier subit l'influence du sol qui supporte son hôte, de même le greffon a deux supports qui l'influencent : le sol et le sujet. On arrive ainsi à cette conclusion que la conduite des arbres greffés doit être basée non seulement sur la répartition des sèves, mais aussi sur les rapports fonctionnels du sujet et du greffon, ces rapports variant suivant la nature du sol et suivant le climat.

En ce qui concerne la question bien intéressante des réactions réciproques du sujet et du greffon, l'auteur apporte aussi des expériences et cite des cas indéniables que chacun peut vérifier. Je mentionnerai seulement le *Néflier* de Bronvaux : une Epine blanche porte depuis longtemps un greffon de Néflier. Or, *au-dessous de la greffe*, l'Epine a donné naissance à une branche de Néflier, qui garde seulement les piquants qui caractérisent le sujet, et porte feuilles, fleurs et fruits de Néflier. On note, en même temps, que l'inflorescence est en corymbe comme celle de l'Epine. Sur la même branche, on trouve, d'ailleurs, des organes représentant des types intermédiaires. On a nié l'authenticité du cas presque analogue, mais inverse, présenté par le *Cytisus Adami*. Ici, la critique est désarmée complètement, puisque le cas peut être vérifié, et que l'hybridation ne peut expliquer la forme des feuilles et des fleurs.

Dans les expériences sur les Aubergines, Tomates, Piments, Helianthus, les résultats viennent corroborer l'observation des faits précédents. Dans la sorte de symbiose du sujet et du greffon, il se produit une réaction mutuelle des cytoplasmes différents. Cette réaction amène, plus ou moins rapidement et plus ou moins nettement, une sorte d'*hybridation asexuelle*⁴ comparable jusqu'à un certain point avec l'hybridation sexuelle, dont elle affecte l'allure générale par l'inégalité de ses effets suivant les plantes considérées. Cette action affecte les régions de la plante qui sont encore malléables au moment où elle s'exerce. On peut accentuer, d'ailleurs, cette sorte de métissage ou d'hybridation indépendante de la sexualité. L'auteur y arrive par la greffe mixte, c'est-à-dire celle où le sujet garde quelque temps encore des organes d'assimilation qui fonctionnent en même temps que ceux du greffon.

En ce qui concerne l'hérédité des caractères acquis, les résultats ne sont pas moins nets et précis.

Darwin et Weissmann admettaient encore dernièrement que « les variations ne se produisent jamais que lorsque plusieurs générations ont permis aux conditions ambiantes d'influencer le plasma germinatif, moins accessible que le soma ». Or, les expériences de M. Daniel viennent infirmer cette règle : elles démontrent que la greffe peut déterminer, dès la première génération, une variation importante qu'il est possible de fixer et de diriger. C'est ainsi que les variations de nutrition générale ont été transmises dès la première génération, de sorte que, entre autres résultats, l'on peut, par exemple, obtenir le nanisme par la greffe. Ajoutons, cependant, que la greffe influence toujours la variation, mais sans parfois parvenir à l'orienter.

La conclusion relative aux hybrides et aux méteils indirects de greffe peut être formulée ainsi : non seulement l'influence de la greffe sur le soma peut se manifester directement sur les plantes greffées elles-mêmes,

mais elle peut produire une réaction indirecte sur les éléments reproducteurs. Dans ce cas, à la suite du semis des graines fournies par les plantes greffées, on voit apparaître dans les nouvelles plantes des caractères nouveaux, intermédiaires ou non, suivant les plantes, entre les caractères propres des variétés greffées entre elles. La greffe peut donc être considérée comme un moyen précieux de modification et de perfectionnement systématique des espèces végétales.

Toutes ces données sont pour la plupart nouvelles et appuyées d'une façon décisive. C'est dire l'intérêt qui s'attache à la lecture et à la discussion de ce travail, dont on peut dire qu'il fait grand honneur à son auteur.

EDMOND GAIN,
Maître de Conférences
à la Faculté des Sciences de Nancy.

4° Sciences médicales

De Rothschild (Henri), Ancien externe des Hôpitaux de Paris. — Hygiène de l'Allaitement. — Un vol. in-18 de 200 pages, avec 21 figures. (Prix : 1 fr. 50.) G. Masson et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1899.

Voici un bon petit livre, écrit par celui qui devait l'écrire, par un auteur tout particulièrement compétent dans la question.

Le Dr de Rothschild s'est adonné à ces études si intéressantes de l'hygiène et de l'alimentation des enfants et il nous expose dans son ouvrage des faits d'une haute importance, suivis de conclusions appuyées par de nombreux documents.

Les uns de ces documents résultent de ses observations personnelles et des relevés de sa clinique; les autres, des travaux persévérants et féconds du Dr Budin et de ses collaborateurs, les Drs Michel et Perret, les savants médecins de la Maternité de Paris.

Si le livre de M. de Rothschild s'adresse plus spécialement aux mères de famille, si sa lecture devrait être pour elles nécessaire, indispensable même, l'ouvrage est cependant aussi intéressant pour tout le monde; car c'est de la vie et de l'avenir de nos enfants dont on parle; il faut que nous sachions tous comment nous avons chances de conserver l'existence fragile de ces petits êtres et combien grave et lugubre est la réponse des statistiques à l'égoïsme ou à l'indifférence de certaines mères, pour lesquelles l'enfant est ennuyeux et constitue une charge désagréable dont on cherche à se débarrasser.

L'auteur, en discutant les conditions diverses de l'alimentation des enfants, arrive à parler des laits stérilisés, peptonisés, etc., et nous donne de bons renseignements sur la préparation industrielle de ces produits, utiles auxiliaires de l'alimentation maternelle.

R. LEZÉ,
Professeur à l'École de Grignon.

5° Sciences diverses

La Grande Encyclopédie. Inventaire raisonné des Lettres, des Sciences et des Arts, paraissant par livraisons de 48 pages gr. in-8 colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte et planches en couleurs. (Prix de chaque livraison : 1 fr.; Prix du volume broché : 25 fr.; relié : 30 fr.) Bureaux 61, rue de Rennes, Paris.

Dans le 25^e volume, qui vient de paraître, les Sciences sont assez largement représentées; en Géologie, nous devons signaler une étude sur l'*Oural* par M. Félain; en Histoire naturelle, les monographies des *Oiseaux* par M. Trouessart et des *Orchidées* par M. Maindron; en Médecine, les articles sur la *nutrition* par M. P. Langlois et sur l'*œil* par M. Pinel-Maisonneuve; en Géographie, les articles sur l'*océan* et l'*Océanie* par M. L. Marchand. Ce volume renferme également une remarquable biographie de *Newton* par MM. G. Lyon et L. Sagnet.

⁴ Il nous semble intéressant de rappeler ici l'analogie de ces phénomènes avec ceux qui sont désignés en Zoologie sous le nom de télégonie, ou influence du premier mâle. Dans le cas de l'être double, formé par la mère et son fœtus, par le même mécanisme que ci-dessus, la race peut tendre à s'unifier entre les éléments des deux individus unis comme le greffon et le sujet. De sorte que la femelle peut garder des caractères de la race du mâle qui lui ont été transmis par l'embryon. Ulérieurement, ces caractères acquis par la femelle sont certainement partiellement transmissibles comme dans le cas de la greffe.

(E. G.)

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 17 Juillet 1899.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Lœwy présente deux photographies lunaires adressées par M. Weineck, directeur de l'Observatoire de Prague. — M. E.-O. Lovett poursuit ses recherches sur les transformations des droites. — M. C. Guichard énonce un certain nombre de propriétés des congruences de sphères et de cercles : Pour que les congruences décrites par une sphère S et un cercle C soient harmoniques, il faut et il suffit que la sphère S passe constamment par le cercle C. Pour que les congruences décrites par une sphère S et un cercle C soient conjuguées, il faut et il suffit que le cercle C passe par les deux points où la sphère S touche son enveloppe.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. F. Beaulard a cherché à vérifier expérimentalement les formules de Mossotti-Clausius et de Betti, qui donnent la valeur de la constante diélectrique dans la théorie de la polarisation des diélectriques. Il s'est servi des résultats obtenus au moyen de deux lames constituées par un mélange, aussi homogène que possible, de limaille de cuivre et de paraffine. Les deux formules concordent également bien avec les résultats expérimentaux. — M. E. Bouty a cherché si les gaz raréfiés possèdent la conductivité électrolytique. Il a constaté que le vide de Crookes est absolument dénué de conductivité, même avec une différence de potentiel de 2.000 volts. Le vide des tubes de Geissler présente un état analogue pour de faibles champs; mais il devient conducteur pour un voltage suffisant; à ce moment, si le tube est placé dans l'obscurité, il se remplit d'une lueur instantanée. — M. Ch.-Ed. Guillaume a étudié les variations des aciers au nickel réversibles. Une barre forgée, ramenée de la température de la forge à 100°, puis ayant subi des recuits de 20 en 20° jusqu'à 40°, s'est allongée, au bout de deux ans, d'environ 8 μ , et sa longueur, à une température déterminée, est maintenant fixée à 0,5 μ près. Mais, en même temps, la barre a subi une autre variation, sous l'influence de la température ambiante, et qui atteint environ 1,5 μ pour les variations extrêmes annuelles de température. Enfin, une barre étirée subit encore une troisième sorte de variation à 100°. — M. M. Berthelot a étudié l'action de l'effluve électrique sur des mélanges de sulfure de carbone et d'hydrogène, d'azote, d'argon, d'oxyde de carbone. Avec l'hydrogène, il se produit un dérivé résineux, jaune, solide, qui paraît être un dérivé persulfuré du glyoxal; avec l'oxyde de carbone, il se forme aussi un corps jaune, qui paraît être un acide oxysulfuré. En même temps, il se forme toujours des produits de condensation du sulfure de carbone. — Le même auteur a observé les conditions de la combinaison de l'azote et de l'oxygène sous l'influence de l'effluve électrique et en présence de potasse caustique. Le bioxyde d'azote AzO qui se forme primitivement se combine d'abord à un atome d'oxygène pour former l'anhydride azoteux AzO²; celui-ci, par suite de la diffusion rapide des gaz, est absorbé en partie sous forme d'azotite de potasse, avant qu'il n'ait eu le temps de s'unir à un second atome d'oxygène pour donner du peroxyde d'azote AzO³, lequel est absorbé à son tour, moitié à l'état d'azotite, moitié à l'état d'azotate. Il y a donc un excès d'azotite formé. — M. A. Recoura a constaté que l'acétate de chrome présente quatre formes isomères, douées de propriétés différentes. L'acétate normal, Cr(C²H³O²)³, s'obtient à l'état de solution verte par double décomposition du sulfate de chrome normal et

de l'acétate de baryum. Cette solution, abandonnée à elle-même, passe par trois séries de transformations, reconnaissables aux variations de couleur, et correspondant chacune à la formation d'un acétate anormal, de nature basique, dans lequel le chrome n'est plus précipitable par la soude. — MM. E. Abelous et E. Gérard ont reconnu que le ferment soluble qu'ils ont extrait de l'organisme animal (rein de cheval) réduit non seulement le nitrate de potasse, mais aussi le nitrate d'ammoniaque; il décolore le bleu de méthylène et paraît donner de l'aldéhyde butyrique aux dépens de l'acide butyrique. Son activité croît avec la température jusqu'à 40-45°; elle est paralysée par la présence d'acide carbonique.

3^o SCIENCES NATURELLES. — MM. V. Babes et Bacoucea montrent d'une manière indiscutable, par des expériences très nettes faites sur des lapins sains, que des injections de substance nerveuse, en quantité suffisante, faites même deux jours avant l'inoculation d'un agent épileptogène (essence d'absinthe), empêchent les accès épileptiques et la mort. Les auteurs expliquent le fait en supposant que l'épilepsie est due à l'intoxication des centres nerveux par le poison, lequel, dans le cas d'animaux injectés avec de la substance nerveuse, se porte d'abord sur cette dernière. — M. Abel Buguet a observé, au moyen de la radiographie, les phases successives du processus de la régénération osseuse chez divers petits animaux auxquels on avait amputé un membre. — MM. Albarran et Contremoulin ont découvert, au moyen de la radiographie, chez un malade atteint de cystite rebelle, des calculs dans le rein gauche. L'opération de la néphrolithotomie a permis de retirer ces calculs, qui étaient constitués par du phosphate de chaux. — M. H. Guillemonat présente un appareil qui permet de dissocier la révolution cardiaque en autant de phases qu'on le juge à propos et de prendre, pendant une série de révolutions, la radiographie de la phase choisie à l'exclusion de toutes les autres. — M. Vaschide communique une série de recherches expérimentales sur les rêves. Il croit pouvoir conclure qu'il y a continuité des rêves pendant tout le sommeil, même le sommeil le plus profond, et qu'il n'y a d'ailleurs pas de sommeil sans rêves. — M. Sappin-Trouffy a étudié la spermatogénèse chez l'homme. Il a observé deux modes de division principaux du noyau : la kariokynèse, qui fournit des cellules de multiplication à un seul noyau; la fragmentation directe, qui fournit des cellules de réduction polynucléées ou cellules-mères des spermatozoïdes. — M. F. Le Hello a étudié le rôle des organes locomoteurs chez le cheval : 1^o Les muscles ischio-tibiaux-fémoraux et pectoraux-grand-dorsal sont les agents essentiels de la progression. 2^o Les forces opérant suivant l'axe général des membres, qui sont les intermédiaires nécessaires dans la mise en œuvre des actions précédentes, n'ont qu'une participation directe difficilement admissible dans la création des forces dirigées pour produire les déplacements en ce sens. 3^o Les muscles importants de la partie antérieure de la croupe doivent surtout être considérés comme des abducteurs du membre tout entier et des continuateurs de l'action de l'iléo-spinal en arrière. — M. Etienne Rabaud tire, de ses études sur des blastoderms monstres de Poule, des conclusions intéressantes pour l'embryologie normale : 1^o Les rapports des vaisseaux avec l'endoderme d'une part, la diminution quantitative du mésoderme d'autre part, sembleraient indiquer que le système vasculaire possède une origine endodermo-parablastique. 2^o D'autres faits semblent montrer que la corde

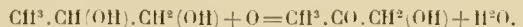
dorsale dérive, non pas de l'endoderme d'invagination ou gastruléen, mais de l'endoderme de différenciation ou vitellin. — **M. A. Eug. Malard** est parvenu à acclimater des Turbots dans un bassin du Laboratoire maritime de Tatihou et à obtenir naturellement la ponte et la fécondation des œufs. La pisciculture du Turbot est donc facile, mais elle nécessite des bassins de grande capacité pour que les jeunes arrivent à leur développement complet. — **M. Edmond Bordage** a constaté qu'on ne peut pas provoquer l'autotomie des membres des deux premières paires chez les Orthoptères sauteurs, mais on peut les séparer du corps par une forte traction. Si l'insecte est encore à l'état de larve, la régénération peut se produire et donner un membre parfait ou un moignon plus ou moins rudimentaire. La même séparation peut se produire dans une mue par autotomie exuviale, et elle est suivie d'une régénération analogue. — **M. P.-P. Dehérain** communique un certain nombre d'expériences faites à Grignon pour démontrer l'efficacité des cultures dérobées d'automne comme engrais vert. Le rendement, en pommes de terre ou en betteraves, sur des parcelles où l'on avait enfoui des quantités variables de vesce avec une quantité uniforme de fumier, s'est montré proportionnel aux quantités d'engrais vert et toujours supérieur à celui des lots ayant reçu du fumier seulement. Il est nécessaire d'enfouir les cultures dérobées déjà à l'automne; si l'on retarde jusqu'au printemps suivant, la première récolte qui suit ne peut en profiter.

Séance du 24 Juillet 1899.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. N. Saltykow** étend le résultat de ses recherches sur les équations résolues par rapport aux dérivées partielles aux équations quelconques en involution. — **M. Edmond Maillet**, en s'appuyant d'une part sur les méthodes de Kummer, d'autre part sur certains résultats trouvés par lui antérieurement, a obtenu quelques théorèmes nouveaux sur les équations indéterminées de la forme $x^2 + y^2 = cz^2$. — **M. A. Demoulin** établit une correspondance particulière entre des droites d et d'' et montre que si une droite d engendre une congruence de normales, la droite d'' en engendre une autre.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. W. de Nikolaïev** a constaté expérimentalement qu'un pôle magnétique placé à l'intérieur d'un courant tubulaire (constitué par un cylindre creux indéfini parcouru par un courant suivant les génératrices du cylindre) subit un couple magnétique. — **M. E. Bouty** a montré que, quand on place un tube à gaz raréfié dans un champ électrostatique uniforme, il y a une intensité critique f du champ telle que, pour toute intensité inférieure à f , le gaz est un diélectrique parfait, tandis que, pour toute intensité supérieure, le gaz livre passage à une décharge. L'auteur a recherché la relation qui existe entre l'intensité f (qui mesure la cohésion diélectrique du gaz) et la pression p ; elle est représentée par une hyperbole asymptote à l'axe des f et à une droite $f = A(1 + Bp)$. — **MM. H. Abraham** et **J. Lemoine** ont recherché si le phénomène de Kerr (apparition de la biréfringence dans un milieu isotrope sous l'influence d'un champ électrique) est instantané ou se produit avec un certain retard par rapport à l'établissement du champ. Ils ont trouvé que ce retard, s'il existe, ne dépasse pas un quatre cent millionième de seconde. — **MM. Charbonnier** et **Galy-Aché** décrivent un bathymètre (instrument destiné à mesurer la profondeur des mers) fondé par l'emploi de cylindres crushers; ce sont de petits cylindres en cuivre qui s'écrasent sous l'influence de la pression. une table de tarage donne la pression qui correspond à l'écrasement observé. — **M. A. Recoura** a étudié l'acétate chromique anormal violet, qui est le premier produit de transformation de l'acétate normal vert. On l'obtient à l'état solide en évaporant sa solution en présence d'acide sulfurique et d'acide acétique; il forme des lamelles vitreuses, violettes, qui, exposées à l'air, perdent jusqu'à une molécule d'acide acétique. Ce com-

posé n'est pas un sel de chrome, car, en solution, des trois radicaux acides qu'il renferme, deux ne peuvent être déplacés, ni par les alcalis, ni par les acides forts, et sont, par conséquent, engagés dans le radical chromique. L'auteur considère donc ce corps comme un acide chromo-monoacétique $[\text{Cr}(\text{C}^2\text{H}^3\text{O}^2)^2, \text{C}^2\text{H}^4\text{O}^2, 2\text{H}^2\text{O}]$. — **M. P. Sabatier**, en faisant réagir sur l'hydrate de cuivre des solutions de sels argentiques, a obtenu des sels basiques mixtes, qui dérivent de deux types distincts : tricuivrique $[3\text{Cu}(\text{OH})^2, 2\text{AgAzO}^3; 3\text{Cu}(\text{OH})^2, \text{Ag}^2\text{SO}^4]$ et bicuivrique $[2\text{Cu}(\text{OH})^2, 2\text{AgAzO}^3; 2\text{Cu}(\text{OH})^2, 2\text{AgClO}^3; 2\text{Cu}(\text{OH})^2, \text{Ag}^2\text{S}^2\text{O}^6]$. Sauf pour le sulfate, ces sels peuvent être également obtenus par l'action de l'oxyde d'argent sur les sels cuivriques. — **M. E. Leidié** décrit une méthode de purification de l'iridium. Elle consiste à le transformer en chlorure, puis en azotite double, ainsi que tous les métaux qui l'accompagnent; le carbonate de soude précipite d'abord le fer, le plomb et l'or. Puis le ruthénium et l'osmium sont transformés en peroxydes volatils par un courant de chlore qui les entraîne. Il ne reste plus que du rhodium et de l'iridium, qui sont transformés en chlorures doubles, puis celui de rhodium en sesquichlorure insoluble dans l'eau, qui est éliminé par filtration. Il ne reste plus que le sel d'iridium, d'où l'on régénère facilement l'iridium métallique. — **M. L. Brizard** a préparé, par l'action de l'azotite de potassium sur une solution tiède de chlorure double complexe de ruthénium et de potassium, un azotite double de ruthénium et de potassium, $\text{Ru}^2.\text{H}^2.(\text{AzO}^3).3\text{AzO}^3\text{K}.4\text{H}^2\text{O}$. Il cristallise en cristaux jaune orangé qui perdent leurs 4 molécules d'eau à 400° sans décomposition. — **MM. Duboin** et **Gauthier** ont préparé le bore et le silicium en réduisant leurs oxydes par l'aluminium fondu. En soumettant le mélange intime de bore ou de silicium et d'alumine qui résulte de ces expériences à l'action des halogènes, il se forme du chlorure, bromure ou iodure d'aluminium et il reste dans le tube de l'acide borique ou de la silice. — **M. André Kling** est parvenu à oxyder le propylglycol par l'eau de brome et a obtenu un acétol identique avec celui qui se produit dans l'oxydation du propylglycol sous l'influence de la bactérie du sorbose. La réaction est :



M. R. Lespieau a vérifié que le nitrile résultant de l'action de l'acide prussique sur l'épichlorhydrine possède bien la formule $\text{CH}^3\text{Cl} - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}^2 - \text{CAz}$. Il donne, en effet, par l'action de l'acide iodhydrique et du phosphore rouge, de l'acide crotonique : $\text{CH}^2 - \text{CH} = \text{CH}.\text{CO}^2\text{H}$. — **M. A. Mouneyrat** a fait réagir le brome sur le bromure d'isobutyle en présence de bromure d'aluminium. Il a obtenu : 1^o un peu de bromure d'isobutylène; 2^o 50 à 60 % de tribromoisobutane $\text{CH}^3 - \text{CBr}(\text{CH}^3) - \text{CHBr}^2$; 3^o un peu de tribromoisobutane isomère du précédent; 4^o un peu de tétrabromoisobutane : $\text{CH}^3\text{Br} - \text{CBr}(\text{CH}^3) - \text{CHBr}^2$. Avec le chlorure d'aluminium, on obtient de 50 à 60 % de bromure d'isobutylène $\text{CH}^3 - \text{CBr}(\text{CH}^3) - \text{CH}^2\text{Br}$. — **M. Emile Leroy** communique le résultat de ses recherches thermochimiques sur les alcaloïdes de l'opium. Au point de vue de l'intensité de leur fonction basique, ils se rangent dans l'ordre décroissant suivant : codéine, morphine, thébaïne, papavérine, narcotine. — **M. Armand Gautier** a déterminé la quantité d'iode qui se trouve dans les Algues. L'iode est un élément constant du protoplasma des Algues à chlorophylle, aussi bien de celles qui habitent la mer (60 milligrammes par 100 grammes d'Algues sèches) que de celles qui croissent dans les eaux douces (0,25 à 2,40 milligrammes par 100 grammes). Les Algues bactériacées d'eaux sulfureuses, dénuées de chlorophylle, tiennent le milieu entre les précédentes avec 36 milligrammes d'iode par 100 grammes d'Algues sèches. Les autres Algues non chlorophylliennes ne semblent pas contenir nécessairement de l'iode. Les Champignons en contiennent des quantités variables, mais l'iode ne paraît pas être un élément indispen-

sable de leur protoplasma. — MM. Em. Bourquelot et H. Hérissé ont obtenu, par hydrolyse ménagée de l'albumen de la graine de caroubier, du galactose et du mannose bien caractérisés. La partie qui reste après hydrolyse est vraisemblablement un hydrate de carbone plus résistant que ceux qui ont fourni les sucres précédents.

3° SCIENCES NATURELLES. — MM. Bécclère, Chambon, Ménard et Coulomb ont observé la transmission intra-utérine de l'immunité vaccinale et du pouvoir antivirulent du sérum. 1° L'immunité à l'égard de l'inoculation vaccinale s'observe, chez les enfants nouveau-nés, exclusivement parmi ceux dont la mère possède elle-même cette immunité. 2° La transmission intra-utérine de l'immunité vaccinale ne s'observe pas chez toutes les femmes en possession de cette immunité au moment de l'accouchement, mais exclusivement chez celles dont le sang, antivirulent à l'égard du vaccin, a transmis, à travers le placenta, ses propriétés antivirulentes au sang du fœtus. — M. Cœhsner de Coninck a mesuré l'élimination de l'azote et du phosphore chez les nourrissons; les rapports entre les deux éliminations sont presque identiques à ceux qui ont été obtenus récemment par M. A. Keller. — MM. L. Camus et E. Gley ont reconnu que d'autres animaux sont, comme le fœrisson, pourvus de l'immunité vis-à-vis du sérum d'anguille; ce sont : la grenouille, le crapaud, la poule, le pigeon, un chéiroptère. Cette immunité est d'ordre cytolitique, c'est-à-dire due à une résistance spécifique des globules rouges. Elle existe chez le lapin à sa naissance, mais disparaît du 15^e au 20^e jour. — M. L. Camus a constaté que l'extrait aqueux de la glande de l'albumen de l'*Helix pomatia* contient une substance qui a la propriété d'agglutiner très rapidement les globules du sang et du lait. Cette agglutinine est capable d'agglutiner des corps de nature très différente. — M. M. Causard a observé que, lorsque des *Polydesmidus* sont déposés dans l'eau, la partie terminale de leur tube digestif se dévagine et vient faire saillie au dehors sous forme de deux poches ou ampoules. Celles-ci sont parcourues par un courant sanguin et semblent jouer le rôle de véritables branchies, des échanges gazeux pouvant se produire entre le sang et l'air dissous dans l'eau. — M. W. Kilian a signalé, dans le vallon de l'Alpet, près du Mont-Genèvre, l'existence d'une brèche polygénique, contenant des fragments de dolomie mêlés à des débris de micaschistes d'origine éruptive. Cette brèche est identique à celle trouvée par M. Termier dans le massif de Prœl-Eychauda. Un nouveau gisement, découvert près de Mont-Dauphin a permis de préciser son âge; elle doit appartenir à l'éogène (Priabonien ou Sannoisien).

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 11 Juillet 1899.

M. Hervieux fait connaître les ravages causés par la variole parmi la population indigène de l'Indo-Chine, et le projet de réorganisation des services vaccinaux de la colonie qui en a été la conséquence. Il comprend la création de cinq postes nouveaux de vaccine mobile et leur rattachement direct à l'Institut Pasteur. M. Hervieux voudrait voir y joindre l'obligation vaccinale. — M. Paul Berger présente plusieurs malades sur lesquels il a pratiqué la rhinoplastie par la méthode italienne (restauration du nez au moyen d'un lambeau de chair pris au bras); il a obtenu des résultats extrêmement satisfaisants. En général, cette méthode ne doit être appliquée que chez des sujets jeunes et forts qui sont capables de supporter la fatigue que détermine la fixation prolongée du membre supérieur sur la tête. — M. H. Rendu cite l'observation d'une jeune femme présentant les stigmates dystrophiques de la syphilis héréditaire (avec malformation cardiaque congénitale) et chez laquelle se développa la syphilis acquise (avec chancre et accidents secondaires). Celle-ci fut rapidement modifiée par le traitement classique, comme si

la malade n'eût présenté aucune tare antérieure. A ce propos, M. Fournier montre qu'il y a deux sortes d'hérédité syphilitique : 1° l'hérédité directe, ou transmission de la maladie en nature de l'ascendant au descendant; 2° l'hérédité-syphilis, constituée par des tares de dégénérescence, réalisables par d'autres hérédités. Les hérédité-syphilitiques peuvent plus tard contracter la syphilis de leur fait, par contamination personnelle. Un fait remarquable à signaler, c'est la prédisposition à l'avortement ou à l'accouchement prématuré constituée par l'état hérédito-syphilitique de l'un des générateurs. — M. E. Vidal décrit l'organisation et le fonctionnement du sanatorium « Alice-Fagniez », à Hyères, construit pour les jeunes filles pauvres qui sont seulement à la période de début de la tuberculose pulmonaire. Les résultats obtenus sont très encourageants. — M. Lereboullet signale les résultats qu'il a obtenus par l'injection du sérum du lait; cette injection, aux doses de 10 à 20 centimètres cubes, est bien supportée par l'homme; elle produit une augmentation de forces et d'embonpoint. Cette médication était donc toute indiquée dans les maladies caractérisées par une débilité organique profonde, et, de fait, elle a donné de bons résultats dans l'anémie, la neurasthénie, la phthisie.

Séance du 18 Juillet 1899.

M. A. Laveran examine les faits signalés par M. Lancereaux à l'appui de son hypothèse de l'origine paludéenne de l'aortite en plaques et se refuse à y voir une relation de cause à effet. Dans sa pratique et dans celle de plusieurs autres médecins, il n'a jamais constaté d'aortite au cours du paludisme. — M. Pinard, à propos de la discussion sur la syphilis héréditaire, pense que, si les tares de dégénérescence observées dans l'hérédito-syphilis peuvent être produites par d'autres infections, la présence seule de ces tares chez un individu ne doit pas toujours le faire considérer comme un syphilitique héréditaire. — MM. Cornil et Condroy ont pratiqué l'évidement de la moelle osseuse sur une certaine hauteur du canal médullaire du tibia chez le chien. Pendant les trois premiers jours, il se produit un épanchement de sang dans la cavité médullaire, puis il se forme un tissu cellulaire inflammatoire. Le quatrième jour, ce tissu commence à s'ossifier; l'ossification se continue les jours suivants, donnant naissance à un tissu osseux aréolaire dont les travées s'épaississent progressivement et dont les espaces médullaires sont occupés par du tissu conjonctif et des vaisseaux. — M. Javal communique quelques études sur la physiologie de l'écriture. Celles-ci ont pour but de rechercher les meilleurs procédés à employer pour enseigner à écrire aux enfants, afin d'éviter la production de la myopie et de la scoliose. — MM. Albert Robin et Leredde ont constaté que la dyspepsie joue un rôle considérable dans la pathogénie d'un grand nombre de dermatoses, le prurigo en particulier. La dyspepsie la plus ordinaire chez les prurigineux est celle de fermentation, surtout celle à forme butyrique. Ces troubles intestinaux agissent sur la peau par l'intermédiaire du milieu sanguin qu'ils altèrent, et surtout par irritation directe des filets sensitifs du derme au moyen de l'élimination cutanée des produits des fermentations gastriques. — M. le D^r Delahousse donne lecture d'un travail sur l'air confiné et sa stérilisation. — M. le D^r Morestin communique une observation de trépanation pour des accidents cérébraux consécutifs à une fracture de l'os temporal compliquée d'un vaste épanchement sanguin intra et extra-cranien.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 8 Juillet 1899.

MM. Toulouse et Vaschide ont étudié l'odorat chez les épileptiques. La sensation brute est aussi développée chez les épileptiques, même débiles, que chez les sujets normaux sains, mais la perception est plus faible, sur-

tout chez les débilés. — Les mêmes auteurs ont vérifié, pour les sensations olfactives, la loi de Fechner, d'après laquelle, pour que la sensation croisse de quantités égales, il faut que l'excitation croisse de quantités toujours proportionnelles à elle-même. — MM. Toulouse et Marchand ont constaté que l'alitement accentue l'amaigrissement des individus tendant à la cachexie et arrête l'accroissement de poids des convalescents. Le lever a des effets contraires. — MM. P. Courmont et Cade ont observé un cas de fièvre typhoïde chez une nourrice avec transmission du pouvoir agglutinant aux humeurs du nourrisson. — M. Gouges a déterminé la toxicité, pour le cobaye, des acides qui produisent l'intoxication dans le coma diabétique et se retrouvent dans les urines (acides oxybutyrique, acétylacétique, etc.). L'acide oxybutyrique est le plus toxique; un tiers de goutte peut suffire à tuer l'animal. — MM. Charrin et Levaditi ont observé des embolies cellulaires dans les vaisseaux d'une femme morte de fièvre typhoïde au cours d'un accouchement. — M. Nicolas envoie une note sur les caractères microscopiques des cultures de tuberculose humaine et aviaire. — M. G. Weiss étudie la variation de contracture des muscles sur des grenouilles soumises à des températures différentes.

Séance du 15 Juillet 1899.

MM. Roger et Garnier ont observé un cas d'inflammation gangreneuse de la mamelle chez une accouchée atteinte en même temps de scarlatine. Le pus renfermait un microcoque particulier, à la fois aérobie et anaérobie, pathogène pour le lapin. Il se rapproche de ceux qu'on a trouvés dans les mammites des femelles laitières. — MM. A. Charrin et P. Langlois présentent des tracés de pression sanguine obtenus chez des animaux après injection d'extrait de capsules surrénales de nouveau-nés. — M. A. Thomas a étudié l'atrophie cellulaire consécutive aux lésions du cervelet. — M. Boinet décrit les lésions qu'il a observées sur des rats auxquels il avait pratiqué l'ablation des capsules surrénales. — M. Comte envoie une note sur l'atténuation du virus claveleur par la chaleur. — M. de Rouville communique ses recherches expérimentales sur les fonctions de la vessie.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 16 Juin 1899.

M. G. Sagnac présente une note de M. W. de Nikolaïev sur les actions mécaniques de la décharge disruptive. 1° La décharge électrique produit un canal allongé en éclatant à travers un tampon d'ouate soit sèche, soit imbibée d'eau ou d'huile, en sorte que l'effet de l'explosion est le même dans les liquides que dans l'air. 2° L'auteur a étudié la déformation et la perforation des feuilles métalliques par la décharge; l'élevation de température et la perforation se produisent même quand la feuille métallique étudiée est pressée entre les électrodes sphériques de la batterie. M. G. Sagnac décrit, en outre, un dispositif de M. de Nikolaïev, qui permet de démontrer la rotation électro-magnétique d'un électrolyte. — M. Cauro expose les résultats d'un travail d'ensemble qu'il a entrepris pour mesurer les divers éléments, tant acoustiques qu'électriques, qui interviennent dans la transmission d'un son musical par le microphone. Le circuit primaire comprenait la pile, un microphone d'Arsonval à réglage magnétique, le primaire de la bobine d'induction et une résistance auxiliaire. Le circuit secondaire comprenait, outre le secondaire de la bobine, deux téléphones, et le secondaire d'une bobine d'induction à l'arrivée. Ce qui réalisait les conditions de la pratique. On se plaçait chaque fois dans le cas du son le plus fort susceptible d'être transmis sans crachements (ce qui est facilité par ce fait que le phénomène des crachements fait varier brusquement toutes les quantités qui interviennent), puis dans le cas d'un son que l'on pouvait entendre dans le téléphone par l'intermédiaire

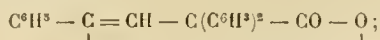
de l'air, enfin dans le cas du son le plus faible perceptible. Les résultats ont toujours été extrêmement concordants, à condition d'attendre que l'état permanent fût établi, ce qui éliminait les phénomènes variables dus aux extra-courants et aux effets thermo-électriques. L'amplitude de la vibration de l'onde sonore agissante étant de quelques centièmes de millimètre, la vibration de la plaque du microphone transmetteur et la vibration de la membrane du téléphone récepteur sont des fractions de micron. L'intensité du courant dans le circuit primaire comprend un terme alternatif dont la valeur efficace est de 1/4 environ pour les sons les plus forts. Cette intensité efficace est à peu près proportionnelle à l'amplitude de l'onde agissante et ne semble pas dépendre de la hauteur du son. La force électromotrice efficace en circuit ouvert dans le secondaire est d'environ 17,5 pour les sons les plus forts dans le cas du La. Elle varie sensiblement comme l'amplitude de l'onde sonore, et en raison inverse de la période. La différence de potentiel aux bornes du téléphone récepteur est représentée, dans le cas du son le plus fort, par des centièmes de volt, et l'énergie absorbée par des millièmes de watt. L'intensité efficace du courant secondaire est de l'ordre des cent millièmes d'ampère pour le son le plus fort et descend au-dessous du millième d'ampère pour des sons très nettement perceptibles. Elle est sensiblement proportionnelle à l'amplitude de l'onde sonore et ne semble pas varier avec la période. L'action sur la membrane téléphonique étant proportionnelle à l'intensité du courant, le déplacement de cette membrane sera proportionnel à l'amplitude de l'onde agissante et ne dépendra pas de la période. On peut conclure de ces résultats expérimentaux que les sons ne doivent pas être modifiés d'une façon différente par le téléphone, et, par suite, que le timbre ne doit pas être trop altéré dans le cas d'un son musical complexe. — M. L. Teisserenc de Bort expose comment on arrive à étudier l'atmosphère par le moyen des cerfs-volants et des ballons-sondes. Nous renvoyons le lecteur au petit article que la Revue publie sur ce sujet dans la chronique du présent numéro.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

SECTION DE NANCY

Séance du 27 Juillet 1899.

M. A. Haller a observé qu'en traitant du bornéol sodé droit ou gauche par les aldéhydes benzoïque, méthylsalicylique, anisique et pipéronylique, on obtient respectivement les benzylidène, méthylsalicylidène, anisylidène et pipéronylidène-camphres. La formation de ces combinaisons, qui ont des propriétés identiques à celles que possèdent les mêmes composés obtenus dans l'action des aldéhydes sur le camphre sodé, ferait supposer que, dans cette dernière réaction, c'est le bornéol sodé qui intervient dans la réaction, et non le camphre sodé. On pourrait aussi admettre que les aldéhydes aromatiques agissent comme réducteurs sur le bornéol sodé et qu'il se produit ensuite du camphre sodé, sur lequel l'excédent d'aldéhyde agit ensuite dans le sens déjà supposé. Cette étude sera continuée sur d'autres alcools primaires, secondaires et tertiaires. — M. Klobb, en faisant réagir à 100° l'isocyanate de phényle sur l'acide diphenylbenzoylpropionique, a obtenu en même temps que de la diphenylurée un anhydride interne qui n'est autre que la triphenylcrotonolactone de Japp et Klingemann :

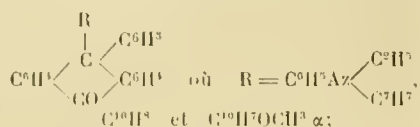


mais, contrairement à ce qui se passe dans le cas général, ainsi que l'a établi M. Haller, cet anhydride, très stable, n'est pas attaqué par la diphenylurée à 200°, pour donner une anilide. L'anilide de cet acide n'a pu être préparée par la méthode générale (chauf-

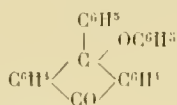
fage avec de l'aniline à 150-180°). Il se forme, dans ces conditions, qu'on parte de l'acide ou de son oxide, de la tétraphénylpyrrolone :



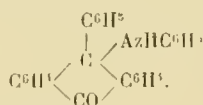
qui, cristallisée dans le benzène, retient une molécule de benzène de cristallisation. Au sein de l'alcool, ce dérivé se dédouble, dans certaines conditions encore mal établies, en deux modifications : l'une hexagonale, peu abondante, fondant à 123-124°, l'autre clinorhombique, fondant à 133-134°. — M. Tétry a condensé le chlorure de phényloxanthranol avec l'éthylbenzylaniline, la naphthaline, l'α méthoxynaphtaline, le phénol, en présence du chlorure d'aluminium, puis le chlorure de phényloxanthranol avec l'aniline et a obtenu : l'éthylbenzylamidodiphénylanthrone, la naphtylphénylanthrone, l'α méthoxynaphtylphénylanthrone, c'est-à-dire :



puis l'éther phénolique de la phénylanthrone :



et la phénylphénylamidoanthrone :



— MM. A. Haller et P. Muller ont déterminé les volumes moléculaires d'une série de composés du camphre en solution dans le toluène. Etendant à ces solutions la méthode de M. J. Traube, ils ont réussi à fixer la valeur de la contraction due à la présence du noyau camphre. La connaissance de ce nombre permettra désormais de décider si, dans les dérivés du camphre, on a affaire à un ou plusieurs noyaux. Les auteurs comptent appliquer prochainement la méthode à un certain nombre de dérivés nouveaux. — M. Arth a repris et complété ses expériences sur la dissolution d'une anode de fer dans une solution d'acétate de soude et d'acide acétique, pour constater la formation du sel ferrique et du sel ferreux suivant les circonstances. Il reste cependant encore à déterminer les causes et les moments précis des changements de régime observés. — M. Held décrit un appareil destiné à doser facilement l'acide carbonique libre ou combiné dans les eaux minérales.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1° SCIENCES PHYSIQUES.

Magnus Maclean : De l'effet de l'étiement sur les propriétés thermo-électriques des métaux. — On sait que la trempe et le recuit ont une grande influence sur les propriétés thermo-électriques des métaux. L'expérience suivante, due à Magnus, est caractéristique. On enroule un fil métallique étiré et trempé autour d'un dévidoir, puis on en recuit certaines parties; si, ensuite, l'on chauffe les points qui séparent les parties du fil recuites des autres parties, on observe un courant thermo-électrique. Pour l'argent, l'acier, le cadmium, le cuivre, l'or et le platine, le courant va de la partie douce à la partie trempée en passant par la jonction chaude; c'est le contraire pour le maillechort, le zinc, l'étain et le fer.

Lord Kelvin a exécuté aussi un grand nombre d'expé-

riences pour déterminer la direction du courant thermo-électrique dans un même métal dont une partie est normale, tandis que l'autre a été soumise à différents effets. Ce sont ces expériences que l'auteur a reprises et complétées en opérant sur les métaux suivants :

- 1° Fil de cuivre pur électrolytique;
- 2° Fil de cuivre commercial ordinaire (contenant 99,4 % Cu; 0,44 % As; 0,08 % Pb);
- 3° Fil de cuivre employé pour les alliages d'or (99,85 % Cu);
- 4° Fil de cuivre dur commercial (98,35 % Cu);
- 5° Fil de cuivre doux (99,08 % Cu; 0,22 % Pb);
- 6° Fil de cuivre de laboratoire (98,51 % Cu);
- 7° Fil de plomb commercial (98,9 % Pb);
- 8° Fil de plomb pur (98,97 % Pb);
- 9° Fil de platinoïde;
- 10° Fil de maillechort;
- 11° Fil de réostène;
- 12° Fil de manganine.

Ces fils furent étirés à travers une filière, de façon à réduire leur diamètre; ils étaient ainsi soumis à une tension longitudinale et à une compression latérale. Pour le cuivre, le plomb et le réostène, le courant thermo-électrique allait de la partie non étirée à la partie étirée du fil en passant par la jonction chauffée, tandis que le contraire se produisit pour le platinoïde, le maillechort et la manganine. Le tableau I donne la valeur du courant par degré de différence de température :

Tableau I.

CONDUCTEUR	ÉTAT DU CONDUCTEUR Le courant va de 1 à 2 à travers la jonction chaude	COURANT en microampère par degré jusqu'à 100°
Cuivre n° 1.	1 non étiré.	0,0057
	2 étiré.	
Cuivre n° 2.	1 non étiré.	0,0279
	2 étiré.	
Cuivre n° 3.	1 non étiré.	0,0104
	2 étiré.	
Cuivre n° 4.	1 non étiré.	0,0068
	2 étiré.	
Cuivre n° 5.	1 non étiré.	0,031
	2 étiré.	
Cuivre n° 6.	1 non étiré.	0,0435
	2 étiré.	
Plomb pur.	1 non étiré.	0,0087
	2 étiré.	
Plomb commercial.	1 non étiré.	0,0426
	2 étiré.	
Réostène.	1 non étiré.	0,173
	2 étiré.	
Platinoïde.	1 étiré.	0,533
	2 non étiré.	
Maillechort.	1 étiré.	0,105
	2 non étiré.	
Manganine.	1 étiré.	0,031
	2 non étiré.	

L'auteur a déterminé le poids spécifique et la section transversale des fils non étirés et étirés. Le tableau II donne les valeurs obtenues. On remarquera que la densité du cuivre, du plomb commercial, du platinoïde et de la manganine étirés est plus grande que celle du fil non étiré; pour le maillechort, elle est la même dans les deux états; pour le réostène et le plomb pur, le fil non étiré est plus dense que le fil étiré.

L'auteur a enfin mesuré la résistance des fils non étirés sur une longueur de 60 centimètres pour chacun d'entre eux; le tableau III donne les résultats. Si l'on rapporte les résistances à la même section transversale, d'après les données du tableau II, on constate que la résistance des fils étirés est généralement un peu supérieure à celle des fils non étirés. Au moyen des résis-

Tableau II.

MÉTAL	SECTION transversale des fils non étirés et étirés en cm ²	DENSITÉ des fils non étirés et étirés
Cuivre n° 1.	0,01172	8,9607
	0,00218	8,996
Cuivre n° 2.	0,01171	8,856
	0,002233	8,897
Cuivre n° 3.	0,01174	8,963
	0,002086	9,05
Cuivre n° 4.	0,0116	8,923
	0,002018	8,982
Cuivre n° 5.	0,006506	8,898
	0,002421	9,074
Cuivre n° 6.	0,01192	8,832
	0,002438	8,908
Plomb pur.	0,01145	11,23
	0,002448	11,15
Plomb commercial.	0,01181	11,41
	0,002404	11,23
Réostène.	0,01142	7,862
	0,002331	7,667
Platinoïde.	0,01114	8,74
	0,002316	8,78
Maillechort.	0,0116	8,756
	0,002293	8,755
Manganèse.	0,0116	8,515
	0,002443	8,58

tances, on peut calculer la différence thermo-électrique par degré entre les deux fils.

Tableau III.

MÉTAL	RÉSISTANCE en ohms internationaux de 60 cm. de fil		DIFFÉRENCE thermo-électrique en microvolts par degré de différence de température
	non étiré	étiré	
Cuivre n° 1.	0,0086	0,0462	0,0089
— n° 2.	0,0239	0,1254	0,0460
— n° 3.	0,0095	0,0536	0,0163
— n° 4.	0,0091	0,0523	0,0106
— n° 5.	0,0155	0,0417	0,0483
— n° 6.	0,0089	0,0431	0,0675
Plomb pur.	0,1088	0,5043	0,0184
— commercial.	0,1123	0,5317	0,0273
Réostène.	0,4058	1,831	0,6465
Platinoïde.	0,2186	1,052	1,477
Maillechort.	0,1673	0,845	0,2638
Manganèse.	0,212	1,008	0,0843

L'auteur a étudié ensuite l'effet de la torsion. Un fil de cuivre de laboratoire fut tordu successivement de 1, 3, 5, 7 et 8 1/2 tours par centimètre; il fut ensuite recuit partiellement. Voici les résultats qu'il donne :

NOMBRE de tours par centimètre du fil tordu.	DIFFÉRENCE thermo-électrique entre le fil tordu et le fil ordinaire en microvolts par degré.
1.	0,0034
3.	0,0223
5.	0,0262
7.	0,0419
8 1/2.	0,0594
8 1/2 (recuit partiel.)	0,0345

Sur un fil de cuivre étiré, l'effet de la torsion est

d'abord (pour 1, 2 et 3 tours par centimètre) de diminuer la différence thermo-électrique due à l'étirage; pour 4 ou 5 tours, l'effet de la torsion devient nul.

Si le fil de cuivre étiré et tordu est soigneusement et complètement recuit, puis joint à un fil non étiré et non tordu, le courant à travers la jonction chaude est renversé, c'est-à-dire qu'il va du fil étiré, tordu et recuit au fil normal.

Des expériences analogues sur un fil de platinoïde ont donné des résultats semblables.

William Ramsay, F. R. S., et Morris W. Travers : Préparation et propriétés de l'argon pur. — Lorsqu'au commencement de 1895, Lord Rayleigh et M. W. Ramsay publièrent leur mémoire sur l'argon, nouveau constituant de l'atmosphère, ces auteurs considéraient le gaz obtenu comme à peu près pur. Mais des recherches ultérieures ont montré que l'argon, tel qu'il avait été préparé primitivement, se trouvait mélangé à de petites quantités de gaz élémentaires, qu'on a isolés successivement par des procédés divers et qui portent les noms de néon, krypton, métargon et xénon. Il devenait donc intéressant de déterminer à nouveau les propriétés de l'argon débarrassé de ses impuretés; c'est le travail que MM. Ramsay et Travers ont entrepris.

Pour préparer 15 litres d'argon, les auteurs ont opéré sur 1.500 litres d'air atmosphérique. L'oxygène est absorbé par le passage sur du cuivre métallique chauffé au rouge. Le mélange restant d'azote et d'argon est passé deux fois sur du magnésium métallique. Enfin, le gaz riche en argon obtenu est débarrassé du reste d'azote et d'un peu d'hydrogène par le passage sur un mélange de chaux anhydre et de magnésium en poudre chauffé au rouge, puis sur de l'oxyde de cuivre.

L'argon obtenu est ensuite liquéfié au moyen de l'air liquide bouillant à basse pression. Puis l'argon liquide est soumis à la distillation fractionnée pour en séparer les autres gaz, qui passent dans les premières ou les dernières portions; les portions moyennes peuvent être considérées comme constituées par de l'argon pur. C'est sur ces portions que les déterminations suivantes ont été faites.

Densité à l'état gazeux. — Six déterminations ont donné les résultats suivants : 19,65; 19,95; 19,95; 19,91; 19,97; 19,95. L'échantillon n° 1 contenait encore un peu de néon et d'hélium; le n° 4, examiné au spectroscopie, montrait une trace d'azote. La moyenne des autres déterminations donne la valeur : 19,955.

Une plus grande quantité de l'échantillon n° 5 fut de nouveau purifiée, et pesée après vérification de sa pureté par l'examen spectroscopique. La moyenne des déterminations a été de 19,957, nombre qui ne diffère pas beaucoup du précédent et doit être considéré comme représentant la vraie densité de l'argon. Le nombre obtenu primitivement par Lord Rayleigh (19,94) n'en diffère pas beaucoup.

Réfractivité. — La réfractivité a été mesurée par rapport à l'air, d'après la méthode de Lord Rayleigh. La moyenne de quatre déterminations a donné la valeur 0,9663. La présence de néon ou d'hélium abaisse un peu ce chiffre (0,9620); celle du krypton l'augmente beaucoup (1,030). Le nombre trouvé d'abord par Lord Rayleigh était 0,961.

Densité de l'argon au point d'ébullition de l'oxygène. — Il était intéressant de savoir si l'argon se polymérise aux basses températures. Voici les résultats de deux séries d'expériences :

Thermomètre à hydrogène.

TEMPÉRATURE	PRESSION	VOLUME	$\frac{PV}{T}$
99° 7 c.	1,091 mm, 5	1,0026	2,9362
0° 0	803 mm, 2	1,0000	2,9421
— 182° 7	269 mm, 6	0,9953	2,9715

Thermomètre à argon.

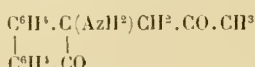
100°,1	1.414 ^{mm} ,9	1,0026	3,8095
0°,0	1.040 ^{mm} ,0	1,0000	3,8082
-182°,7	353 ^{mm} ,2	0,9953	3,8930

Quoique la température la plus basse soit très près du point de liquéfaction de l'argon (-187°), l'examen des rapports $\frac{PV}{T}$ à cette température comparé aux autres montre qu'il n'y a pas de polymérisation.

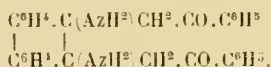
SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 15 Juin 1899 (suite).

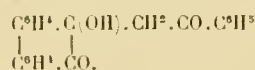
MM. Francis R. Japp et Andrew N. Meldrum ont reproduit une réaction déjà connue entre la phénanthraquinone, l'acétone et l'ammoniaque; ils attribuent au composé formé la constitution :



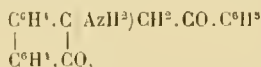
qui en fait une acétylamino-phénanthrone. Par l'action de la phénanthraquinone, de l'acétophénone et de l'ammoniaque alcoolique, on obtient un composé de constitution :



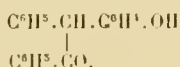
le diphenacyldiaminodihydrophénanthrone. Il est hydrolysé par l'acide oxalique en solution et donne la phénacylhydroxyphénanthrone :



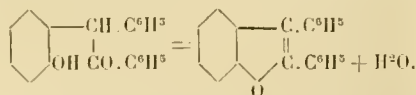
L'action de la phénanthraquinone, de l'acétophénone et de l'ammoniaque aqueuse donne la phénacylamino-phénanthrone :



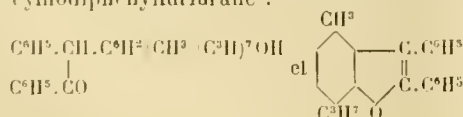
corps analogue à l'acétylamino-phénanthrone. L'action de l'ammoniaque sur la phénacylhydroxyphénanthrone semble produire un composé identique au précédent. — Les mêmes auteurs ont obtenu, en chauffant un mélange de benzoïne et de phénol avec de l'acide sulfurique à 73 %, du paradésylphénol :



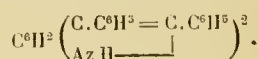
Si le groupe désyle se trouvait en position ortho par rapport à l'hydroxyle du phénol, il pourrait se former par élimination d'eau un dérivé du furfurane :



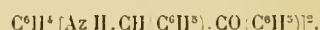
C'est ce qui se produit dans la réaction de la benzoïne sur le thymol, qui donne un mélange de désylthymol et de cymodiphénylfurfurane :



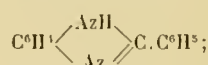
Le résorcinol et la benzoïne, de même que le quinol, donnent des dérivés contenant un ou deux groupes diphenylfurfurane; le phloroglucinol produit du benzohexaphényltrifurfurane. — Les mêmes auteurs, en chauffant la benzoïne avec la métaphénylènediamine et un peu de son chlorure, ont obtenu la métabenzotétraphényldipyrrole



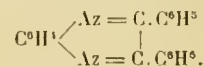
Avec la paraphénylènediamine, il se produit la bidesylparaphénylènediamine :



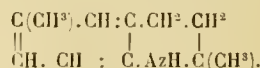
Enfin, avec l'orthophénylènediamine, on obtient, en présence d'HCl, le phénylbenzimidazol



avec la base libre, il se forme, au contraire, par suite d'une oxydation, de la diphenylquinoxaline :



— M. William Jackson Pope, en mélangeant une solution de dextro- α -bromocamphosulfonate d'ammonium à une solution de chlorure d'ac-tétrahydro- β -naphthylamine synthétique, a obtenu le dextro- α -bromocamphosulfonate de dextro-ac-tétrahydro- β -naphthylamine, d'où l'on peut retirer facilement la base active par l'action de la soude. — MM. W. J. Pope et Edmund Milton Rich ont résolu par le même moyen la tétrahydro- β -paratoluquinaldine racémique en ses constituants actifs :



L'action du dextro- α -bromocamphosulfonate d'ammonium donne un sel de la lévotétrahydro- β -paratoluquinaldine, d'où l'on extrait la base par l'action de la soude. Un procédé analogue avait déjà permis de résoudre la tétrahydroquinaldine. — M. Frederic Stanley Kipping, en combinant l' α -hydrindamine avec l'acide bromocamphosulfonique, a obtenu deux sels répondant à la même composition : $\text{C}^6\text{H}^{11}\text{Az} \cdot \text{C}^{10}\text{H}^{14}\text{BrO} \cdot \text{SO}^3\text{H}$, mais différant par leur solubilité et leur point de fusion et pouvant être séparés par cristallisation fractionnée. La base régénérée de chacun de ces sels, quoique renfermant un atome de carbone asymétrique, est optiquement inactive. L'acide bromocamphosulfonique n'a donc pas le pouvoir de la dédoubler en ses constituants actifs. L'acide cis- π -camphanique (gauche) donne également avec l'hydrindamine deux sels isomères, séparables par cristallisation fractionnée : $\text{C}^6\text{H}^{11}\text{Az} \cdot \text{C}^{10}\text{H}^{14}\text{O}^3$. Mais la base régénérée de ces sels est également inactive. Le sel le plus soluble, comme dans le cas précédent, se transforme dans son isomère lorsqu'il est évaporé avec un excès d'une solution d'hydrindamine.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Balbiani. — La science française vient de perdre l'un de ses représentants les plus éminents. M. Balbiani, professeur d'Embryogénie comparée au Collège de France, s'est éteint à Meudon, le 25 juillet dernier, après une longue et douloureuse maladie.

D'origine italienne, et ayant reçu une première éducation allemande, Balbiani n'en fut pas moins, comme Henri Milne-Edwards, un savant bien français. Son père, descendant d'une vieille famille des bords du lac de Côme, les comtes Balbiani, s'était fait naturaliser Français, avait épousé une Française, et s'était fixé à Saint-Domingue, où naquit, en 1822, Edouard-Gérard Balbiani. Envoyé très jeune à Francfort-sur-le-Main, il fut élevé dans une famille de professeur, et l'allemand devint pour lui une seconde langue maternelle. Il vint à Paris vers 1840, et commença par étudier le droit, mais, attiré de bonne heure vers les sciences naturelles, il fréquentait plus volontiers les leçons de de Blainville, au Muséum, que les amphithéâtres de l'École de droit, et il renonça bientôt à l'étude du Code, pour suivre les cours de la Faculté de Médecine et de la Faculté des Sciences. Reçu docteur en 1854, Balbiani, à qui sa situation de fortune permettait l'indépendance, se consacra uniquement aux sciences naturelles, et commença ses recherches personnelles. Appelé en 1867, par Claude Bernard, à diriger les travaux histologiques du Laboratoire de Physiologie générale au Muséum, il occupa cette fonction jusqu'en 1874, époque à laquelle il remplaça Coste dans la chaire d'Embryogénie comparée, au Collège de France.

L'œuvre de Balbiani est considérable et demanderait, pour être exposée convenablement, une place dont nous ne pouvons disposer ici. Nous nous bornerons à indiquer ses principaux travaux et à faire ressortir leur importance.

Doué d'une patience admirable et d'une habileté peu commune à manier les plus petits objets, Balbiani commença par étudier les Protozoaires. Ses recherches sur les Infusoires ciliés sont devenues de bonne heure classiques. Il établit les lois de la scissiparité de ces organismes, dont le plan de division varie suivant la forme et la position du noyau, et

montra qu'il existe chez eux une véritable copulation s'accompagnant de curieuses transformations du noyau (macronucléus) et du nucléole (micronucléus). Tous les faits qu'il décrivit à cette époque (1861), et qu'il observa avec les moyens d'investigation imparfaits qu'on possédait alors, ont été pleinement confirmés par tous les savants qui, depuis, se sont occupés de cette intéressante question; seule, l'interprétation qu'il en donna a changé. Voyant apparaître à un moment donné dans les nucléoles des filaments parallèles, il considéra ces filaments comme les éléments mâles, les spermatozoïdes des Infusoires. Si sa manière de voir était erronée, ses figures représentaient exactement les divers stades de division du micronucléus tels qu'ils furent observés, quatorze ans plus tard, par Bütschli et l'on peut dire que c'est Balbiani qui fit, sans le savoir, les premières observations les plus complètes relatives à la karyokinèse. Du reste, il reconnut plus tard son erreur, et ses nouvelles recherches, avec celles de Bütschli, de Gruber, de R. Hertwig et de Maupas, nous ont fait connaître exactement les phénomènes intimes de la conjugaison des Infusoires. Ces organismes furent toujours l'objet de ses études de prédilection : il pensait très justement avec Müller, von Siebold et Claude Bernard, que c'est chez les formes les plus simples d'organisation qu'il faut rechercher les phénomènes intimes et élémentaires de la vie. Comme Nussbaum, Gruber, Verworn, il appliqua aux êtres unicellulaires les méthodes de vivisection employées par les physiologistes chez les animaux supérieurs, et ses patientes recherches sur la mérotomie des Ciliés l'amènèrent à déterminer le rôle respectif du protoplasma et du noyau chez les êtres unicellulaires¹.

Son dernier mémoire, dont la première partie seule a été publiée, a trait à l'action des solutions salines sur les Infusoires; il avait commencé toute une série de recherches intéressantes à ce sujet, étudiant sur les êtres unicellulaires l'action des modifications du milieu comme l'ont fait Hertwig, Roux et leurs élèves pour les œufs des Métazoaires et leurs larves.

Lorsque Pasteur entreprit de combattre la pébrine

¹ Voir HENNEGUY : La biologie cellulaire étudiée par la mérotomie. *Revue générale des Sciences*, 1893.

qui ruinait la sériciculture, Balbiani étudia de son côté le parasite, cause de la terrible maladie, et en reconnut le premier la véritable nature; il montra que les corpuscules vibrants de Cornaglia ne sont autre chose que les spores d'un Sporozoaire dont le plasmodium envahit tous les organes du Ver à soie. Il étendit plus tard ses recherches aux autres groupes de Sporozoaires, aux Grégarines, aux Coccidies, aux Myxosporidies; les remarquables leçons qu'il professa sur ce sujet au Collège de France, et qui furent publiées (1884), contribuèrent à attirer l'attention sur ces parasites, dont l'importance est reconnue de jour en jour. C'est sous son inspiration que l'un de ses élèves, le regretté Thélohan, fit sa belle monographie des Myxosporidies, le travail le plus complet que nous possédions aujourd'hui sur ces êtres si curieux.

Dans ses recherches sur l'embryogénie des Métazoaires, Balbiani lut toujours porté vers les faits les plus intéressants, mais aussi les plus difficiles à étudier: l'origine et la constitution des éléments sexuels, de l'œuf et du spermatozoïde, leur union lors de la fécondation et les premiers stades du développement. Frappé par l'existence presque constante, dans l'œuf des différents animaux, d'un élément particulier qu'il étudia avec soin, la *vésicule embryogène* ou *noyau vitellin de Balbiani*, il pensa que cet élément jouait un rôle important dans l'ovogénèse, que c'était une sorte d'élément mâle exerçant une préfécondation de l'ovule et y déterminant la formation du germe. Ses observations sur la génération des Pucerons vivipares et ovipares le corroborèrent dans cette idée. Il trouva, en effet, dans l'œuf des individus parthénogénésiques un corps qu'il assimila à la vésicule embryogène et qu'il considéra comme suffisant pour déterminer le développement de ces œufs. Il admit également que le testicule renferme à la fois des éléments mâles et femelles et que les spermatozoïdes résultent de l'action réciproque de ces éléments. Cette théorie de l'hermaphroditisme primitif des éléments reproducteurs a été, comme on sait, reprise sous des formes différentes par plusieurs embryogénistes et est encore défendue aujourd'hui. Parmi les travaux embryogéniques de Balbiani les plus connus, nous rappellerons ses recherches sur le développement des Aranéides, sur l'origine des cellules sexuelles chez les Insectes, sur l'embryogénie des Pucerons, ses leçons sur la génération des Vertébrés et sur la fécondation.

Quand la découverte des phénomènes qui accompagnent la division indirecte du noyau détermina une étude plus approfondie de la structure intime de la cellule, le savant professeur du Collège de France, n'oubliant pas que le premier de nos établissements scientifiques a surtout pour but d'enseigner les sciences nouvelles, comprit l'importance de la Cytologie, qui est la base des études embryogéniques, et se consacra à cette branche de l'Anatomie générale, pour laquelle il était si bien préparé par ses travaux sur les Protozoaires. On lui doit la découverte de la structure si curieuse du noyau des glandes salivaires des *Chironomus*, structure qu'il trouva dans d'autres noyaux, mais avec moins de netteté, de nouvelles recherches sur le corps vitellin qu'il considéra comme un centrosome dégénéré, et surtout ses expériences de mérotomie sur les Ciliés dont nous avons déjà signalé l'importance au point de vue de la biologie cellulaire.

Si tous les travaux de Balbiani ont un caractère purement scientifique, quelques-uns d'entre eux cependant ont eu une portée pratique incontestable. Ses connaissances spéciales sur la reproduction des Aphidies le désignèrent à l'Académie des Sciences, qui le chargea, en 1874, avec M. Maxime Cornu, de faire une étude complète du Phylloxera. Il commença par établir le cycle reproducteur d'une espèce très voisine du parasite de la vigne, du Phylloxera du chêne, et il ne tarda pas à prouver, en découvrant l'œuf d'hiver du *Phylloxera vastatrix*, que cet Insecte a la même évolution que son congénère du chêne. L'espèce, qui se reproduit pendant

plusieurs générations par parthénogénèse et dont la fécondité diminue progressivement à chacune de ces générations, présente finalement une génération sexuée qui donne l'œuf d'hiver: de ce dernier sort au printemps suivant un nouvel individu parthénogénésique qui récupère toute la fécondité primitive de l'espèce et qui est le point de départ d'un nouveau cycle reproducteur. Balbiani attacha une grande importance à la destruction de l'œuf d'hiver pour la défense des vignobles et préconisa à cet effet le décorticage et le badigeonnage des ceps. Des expériences, faites dans les environs de Montpellier, démontrèrent d'une manière éclatante l'efficacité de son procédé; malheureusement, à cette époque, les viticulteurs, découragés par de nombreux insuccès, renonçaient à la lutte contre le Phylloxera et ne voyaient le salut que dans la reconstitution des vignobles par les cépages américains. Le procédé de Balbiani ne fut sérieusement appliqué que par quelques rares adeptes, qui, grâce à l'association des traitements souterrains et des traitements contre l'œuf d'hiver, ont réussi à conserver leurs vieux cépages indigènes.

Balbiani fut un savant modeste, cultivant la science avec le plus grand désintéressement, se consacrant uniquement à son enseignement et à ses recherches. D'humeur un peu sauvage, il ne fréquentait que quelques rares amis, fuyant le monde et toutes les occupations qui auraient pu le détourner de ses travaux; mais tous ceux qui venaient lui demander des conseils et faire appel à sa vaste érudition savent avec quelle bienveillance ils étaient toujours reçus, et il ne ménageait ni son temps, ni sa peine pour les renseigner.

Il ne sollicita jamais aucune faveur ni pour lui ni pour ses élèves et repoussa même celles qu'on lui offrait. A deux reprises différentes, malgré les plus vives instances de ses collègues et de ses amis, il refusa d'entrer à l'Académie des Sciences où son élection était assurée; il ne fréquentait que la Société de Biologie dont il fut l'un des premiers membres. S'il n'a pas voulu de son vivant la consécration officielle de son œuvre, ses travaux et ses découvertes, plus connus encore peut-être à l'Étranger qu'en France, lui assurent un nom glorieux à côté de ceux de son prédécesseur Coste et de son maître Claude Bernard.

§ 2. — Bibliographie scientifique

Liste des publications scientifiques de M. Willard Gibbs. — Plusieurs de nos lecteurs nous ont demandé de leur indiquer la liste des travaux de l'illustre chimiste américain¹ qui se trouvent éparés dans un grand nombre de publications. Nous avons le plaisir de leur donner ci-dessous cette bibliographie, qui a été dressée par M. W. Bancroft, professeur à l'Université d'Albany (New-York).

Méthodes graphiques dans la thermodynamique des fluides [*Trans. Connecticut Acad.* 2 (1873)].

Représentation géométrique des propriétés thermodynamiques des corps [*Trans. Conn., Acad.* 2 (1873)].

Équilibre des substances hétérogènes [*Trans. Conn. Acad.* 3 (1876)].

Densité de vapeur du peroxyde d'azote, etc. [*Am. Journ. of Sciences* (3) 18 (1879)].

Deux lettres sur la thermodynamique électrochimique [*Rapports de l'Association britannique pour l'avancement des Sciences* (1886) et (1888)].

Parois semiperméables et pression osmotique [*Nature*, 18 mars 1897].

Notes sur la théorie électromagnétique de la lumière:

1. Double réfraction et dispersion dans les milieux

¹ Le professeur J. Willard Gibbs, né à New-Haven en 1839, entra à Yale College en 1854, prend ses grades en 1858 et 1863; il passe trois ans en Europe à étudier la Physique à Paris, Berlin et Heidelberg; en 1871, il est nommé à Yale College professeur de Physique mathématique et occupe aujourd'hui encore la même chaire.

absolument transparents [*Am. Journ. Sc.* (3), 23 (1882)].

II. Double réfraction dans les milieux parfaitement transparents qui présentent le phénomène de la polarisation rotatoire [*Am. Journ. Sc.* (3) 25 (1883)].

III. Sur les équations générales d'une lumière monochromatique dans les milieux de différente transparence [*Am. Journ. Sc.* (3) 25 (1883)].

Sur la détermination de la vitesse de la lumière par le miroir tournant de Foucault [*Nature* 33, 582 (1885)].

Éléments de l'analyse vectorielle destinés aux étudiants en physique [Imprimé par l'auteur (1884)].

Algèbre multiple [*Assoc. Am. pour l'avancement des Sciences*, Discours du Vice-Président de la section de mathématiques et astronomie].

Détermination des orbites elliptiques en partant de trois observations [*Mém. Nat. Acad. Sc.* 4].

Lettres à la Nature sur l'analyse vectorielle et les quaternions [*Nature*, 43 et 44 (1891); 48 (1893)].

Listes des titres de W. Gibbs.

1879. Membre de l'Académie nationale des Sciences (Washington).

1880. Membre de l'Académie des Arts et des Sciences (Boston).

1886. Membre étranger de la Société Hollandaise des Sciences (Haarlem).

1889. Correspondant de la Société Royale des Sciences (Göttingen).

1891. Membre honoraire de la Soc. phil. des Sciences (Cambridge).

1892. Membre étranger de l'Acad. Roy. des Sciences (Amsterdam).

1897. Membre étranger de la Société Royale (Londres).

1893. Docteur honoraire de l'Université d'Erlangen.

1893. Docteur honoraire de l'Université de Williams-College.

1896. Docteur honoraire de l'Université de Princeton-College.

1880. Médaille Rumford décernée par l'Académie américaine des Arts et des Sciences.

§ 3. — Physique

Expériences sur la diffusion des ions dans les gaz. — On sait que, lorsqu'une masse gazeuse est soumise à l'action des rayons de Röntgen, ses molécules se dédoublent progressivement en ions chargés d'électricités de signe contraire, et le milieu devient peu à peu conducteur. Si un gaz ainsi modifié est abandonné à lui-même, sa conductibilité disparaît graduellement. Ce fait tient, en partie, à ce que les ions positifs et les ions négatifs, en se rencontrant, se recombinaient; en partie, aussi, aux parois du récipient, qui déchargent les ions venant en contact avec elles. Il était intéressant de déterminer dans quelle proportion se produit ce dernier phénomène, qui dépend principalement du degré de diffusion des ions à travers le milieu gazeux non modifié. M. John S. Townsend a entrepris des recherches dans cette direction, et il a récemment communiqué à la *Société Royale de Londres* les premiers résultats obtenus.

La méthode qu'il emploie, pour déterminer le degré de diffusion des ions dans les gaz, consiste à faire passer un courant uniforme de gaz à travers un tube métallique, ce gaz ayant été soumis à l'action des rayons de Röntgen juste avant son entrée dans le tube. Le diamètre du tube est choisi de telle façon que le nombre des ions qui viennent en contact avec les parois soit très grand par rapport à celui des ions qui se recombinaient. Le problème à résoudre se présente de la façon suivante : Si une petite quantité d'un gaz A (les ions, mêlés à un autre gaz B (le gaz non ionisé), traverse un tube dont les parois absorbent complètement A, quelle est la quantité de A qui sortira du tube avec B. On voit immédiatement que si les gaz diffusent rapidement l'un dans l'autre, une grande proportion de A

viendra en contact avec la paroi du tube et sera absorbée; si, au contraire, la diffusion est faible, les molécules en A traverseront le tube en lignes droites parallèles à l'axe et très peu d'entre elles viendront en contact avec la paroi.

L'auteur a traité mathématiquement le problème et, après une assez longue analyse, il est arrivé à la formule suivante qui donne le rapport entre le nombre de ions (ou molécules de gaz A) qui sont sortis du tube avec B et celui des ions qui y sont entrés :

$$R = \left[0,1952 \varepsilon^{-\frac{7,313 Kz}{2a^2V}} + 0,0243 \varepsilon^{-\frac{14,5 Kz}{2a^2V}} + \dots \right]$$

où K est le coefficient de diffusion des ions, z la longueur du tube, a son rayon, V la vitesse moyenne du gaz B.

Ayant déterminé le rapport R par la réduction de la conductibilité du gaz ionisé, on obtient les valeurs suivantes du coefficient de diffusion des ions (tableau I).

Tableau I. — Coefficients de diffusion des ions dans les gaz.

GAZ	K ions +	K ions -	VALEUR MOYENNE de K	RAPPORT des 2 valeurs de K	
Secs	Air	0,0274	0,042	0,0347	1,54
	Oxygène	0,025	0,0396	0,0323	1,58
	CO ²	0,023	0,026	0,0245	1,13
	Hydrogène	0,123	0,190	0,156	1,54
Humides	Air	0,032	0,035	0,0335	1,09
	Oxygène	0,0288	0,0358	0,0323	1,24
	CO ²	0,0245	0,0255	0,025	1,04
	Hydrogène	0,128	0,142	0,1340	1,11

Ces nombres doivent être considérés comme exacts à 5 % près.

M. Townsend a tiré de ces résultats quelques conclusions intéressantes. Soient N le nombre des molécules dans un centimètre cube de gaz à la pression atmosphérique et à la température de 15°, (température à laquelle K a été déterminé) et e la charge électrique de chaque ion. On obtient facilement les valeurs suivantes de Ne pour les différents gaz (en unités électrostatiques) :

- Air Ne = 1,35 × 10¹⁰
- Oxygène " = 1,25 × 10¹⁰
- Acide carbonique " = 1,30 × 10¹⁰
- Hydrogène " = 1,00 × 10¹⁰

Ces valeurs sont sensiblement égales, excepté pour l'hydrogène, mais les conditions dans lesquelles cette dernière a été obtenue montrent précisément qu'elle est trop faible. Or, les expériences sur l'électrolyse ont montré que, lorsqu'une unité électrodynamique d'électricité passe à travers un électrolyte, elle met en liberté 1,23 cc. d'hydrogène à la température de 15° et à la pression ordinaire. Le nombre d'atomes dans ce volume est de 2,46 N, de sorte que si E est la charge d'un atome d'hydrogène,

$$2,46 NE = 1 \text{ unité électrodynamique de quantité}$$

$$= 3 \times 10^{10} \text{ unités électrostatiques,}$$

d'où $NE = 1,22 \times 10^{10}$.

Comme N est constant pour tous les gaz, on conclut que les charges des ions produits par l'action des rayons de Röntgen dans l'air, l'oxygène, l'anhydride carbonique et l'hydrogène sont toutes les mêmes et égales à la charge de l'ion hydrogène dans un électrolyte liquide. Le professeur Thomson a trouvé, pour la charge des ions hydrogène et oxygène, dans un gaz

röntgenisé, la valeur 6×10^{-10} en unités électrostatiques; ce nombre doit donc être pris pour tous les gaz.

Connaissant e , on peut maintenant calculer le nombre N de molécules dans un centimètre cube de gaz, ce nombre est 2×10^{19} . On peut en déduire le poids d'une molécule d'hydrogène: $4,5 \times 10^{24}$ grammes.

Une dernière conclusion des expériences de M. Townsend, c'est que les charges des ions positifs et négatifs doivent être égales. Si cette assertion est vraie, le rapport des coefficients de diffusion des ions doit être égal au rapport de leurs vitesses. Ces vitesses ont été déterminées par le Professeur Zeleny, qui a trouvé que les ions négatifs se propagent plus vite que les ions positifs. Les rapports des vitesses sont: 1,24 pour l'air et l'oxygène, 1,15 pour l'hydrogène et 1,0 pour l'acide carbonique (gaz humide). La concordance est assez bonne avec les résultats du tableau I.

§ 4. — Agronomie

Congrès international de l'alimentation rationnelle du bétail. — Ce Congrès aura lieu à Paris, à l'occasion de l'Exposition universelle de 1900, du 21 au 23 juin.

Il promet, dès maintenant, d'être très intéressant, ainsi qu'on pourra en juger par l'examen des questions suivantes, qui feront l'objet de rapports et seront soumises à la discussion:

1° *Succédanés du lait pour l'alimentation des veaux d'élevage et de boucherie.* — Rapporteurs: MM. Gouin et Saint-Yves Ménard.

2° *Influence de l'alimentation sur la teneur du lait en matières grasses.* — Rapporteur: M. Dechambre, professeur à l'École nationale d'agriculture de Grignon;

3° *Du rôle des matières sucrées dans la nutrition: emploi des mélasses et des sucres dans l'alimentation du bétail.* — Rapporteur: M. Grandeau, inspecteur général des stations agronomiques;

4° *Importance des proportions relatives de matières azotées et non azotées dans la ration des animaux de travail.* — Rapporteur: M. Lavalard, administrateur délégué de la Compagnie des Omnibus à Paris;

5° *Vente et achat des aliments d'après analyse: contrôle des aliments.* — Rapporteur: M. A.-Ch. Girard, professeur à l'Institut national Agronomique;

6° *L'ensilage.* — Rapporteur: M. Jules Le Conte, conseiller référendaire à la Cour des Comptes;

7° *Procédés de dessiccation applicables à la conservation des substances alimentaires riches en eau (betteraves, pommes de terre, fourrages verts, etc.).* — Rapporteur: M. Grandeau.

Les agriculteurs et savants de tous les pays sont invités à transmettre au Comité d'organisation les observations et les travaux sur les questions inscrites au programme ainsi que les documents qui s'y rapportent.

La cotisation est fixée à 40 francs pour les membres français; elle est facultative pour les membres étrangers qui peuvent se faire inscrire gratuitement. Seuls les membres ayant versé la cotisation recevront gratuitement les publications du Congrès.

Les adhésions doivent être envoyées à M. Gallo, secrétaire-trésorier du Comité d'organisation, 69, rue de la Victoire, à Paris.

§ 5. — Hygiène publique

Les opérations du Laboratoire de la Préfecture de Police. — On sait que, conformément aux décisions du Conseil général de la Seine et du Conseil municipal de Paris, le Laboratoire de la Préfecture de Police fait gratuitement l'analyse qualitative des denrées alimentaires qui lui sont apportées de tout le département de la Seine. D'autre part, la Préfecture fait visiter régulièrement, par des experts-inspecteurs, les marchés et magasins de Paris, où un certain nombre d'échantillons sont prélevés pour être analysés.

Les échantillons déposés au Laboratoire et ceux qui ont été saisis par les experts-inspecteurs sont généralement soupçonnés être de mauvaise qualité. Ils ne peuvent donc, dans ces conditions, représenter la qualité moyenne des denrées alimentaires mises en vente par le commerce parisien. Nous avons cependant jugé intéressant de faire connaître à nos lecteurs le résultat des analyses de ces échantillons; on verra ainsi quelles sont les falsifications les plus usuelles que subissent les denrées alimentaires. Voici le relevé des principales opérations faites au Laboratoire de la Préfecture pendant le mois de juillet dernier:

Sur 580 échantillons de vins, 78 étaient bons, 175 mouillés, 3 plâtrés au delà de 2 grammes par litre, 5 vinés, 2 salicylés et 227 passables.

Sur 13 vinaigres, 2 étaient bons, 8 additionnés de vinaigre d'alcool et 3 passables.

Sur 56 bières, 27 étaient bonnes, 11 bisulfitées, 2 saccharinées, les autres passables.

Sur 18 cidres, 7 étaient mouillés, 3 colorés artificiellement, 3 sucrés ou saccharinés, 5 passables.

Sur 50 spiritueux divers, 23 contenaient de l'alcool d'industrie.

Sur 72 eaux et glaces, 17 étaient bonnes, 5 mauvaises par excès de matières minérales, 38 mauvaises par excès de matières organiques et 12 passables.

Sur 252 laits, 102 étaient bons, 36 mouillés, 80 écrémés, 2 colorés artificiellement, 35 additionnés d'acide borique, de formol ou de chromate de potasse et 35 passables.

Sur 222 beurres et fromages, 217 étaient bons; 5 beurres étaient additionnés de margarines.

Sur 18 huiles comestibles, 5 étaient bonnes; 13 huiles d'olives étaient additionnées d'huiles étrangères.

Sur 59 pains et pâtes, 37 étaient bons, 16 contenaient des farines étrangères et 6 étaient passables.

Sur 70 viandes et conserves, 51 étaient bonnes, 1 avariée, 12 colorées artificiellement, salicylées ou additionnées d'acide borique, 4 additionnées de matières étrangères et 2 passables.

L'analyse bactériologique a fait connaître que 27 vins contenaient des ferments aceti ou vini.

Au point de vue bactériologique, 113 eaux et glaces étaient bonnes, 63 passables, 42 mauvaises.

Ajoutons que la Préfecture a dû faire opérer 23 destructions, portant sur des poissons, des fruits, des légumes et des champignons.

LA DEUXIÈME EXPOSITION INTERNATIONALE D'AUTOMOBILES¹

La deuxième Exposition, organisée par « l'Automobile-Club de France », s'est tenue aux Tuileries, du 15 juin au 9 juillet 1899. Trois cent soixante-six stands, sans compter ceux qui se rapportaient à l'Exposition d'aérostation, tenue sous le patronage de « l'Aéro-Club de France », témoignaient de l'empressement avec lequel on avait répondu à l'appel du Comité. Aussi peut-on dire, malgré les quelques critiques de détail qui lui ont été adressées, que le succès de cette très importante manifestation a été fort grand.

Les nouveautés qu'elle nous a fait connaître ne sont pas de nature à révolutionner l'art automobile; elles ont pourtant leur importance, tout au moins dans la partie électrique: venue plus tard que la vapeur et le pétrole dans la pratique automobile, l'électricité exploite un domaine plus neuf, et il lui est plus facile qu'à ses deux aînés de nous montrer de l'inédit.

On constate, d'ailleurs, dans les trois branches de l'industrie qui nous occupe, des perfectionnements de détail intéressants, et surtout une préoccupation de l'esthétique, dont on pouvait regretter l'absence dans d'autres occasions. Maintenant que la partie mécanique s'est, du moins provisoirement, à peu près fixée, les formes s'affinent et le confort reprend ses droits.

Nous allons brièvement signaler les points qui nous ont paru mériter particulièrement l'attention, dans les trois domaines de la vapeur, du pétrole et de l'électricité.

I. — VAPEUR.

M. de Lambilly avait exposé un moteur rotatif, caractérisé par le travail simultané de deux palettes, entraînant l'arbre moteur à l'aide d'un anneau-piston calé sur lui: l'une des palettes est actionnée à l'extérieur de l'anneau, l'autre à l'intérieur.

L'étanchéité, pierre d'achoppement de presque tous les moteurs du genre, serait assurée par un réglage du cylindre (à l'intérieur duquel tourne l'anneau) dans le sens vertical, et de l'anneau dans le sens horizontal; enfin, par l'action de ressorts appliquant sur les parois du cylindre les segments mobiles dont sont armées les palettes. L'expérience nous dira ce que vaut le système.

Comme véhicules à vapeur, signalons les deux voitures exposées par la Société européenne d'Auto-

tomobiles et surtout la voiturette de M. Serpollet. Celle-ci, seule, sans les deux voyageurs, ne pèse que 250 kilos en ordre de marche, c'est-à-dire avec ses approvisionnements (8 litres de pétrole lampant et 15 litres d'eau lui assurant, paraît-il, un parcours de 60 kilomètres). Cela a permis, tout en se tenant dans les termes du règlement du 10 mars 1899, de ne pas lui donner de marche arrière, et de réduire à 29 kilos le poids de son moteur, pourtant capable de développer très aisément 3 chevaux. Ce moteur, comme d'ailleurs tout le mécanisme, est du système que nous avons décrit¹. Le châssis tubulaire est suspendu, avec tous les organes mécaniques, au-dessus des essieux. Un seul levier commandant les pompes à pétrole et à eau permet d'obtenir des vitesses variées. La voiturette fait en moyenne 25 kilomètres à l'heure, gravit facilement les rampes, et ne dépense guère que 1/8^e à 1/10^e de litre de pétrole par kilomètre. M. Serpollet a monté, avec le concours d'un Américain, M. Gardner, une grande usine qui va permettre au public d'apprécier la valeur pratique de ses ingénieuses voitures.

La Société des Chaudières et Voitures à vapeur, système Scott, nous montrait ses omnibus et trains bien connus, mais avec l'augmentation de force qu'une pratique déjà longue l'a amenée à leur donner: la pression de la vapeur a été portée de 12 à 14 kilos par centimètre carré, la force du moteur de 20 à 27 chevaux.

II. — PÉTROLE.

Tout ce qui se rapporte à l'application du pétrole constitue, comme bien l'on pense, le gros morceau de l'Exposition, au point de vue de l'importance numérique.

Le carburateur constitue, à proprement parler, le cœur du moteur à pétrole; aussi son perfectionnement est-il toujours l'objet des préoccupations de nos constructeurs. M. Lepape a modifié le sien² par l'adjonction: 1^o d'une seconde soupape, qui, avec celle de son précédent modèle, forme une chambre dans laquelle le liquide est admis avant d'être amené au contact l'air, et de laquelle il déborde, chaque fois, en quantité convenant à la cylindrée; 2^o d'une virole à persiennes permettant de faire varier l'arrivée d'air froid. Le carburateur Jupiter est caractérisé par l'existence: 1^o autour de

¹ Sur l'état actuel de l'Automobilisme, voyez les articles de M. Gérard Lavergne dans la *Revue* du 28 février 1899, p. 130 à 135; du 15 mars, p. 190 à 196; du 30 mars, p. 224 à 237 et du 15 avril, p. 257 et 258.

¹ *Revue générale des Sciences*, 28 février et 30 mars 1899.

² *Revue générale des Sciences* du 28 février 1898, p. 1: 8.

l'ajutage d'arrivée d'essence, de rainures hélicoïdales, imprimant un mouvement giratoire au courant d'air, avant sa rencontre avec le liquide ; 2° dans la chambre du mélange, de deux étages de palettes, montées sur un arbre vertical, qui, sous l'action même de l'air, tournent et brassent le mélange. M. de Roussy de Sales a combiné un *saturateur-doseur*, dans lequel l'air, saturé d'essence en traversant des couches alternées de toiles métalliques et de tissu spongieux, est additionné d'air frais, de manière à faire varier le dosage du mélange dans les proportions voulues.

On sait l'élasticité que donne au moteur à pétrole l'emploi de l'allumage électrique. MM. Simms et Bosch ont imaginé un appareil dans lequel est employée une magnéto, dont l'aimant en fer à cheval et la bobine sont fixes, et entre lesquels une pièce de fer doux est animée d'un mouvement alternatif. Ce mouvement dégage dans la bobine un courant, qui est interrompu, au moment opportun, dans la chambre d'explosion. Un dispositif d'avance à l'allumage permet de faire jaillir l'étincelle au point que l'on veut de la course du piston. Cet appareil est employé par la voiture *Orient-Express*.

La bougie constitue, dans l'allumage électrique, un organe fragile, qu'il faut souvent remplacer : les bougies démontables Bassée et Michel, Reclus, la bougie à hélice témoignent des efforts faits par les électriciens pour améliorer son service.

La suppression du courant d'eau est, dans un moteur, une grande simplification : pour augmenter le pouvoir refroidisseur des ailettes, M. Sire les recouvre d'un dépôt galvanique de cuivre, en quantité d'autant plus considérable qu'elles se trouvent sur une partie plus exposée à s'échauffer : le cuivre mat assure un écoulement de la chaleur plus actif que la fonte ou le noir de fumée dont elle est parfois recouverte.

MM. Grouvelle et Arquembourg, indépendamment des tubes à ailettes de fer ou d'aluminium simplement forcées, qu'ils fabriquent depuis longtemps, en font maintenant avec des ailettes en fer *soudées*, pour augmenter leur pouvoir radiant.

Comme moteurs, se présente à nous la nombreuse lignée du de Dion-Bouton. Nous ne voudrions pas garantir que les modifications, toujours fort simples qui lui ont été apportées, suffisent pour assurer à tous ses descendants l'augmentation de puissance que revendiquent pour eux leurs constructeurs ; certaines pourtant constituent des perfectionnements véritables.

Dans l'*Ister*, le carburateur est muni d'un flotteur, qui nage à la surface du liquide et diminue les irrégularités de carburation produites par les variations de niveau du liquide ; des ailettes en

cuivre sont rapportées autour du cylindre : l'emploi de ce métal, trois fois plus conducteur que la fonte, permet de faire les ailettes plus minces et plus larges, et même de les onduler. Dans le *Cyclone*, il faut signaler : 1° l'existence, à la partie supérieure de chaque cylindre, d'une cloison, qui évite tout mélange des gaz neufs avec les gaz brûlés, dans le voisinage de la bougie, de manière à rendre plus sûre et plus efficace l'inflammation ; 2° la commande des deux soupapes d'échappement par une came à rainure double, dont les deux branches se croisent. Mentionnons aussi le moteurs le *Sphinx* et celui de M. Gaillardet.

Ce dernier construit, en même temps que son moteur de 2 chevaux 3/4, un moteur de 10 chevaux, muni de deux systèmes d'allumage ; au centre, sont les deux bougies ; de chaque côté se trouve un brûleur genre Longuemare ; normalement, c'est l'électricité qui est employée ; à son défaut, on a recours aux tubes.

M. Mors a combiné pour sa voiturette un moteur de 4 chevaux, constitué par deux cylindres horizontaux, placés à peu près en face l'un de l'autre, et muni d'un régulateur de vitesse, bien que le système d'allumage soit électrique.

Le moteur *Noël*, qui se fait jusqu'à 3 chevaux, est caractérisé par la présence de deux soupapes d'échappement pour un seul cylindre : l'une, placée à la partie supérieure du moteur, commandée par lui, comme d'habitude ; l'autre, automatique, placée un peu avant la fin de la course du piston. Cette dernière évacue par anticipation une partie des gaz chauds de la combustion : la soupape ordinaire ne se détériore plus autant sous l'action du martelage, qu'elle subit ainsi à une température réduite, et souffre moins de la corrosion des gaz : nous avons constaté qu'on pouvait, après plusieurs heures de marche, toucher à la main le cylindre, la culasse et les boîtes à soupape. Si avec cela l'utilisation de la force élastique des gaz de l'explosion n'est pas diminuée, le progrès est réel.

On sait les avantages qu'il y a, pour réaliser cette bonne utilisation, à pouvoir faire varier le moment de l'allumage. Cette faculté était jusqu'ici restée l'apanage de l'inflammation électrique ; avec l'allumage par incandescence, l'explosion se produisant quand la compression amène au contact du tube les gaz neufs, le moment en était, dans une chambre d'explosion donnée, réglé une fois pour toutes. Mais, avec une chambre de volume variable, on n'a qu'à restreindre celui-ci pour que la compression s'en trouve augmentée et qu'elle amène plus vite le contact voulu. C'est justement ce procédé, dont on parlait depuis quelque temps déjà, que M. Hautier a mis en œuvre ; à cet effet, les cylindres, au lieu d'être boulonnés sur le carter,

glissent chacun dans un tube greffé sur celui-ci, et leur position, assurée par des vis de 10 millimètres de diamètre, peut être réglée du siège. Ce dispositif donne, paraît-il, de bons résultats, en augmentant très sensiblement la puissance du moteur.

Celui qu'a exposé M. Ravel, ce pionnier de la locomotion à pétrole, repose sur un principe qu'il a inventé depuis longtemps, mais dont il vient de perfectionner la réalisation. Dans le carter et dans le bas des cylindres, utilisés comme pompe, les deux pistons simultanément aspirent de l'air, que, dans leur course descendante, ils envoient, à travers un carburateur qui le charge de gazoline, dans la partie supérieure de l'un des cylindres, à tour de rôle. Ce cylindre reçoit ainsi double charge, et, de ce fait, sans augmenter ses dimensions, ou double sa puissance. Le carburateur agit par laminage de l'essence et condensation des gouttelettes, de sorte que l'air carburé arrive sec au cylindre. En outre, comme il est toujours plein d'air, à 100 ou 120 grammes de pression par centimètre carré, il y règne constamment une température de 30 à 33°, et cela lui permet de bien fonctionner, hiver comme été, même avec les essences les plus lourdes qu'on puisse rencontrer, pesant jusqu'à 735. Enfin, les choses sont disposées pour que la boîte de distribution ne contienne jamais que du gaz carburé neuf; il s'ensuit que l'explosion se produit toujours bien. M. Ravel affirme que son moteur de 8 chevaux ne consomme que 300 grammes d'essence par cheval-heure effectif sur l'arbre.

La construction étrangère était représentée aux Tuileries par le moteur *Idéal*, genre Phénix, à circulation d'eau par pompe semi-rotative, à régulation assez simple (un moteur de 8 chevaux était monté sur un châssis de voiture Vincke, Roch-Brault et C^{ie}, de Malines); par le moteur Canello-Dürkopp, que caractérise une commande des soupapes d'échappement, combinée pour assurer la régulation du mouvement (il est appliqué aux voitures construites en Allemagne et en Autriche par la Bielefelder Maschinen Fabrik, et, en France, par une société récemment créée, avec siège à Courbevoie).

En ce qui concerne les transmissions, nous pouvons citer le changement de vitesse appliqué par la maison Peugeot à ses tricycles, le dispositif à deux vitesses de M. R. de Metz pour motocycles et voitures légères; dans la classe des voitures, le bloc-transmission de MM. Montauban et Marchandier, dont la forme condensée facilite le montage de la voiture; les nouveaux dispositifs des anciens établissements Panhard, de MM. Champly, Gérard... Le système adopté par M. Gaillardet comporte, indépendamment du différentiel ordinaire, un second différentiel pour les changements de

marche (qui permet de marcher en arrière à toute vitesse, et surtout de passer très vite de la marche avant à la marche arrière, sans avoir à changer préalablement de vitesse comme d'ordinaire). Le mouvement est transmis à l'arbre intermédiaire par un entraîneur élastique avec rondelles Belleville (qui donne une grande douceur à l'entraînement), et aux roues motrices par un arbre à la Cardan, qui agit sur les fusées dont elles sont solidaires.

Sans quitter les transmissions par engrenages, nous devons signaler l'appareil Humpage à engrenages hélicoïdaux pour changements de vitesse et embrayage progressif. Alors que deux roues dentées ordinaires ne donnent que des réductions de vitesse relativement faibles (celles de M. Krieger en donnent une de 18,5, qui n'a guère été dépassée), les engrenages Humpage assurent, sous un volume fort condensé, des réductions aussi considérables qu'on le désire, avec, paraît-il, un rendement très élevé. En outre, par suite de l'emploi de deux équipages satellites, diamétralement opposés, le mouvement de rotation est remplacé par un couple, les réactions sur les paliers sont supprimées et les dents fatiguent beaucoup moins. Nous ne sachons pas que le système ait encore été appliqué à une automobile; mais il mérite de l'être.

Une bonne poulie extensible, donnant commodément l'embrayage et diverses vitesses, constituerait un organe précieux: M. Hautier en a exposé un modèle et M. Buchet un autre, qui nous a paru particulièrement ingénieux.

L'emploi du pneumatique se généralise beaucoup: sur les 1.272 voitures exposées, 80 % en étaient munies, presque toutes avec enveloppes à talons. Aussi beaucoup de marques nouvelles ont-elles surgi; les pneus actuels sont assurément meilleurs que leurs aînés; pourtant, comme leurs crevaisons constituent une source de pannes sinon graves, du moins fréquentes, il est à désirer que leur fabrication soit encore perfectionnée. Leur résistance augmente, d'ailleurs, avec leur diamètre, qui de 90 millimètres est déjà passé à 120 et même 130 millimètres, en attendant mieux.

Le suprême du genre nous est fourni par la roue pneumatique: imaginez un moyeu entouré d'un pneu énorme, et vous aurez cette dernière qui, paraît-il, supporte un poids considérable, 500 kilos, par exemple, sans que la pression par centimètre carré dépasse celle des pneus de bicyclettes. Elle est en usage sur certains omnibus de Londres; l'expérience nous dira ce qu'elle vaut.

Le châssis rectiligne, qui a l'avantage d'être bien rigide et de se prêter à une précieuse interchangeabilité des caisses, n'est pas gracieux. Nous avons remarqué plusieurs tentatives pour le faire

descendre entre les deux essieux. Quand le moteur et les roues qu'il actionne sont tous les trois à l'arrière, comme dans les voitures Peugeot et Jeantaud, ou à l'avant, comme dans celles de M. Krieger, le décrochement est facile à obtenir. Quand le moteur est à l'avant, au-dessus du châssis, et les roues motrices à l'arrière, comme dans les Panhard, on ne pourrait avoir du décrochement qu'en ménageant, dans l'intérieur de la caisse, un couloir central clos, qui serait gênant pour les voyageurs; quand le moteur est au-dessous du châssis, l'axe de transmission passe seul sous le plancher de la caisse, et on peut donner du décrochement, mais on perd, à mettre le moteur sous le châssis, ce coffret d'avant, qu'avec M. Forestier, auquel nous empruntons ces remarques, nous trouvons bien *automobile*.

Les alliages d'aluminium, qui peuvent faire économiser 100 et même 200 kilos sur le poids de la caisse, sont très employés; ils n'ont que l'inconvénient d'exiger, à la peinture, un tour de main spécial pour empêcher la production, aux points de jonction du métal avec les cornières, d'une matière grisâtre qui donne lieu à un véritable foisonnement.

Dans la section des freins, qui intéresse à un si haut degré la sécurité de la circulation, nous avons vu avec plaisir plusieurs systèmes de freins à enroulement, produisant le serrage dans les deux sens, notamment les freins Renault et Hautier. M. Cuénod a aussi exposé une chèvre-frein, fonctionnant comme frein de secours en appliquant deux sabots sur le sol, et comme chèvre pour soulever l'essieu moteur.

En fait de voitures intéressantes, signalons les Panhard de 12 chevaux, avec lesquelles Charron et R. de Knyff sont arrivés premier et second dans la course Paris-Bordeaux, réalisant une vitesse moyenne de plus de 48 kilomètres à l'heure; la Peugeot, de 18 chevaux, avec laquelle M. Lemaitre a gagné, dans une forme remarquable, la course de Nice-Castellane, à profil si accidenté, et a atteint dans la course du mille la vitesse de 74 kilomètres à l'heure. On voit que la puissance des moteurs augmente toujours: plusieurs Amédée Bollée, de 20 chevaux, avec cette forme de bateau ou de torpilleur, qui est fort rationnelle, viennent de prendre part au Tour de France, que M. de Knyff a si brillamment gagné avec sa Panhard de 16 chevaux, réalisant ainsi, sur cet interminable ruban de 2.175 kilomètres de route, la vitesse moyenne de 51 kilom. 100 à l'heure.

Comme marques plus ou moins nouvelles, mentionnons les voitures Ducroiset, Gobron et Brilliet (notamment un phaéton d'une grande élégance), Henriod, Gaillardet; la « Bolide » de M. L. Lefebvre qui, avec ses 16 chevaux, a élevé à 62 kilomètres² à l'heure le record du kilomètre, officielle-

ment chronométré sur le parc agricole d'Achères; la voiture Raouval, à direction progressive par secteur parabolique et pignon excentré, et qui ne peut reculer, lorsqu'elle est à la marche avant, pas plus qu'avancer lorsqu'elle est à la marche arrière; les voitures Vincke et Roch-Brault, et Canello-Dürkopp, dont nous avons déjà mentionné les moteurs.

Quant aux voitures, elles étaient légion: à celles que nous avons déjà mentionnées¹, Decauville, Krebs, de Dion-Bouton, ajoutons les types Peugeot (d'un modèle très élégant, et qui n'est, pour le mécanisme, qu'une réduction de la grande voiture des mêmes constructeurs), Delahaye, Darracq, celle-ci construite sur le modèle de M. Léon Bollée, avec un moteur de 5 chevaux 1/2, simplement refroidi par l'air. Malheureusement, la plupart de ces voitures dépassent le prix de 4.000 francs, qui devrait être le maximum d'un véhicule de ce genre à deux places: au-dessus, nous estimons qu'il faut aller à la grande voiture, toujours plus endurante et plus confortable. Sans méconnaître le rôle important réservé à la voiturette, il ne faut pas oublier qu'elle n'est en somme qu'un produit hybride, né principalement de l'intérêt qu'il y a à rendre l'automobilisme accessible aux petites bourses.

III. — ELECTRICITÉ.

Une vingtaine d'exposants nous ont montré une soixantaine de voitures électriques, appartenant surtout aux types voiture de maître ou fiacre, mais aussi à d'autres plus variés (omnibus, voitures de livraison, véhicules divers). Ces nombres sont à peu près le double de ceux de 1898, et cette augmentation témoigne du développement pris par la construction électrique dans ces derniers mois.

De nouveaux types d'accumulateurs ont apparu: Pulvis, Vulcain, à formation autogène; Phébus, Phénix, à oxyde rapporté; Blot-Fulmen et l'un des types de la Société pour le travail électrique des métaux, à plaques positives Planté et à plaques négatives Faure. Mais c'est toujours l'accumulateur à oxyde rapporté, et notamment l'accumulateur Fulmen, qui est le plus employé. Le Fulmen doit sa vogue à son poids fort réduit; la question de sa durée reste toujours indécise, et plus d'un ingénieur électricien estime qu'on fait fausse route en s'attachant surtout à la légèreté de l'accumulateur; et qu'il vaudrait mieux, puisque la dépense d'énergie électrique n'entre que pour une part minime dans les frais d'une automobile, avoir franchement recours à des accumulateurs plus pesants, mais du moins susceptibles de recevoir un

¹ *Revue gén. des Sciences* du 15 avril 1899 p. 257.

nombre de charges autrement considérable que les batteries légères. C'est notamment l'avis de M. de Claunonne, chef du Service électrique de la Compagnie générale des Voitures à Paris, où sont principalement employés des accumulateurs à formation mixte, relativement lourds. M. Hospitalier est, au contraire, un partisan résolu de l'accumulateur léger. Le concours qui se poursuit actuellement sur plusieurs modèles, sous le contrôle d'une Commission de l'Automobile-Club de France, est destiné à nous fixer sur cette question de première importance.

Pour ce qui est du couplage des batteries, on a d'abord cru que celui en tension devait être le meilleur au point de vue de la bonne conservation des accumulateurs; les résultats des deux concours de fiacres semblent battre en brèche cette opinion. M. Hospitalier croit qu'on reviendra au couplage en quantité.

Ces batteries alimentent des moteurs de 2 ou 3 kilowatts, dont le rendement oscille entre 80 et 88 %.

Pour la transmission du mouvement aux roues de la voiture, on tend à renoncer à la chaîne; celle-ci, dont l'emploi est presque indispensable avec le moteur à pétrole, parce que son couple irrégulier a besoin d'une connexion souple, devient inutile avec un moteur aussi constant que le moteur électrique: celui-ci peut, sans inconvénients, être attelé à des engrenages qu'il actionne sans aucun choc, et qui sont enfermés dans un carter, permettant ainsi le lavage de la voiture à la lance. Au surplus, la suppression d'un axe intermédiaire réduit d'environ 10 % la perte de force par la transmission.

Les châssis tubulaires et les roues métalliques tendent à se multiplier.

La direction se fait parfois par avant-train mobile autour d'une cheville ouvrière, comme dans les fiacres de la Compagnie générale des Voitures à Paris, mais le plus souvent par essieu brisé; la commande par barre franche, prescrite pour les voitures à pétrole, est plus admissible avec les véhicules électriques, à cause de leur vitesse relativement minime, mais il faudrait la rendre irréversible, comme cela se fait dans les voitures Canello-Dürkopp à pétrole.

Comme voitures françaises, nous avons retrouvé celles de MM. Jeantaud, Krieger, Bouquet, Garcin et Schivre, Mildé, Patin, à peu près telles que nous les avons vues l'an dernier; la forme des voitures Krieger s'est affinée. M. G. Richard a exposé une voiture sans caractère spécial, mais à un prix plus abordable que le taux jusqu'ici courant.

M. Monnard a exposé un phaéton à 3 places alimenté par des accumulateurs à formation autogène,

dont le poids représente environ la moitié de celui de la voiture en ordre de marche. Le moteur, qui ne tourne guère qu'à 600 tours par minute, afin de diminuer la perte par transmission, n'a qu'un inducteur pour deux induits, sur lesquels sont calées les deux portions de l'essieu, de manière à supprimer la nécessité du différentiel. L'excitation séparée, employée pour l'inducteur, permet le freinage par récupération aux faibles vitesses; mais si les quatre accumulateurs, qui assurent cette excitation, sont épuisés avant ceux des induits, cela doit mettre les moteurs dans de mauvaises conditions de rendement. M. Monnard a employé, pour ses induits et pour ses roues, des roulements à rouleaux, qui évitent les coincements possibles avec les billes; sa voiturette est assurément l'une des premières à les avoir employés.

MM. Vedovelli et Priestley ont exposé une voiture très originale caractérisée par son tablier, qui la rend instantanément transformable de cab à deux places en vis-à-vis à quatre places, sa monture en tricycle¹, la commande de ses roues motrices-directrices par deux moteurs indépendants et un appareil de direction à différentiel, qui lui permet de pivoter sur place; enfin, par l'adjonction facultative à la voiture d'une petite usine électrogène, capable de recharger ses accumulateurs pendant la marche et à l'arrêt.

M. le capitaine Draullette a construit un autocab, de forme très spéciale, dans lequel on accède par l'avant, et qui offre à ses passagers quatre ou cinq places disposées en rond.

Dans le stand de la Compagnie internationale des Transports automobiles, on pouvait voir la « *Jamais contente* », voiture torpille avec laquelle M. Jenatzy s'est adjugé le record du kilomètre, par une vitesse de 105 kilomètres à l'heure: les induits des moteurs sont directement calés sur l'essieu d'arrière.

L'Exposition de 1898 nous avait fait faire la connaissance des voitures Columbia²; celle de 1899 nous en a montré des types variés, fabriqués à Levallois par la société l'Electromotion, dans des conditions de prix moins exorbitantes, mais encore fort élevées, et nous a présenté les voitures étudiées par M. Sperry et construites par la Cleveland Machine Screw Co. Elles portent 375 kilogrammes

¹ La roue d'avant, simplement porteuse et seulement pour une très faible partie du poids total, est, comme les roulettes de meubles, mobile autour d'un axe vertical placé un peu en avant de son axe horizontal: elle prend d'elle-même la direction de la tangente à la trajectoire instantanée de la voiture. Comme, en outre, le centre de gravité de celle-ci se trouve sous l'essieu, cette monture en tricycle échappe aux deux reproches qu'on fait très justement aux voitures à trois roues ordinaires, de manquer d'adhérence à leur roue directrice et de n'avoir qu'une stabilité réduite.

² *Revue gén. des Sciences* du 30 mars 1899 p. 237.

d'accumulateurs pour un poids total de 800 à 900 kilogrammes en ordre de marche. Un moteur bipolaire série, donnant 2 chevaux sous 86 volts, à 1.800 tours par minute, et pouvant supporter une surcharge de 150 %, est attaché au milieu de l'essieu d'arrière par deux coussinets à billes situés de chaque côté du différentiel, au châssis par une suspension élastique. La transmission du mouvement au différentiel se fait par engrenages à double réduction: il y a aussi un changement de vitesse mécanique. Le châssis est composé de deux tringles tubulaires reliant les essieux, et renforcé par des bielles joignant des points voisins des roues d'avant à deux autres des longerons. La caisse repose à l'avant sur le milieu d'un ressort transversal, par un axe horizontal permettant à l'essieu d'osciller dans un plan vertical. La barre franche de direction manœuvre aussi le combinateur, et sert de levier d'arrêt et de levier de frein; une pédale permet d'actionner un autre frein.

La société l'Automobile exposait une voiture Riker et son châssis nu; le système Riker est un des premiers qui aient été appliqués en Amérique; il va être aussi construit chez nous. Le châssis, en tubes d'acier étiré, a ses deux petits côtés formés par l'essieu d'avant et le tube creux qui entoure l'essieu d'arrière: l'un des grands côtés est articulé autour de l'essieu d'avant et les deux peuvent tourner autour de celui d'arrière; il en résulte une très grande souplesse, les roues pouvant toujours s'appliquer sur le sol, les essieux restant dans des plans verticaux parallèles. Les roues d'avant pivotent sur place dans les virages; leurs axes ne sont pas comme d'habitude en dehors d'elles, mais à l'intérieur: les pivots sont montés sur pointes, au

dedans des tambours autour desquels tournent les moyeux montés sur billes. Dans les types légers, un seul moteur, articulé par deux colliers sur le tube-enveloppe de l'essieu, suspendu à la caisse par une tige munie de deux ressorts, attaque le différentiel; dans les types lourds, un moteur actionne chaque roue.

Signalons enfin la voiture pétroléo-électrique des établissements Pieper, de Liège, munie d'un moteur à gazoline, d'une puissance moyenne (2.500 watts), sur l'arbre duquel est monté l'induit d'une dynamo, qui fonctionne tantôt comme génératrice, pour charger les accumulateurs de la voiture (quand la force du moteur n'est pas absorbée tout entière par le travail de la route), tantôt comme réceptrice, avec le courant qui lui est restitué par la batterie (quand le moteur devient impuissant à donner le coup de collier qui lui est demandé). La marche arrière s'obtient en fermant l'arrivée de l'air carburé au moteur à pétrole et en inversant le courant dans l'induit du moteur électrique. Dans les longues descentes, on peut aussi ne plus alimenter le moteur, qui fonctionne alors à vide en faisant frein, tandis que l'excès de puissance produite par la pesanteur actionne la dynamo qui charge les accumulateurs et s'oppose à l'emballement de la voiture. En palier, la vitesse peut atteindre 30 kilomètres; la voiture peut gravir des rampes de 12 % à la vitesse de 12 kilomètres. Ce système, fort séduisant en théorie, est d'une réalisation plus simple qu'on ne se le figure avant d'avoir vu la voiture Pieper.

Gérard Lavergne,

Ingénieur civil des Mines.

LES ASSURANCES OUVRIÈRES ET LA LUTTE CONTRE LA TUBERCULOSE EN ALLEMAGNE

DEUXIÈME PARTIE : ORGANISATION ET RÉSULTATS DES SANATORIA¹

I. — ORGANISATION GÉNÉRALE DES SANATORIA.

Dans le court historique du mouvement en faveur des sanatoria populaires, j'ai essayé de dégager la part de la Société et celle de l'État, par l'intermédiaire de ses caisses d'assurances. Des deux côtés, on semble avoir compris l'intérêt humanitaire, économique et social que présente la lutte rationnelle contre la tuberculose et la grandeur de la

tâche qu'on s'imposait. C'est grâce à cette action commune, grâce à cet accord entre la Société et le Gouvernement, qu'on a pu très rapidement obtenir des résultats palpables qui étaient un encouragement pour la marche en avant, avec espoir, pour ne pas dire certitude, de sortir vainqueurs de la lutte engagée contre la tuberculose.

Nous pouvons maintenant aborder l'étude proprement dite du sanatorium, la façon dont il est établi et fonctionne, la vie qu'y mènent les malades et les résultats thérapeutiques qu'il donne.

¹ Voyez la première partie de cet article dans la *Revue* du 15 août, pages 573 à 581.

Lors d'un récent séjour à Berlin, j'ai eu l'occasion de visiter en détail le sanatorium de Grabowsee. Mais pour rendre cette description plus complète, j'utiliserai en même temps le remarquable rapport présenté à la Députation permanente de Liège par une Commission composée du Professeur E. Malvoz et de MM. Biery, Grégoire et Remonchamps qui, l'année dernière, ont visité six sanatoria populaires allemands.

Les emplacements choisis pour les sanatoria sont partout des plus heureux, bien que la règle qui préside à ce choix soit que tout tuberculeux peut et doit être guéri dans son propre pays, là où il devra vivre et travailler après son départ de l'asile. Presque toujours le sanatorium est entouré d'un grand parc, quand il n'est pas situé au voisinage immédiat d'un bois ou d'une forêt; autant que possible, on choisit un site pittoresque, assez loin des endroits habités, en dehors du bruit des agglomérations humaines, de façon que l'air soit exempt des poussières, des impuretés et des fumées.

Les bâtiments et constructions qui forment le sanatorium sont abrités contre les vents du Nord, de l'Est et de l'Ouest, et leur orientation est telle que les malades peuvent séjourner à l'air, tournés vers le Midi, et que les rayons du soleil, le plus puissant et le moins coûteux désinfectant, comme dit M. Malvoz, puissent pénétrer au moins pendant quelques heures dans les chambres.

Au point de vue de la disposition générale des constructions, on tend de plus en plus, dans les sanatoria récents, à réaliser le type suivant: grand bâtiment principal avec façade au Midi, flanqué d'ailes latérales formant un angle plus ou moins obtus avec l'édifice central. Ce dernier, à deux ou trois étages, renferme des salles d'attente, de visite, le bureau, le cabinet du médecin, le laboratoire de chimie et de bactériologie avec la pharmacie, les salles de bains et de douches, les chambres d'inhalation, de gymnastique, etc.

Dans les ailes, on place de préférence les chambres des malades, les salles de jeux et de réunion, avec la lingerie, dans les combles; au sous-sol, sous les ailes, se trouvent les chaudières, la buanderie, l'étuve à désinfection, la machine productrice de lumière électrique. Ces deux dernières installations se trouvent parfois placées dans des pavillons séparés.

Comme le lait est largement distribué aux malades, certains sanatoria ont des vacheries modèles, établies dans des constructions spéciales. Il va de soi que les vaches ont été éprouvées à la tuberculine.

Les cuisines et réfectoires sont ordinairement installés à part, dans une petite construction, placée au nord du bâtiment central et reliée à ce der-

nier par une galerie couverte. Cette séparation de l'office évite la pénétration des odeurs de cuisine dans les chambres et salles des malades.

Dans tous les sanatoria, il existe des galeries de repos, sortes de vérandas ouvertes, où les malades passent une grande partie de la journée, étendus commodément sur des chaises longues et soumis ainsi à la cure d'air, un des principes essentiels du traitement hygiéno-diététique. Ces vérandas, exposées au midi, sont protégées, par des dispositifs appropriés, contre le soleil, la pluie, la neige et le vent. Souvent elles sont séparées du bâtiment central et installées dans le parc qui entoure le sanatorium (Grabowsee); dans d'autres (Oderberg), elles courent devant la façade principale ou bien elles sont placées (Sulzhayn) devant chaque étage.

On s'est efforcé de rompre la monotonie de ces longues galeries de repos par des cloisons qui réunissent les malades en petits groupes; de jolis motifs de décoration, imaginés par les malades eux-mêmes (images coloriées, peintures, affiches artistiques), en rendent le séjour plus agréable. Un éclairage convenablement aménagé permet au malade de lire dans la position couchée ou demi assise. Chaque malade a sa chaise longue; le modèle habituel est en cannes de bambou. Le malade est toujours convenablement enveloppé d'épaisses couvertures en laine fournies par le sanatorium.

La villa du médecin avec ses dépendances (écuries, etc.) est habituellement séparée du sanatorium, mais disposée de telle façon que le médecin-directeur puisse, des fenêtres de son habitation, surveiller ce qui se passe dans l'établissement et principalement dans les galeries de repos.

Partout, on a adopté le chauffage central à la vapeur. L'éclairage est fait à la lumière électrique ou à l'acétylène.

Dans les cuisines, on utilise généralement, pour la cuisson de la plupart des aliments, sauf les rôtis, des appareils très perfectionnés, activés par la vapeur de la chaufferie: celle-ci alimente de même l'étuve à désinfection. La buanderie, le lessivage, le calandrage sont activés au moyen d'appareils mécaniques très perfectionnés.

Les water-closets, très nombreux partout, sont irrigués à l'eau courante quand l'établissement a suffisamment d'eau à sa disposition. Dans les sanatoria où l'eau est plus rare, on a adopté le système de tinettes à la tourbe: le mélange de matières fécales et de tourbe est jeté dans une grande fosse étanche et utilisé, comme fumier, au fur et à mesure des besoins de l'agriculture. Les eaux ménagères et autres sont dirigées, quand la chose ne présente pas d'inconvénients, vers la rivière voi-

sine : dans d'autres sanatoria, elles sont amenées à la surface des terrains qu'elles irriguent.

Le contenu des crachoirs de poche ou des crachoirs qui se trouvent dans l'établissement et ses dépendances est ramassé tous les jours et détruit soit par la cuisson à l'eau bouillante, soit au foyer des chaudières après avoir été mélangé avec de la tourbe. Les crachoirs eux-mêmes sont désinfectés tous les jours.

Quant aux détails de la construction et de l'ameublement, tout a été disposé et combiné pour éviter le plus possible le dépôt des poussières, maintenir facilement la propreté et désinfecter sans difficulté. Les angles sont partout arrondis, même ceux que forme le plancher avec les murs et les parois. Les murs sont revêtus d'enduits spéciaux (couleurs à l'émail, etc.), inaltérables, très clairs et d'une bonne conservation. Les parquets sont revêtus de linoléum.

Les chambres des malades renferment habituellement 2, 3, 4, au maximum 6 lits. Les médecins directeurs se déclarent tous adversaires de la chambre à un seul lit, leurs tuberculeux n'aimant pas la solitude. Toutefois, chaque sanatorium possède un certain nombre de chambres à un lit, pour les malades atteints d'infections aiguës ou d'accidents réclamant l'isolement.

Les malades disposent ordinairement de 35 mètres cubes d'air par tête.

L'ameublement de chaque chambre est fort simple. Dans une chambre, pour quatre malades, par exemple, on trouve : 1° quatre lits en fer avec matelas segmentés, faciles à introduire dans l'étuve à désinfecter et formés de matériaux résistant à de nombreux passages dans cet appareil ; 2° quatre tables de nuit ; 3° une commode à quatre tiroirs (un tiroir pour chaque malade) ; 4° une armoire pour les vêtements ; 5° quatre chaises. Tables de nuit, sièges, commodes, armoires sont de construction simple, facilement stérilisables.

Le même ameublement se retrouve dans les baraques de la Croix-Rouge qu'on utilise pendant l'été dans un grand nombre de sanatoria. Ces baraques, ordinairement installées pour huit malades, sont ordinairement divisées en trois compartiments : deux compartiments extrêmes, qui renferment chacun quatre lits, et un compartiment du milieu, où se trouvent une table qui sert de bureau aux malades, deux commodes à quatre tiroirs, deux armoires pour les vêtements, un fourneau.

L'aération continue, qui constitue un des éléments principaux de la cure, est réalisée d'une façon variable. Les doubles fenêtres avec vasistas à la partie supérieure ont été généralement adoptées ; dans certains sanatoria, il n'y a pas de doubles

fenêtres, mais des volets ingénieusement construits qui permettent d'aérer jour et nuit sans courant nuisible.

Les réfectoires sont installés avec un souci de confort et de bien-être qui rend les repas gais, animés et en fait une joyeuse distraction pour les malades. On tend de plus en plus à ne pas servir des portions, mais à faire circuler les plats. Dans certains sanatoria, les murs sont couverts de peintures ou de devises et de proverbes dans le genre de ceux-ci :

« L'alcool creuse aux hommes un tombeau prématuré : cesse d'en prendre dès à présent. » « L'air pur est un médicament : prends-en, il ne coûte rien. » « Laisse pénétrer à flots l'air et la lumière par la fenêtre, car ils font fuir la maladie, la mélancolie et les peines. »

Après les repas, les malades se rincent soigneusement la bouche avec des liquides antiseptiques ; dans un certain nombre de sanatoria, il existe pour cela de petites salles spéciales renfermant les brosses à dents et les verres numérotés par malade.

Dans chaque sanatorium existe une grande salle de réunion où se trouvent la bibliothèque, un piano, un billard, des jeux d'échecs, de dames, de dominos, etc. Du reste, c'est un grand souci du personnel directeur des sanatoria que d'imaginer des moyens de distractions variés pour éviter la monotonie du séjour, et c'est dans ce but qu'on organise assez souvent des conférences, des réunions, des fêtes, etc.

Disons enfin que, dans un certain nombre de sanatoria, on a installé des ateliers où les tuberculeux améliorés travaillent à des métiers hygiéniques : peinture sur porcelaine, tabletterie, marqueterie, gainerie, etc. Aujourd'hui, il est même question d'étendre ces ateliers, dans lesquels les ouvriers tuberculeux exerçant des métiers malsains apprendraient, pendant leur séjour dans le sanatorium, une profession plus hygiénique et leur permettant de gagner la vie d'une façon relativement facile.

II. — LA VIE INTIME DANS LES SANATORIA.

Telle est l'organisation générale des sanatoria. Mais pour nous faire une idée du fonctionnement et de la vie intime des sanatoria, nous allons prendre un ouvrier au moment où il entre à Grabowsee, par exemple, et nous le suivrons pendant le temps qu'il restera dans cet établissement.

C'est un ouvrier qui, depuis quelque temps, a maigri, a faibli, toussé, et chez lequel le médecin de la caisse contre la maladie à laquelle il est affilié a reconnu une tuberculose pulmonaire, tubercu-

lose peu avancée, susceptible de guérir par le traitement hygiéno-diététique, tel qu'il se pratique dans un sanatorium.

Le médecin remplit un bulletin imprimé, et avec ce bulletin le malade se rend à la polyclinique du professeur Gerhardt, médecin surveillant du sanatorium de Grabowsee, où il est de nouveau examiné. Le diagnostic du médecin de la caisse est reconnu exact et M. Gerhardt contresigne le bulletin. Le malade n'a qu'à se présenter à Grabowsee. On lui dit, en même temps, d'emporter un costume et du linge de rechange, un parapluie et des galoches en caoutchouc. S'il n'en possède pas, on les lui fournira.

Deux ou trois jours après, notre ouvrier prend le train à la gare d'Oranienburg, et, après une heure de chemin de fer, il débarque à Grabowsee. Il a encore près de 4 kilomètre à faire soit à pied, soit en voiture, avant d'arriver au sanatorium. Arrivé à Grabowsee, il est conduit dans le cabinet du médecin-directeur : il est réexaminé, pesé, et ses crachats examinés au point de vue de la présence des bacilles. Il sera ainsi examiné, pesé, ses crachats étudiés bactériologiquement, tous les quinze jours, et plus souvent s'il était nécessaire.

Il est reçu et le médecin lui remet une sorte de fiche-ordonnance. Au verso, un certain nombre de cases pour des indications thérapeutiques (diète, hydrothérapie, exercices respiratoires, etc.); au recto, il voit son nom, la date de son entrée, puis au-dessous, il lit les prescriptions générales que voici :

« Marcher lentement. Se tenir droit. Respirer par le nez. Cracher dans le crachoir de poche ou dans les crachoirs communs remplis d'eau. Ne pas souiller de crachats la barbe et les vêtements. Manger et boire lentement. »

La sœur diaconesse le conduit alors dans sa chambre, et là il peut lire et méditer le règlement de la maison, dont on lui avait remis un exemplaire, où, entre autres choses, il lit ceci :

Les malades sont tenus de se lever et de se coucher aux heures indiquées par le médecin. Avant de quitter leurs chambres à coucher, ils doivent ouvrir les fenêtres. Suivant l'avis du médecin, les fenêtres resteront ouvertes pendant la nuit. Les malades, à moins d'être dispensés, doivent, en se levant, faire leurs lits et brosser leurs vêtements.

Il est défendu de fumer; toutefois, et à titre exceptionnel, le médecin peut en accorder la permission aux malades; on ne doit fumer que dans le local désigné à cet effet. L'usage des boissons alcooliques, sauf celles qui sont fournies par l'établissement, est proscrit d'une façon absolue.

Dans l'intérêt de tous les malades et de la réussite du traitement, les malades ne doivent

cracher que dans leurs crachoirs de poche ou dans les crachoirs communs. En aucune façon ils ne doivent cracher par terre ou dans leurs mouchoirs.

Les malades qui le désirent peuvent travailler, si le médecin le permet, dans les ateliers du sanatorium. Ce travail peut quelquefois être rémunéré.

Les malades peuvent recevoir des visites, les mardis, jeudis et dimanches, de deux à six heures, exceptionnellement les autres jours avec la permission du médecin. Il est défendu d'apporter aux malades des aliments, des boissons, etc.

Les permissions de sortie ne sont accordées qu'exceptionnellement.

Si les malades ont à se plaindre, ils peuvent écrire leurs plaintes sur un registre mis à leur disposition ou en faire part de vive voix au médecin.

La non-observation de ces règles, l'ivresse, l'inconduite envers le personnel féminin, sont suivis d'expulsion immédiate du malade.

Le voilà initié un peu au règlement de la maison. Ce qui lui manque encore, il l'apprendra vite de ses camarades lorsqu'il aura vécu de leur vie pendant quelques jours. Cette vie va être réglée de la façon suivante :

On se lève à 7 heures. A 7 heures et demie, les malades prennent leur premier déjeuner, composé de lait et de pain blanc au beurre. Le lait est à discrétion. Une heure après, les malades sont douchés ou frictionnés.

Second petit déjeuner à 9 heures et demie : lait, pain avec du beurre. Les malades récemment entrés se reposent à l'air dans l'intervalle des repas. Les anciens et ceux qui sont améliorés font des promenades dans le parc. La durée de ces promenades est déterminée pour chaque malade par le médecin et graduellement augmentée suivant l'état des forces, suivant l'amélioration du malade. Une heure avant le dîner, tous les malades sans exception doivent rester couchés sur leurs chaises longues dans les galeries de repos.

Le dîner a lieu à midi. Il se compose de pain noir, de viande rotie à volonté, de lait, de légumes, d'un dessert et d'une canette de bière. Après le dîner, les malades restent couchés pendant trois heures, soit sur leurs chaises longues dans les galeries de repos, soit dans le parc. Ils doivent avoir soin de s'envelopper dans deux couvertures de laine que le sanatorium donne à chaque malade. Bien entendu, le malade qui a de la fièvre ou d'autres accidents reste toute la journée dans sa chambre couché dans son lit.

A 4 heures, nouveau repas composé de café au lait et de pain au beurre. De 4 à 6 heures, les anciens, ceux qui sont déjà suffisamment améliorés, peuvent se promener dans le parc, aller en

barque, pêcher, ou bien encore, quand le cœur leur en dit, travailler dans l'atelier, se tenir dans la salle de réunion, lire, jouer au billard, aux échecs, écouter la musique si, parmi les malades, il s'en trouve qui savent jouer du piano, etc. Les nouveaux malades ou ceux qui ne sont pas suffisamment améliorés restent sur leurs chaises longues à lire, à causer, dans les galeries de repos. Mais avant le souper, tout le monde doit rester une heure sur la chaise longue.

Le souper a lieu à 7 heures : le menu est le même que pour le dîner, la soupe en plus. Entre 7 et 10 heures, les uns se promènent dans le parc, d'autres restent dans les galeries de repos, d'autres encore se tiennent dans la salle de réunion. A 10 heures, tout le monde doit être couché et on éteint la lumière.

On voit que l'esprit qui règne dans un sanatorium est absolument contraire à celui de la plupart des rébarbatives administrations hospitalières. Le tuberculeux admis est pour chacun un sujet perpétuel d'attention. Depuis le directeur jusqu'au dernier des infirmiers, chacun désire le voir guérir ou se rétablir au plus vite.

C'est de cette vie que l'ouvrier tuberculeux va vivre pendant trois, quatre, cinq mois; c'est ainsi qu'il sera bien nourri, qu'il se reposera, qu'il respirera un air pur et vivifiant. Peu à peu il reprendra des forces, engraissera, toussera et crachera de moins en moins. Les bacilles deviennent de moins en moins nombreux dans ses crachats, quelquefois ils en disparaissent même complètement. Il est guéri ou amélioré en tout cas, et le médecin-directeur pense qu'il peut quitter l'établissement et laisser sa place à un autre.

Le malade va donc partir. On lui remet une fiche détaillée de sa maladie pour son médecin, et, pour qu'il n'oublie pas ce qu'il a appris dans le sanatorium, on lui donne encore la notice que voici :

« Continuez à mener, autant que possible, une vie hygiénique, comme on vous l'a appris dans notre établissement.

« Avant tout, ayez soin que votre logement et surtout votre chambre à coucher soient toujours bien aérés. Quand vous êtes dans votre chambre, laissez la fenêtre ouverte; même s'il fait froid ou du brouillard, s'il y a du feu dans votre chambre, vous pouvez entre-bâiller la fenêtre. N'encombrez pas votre logement de tapis, de rideaux, de tapis de table, de coffrets, etc., qui neservent qu'à amasser la poussière de votre appartement.

« Faites tous les jours une promenade, si courte qu'elle soit, et, pendant cette promenade, faites de temps en temps des respirations profondes. Respirez toujours par le nez, la bouche fermée. Une fois par jour au moins, rincez-vous la bouche et le nez

avec de l'eau, afin de les débarrasser de la poussière qui s'y est accumulée.

« Menez une vie aussi régulière que possible. Ayez soin de manger toujours à la même heure et couchez-vous de bonne heure. Évitez les efforts, aussi bien quand vous travaillez que lorsque vous vous amusez. La bicyclette et la danse ne vous conviennent pas. Si vous avez une heure de libre, utilisez-la pour aller vous promener, mais n'allez pas la passer dans une brasserie pleine de fumée. Ne prenez jamais d'eau-de-vie, ne buvez jamais de bière avant le déjeuner. Plus vous dépenserez pour votre nourriture et votre lait, plus long sera le temps pendant lequel vous pourrez vivre et travailler.

« Tous les matins ou tous les soirs, lavez-vous et frictionnez-vous en entier. Lavage ou frictions ne doivent durer que quelques secondes. Les bains de rivière et les bains de mer vous sont nuisibles.

« Ne crachez que dans votre crachoir de poche ou dans un crachoir public. Tous les jours, vous videz votre crachoir dans la fosse d'aisance et vous le nettoierez ensuite à l'eau bouillante. Vous savez que si vous ne le faites pas, si vous crachez par terre ou dans un mouchoir, vous risquez de contaminer votre famille et vos camarades d'atelier.

« Si, un jour, vous vous sentez tant soit peu indisposé, allez de suite voir votre médecin. Si, parmi vos amis, vous en connaissez qui, depuis quelque temps, toussent et crachent, transpirent la nuit, se sentent tous les jours faiblir et sont enrôlés, insistez auprès d'eux pour qu'ils aillent consulter un médecin. »

III. — RÉSULTATS OBTENUS.

Notre ouvrier a guéri, mais tel n'est pas le cas de tous les malades hospitalisés dans les sanatoria. Soit que les malades y arrivent trop tard, soit que la tuberculose ait pris dès le début une allure grave, soit pour une autre cause encore, le fait est qu'à côté des malades qui guérissent ou qui sortent améliorés, il y en a d'autres qui ne profitent pas de leur séjour et, au bout de quelque temps, quittent le sanatorium pour aller mourir chez eux ou dans un hôpital.

Quelle est donc la proportion des guérisons, des améliorations et des échecs? Les statistiques que nous allons citer vont nous le dire et nous permettront en même temps de voir si les résultats qu'on obtient méritent l'effort qui a été fait.

Je citerai ici trois statistiques qui se complètent en quelque sorte : 1^o la statistique de Grabowsee, c'est-à-dire d'un seul établissement, allant du 25 avril 1896 jusqu'au 31 mars 1899; 2^o la statistique de l'Établissement hanséatique d'assurances contre l'invalidité, qui possède 3 sanatoria à lui

et envoie ses malades dans 7 autres; cette statistique va de 1893 jusqu'à la fin de 1898; 3^e la statistique de l'Office impérial d'Hygiène, qui va de 1896 jusqu'à la fin de 1898. Dans ces statistiques, je laisserai complètement de côté les points purement médicaux (augmentation du poids, disparition des bacilles, des crachats, fièvre, etc., etc.) qui, du reste, découlent des chiffres relatifs à la guérison complète de ces malades ou à leur amélioration considérable avec possibilité de reprendre leur travail.

3. *Statistique de l'Office impérial de Santé* de 1896 à la fin de 1898.

Nombre de malades : 2.610.

Guéris ou améliorés	84,6 %
Etat stationnaire	9,0 %
Aggravation	3,7 %
Morts	2,6 %

Les trois statistiques concordent donc assez bien, en montrant qu'avec un séjour moyen de trois à quatre mois dans un sanatorium, on obtient 6 à

Tableau I. — Statistique des malades sortis du Sanatorium de Grabowsee de 1896 à 1899.

GUÉRIS	AMÉLIORÉS : 697 = 78,1 0/0			NON AMÉLIORÉS : 133 = 14,9 0/0			MORTS
	Capacité de travail complète	Capacité de travail partielle	Capacité de travail nulle	Capacité de travail complète	Capacité de travail partielle	Capacité de travail nulle	
54 (6,1 0/0)	501 (56,2 0/0)	164 (18,3 0/0)	32 (3,6 0/0)	10 (1,1 0/0)	42 (4,7 0/0)	81 (9,1 0/0)	8 (0,9 0/0)

1. *Statistique de Grabowsee* (du 25 avril 1896 au 31 Mars 1899).

a) Nombre de malades traités : 989.

b) Nombre de malades sortis : 892.

Le tableau I donne pour ces derniers la proportion des guérisons et des améliorations.

2. *Statistique de l'Etablissement hanséatique d'assurances* (de 1893 à 1898).

Nombre de malades traités : 2.162, dont 2.132 seulement entrent en ligne de compte :

A. — *Lésions locales.*

Disparition des lésions pulmonaires très légères	375 (17,6 0/0)
Etat stationnaire des lésions pulmonaires très légères	337 (16,7 0/0)
Amélioration des lésions pulmonaires assez accentuées	954 (44,8 0/0)
Etat stationnaire des lésions pulmonaires assez accentuées	297 (13,8 0/0)
Aggravation des lésions pulmonaires pré-existantes	147 (6,9 0/0)
Morts	4 (0,2 0/0)
	<u>2.132</u>

B. — *Etat général.*

Amélioration considérable de l'état général	1.308 (61,3 0/0)
Amélioration de l'état général	632 (29,6 0/0)
Amélioration inappréciable ou nulle de l'état général	146 (6,9 0/0)
Aggravation de l'état général	42 (2,0 0/0)
Morts	4 (0,2 0/0)
	<u>2.132</u>

C. — *Capacité de travail.*

Capacité de travail complète et probablement persistante	141 (20,7 0/0)
Capacité de travail complète; persistance incertaine	1.185 (55,6 0/0)
Capacité de travail incomplète, mais il n'y a pas lieu de servir une rente	243 (11,4 0/0)
Capacité de travail nulle; le malade est à la charge de la caisse d'assurances	259 (12,1 0/0)
Morts	4 (0,2 0/0)
	<u>2.132</u>

17 % de guérisons complètes et 57 à 72 % d'améliorations avec retour complet de la capacité de travail. L'écart dans les chiffres s'explique aisément par ce fait que certains sanatoria ne reçoivent que des malades tout à fait au début de leur tuberculose, tandis que d'autres se montrent moins rigoureux.

Les résultats ainsi obtenus sont-ils durables? Il est certainement difficile de répondre à cette question d'une façon précise, puisqu'à l'heure actuelle la plupart des sanatoria ne fonctionnent que depuis trois à quatre ans. Néanmoins, on peut s'en faire déjà une idée, d'après les statistiques qui ont été publiées.

1. *Statistique de Grabowsee.* — Pour Grabowsee, nous avons deux enquêtes, faites, l'une en avril 1898, l'autre en mars 1899. Le tableau II en donne les résultats.

2. *Statistique de l'Office hanséatique d'assurances.* — L'enquête faite, à la fin de l'année 1898 et au commencement de 1899, auprès des malades soignés depuis 1893 jusqu'à la fin de 1897, a porté sur 1.442 malades. On n'a pu utiliser que 1.336 réponses, qui ont donné les résultats suivants :

Morts	257 (19,2 0/0)
Capacité de travail nulle	120 (9 0/0)
Capacité de travail complète on partielle	959 (71,8 0/0)
	<u>1.336</u>

Chez 959 anciens malades, on a pu établir depuis combien de temps durait la capacité de travail :

La capacité de travail durait depuis 8 mois à 1 an chez	36 (3,7 0/0)
Depuis 1 à 2 ans chez	376 (39,2 0/0)
— 2 à 3 ans —	343 (35,9 0/0)
— 3 à 4 ans —	187 (19,5 0/0)
— plus de 4 ans	15 (1,7 0/0)

Ainsi donc, et pour ne prendre que la statistique de Grabowsee, nous trouvons, au bout de 3 ans, 5 % de guérisons et 70 % d'améliorations avec reprise complète du travail. Mais, pour rendre ces chiffres plus éloquents, nous allons leur substituer les existences humaines cachées derrière eux.

Faisons donc le calcul suivant. Il meurt tous les

IV. — LES SANATORIA ET LA POLITIQUE SOCIALE.

Le sanatorium n'est pas seulement un excellent moyen de traitement et une école de prophylaxie de la tuberculose, c'est encore un engrenage. Je veux dire par là que la mise en œuvre des sanatoria populaires comporte une série de mesures et de réformes accessoires, dont l'application étend

Tableau II. — Statistique des résultats permanents obtenus au Sanatorium de Grabowsee.

	L'ÉTAT GÉNÉRAL EST			ONT TRAVAILLÉ			SONT MORTS
	Très bon	Bon	Satisfaisant	Toujours	Presque toujours	de temps en temps	
<i>a) Enquête faite en Avril 1898.</i>							
Sur le nombre total de malades soignés en 1896 ont répondu 102 partis guéris ou améliorés.	8 (7,84 %)	28 (27,45 %)	22 (21,57 %)	43 (42,16 %)	10 (9,80 %)	16 (15,69 %)	18 (17,65 %)
				53 = 51,96 %			
Sur le nombre total de malades soignés en 1897 ont répondu 189 partis guéris ou améliorés.	9 (4,76 %)	69 (37,51 %)	57 (30,16 %)	92 (48,67 %)	18 (9,52 %)	41 (21,69 %)	6 (3,17 %)
				110 = 58,19 %			
<i>b) Enquête faite en Mars 1899.</i>							
Sur le nombre total de malades soignés en 1896 ont répondu 68 partis guéris ou améliorés.	5 (7,35 %)	24 (35,29 %)	15 (22,06 %)	35 (51,47 %)	12 (17,64 %)	4 (5,88 %)	7 (10,25 %)
				47 = 69,11 %			
Sur le nombre total de malades soignés en 1897 ont répondu 141 partis guéris ou améliorés.	8 (5,11 %)	35 (26,71 %)	42 (32,06 %)	56 (42,74 %)	22 (16,79 %)	20 (15,26 %)	19 (14,50 %)
				78 = 59,54 %			
Sur le nombre total de malades soignés au 30 septembre 1898 ont répondu 183 partis guéris ou améliorés.	10 (5,46 %)	61 (33,33 %)	52 (28,41 %)	95 (51,91 %)	25 (13,66 %)	20 (10,92 %)	5 (2,73 %)
				120 = 65,57 %			

ans en France 150.000 tuberculeux. En admettant que la tuberculose tue son malade dans l'espace de trois ans, nous pouvons mettre à 50.000 le nombre d'individus qui, tous les ans, deviennent tuberculeux. Supposons ces 50.000 tuberculeux soignés, dès le début de leur tuberculose, dans des sanatoria. D'après la statistique de Grabowsee, nous pourrions alors sauver définitivement 2.500 existences, et rendre à la vie et à la société, au moins pendant trois ans, 35.000 autres. Et ces chiffres sont certainement au-dessous de la réalité, car la statistique de Grabowsee, que nous avons prise pour base de calcul, correspond au nombre notable de tuberculeux plus ou moins avancés, tandis que nous avons supposé les 50.000 malades soignés dès le début de leur maladie.

considérablement le domaine du sanatorium d'Etat tel qu'il existe déjà en Allemagne.

Le lecteur en jugera après avoir pris connaissance de quelques propositions et vœux qui ont été formulés au Congrès de Berlin.

Ainsi, la première question qui se pose est la suivante. Pour donner des résultats satisfaisants, c'est-à-dire des guérisons cliniques et des guérisons « économiques », comportant la reprise du travail pendant un temps suffisamment long, le sanatorium ne doit, en principe, recevoir que des malades dont la tuberculose est tout à fait au début. Comment assurer le recrutement de ces tuberculeux de premier degré ?

Les médecins des Caisses contre la maladie ont aujourd'hui le mot d'ordre, et font tout leur pos-

sible pour dépister la tuberculose commençante et envoyer leurs malades dans les sanatoria. Mais le médecin ne peut que *conseiller* l'entrée dans un sanatorium, et le malade ne l'écoute pas toujours. Aussi M. Mayer voudrait-il que l'Etat reconnaisse aux Caisses contre la maladie le droit d'*envoyer d'office*, sur l'avis du médecin, leurs malades dans un sanatorium; et qu'en second lieu les Caisses aient le droit légal de soumettre à un examen médical tous les assurés au moment de leur affiliation à une caisse, et de s'opposer à ce que les ouvriers prédisposés à la tuberculose exercent une profession ayant une action fâcheuse sur les voies respiratoires. Dans le même ordre d'idées, M. Friedeberg, secrétaire de la Commission centrale des Caisses ouvrières de Berlin, a proposé qu'une fois par an tous les ouvriers faisant partie d'une caisse contre la maladie soient examinés par le médecin : ceux qui seront reconnus malades seront dirigés d'office dans un sanatorium; ceux qui seront considérés comme simplement menacés seront mis en demeure de choisir une autre profession, en leur fournissant les frais d'apprentissage.

Mais en attendant ces mesures obligatoires, on peut assurer le recrutement des tuberculeux d'une autre façon. La tuberculose étant une maladie insidieuse, M. Friedeberg désirerait que les masses populaires fussent autant que possible mises au courant des premiers symptômes de cette maladie. Cette éducation spéciale du public pourrait se faire au moyen des conférences régulières que les médecins feraient aux affiliés de leurs caisses; par des conférences que les médecins des sanatoria feraient à leurs malades hospitalisés, qui, plus tard, propageront ces idées dans leur entourage; par des brochures populaires distribuées gratuitement à profusion par l'organe des Caisses ouvrières; par des placards affichés dans les endroits publics, les ateliers, etc. Les frais de cette propagande seraient à la charge de l'Office impérial d'Hygiène.

Une autre question, non moins importante, que nous avons déjà signalée plus haut, est celle de l'assistance de la famille de l'ouvrier hospitalisé dans un sanatorium. Pour que le malade profite de son séjour dans le sanatorium et puisse y rester le temps nécessaire, il faut qu'il sache sa famille à l'abri du besoin. Tous ceux qui ont pris la parole sur cette question, MM. Pannwitz, Friedeberg, Gebhardt, etc., ont été d'accord sur ce point que les Caisses contre l'invalidité doivent prendre à leur charge les frais de traitement tandis que les Caisses contre la maladie se chargeraient de l'assistance de la famille du malade¹. Un appoint

à cette assistance pourrait être apporté (en argent, vêtements, bons de lait, de viande, etc.), par les diverses Sociétés de bienfaisance et de charité privée, organisées aujourd'hui par le Comité central de Berlin.

Il y a encore la grande question de l'avenir du tuberculeux sortant guéri ou amélioré du sanatorium. Sa famille, pendant son absence, a été assistée dans la mesure du possible; les économies, quand il en existait, ont été dépensées, et il y a des dettes. La place qu'il avait est quelquefois prise: ou bien, s'il retrouve sa place, c'est dans un atelier enfermé, plein de poussière. Que va-t-il faire?

Les propositions qui ont été faites au Congrès, pour remédier à cet état de choses, se réduisent à ceci.

Tout d'abord il serait à désirer que le secours alloué à la famille fût continué encore pendant quelque temps. Mais ceci n'est qu'une mesure provisoire qui ne fait qu'ajourner la solution radicale. Une autre proposition, faite par M. Pannwitz, consiste à créer des maisons de convalescence dans lesquelles les ouvriers sortants d'un sanatorium apprendraient un métier facile (gainerie, marquerie, etc.), relativement hygiénique et d'un rapport ultérieur plus ou moins sûr; ou bien encore on annexerait à ces maisons de convalescence une exploitation agricole, sorte d'école d'agriculture². Dans les deux cas, on pourrait utiliser les ateliers qui existent déjà dans certains sanatoria, et, au besoin, y annexer des exploitations agricoles.

À l'heure actuelle, où cette question n'est pas encore réglée, les choses se passent de la façon suivante :

L'œuvre des sanatoria de la Croix-Rouge compte, parmi ses sections, une chargée exclusivement de l'assistance des ouvriers sortants des sanatoria. Cette section, placée sous la présidence d'honneur du Chancelier et sous la présidence effective de la comtesse von Knorr, reçoit les demandes des ouvriers convalescents, et, suivant leurs capacités, essaie de les placer. Les emplois les plus demandés sont ceux de garçon de courses, de portier, d'employé aux écritures, d'employé de bureau. À Berlin, où ces places sont assez nombreuses, on arrive encore assez souvent à satisfaire aux demandes. Mais en province, où ces places sont plus rares, les facilités sont beaucoup moins grandes.

En règle générale, l'ouvrier reprend son ancien

pendant le premier trimestre 1899. Les sommes versées à chaque famille ont varié entre 19 et 950 francs, soit en moyenne 117 francs par famille.

² M. Gebhardt considère ces exploitations agricoles peu pratiques, en raison de ce fait que les ouvriers agricoles doivent fournir une somme de travail incompatible avec l'état de santé des tuberculeux convalescents.

¹ Le sanatorium de Grabowsee a dépensé, pour l'assistance des familles de ses malades, 4.905 francs en 1897 (47 familles), 8.506 francs (66 familles) en 1898, 1.835 francs (17 familles)

métier. La Société intervient alors auprès du patron et obtient de lui que l'ouvrier convalescent soit placé dans l'atelier le moins antihygiénique; qu'on lui donne un travail facile sans diminuer son salaire; qu'on lui accorde plus de temps pour ses repas, ses sorties, son repos, etc.

En second lieu, elle intervient directement en fournissant aux ouvriers nécessiteux des bons de lait (1 à 2 litres par jour, pendant plusieurs mois), de viande, lui paie quelques médicaments, donne des vêtements, quelquefois de l'argent.

Deux mots sur la prophylaxie de la tuberculose, considérée au point de vue de la lutte contre cette maladie. Les mesures préconisées, au Congrès, contre la dissémination de la tuberculose par les crachats desséchés ou humides¹ sont les mêmes qu'on cherche à introduire en France. Nous n'avons donc pas à nous y arrêter. Mais ce qui mérite d'être signalé, c'est la sanction de l'Etat, l'obligation légale pour certaines mesures particulièrement importantes.

Ainsi, pour que la désinfection des locaux habités par des tuberculeux puisse devenir un moyen prophylactique efficace, M. Roth demande que la loi impose au médecin l'obligation de déclarer à la police, dans un délai déterminé, les cas de tuberculose pulmonaire, laryngée ou intestinale qu'il a à soigner; de signaler chaque changement de domicile de ses tuberculeux et de faire la déclaration de la mort du malade aussitôt après le décès, afin que la désinfection du logement puisse être faite rapidement. Une autre sanction exigée par M. Roth, c'est que le logement désinfecté ne puisse être loué de nouveau qu'au bout d'un certain temps. Il y va de soi que les objets, les vêtements, la literie, etc., ayant appartenu aux tuberculeux, ne pourront être mis en circulation qu'après leur désinfection.

Je citerai aussi la proposition de M. Rubner, tendant à la création d'un corps d'inspecteurs des logements, dont feraient partie les médecins. Entre autres attributions, ces inspecteurs auront à examiner les projets et plans de construction des fabriques, des ateliers et des logements ouvriers; leur visa, sans lequel on ne pourrait commencer les travaux, ne sera donné qu'aux plans réalisant les conditions hygiéniques nécessaires. Dans le même ordre d'idées, M. Rubner demande encore la création des médecins inspecteurs des fabriques ayant le droit d'envoyer d'office, dans les sanatoria, les ouvriers reconnus tuberculeux, et d'empêcher les ouvriers prédisposés à la tuberculose, par leur hérédité ou leur conformation physique, de travailler dans des métiers malsains.

V. — CONCLUSIONS.

J'espère que le lecteur s'est fait peu à peu une idée juste de la grandeur de l'œuvre entreprise par l'Allemagne. Les imperfections, les hésitations, les incertitudes que nous avons signalées ne sont que fort naturelles, si l'on veut bien songer que ce mouvement ne date que de quatre ans. Et combien grands déjà les résultats obtenus à l'heure actuelle! Et quand on connaît l'esprit de suite, de méthode et d'organisation des Allemands, on a la conviction que l'on ne s'arrêtera pas à mi-chemin et que, dans quelques années d'ici, tout ouvrier en train de se tuberculiser aura sa place dans un sanatorium. Il y trouvera ce qu'il n'a peut-être jamais connu : le repos et la paix, le repos physique et le repos moral, puisque lui et sa famille seront à l'abri du besoin. Il y trouvera un air pur, une bonne alimentation, une chambre gaie et claire, un parc dans lequel il peut se promener toute la journée, une forêt dans laquelle il peut flâner : si le cœur lui en dit, il peut lire, écouter de la musique, apprendre un métier facile, s'instruire, assister aux conférences. Il se sentira à chaque instant l'objet d'une sollicitude affectueuse. Il sait qu'il va guérir et, pendant trois ou quatre mois, ce déshérité de la fortune va vivre d'une vie qui, jusqu'ici, n'était réservée qu'aux heureux de ce monde...

Et pour apprécier à sa juste valeur l'œuvre en train de s'accomplir en Allemagne, je prie ceux de mes lecteurs qui ne connaissent pas les hôpitaux parisiens de demander aux médecins de leur connaissance de les conduire un jour à Lariboisière ou à Laënnec où sont parqués les tuberculeux de Paris. Là ils verront de grandes salles sombres, tristes, aux murs nus, avec deux rangées de lits, 30, 40 lits dans une seule pièce. Ces lits sont séparés par des tables de nuit où l'on voit une assiette ébréchée, un verre, un paquet de biscuits et, au milieu, un crachoir à moitié rempli de crachats.

Dans ces lits sont étendus les malades. Il y en a qui n'ont plus que quelques jours à vivre : réduits à l'état de squelette, les pommettes rouges, le nez pincé, les lèvres desséchées, les yeux brillants, ils sont là sans force, le bonnet enfoncé sur la tête, les mains décharnées sorties hors de la couverture. D'autres sont moins malades : ils sont assis, le dos appuyé contre l'oreiller, en train de lire un vieux journal, une vieille revue salie et couverte de poussière. Quelques-uns peuvent encore se lever : lentement, péniblement, secoués par des accès de toux, ils enfilent la capote réglementaire et, en s'arrêtant à chaque pas, ils descendent dans la cour ou le jardin pour se chauffer un peu au soleil.

Onze heures sonnent. C'est l'heure du déjeuner.

¹ V. *Rev. gén. des Sciences*, 1899, n° 8, p. 298.

Un roulement se fait entendre et un lourd chariot apparaît dans la salle et s'arrête devant chaque lit. Un morceau de pain est mis sur la table de nuit, le flacon est rempli de vin; dans l'assiette que tend le malade on jette un morceau de viande et quelques légumes. Le malade n'a qu'à manger. Assis dans son lit, son mouchoir en guise de serviette, il mange comme il peut. En cinq minutes, c'est fini. Il est nourri. Et la même distribution avec le même cérémonial sera faite, à 5 heures, pour le dîner...

La nuit tombe, on allume un bec de gaz et un voile de tristesse poignante enveloppe la salle. Tout le monde est couché. Les uns ont la fièvre, le délire, divaguent, gémissent, crient; d'autres

toussent, d'une toux incessante, énervante, fatigante, empêchant tout sommeil; on se querelle, on se dispute et l'infirmier arrive pour mettre un peu d'ordre dans la salle. Cependant, un des malades vient de rendre son dernier soupir. L'infirmier tire les rideaux de son lit, en attendant qu'on vienne chercher le cadavre...

C'est ainsi que Paris, la Ville-Lumière, soigne ses enfants, ceux qui font sa gloire et sa richesse. C'est ainsi que tous les ans meurent en France 150.000 tuberculeux¹!

D^r R. Romme,

Préparateur à la Faculté de Médecine de Paris.

REVUE ANNUELLE DE GÉOLOGIE

I. — LA DISSYMMÉTRIE DE L'HÉMISPHERE NORD.

Dès 1875, M. Suess publiait, dans une brochure mémorable sur l'origine des Alpes (*die Entstehung der Alpen*), une première ébauche des études synthétiques sur les chaînes de montagnes, qu'il devait développer plus tard avec tant d'éclat dans son grand ouvrage, *la Face de la Terre*. Dès 1875, il formulait de la manière suivante un des résultats principaux auxquels ses recherches l'avaient conduit: « Le mouvement des masses dans l'Amérique septentrionale et en Europe est dirigé principalement vers le N.-O., le N. et le N.-E.; dans l'Asie centrale, par contre, vers le S. ou le S.-E. »

M. Suess désignait par « direction du mouvement des masses » le sens vers lequel les plis d'une région montagneuse se trouvent déversés et, dans toute sa brochure, il s'efforçait de mettre en évidence le déversement unilatéral et la dissymétrie des chaînes de montagnes. Cette idée directrice se trouve dans le premier volume de la *Face de la Terre* et elle doit surtout être développée dans le tome III, que le monde savant attend avec impatience.

Dans une note présentée à l'Académie des Sciences de Vienne, l'auteur nous donne, dès à présent, un résumé succinct des nouvelles études synthétiques sur l'hémisphère nord¹, qui feront l'objet de plusieurs chapitres du nouveau volume.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur une carte pour se rendre compte de la disposition en festons ouverts vers le nord que présentent les chaînes de l'Asie méridionale, et M. Suess a démontré depuis

longtemps que, dans chaque feston, — arc iranien, arc himalayen, arc malais, — le déversement des plis a lieu du centre de l'arc vers la périphérie, où se trouvent les plis les plus récents. Une disposition tout à fait analogue existerait dans le Nord de l'Asie. Les plissements kirghises, orientés S.-O.-N.-E., formeraient, avec les monts Oural, une sorte de cirque ouvert au nord et entourant la grande plaine de la Sibérie occidentale; le Chara-Oulach, les monts de Werchojansk et les monts Stanowoi du Nord décriraient un arc immense, s'étendant de l'embouchure de l'Olenek au détroit de Behring,

¹ Bibliographie:

M. BLOCK: Les assurances ouvrières en Allemagne. Paris, 1895.

P. GUILLOT: Les assurances ouvrières. Paris, 1897.

R. FREUND: Wegweiser durch das Invaliditäts und Altersversicherungsgesetz. Berlin (sans date).

Krankenversicherungsgesetz vom 15 Juni, 1883. Berlin, 1892; édité par le journal *Vorwärts*.

TH. SOMMERFELD: Zur Geschichte der Lungenheilstättenfrage. Berlin, 1899.

Die Volkheilstätte vom Rothen Kreuz Grabowsee. Berlin, 1899; édité par la Croix-Rouge.

B. FRAENKEL: Der Berlin-Brandenburger Heilstättenverein in Berlin. *Klin. Wochenschr.*, 1898, n° 46.

Schriften der Centralstelle für Arbeiter-Wohlfahrtseinrichtungen, n° 12. Berlin, 1897.

G. SERSIRON: Les phthisiques adultes et pauvres. Thèse de Paris, 1898.

NEITER et BEAULAVOX, SERSIRON, KOUINDJY, in Congrès pour l'étude de la tuberculose (4^e session). Paris, 1898.

Zur Schwindsuchts-Bekämpfung. Berlin, 1899; édité par la Commission centrale des Caisses de Berlin.

La lutte contre la tuberculose. — Annexes à l'exposé de la situation administrative de la province de Liège (session de 1899). Liège, 1899.

ENGELMANN: Die Erfolge der Freiluftbehandlung bei Lungenschwindsucht (édité par l'Office impérial d'Hygiène). Berlin, 1899.

Die Handhabung der Heilverfahrens bei Versicherten durch Hansatische Versicherungsanstalt im Jahre, 1898. Hamburg, 1899.

Bulletins de l'Office du Travail, 1896-1898, vol. III-V.

¹ E. SUSS: Ueber die Asymmetrie der nördlichen Halbkugel, *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch.*, vol. CVII. 1. Avril 1898.

avec concavité dirigée vers le nord, dans le même sens que celle de l'arc des îles Aléoutiennes, dont le raccordement avec les chaînes sibériennes est encore mal connu.

Plus au sud existe, d'après M. Suess, un grand amphithéâtre de chaînes très anciennes, également ouvert vers le nord, qui entoure la région du lac Baïkal, et cet amphithéâtre forme le centre autour duquel viennent se grouper tous les arcs montagneux plus récents de l'Asie centrale et méridionale à déversement périphérique¹.

En Europe, par contre, les chaînes, — des Hébrides, calédonienne, armoricaine-variscique, alpine, — tout en étant, d'une manière générale, de plus en plus récentes à mesure que l'on se dirige vers le sud, sont en partie superposées et leur déversement a lieu vers le nord.

La chaîne des Hébrides ou chaîne huronienne a été envisagée par M. Marcel Bertrand comme le bord méridional d'un très ancien continent, le continent nord-atlantique de M. Suess, qui comprenait le « bouclier canadien » et sa continuation vers l'est au nord de l'Europe. Plus au sud, la chaîne armoricaine avait son prolongement vers l'ouest, au travers de l'Atlantique, dans l'île de Terre-Neuve, dans l'ancienne Acadie et dans la chaîne des Apalaches. Des travaux récents ont montré que cette chaîne, au lieu de se terminer au sud dans l'Alabama, subit une inflexion de la direction N.-E.-S.-O. vers la direction O.-E., et plonge sous la plaine du Mississipi, pour reparaitre dans les monts Ouachita (Texas), décrivant ainsi un arc immense, ouvert au N.-O., et entourant le Vorland ancien, vers lequel les plis sont uniformément déversés².

C'est exactement l'inverse de ce que l'on observe en Asie et c'est l'exagération du phénomène constaté déjà en Europe. M. Suess explique les faits qu'on observe en Amérique par une sorte d'*afflux* (« *Zufluss* ») de matière vers l'ancienne masse con-

tinente, tandis qu'en Asie on se trouverait en présence d'un *écoulement* (« *Abfluss* ») allant de la masse continentale vers la périphérie, de sorte que l'hémisphère nord présenterait dans sa structure une véritable dissymétrie, dont l'origine remonterait au moins à l'époque cambrienne.

M. Suess entrevoit une corrélation entre l'écoulement et l'aplatissement de la terre aux pôles, et il émet l'hypothèse que l'afflux est peut-être en relation avec le magnétisme terrestre, puisque le pôle magnétique se trouve précisément au centre de la région de l'afflux.

Il y a incontestablement quelque chose de séduisant dans ces conclusions de M. Suess, mais on remarquera qu'elles ont pour point de départ l'hypothèse du déversement unilatéral des plis dans des chaînes de montagnes encore mal connues, dont nous nous faisons une idée schématique que des découvertes nouvelles peuvent chaque jour venir modifier. Pour les chaînes de l'Europe, on avait admis un déversement uniforme vers le nord; or, des observations ultérieures sont venues entièrement modifier cette conception, et il est aujourd'hui établi que ni les Alpes occidentales, ni les Alpes orientales, ni les Pyrénées, ni l'Atlas, ni le Caucase ne possèdent la dissymétrie que M. Suess avait cru y reconnaître. Il semble plutôt que ces chaînes présentent une disposition en éventail, les plis étant déversés, de part et d'autre d'un axe médian, vers les deux bords. Aussi M. Suess s'est-il trouvé conduit à envisager l'Europe comme participant à la fois de la structure des chaînes de l'Asie et de celles de l'Amérique du Nord. Toutefois pour l'Amérique du Nord des difficultés analogues surgissent, car les Coast Ranges de la Colombie britannique et de la Californie sont déversées vers l'ouest, c'est-à-dire en sens inverse des Montagnes Rocheuses; mais peut-être sommes-nous en présence d'un afflux qui se manifesterait sur le pourtour du Pacifique de la périphérie vers le centre. M. Suess se trouve ainsi conduit à admettre, comme je l'ai fait dans une précédente revue, que les chaînes entourant le Pacifique sont plus anciennes que cet océan lui-même.

Il conclut en se prononçant nettement contre la théorie de la permanence des grandes dépressions océaniques.

II. — LES NAPPES DE RECOUVREMENT.

Personne ne met plus en doute aujourd'hui le rôle joué, dans certaines régions, par les grands charriages horizontaux, qui amènent, sur des surfaces souvent très étendues, des terrains en superposition anormale sur des terrains plus récents. Il a été souvent question ici de ces phénomènes, dont

¹ On pourrait être tenté, par l'examen des cartes, de donner de la structure géologique de la Sibérie une interprétation tant soit peu différente de celle que propose M. Suess. Si l'on admet que l'Ala-tau, c'est-à-dire la chaîne septentrionale du Tian-chan, se continue, au delà de la dépression de l'Aral, par les monts Mogoudjars et par l'Oural et si l'on considère la Nouvelle-Zemble comme le prolongement direct de ce dernier; si, d'autre part, on raccorde les monts de Werchojansk par les monts Stanowoi du Sud et non par les monts Stanowoi du Nord, on est conduit à voir, dans les lignes directrices de la Sibérie, non plus des arcs ouverts vers le pôle, mais, comme le fait M. Sacco, une série de chaînes concentriques, décrivant des courbes fermées sur elles-mêmes, entourant entièrement le massif archéen de la Sibérie centrale. Mais ce n'est que lorsque le travail détaillé de M. Suess aura paru qu'il sera possible de discuter cette question avec fruit.

² Il semble même que l'on puisse aller plus loin et que l'on soit en droit d'envisager les Montagnes Rocheuses comme la continuation de l'arc des Apalaches.

M. Marcel Bertrand¹ a été un des premiers à faire ressortir la généralité. Les divergences d'opinion portent actuellement non plus sur la possibilité même des grands charriages, mais d'une part sur la nécessité d'avoir recours à leur existence pour interpréter la tectonique de certaines régions, d'autre part sur le mécanisme par lequel on doit expliquer ces charriages.

L'attention des géologues a de nouveau été attirée sur la zone des Préalpes du Chablais et de la Suisse romande par un travail récent de M. Schardt², dans lequel l'auteur expose, pour la première fois en détail, ses arguments en faveur de l'hypothèse qui envisage la zone en question comme une gigantesque masse de recouvrement, résultant de la superposition de plusieurs nappes originaires de la région centrale et méridionale des Alpes. J'ai déjà consacré ici-même un article³ à cette hypothèse, que j'ai cherché à réfuter; le mémoire nouveau de M. Schardt n'apporte aucun argument décisif en faveur de l'origine exotique des Préalpes et, jusqu'à présent, il n'existe aucune raison péremptoire qui nous empêche d'admettre que cette région soit en place. En Provence, par contre, il ne semble plus, après les derniers travaux de M. Marcel Bertrand⁴, que l'on puisse douter du rôle prédominant joué dans la tectonique du pays par les grands charriages horizontaux.

Quant au mécanisme des charriages, on sait que, suivant l'interprétation courante, le pli couché était envisagé comme l'accident tectonique préexistant au chevauchement, le flanc inverse du pli étant étiré ou entièrement supprimé, soit par laminage, soit par rupture. On sait aussi que M. Rothpletz, pour lequel les chevauchements ne sont autre chose que des failles obliques ou horizontales sans pli préexistant, s'est élevé contre l'assimilation des charriages horizontaux à des plis couchés déroulés, à flanc inverse laminé. Récemment encore, le savant de Munich a publié un grand mémoire⁵ sur les chevauchements des Alpes de Glaris, dans lequel, prêtant aux couches une rigidité presque absolue et leur refusant la faculté de s'étirer, il s'élève une fois de plus contre la conception du double pli glaronais, lui substituant celle de chevauchements, provenant les uns du N.-O., les autres de l'E.

M. Schardt tend à attribuer les charriages à la

seule action de la pesanteur; la nappe principale des Préalpes serait une masse de sédiments, située primitivement dans le voisinage de la région axiale des Alpes, qui se serait détachée de son emplacement primitif et aurait coulé, pour ainsi dire, sur un plan incliné, pour venir occuper sa position actuelle sur le bord septentrional de la chaîne.

Sans se prononcer sur les causes du charriage, M. Termier renonce également, dans son interprétation de la tectonique du Briançonnais¹, à l'hypothèse d'un pli couché préexistant. Il suppose qu'une immense nappe composée de Schistes lustrés, « venue de loin », aurait été douée d'un mouvement horizontal dirigé de l'est vers l'ouest. Cette nappe principale aurait entraîné dans son mouvement de vastes lambeaux arrachés au substratum, qui, chevauchés par elle et se chevauchant les uns les autres, formeraient actuellement des « écailles ou lames de charriage », au nombre de trois, dont le déplacement horizontal serait beaucoup plus limité que celui de la nappe principale.

La zone du Briançonnais se trouverait ainsi constituée par quatre nappes superposées, poussées vers l'ouest, indépendamment de tout phénomène de plissement, et plissées après leur charriage, comme si elles constituaient des couches concordantes en superposition normale. M. Kilian et l'auteur de cette Revue ont déjà présenté un certain nombre d'objections à l'ingénieuse hypothèse de M. Termier; il n'y a lieu de mentionner ici que celle qui a trait au mécanisme du charriage. En admettant même l'indépendance des quatre nappes superposées, on ne peut pas les interpréter comme des lames de charriage, comme des écailles reproduisant plusieurs fois la superposition normale des terrains du Briançonnais, car les coupes de M. Termier indiquent l'existence, au contact de deux nappes, de séries renversées, de sorte que l'on est en droit d'envisager chaque nappe comme un pli couché, dont le flanc inverse aurait, en beaucoup d'endroits, échappé au laminage. Rien ne s'oppose à ce que des plis couchés empilés soient plissés énergiquement après l'empilement et l'on ne voit pas en quoi la difficulté d'admettre un plissement ultérieur serait plus grande que dans le cas de nappes chevauchées.

M. Marcel Bertrand, lui-même, qui mieux que tout autre avait montré « qu'un phénomène de superposition anormal pouvait, en général, s'expliquer par une faille ou par un pli » semble actuellement disposé à voir, dans les recouvrements de la Provence, autre chose que l'exagération de plis couchés dus à la compression latérale. Sans entrer dans des détails dont l'exposé nécessiterait

¹ V. surtout : Les récents progrès de nos connaissances orogéniques, *Revue gén. des Sc.*, 13 janv. 1892.

² Les régions exotiques du versant nord des Alpes, *Bull. Soc. Vaud. Sc. nat.*, vol. XXXIV, p. 113-219. Lauzanne, 1898.

³ Le problème des Préalpes. *Revue gén. des Sc.* du 15 sept. 1897.

⁴ Le bassin crétacé de Fuveau et le bassin du Nord. *Annales des Mines*, juillet 1898. — La grande nappe de recouvrement de la Basse Provence. *Bull. Serv. Carte géol.*, n° 68, 1899.

⁵ *Das geotektonische Problem der Glarner Alpen*, 1 vol. in-8°, 251 p., avec atlas in-4° de 11 pl. lena, 1898.

¹ Les nappes de recouvrement du Briançonnais. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3^e sér., t. XXVII, p. 47-84, pl. I. 1899.

des figures ou tout au moins de longues descriptions, il serait difficile de donner ici un aperçu de l'interprétation de la structure de la Provence, que publie aujourd'hui M. Marcel Bertrand; je ne puis que mentionner les trois nappes superposées, dont l'existence paraît aujourd'hui démontrée, au moins en ce qui concerne le massif de l'Étoile. C'est d'abord une grande nappe charriée supérieure, constituée par des terrains en série normale; on rencontre ensuite une seconde nappe, comprenant exclusivement des terrains en série renversée, et enfin une lame de charriage, entraînée dans le mouvement vers le nord des deux nappes supérieures et située entre la nappe renversée et la série des terrains en place. L'ensemble a subi des plissements énergiques, postérieurs au charriage, de telle sorte que, en bien des points, on observe le phénomène curieux des « plis retournés ».

Comme on le voit, l'hypothèse par laquelle M. Termier cherche à expliquer la tectonique du Briançonnais est calquée sur l'interprétation que M. Marcel Bertrand a proposée pour les faits observés en Provence; mais, tandis que les recouvrements du Briançonnais ne sont rien moins que démontrés, la nécessité d'admettre l'existence de ceux de la Basse-Provence s'impose maintenant au lecteur du dernier mémoire de M. Marcel Bertrand. D'ailleurs il semble que, d'ici peu d'années, l'hypothèse qui envisage le massif jurassique de l'Étoile comme dépourvu de racines et entièrement superposé au Crétacé doive recevoir une vérification directe, car la galerie à la mer, dont la Société des Charbonnages des Bouches-du-Rhône a entrepris le percement, passera sous le massif de l'Étoile, précisément à l'endroit qu'il aurait fallu choisir pour éclaircir le problème géologique; il est probable qu'elle ne rencontrera ni le Jurassique, ni le Trias sous-jacent, ni même les terrains de la nappe renversée et qu'elle traversera uniquement les terrains crétacés du substratum.

L'étude détaillée des phénomènes de recouvrement de la Basse-Provence ne porte encore que sur une partie de la région; nous attendons avec impatience l'étude de la Sainte-Beaume et des massifs voisins, qui permettra à M. Marcel Bertrand d'étendre ses conclusions à l'ensemble de la Basse-Provence et de nous faire connaître, en partant de cet exemple concret, ses vues théoriques sur « les immenses trainages effectués périodiquement à la surface de notre planète ».

III. — L'HISTOIRE PLÉISTOCÈNE DU MASSIF FENNO-SCANDINAVE.

Il est peu de questions qui aient autant préoccupé les géologues et les géophysiciens que

celle des « plages soulevées » de la Scandinavie. Ces traces d'anciens rivages, accompagnées souvent de dépôts littoraux, indiquent avec certitude des déplacements répétés du niveau de la mer, et ces déplacements ont été attribués tantôt à des mouvements du sol, tantôt à des oscillations dans le niveau absolu de la mer, résultant soit de causes générales soit de causes locales. C'est surtout M. Suess qui s'est fait le défenseur de la théorie des variations du niveau des mers et, en ce qui concerne la Scandinavie, l'illustre géologue viennois a donné un excellent résumé de l'état de nos connaissances il y a une quinzaine d'années. Depuis, les observations se sont multipliées et il était réservé à M. de Geer de les réunir de manière à en dégager une loi générale qui confirme définitivement le rôle des oscillations du sol. Ce n'est que l'année dernière que le mémoire général de M. de Geer¹, publié en 1896, en suédois, est parvenu aux bibliothèques de Paris, et, peu après, paraissait un excellent travail de M. Wilhelm Ramsay sur l'histoire de la péninsule de Kola pendant la période quaternaire², dont les résultats complétaient d'une manière très heureuse les conclusions du savant suédois.

La péninsule de Kola ou Laponie Russe doit être en effet envisagée, avec la Finlande et la Carélie, comme faisant géologiquement partie du massif scandinave et son histoire géologique est indissolublement liée à celle de ce massif. M. Ramsay propose de réunir l'ensemble des régions anciennes du Nord de l'Europe, situées entre la mer Blanche et la mer du Nord, au nord de la mer Baltique, sous le nom de « Fenno-Skandia ». Nous emploierons ici de préférence l'expression de massif fenno-scandinave et nous retracerons l'histoire de ce massif pendant la période pléistocène en nous basant sur les mémoires de M. de Geer et de M. Ramsay.

Nous ne savons que fort peu de choses sur la période préglaciaire en Scandinavie; c'est probablement de cette époque que date le creusement, par les eaux courantes, des vallées qui ont été envahies plus tard par la mer pour former les fjords. La grande glaciation pléistocène a recouvert la totalité du massif scandinave, débordant bien au delà des limites de ce massif et s'étendant jusque dans l'ouest de la Grande-Bretagne, jusque dans le centre de l'Allemagne et jusque dans la

¹ G. DE GEER : Om Skandnaviens geografiska utveckling eft eristiden. *Sveriges Geol. Undersökning. Ser. C. Aft. och uppsatser*. N° 161. Stockholm, 1896, 160 p., atlas de 6 pl. Résumé en allemand de E. Geinitz, dans *Neues Jahrb. f. Miner.*, 1899, I, p. 148-155.

² WILHELM RAMSAY : Ueber die geologische Entwicklung der Halbinsel Kola in der Quartärzeit. *Fennia*, XVI, n° 1. Helsingfors, 1898; 151 p., 1 carte, 3 pl.

Russie centrale et méridionale. Les limites de cette grande glaciation figurent déjà dans tous les ouvrages classiques, mais elles ne sont pas marquées par la présence de moraines frontales.

L'existence d'une période interglaciaire, pendant laquelle le grand glacier du Nord a presque entièrement disparu, est attestée par la découverte de dépôts interglaciaires dans le Nord de l'Allemagne, connus depuis longtemps: en Scandinavie, le glacier s'était retiré fort loin, car on a découvert, dans le Dovrefjeld, des restes de Mammouth dans des couches inter-

calées entre deux dépôts morainiques; mais l'attribution définitive à la période interglaciaire de dépôts marins, très étendus dans le Nord de la Russie, est un des résultats les plus remarquables du mémoire de M. Ramsay. Ces dépôts de la « transgression marine boréale » avaient été envisagés par M. Tschernysheff comme postglaciaires, car leur superposition à des dépôts

glaciaires est nettement établie. Mais il résulte non moins nettement de plusieurs observations que des dépôts morainiques recouvrent, en certains points, les dépôts de cette « transgression marine boréale », et que, de plus, ces dépôts se trouvent à des altitudes que les dépôts marins postérieurs à la dernière glaciation n'ont jamais atteintes (presqu'île des Pêcheurs, île Kildin). Leur faune indique un climat plus modéré que le climat actuel: elle ne comprend pas *Yoldia arctica*, qui indique des eaux très froides, et renferme par contre le *Cardium edule* et l'*Astarte sulcata*, qui ne vivent plus actuellement sur les côtes septentrionales de la Russie. Le climat de la période interglaciaire

était donc relativement doux, même dans l'extrême Nord de l'Europe.

La calotte glaciaire de la deuxième glaciation pléistocène recouvrait des surfaces infiniment moins considérables que celle de la première. En combinant les observations de M. de Geer, celles des géologues allemands et celles de M. Ramsay, on peut tracer les limites de la deuxième glaciation. C'est ce que nous avons fait sur la figure 1. En Norvège, le glacier s'étendait à peine jusqu'à la côte; dans la Suède moyenne, on observe ses mo-

raines dans la région des lacs; en revanche, d'après M. de Geer, le Sud de la Suède était épargné et se trouvait contourné, le glacier poussant une langue vers l'ouest jusque sur la côte orientale du Danemark. Dans le Nord de l'Allemagne, on connaît la moraine frontale correspondant à la dernière glaciation sur une longueur de 650 kilomètres, depuis le Schleswig jusque dans la

province de Posen, et sa continuation vers l'Est a été indiquée au travers de la Lithuanie. Dans le Nord-Ouest de la Russie, il est incontestable que les innombrables petits lacs qui sont éparpillés sur le pays indiquent une topographie glaciaire d'origine récente; aussi ne peut-on qu'approuver M. Ramsay de placer à l'Est de la mer Blanche la limite orientale de l'extension maximum des glaces lors de la dernière glaciation. En revanche, dans la presqu'île de Kola, la côte Murmanienne ne semble pas avoir été recouverte par la calotte glaciaire et les glaciers ne devaient y parvenir que sous la forme de langues étroites, conformément à ce qui se produisait aussi en Norvège. L'extension des glaces



Gravé par F. Barreman, 17 rue St-Sulpice, Paris.

Fig. 1. — Limite de la 2^e glaciation pléistocène dans le nord de l'Europe, d'après MM. de Geer et W. Ramsay.

à l'Est de la mer Blanche avait pour résultat de refouler vers l'Est les cours d'eau qui se jettent actuellement dans cette mer; la Dvina et la Pinega devenaient tributaires du golfe de Mésen en suivant le cours actuel du Kutoi. C'est exactement pour les mêmes raisons que la Vistule et l'Oder ne pouvaient se jeter dans la mer Baltique et que, pendant la dernière période glaciaire, ces deux fleuves étaient devenus tributaires de la mer du Nord, en se jetant dans l'Elbe.

Au moment de la deuxième glaciation, le massif fenno-scandinave devait présenter la plus grande ressemblance avec le Groenland actuel, recouvert de sa calotte d'« inlandsis ».

Lors de la fusion graduelle du glacier, il se forma de nombreuses moraines stadières, et c'est à l'une des phases de retrait que l'on doit attribuer la grande moraine de la Finlande méridionale, connue sous le nom de *Salpausselkä*. C'est à tort, d'après M. Ramsay, que M. de Geer a envisagé cette moraine comme la moraine frontale correspondant au maximum d'extension du glacier lors de la deuxième glaciation.

En même temps que le glacier se retirait, le massif fenno-scandinave s'affaissait et ses bords se trouvaient envahis par les eaux de la mer. On rencontre dans l'intérieur des terres, dans l'Est de la Suède, dans le Sud de la Finlande, à l'Ouest de la mer Blanche, des dépôts argileux superposés aux moraines de la dernière glaciation et ces dépôts renferment une faune marine, caractérisée par la présence de deux espèces essentiellement arctiques, un Lamellibranche, l'*Yoldia arctica*, et un Crustacé, l'*Idothea entomon*. La température de cette « mer à *Yoldia* » devait être très basse. En certains points, les argiles sont dépourvues de fossiles, car la surface de la mer y était vraisemblablement gelée ou couverte de banquises. Mais l'intérêt principal de ces dépôts marins réside dans les altitudes auxquelles on les rencontre; celles-ci sont essentiellement variables et oscillent entre 0 et 270 mètres. La quantité dont le sol s'est affaissé n'est donc pas partout la même: ainsi, d'après les évaluations de M. de Geer, Stockholm devait se trouver à 120 mètres au-dessous de son niveau actuel, Kristiania à 200 mètres. En réunissant tous les points où les terrasses marines correspondant à une même transgression se trouvent actuellement à une même altitude, M. de Geer a obtenu des courbes qu'il a désignées sous le nom d'isobases et qui lui ont permis, en espaçant les courbes de 50 en 50 mètres, de faire ressortir sur une carte le caractère de l'affaissement de la fin de la deuxième période glaciaire dans toute la région scandinave et baltique. Les observations de M. Ramsay sur les côtes de la mer Blanche ont fourni à cet

auteur les éléments nécessaires pour compléter les tracés fournis par M. de Geer. Les courbes amorcées précédemment se trouvent maintenant fermées et leurs tracés sont à peu près concentriques. De plus, elles épousent très fidèlement la forme du massif ancien fenno-scandinave, comme on pourra s'en rendre compte par la carte ci-jointe (fig. 2), que nous empruntons au mémoire de M. Ramsay. Cette carte est le couronnement de l'édifice construit par M. de Geer et dont le plan général avait été entrevu par Bravais dès 1842.

Au moment du maximum d'extension de la mer à *Yoldia*, le haut plateau scandinave était séparé par un large détroit de la Suède méridionale qui, en revanche, était réunie par un isthme étroit aux îles danoises, réunies elles-mêmes à la presqu'île du Jutland et au continent. La mer à *Yoldia* communiquait sans doute largement vers l'Est avec la mer Blanche; le haut plateau scandinave formait donc, avec la péninsule de Kola et les parties hautes de la Finlande, une grande île. Il ne restait plus de la grande calotte glaciaire de la dernière glaciation qu'une masse peu étendue confinée sur le versant baltique du haut plateau; la ligne de faite était dépourvue de glace et endiguait les lacs qu'alimentait la fonte graduelle du glacier. Sur la terre ferme vivaient encore une faune et une flore arctiques.

La fusion réduit maintenant de plus en plus la surface occupée par la calotte glaciaire, mais, en même temps, il se produit un soulèvement, insignifiant dans la région du haut plateau scandinave, suffisant plus au Sud pour amener la fermeture des détroits qui réunissaient la Baltique de l'époque à la mer du Nord et à la mer Blanche. La mer Baltique devient ainsi un immense lac, beaucoup plus étendu en surface que la Baltique actuelle (570.000 kilomètres carrés contre 410 000), et ses eaux se trouvent graduellement adoucies, si bien que le caractère de la faune est bientôt complètement modifié (*Ancylus fluviatilis*, *Limnea ovata*, *Planorbis marginatus*, *Bithynia tentaculata*, *Pisidium amnicum*, *Neritina fluviatilis*). C'est le « lac à *Ancylus* », dont les dépôts sableux se rencontrent surtout en Esthonie, dans la Finlande méridionale, dans l'Est de la Suède, dans les îles de Gothland et d'Oland; son déversement a lieu dans la Suède centrale, à peu près à la latitude de Stockholm. Le climat est beaucoup plus doux que pendant la période précédente. Sur la terre ferme vivent l'Élan, l'Aurochs, le Bison, l'Ours, le Loup, le Castor. C'est à ce moment que l'Homme fait son apparition en Scandinavie.

Une nouvelle phase d'affaissement fait suite à cette phase d'exhaussement. Le Sund, le Grand Belt et le Petit Belt sont définitivement envahis par

les eaux marines. Le lac Baltique est restitué au domaine marin, et la nouvelle mer est plus profonde, plus étendue, plus salée que la Baltique actuelle; elle envahit la Suède orientale et toutes les régions basses de la Finlande; le lac Ladoga est une dépendance de la mer, mais la communication qui existait entre la mer à *Yoldia* et la mer Blanche et celle qui passait par la région des lacs de la Suède centrale sont désormais fermées. Les mollusques marins envahissent de nouveau l'ancien lac, et la faune, comprenant notamment *Tapes decussatus*, *Mya arenaria*, *Cardium edule*, *Littorina littorea*, *Neritina fluviatilis*, *Tellina baltica*, *Mytilus edulis*, indique nettement que la

« mer à Littorines » possédait, dans toute son étendue, une salure plus élevée que celle de la Baltique actuelle, où, comme l'on sait, les eaux du golfe de Bothnie sont presque entièrement dessalées. Les dunes littorales, les lignes de rivage et les dépôts de pla-

ge de cette mer sont souvent conservés et l'on y a rencontré des restes de l'activité humaine sous la forme de « kjökkenmöddinger » et de haches de silex. Des plages de la même époque sont connues depuis longtemps sur la côte de Norvège et, d'après les observations récentes de M. Ramsay, sur le pourtour de la péninsule de Kola. Partout elles occupent actuellement une altitude bien moindre que celles de la mer à *Yoldia*; dans la Laponie russe, elles ne se rencontrent guère à des altitudes supérieures à 20 mètres; dans le centre du massif fenno-scandinave, l'isobase de 75 mètres de la mer à Littorines correspond presque exactement comme emplacement à l'isobase de 200 mètres de la mer à

Yoldia, et l'on constate d'une manière générale une grande conformité dans le dessin des isobases des deux transgressions glaciaire et postglaciaire, conformité qui a été également vérifiée dans le Nord-Est du massif fenno-scandinave par M. Ramsay.

La température des eaux qui baignaient la presqu'île de Kola à l'époque de la mer à Littorines était beaucoup plus élevée qu'à l'époque de la mer à *Yoldia*; elle paraît même avoir été plus élevée qu'à l'époque actuelle, car l'on rencontre, dans les dépôts des anciennes plages, des espèces qui

n'existent plus aujourd'hui sur les mêmes côtes (*Venus gallina*, *Trochus tumidus*, *Trochus cinerarius*, *Utricularia truncatulus*). Ce résultat est conforme avec ce que nous savons de la faune terrestre, car le Cerf, le Chevreuil, le Sanglier vivaient dans les environs du lac Ladoga, attestant un climat beaucoup plus doux que celui de la période actuelle.

Même à l'é-

poque de la mer à Littorines, la région littorale de la Baltique se trouvait encore à une certaine altitude au-dessus du niveau de la mer; mais, à une époque plus récente, on constate des traces évidentes d'un affaissement de toute cette région, qui se traduit par une invasion marine, à laquelle est due la forme actuelle des côtes, et cet affaissement s'est continué jusqu'à nos jours¹.

Ce fait, bien connu, mérite d'être rappelé pour

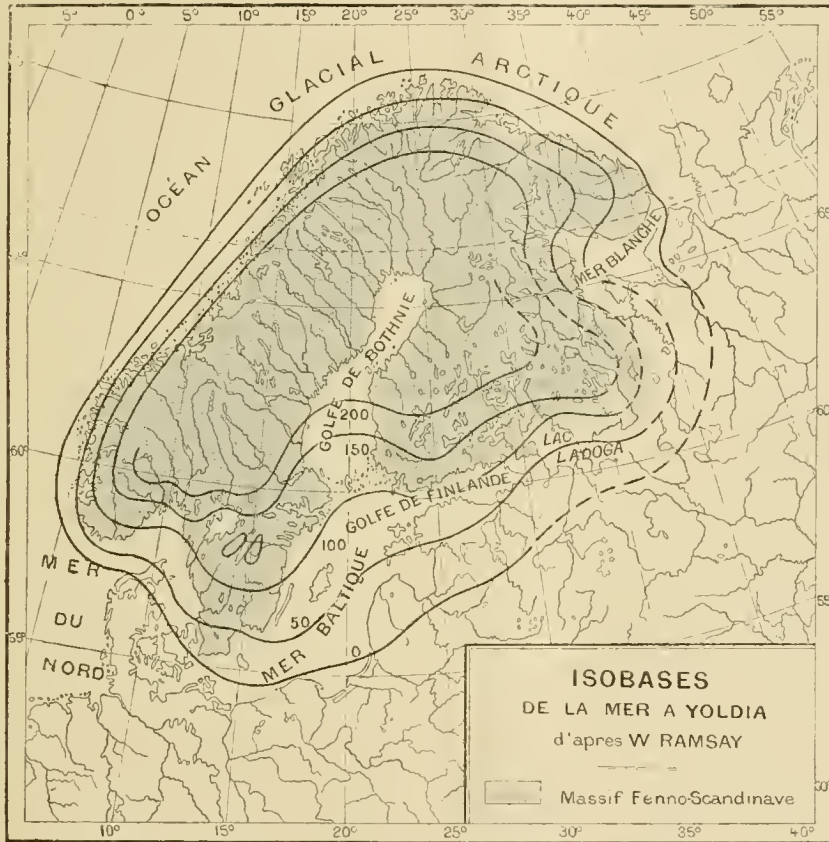


Fig. 2. — Isobases de la mer à *Yoldia* et Massif Fenno-Scandinave.

¹ On trouvera des faits intéressants relatifs aux oscillations postglaciaires de la côte méridionale de la Baltique dans une note récente de E. Geinitz : Der Conventer See bei Doberan. *Monatsh. a. d. grossh. Meckl. geol. Landesanst.*, IX, 1898.

être mis en opposition avec les mouvements du sol qui se sont produits en Scandinavie postérieurement à l'invasion de la mer à Littorines. A la période d'affaissement pendant laquelle a eu lieu cette invasion, fait suite une nouvelle période de soulèvement, au cours de laquelle les plages anciennes furent portées à leur niveau actuel. L'exhaussement du sol est surtout bien marqué sur les côtes du golfe de Bothnie, où il a continué à se faire sentir, quoique très faiblement, jusque dans le courant de notre siècle.

Lors de l'affaissement postglaciaire, les glaciers avaient presque entièrement disparu sur la surface du massif scandinave et leur extension était moindre qu'à l'époque actuelle. La phase de progression des glaciers, qui se continue jusqu'à nos jours, coïncide avec la dernière phase de soulèvement.

Quittant le domaine des faits, sur lequel M. de Geer et M. Ramsay se sont maintenus dans leurs mémoires, on peut se demander quelles sont les causes des soulèvements et des affaissements qui ont affecté le massif fénno-scandinave pendant le cours de la période pléistocène, et l'on peut se demander aussi quelle est la corrélation qui existe entre ces oscillations du sol et les phases de l'extension des glaciers.

La réponse à la première question nous paraît découler directement de la constatation du parallélisme qui existe entre le tracé des isobases et le pourtour du massif fénno-scandinave. Si l'on envisage ce massif comme une aire anticlinale en forme de dôme très surbaissé¹, ses mouvements ascendants et descendants rentrent dans la catégorie des mouvements orogéniques.

Pour répondre à la seconde question il suffit de constater que les périodes d'extension maximum des glaces ou périodes glaciaires coïncident avec les périodes d'exhaussement et que les périodes de retrait des glaces se confondent avec les périodes d'affaissement et d'invasion marine, pour voir dans cette coïncidence une relation de cause à effet. Il est évident que, pour un point déterminé, un soulèvement d'un certain nombre de mètres aura pour effet un abaissement de la limite des neiges perpétuelles du même nombre de mètres et que, par conséquent, les conditions météorologiques pourront être plus favorables à la formation ou à la marche progressive des glaciers.

Dans tous les cas, on peut considérer comme définitivement écartées les théories qui attribuaient les déplacements des lignes de rivage sur le pourtour du massif fénno-scandinave, soit à des oscilla-

tions générales du niveau des mers, soit à une attraction des eaux de l'Océan par la calotte glaciaire. Cette dernière hypothèse, en particulier, est en contradiction manifeste avec les faits observés, car les transgressions marines, loin de coïncider avec les phases d'extension maximum des glaces, se produisent au contraire, comme on l'a vu, au moment du retrait des glaciers.

IV. — L'ORIGINE ET L'ÂGE DU LOESS.

Le loess, trop souvent désigné à tort sous le nom de *lehm* et confondu avec le limon des plateaux, est une des formations les plus intéressantes de la série pléistocène. Son origine a donné naissance à de longues discussions, mais actuellement l'opinion dominante tend à en faire une formation éolienne. Dans plusieurs notes récentes⁴ se trouvent exposées les notions acquises sur sa composition, sur ses caractères stratigraphiques et paléontologiques, sur son origine, sur son âge. Le moment paraît venu de résumer utilement ces données.

Le loess non altéré est une roche gris jaunâtre, essentiellement homogène, meuble, poreuse, perméable et dépourvue de plasticité, constituée par des grains de silice extrêmement fins et par du carbonate de chaux très divisé, très pauvre en argile et renfermant, en revanche, à l'état disséminé, de petits cristaux de silicates semblables à ceux des roches cristallines. Une décalcification partielle donne lieu à la concentration du calcaire et à la formation de concrétions, connues sous le nom de « poupées du loess » (*Loesspuppen*, *Loesskindel*). Une décalcification plus complète produit un limon que l'on désigne souvent sous le nom de *lehm*, mais qu'il importe de ne pas confondre avec les lehms dus au ruissellement sur les pentes, qui doivent d'ailleurs quelquefois leur origine au loess lui-même.

Le loess recouvre indistinctement les terrains les plus variés, sans présenter de variations qui soient en relation avec la nature de ces terrains. Il est donc impossible de l'envisager comme un produit autochtone de désagrégation; aussi a-t-on surtout eu recours à deux théories pour expliquer son mode de formation, la théorie fluviale et la théorie éolienne. La théorie fluviale, défendue encore il y a quelques années par Sandberger, Leppla, Wahnschaffe, etc., assimile le loess aux limons

¹ V. Revue annuelle de géologie, *Revue gén. des Sc.*, 1897, p. 157.

⁴ STEINMANN : Ueber die Entwicklung des Diluviums in Südwest-Deutschland. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, 1898, p. 83-106. — J. FREN : Der postglaciale Löss im St. Galler Rheinthal mit Berücksichtigung der Lössfrage im allgemeinen. *Vierteljahrsschrift d. Naturf. Ges. in Zürich*, 1899, p. 157-191. — Id. : Ueber postglacialen, intramontanen Löss im schweizerischen Rhonethal. *Eclog. Geol. Helv.*, t. II, p. 47-59, 1899.

déposés par les grands fleuves alpins au moment des grandes crues. L'absence presque complète de stratification dans le loess typique et sa présence à des altitudes fort élevées constituent des arguments sérieux contre cette hypothèse, qui perd tous les jours des adhérents. Cependant il y a lieu d'attribuer une origine fluviale à certains loess très sableux, qui sont cantonnés dans le fond des vallées et se rencontrent souvent à la base du loess proprement dit.

La théorie éolienne, proposée dès 1873 par le baron de Richthofen, à la suite de ses observations dans le centre de la Chine, suppose un climat sec, un climat de steppes, permettant le transport par le vent des poussières résultant de phénomènes de désagrégation.

On possède de nombreuses preuves paléontologiques de l'existence d'un climat de steppes dans le centre et le Nord de l'Europe, à certains moments de la période pléistocène. Je rappellerai les Mammifères, étudiés par Nehring et attribués par cet auteur à une faune des steppes. Les Mollusques du loess indiquent, pour la plaine suisse et le Sud de l'Allemagne, un climat plus froid, plus alpin que le climat actuel; mais les listes données par Fröh ne sont pas tout à fait concluantes. En revanche, la végétation du sol sur lequel se déposait le loess paraît avoir été constituée à peu près exclusivement par des Graminées xérophiles. Les tubes verticaux qui traversent le loess, et le long desquels s'est opérée surtout la décalcification, sont attribués depuis longtemps à des racines; mais, tandis que Walmschaffe et Steinmann considèrent l'action des racines comme postérieure à la formation du sédiment, Fröh est d'avis que la végétation et la sédimentation ont été deux phénomènes contemporains et corrélatifs.

Les arguments minéralogiques et stratigraphiques que l'on a invoqués en faveur de l'origine éolienne du loess sont plus probants. On voit souvent le loess proprement dit passer latéralement à des sables de dunes ou se charger de « galets à facettes » façonnés par le vent. D'autre part, le loess est souvent localisé sur les versants situés à l'abri du vent et la distribution des coquilles est extrêmement inégale. Les coquilles d'eau douce n'existent que dans le loess sableux des vallées.

Le loess recouvre de grandes surfaces dans l'Europe centrale et septentrionale (il manque au Sud des Alpes), dans l'Amérique du Nord, dans les Pampas de la République Argentine, en Perse, en Chine, etc. Partout il se retrouve avec des caractères à peu près identiques. Il semble que sa présence soit liée à celle d'anciens glaciers et que ce soient les matériaux meubles, glaciaires et fluvio-glaciaires qui, après le retrait des glaces et pendant

les périodes de sécheresse qui succédèrent aux périodes glaciaires, aient fourni les éléments des poussières transportées par le vent. Cette hypothèse s'accorde très bien avec ce que nous savons actuellement de l'âge des dépôts de loess dans l'Europe centrale. D'après les résultats concordants des géologues de l'Allemagne du Sud et de la Suisse, la plus grande partie du loess doit être attribuée à la phase interglaciaire du Pléistocène, c'est-à-dire à la période qui a fait suite à l'avant-dernière grande glaciation, soit à l'extension maximum des glaces, ses dépôts sont, en effet, superposés en général aux moraines externes et à la haute terrasse et, d'après Penck et du Pasquier, ils seraient recouverts par les moraines internes de la dernière glaciation. Il existe cependant aussi, d'après Fröh, des dépôts de loess postglaciaires, reposant sur les moraines de fond de la dernière glaciation. Cet auteur a constaté leur superposition aux dépôts de la moraine interne dans la vallée du Rhin (canton de Saint-Gall) et dans la vallée du Rhône (Vaud, Valais). On sait, d'ailleurs, que, dans les environs de Lyon, d'après M. Depéret, la grande masse du loess est également postglaciaire.

Nous possédons par conséquent les preuves de deux périodes favorables au dépôt du loess, consécutives toutes deux à la fonte des grands glaciers alpins. La première période, interglaciaire, a certainement été de bien plus longue durée que la seconde, postglaciaire, et elle peut elle-même être divisée en deux périodes de sécheresse, séparées par une période à climat humide, que M. Steinmann désigne sous le nom de *zone de récurrence* et qui correspond à une *moyenne terrasse*, signalée depuis un certain temps dans l'Allemagne méridionale. On doit, en effet, distinguer dans le loess rhénan deux subdivisions, séparées par des dépôts nettement fluviaux: la subdivision inférieure comprend du loess souvent presque entièrement décalcifié et transformé en lehm; le loess de la subdivision supérieure est, par contre, altéré seulement dans sa partie tout à fait superficielle. Il est évident que la décalcification de la subdivision inférieure s'est effectuée pendant la période humide qui sépare les deux loess et qu'elle était achevée quand le loess supérieur a commencé à se déposer.

V. — LES TERRAINS SECONDAIRES DE LA ROUMANIE.

Je n'ai à signaler cette année aucun ouvrage de *stratigraphie générale* qui ait fait progresser d'une manière sensible nos connaissances sur l'un ou l'autre des terrains sédimentaires, mais, parmi les études de *géologie régionale*, il en est un certain nombre qui fournissent des contributions précieuses à l'histoire des mers anciennes. C'est à ce titre que

je dois dire quelques mots de deux mémoires¹ sur la géologie de la Roumanie, qui sont dus à deux jeunes géologues roumains et qui, tous deux, ont été présentés comme thèses de doctorat devant la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

Ces deux mémoires sont consacrés à deux régions dont l'histoire géologique a été bien différente, l'une, la Dobrogea (ou Dobroudja), faisant partie d'une ancienne chaîne, dont les plissements sont antérieurs aux terrains secondaires, l'autre, constituant un segment des Carpathes roumaines, c'est-à-dire une région appartenant au système des plissements alpins de la fin de la période tertiaire. Si l'on met en évidence le contraste qui existe entre la succession des terrains sédimentaires des deux régions, on aura donné, de ce fait, un résumé des traits principaux de la géologie de toute la Roumanie. Je ne parlerai que des terrains secondaires, qui seuls sont traités dans l'ouvrage de M. Anastasiu, les chapitres qui leur sont consacrés par M. Popovici étant également les plus remarquables de la thèse de cet auteur.

Les terrains triasiques font entièrement défaut dans les environs de Campulung et de Sinaïa; on ne les connaît que plus au Nord, dans la Bukowine et dans les régions attenantes de la Moldavie, où ils affleurent avec des caractères semblables à ceux du Trias de la Dobrogea, fait d'autant plus digne de remarque que cette région carpathique est située dans le prolongement des plis anciens de Macin, de Babadag, etc. On en conclut que la bande triasique ne suivait pas la grande courbure que décrivaient les Carpathes et les Balkans en entourant la plaine du Bas-Danube. Quoique le faciès des dépôts triasiques soit essentiellement alpin et que le Werfénien à *Tirolites*, le Virglorien avec la faune de Han Bulog et de la Schreyer Alm se retrouvent dans la Dobrogea, la série triasique de cette région possède cependant certains caractères qui rappellent plutôt le Trias germanique, puisque le Muschelkalk y est représenté par des calcaires à *Ceratites nodosus*² et à *Encrinurus liliiformis*, et puisque le Trias supérieur y est manifestement régressif, étant développé à l'état de calcaires dolomitiques ou de psammites. Ce dernier fait doit être mis en opposition avec la transgressivité que présente le Trias supérieur dans les régions alpines.

Le Lias manque aussi bien dans les Carpathes

roumaines que dans la Dobrogea; en revanche, le Jurassique moyen est représenté dans les deux régions par des lambeaux reposant sur les schistes cristallins. Il en est de même du Callovien, après lequel la différenciation s'accuse à nouveau. Dans les environs de Campulung et de Strunga, le Portlandien, représenté par des calcaires blancs lithoniques, repose en transgression sur les couches plus anciennes, comme cela a lieu dans une grande partie de la province méditerranéenne. Dans la Dobrogea, une masse de calcaires, représentant le Rauracien et le Séquanien, renferme une faune presque jurassienne. Tandis que ces deux étages et le Kimeridgien paraissent faire entièrement défaut dans les Carpathes, c'est au contraire le Portlandien qui manque dans la Dobrogea. Les Carpathes roumaines se comportent comme un élément du système alpin, la Dobrogea possède la même succession et les mêmes faciès que l'avant-pays non plissé; le contraste entre les deux régions est donc frappant: il est tout à fait comparable à celui qui existe entre la Meseta ibérique et l'Andalousie, entre la Bohême et les Alpes orientales.

Le même contraste se poursuit au Néocomien. Dans la région carpathique, cet étage est intimement lié au Portlandien, auquel, comme en général dans les régions alpines, il passe par transition insensible, présentant, au moins dans sa partie supérieure, le type bathyal méditerranéen (Barrémien de Valea Muierii). Dans la Dobrogea, au contraire, il possède le faciès zoogène du type jurassien, mais son substratum est malheureusement inconnu; M. Anastasiu y a trouvé de beaux Rudistes et des Zoanthaires.

Le Cénomaniens transgressif (conglomérats de Bucegi) existe dans les Carpathes; on ne le connaît pas dans la Dobrogea. En revanche, le Sénonien est transgressif dans les deux régions; mais il a un caractère plutôt alpin dans les Carpathes, tandis que, dans la Dobrogea, il rappelle beaucoup la Craie de la Pologne et de la Russie méridionale.

Il résulte donc des excellents travaux de MM. Popovici-Iltzeg et Anastasiu, que le plus remarquable contraste n'a cessé d'exister, pendant toute la durée des périodes jurassique et crétacée, entre les Carpathes roumaines et la Dobrogea, les deux régions étant pour ainsi dire complémentaires. Les terrains secondaires plissés des Carpathes roumaines rappellent, par leurs faciès et leur succession, ceux des régions plissées de tout le système alpin; les terrains secondaires de la Dobrogea, restés horizontaux, se rapprochent plutôt des séries qui caractérisent l'avant-pays.

Emile Haug,

Maître de Conférences
à la Faculté des Sciences
de l'Université de Paris.

¹ V. ANASTASIU : *Contribution à l'étude géologique de la Dobrogea Roumanie. Terrains secondaires*. 1 vol. in-8°, 133 p., 11 fig., 1 carte au 1/800.000. Paris, 1898.

V. POPOVICI-ILTZEG : *Etude géologique des environs de Campulung et de Sinaïa (Roumanie)*. 1 vol. in-8°, 220 p., 21 fig., 1 carte au 1/200.000. Paris, 1898.

² Il est regrettable que les fossiles les plus nouveaux pour la Dobrogea, comme *Tirolites cf. dinarus* et *Ceratites nodosus*, n'aient pas été recueillis en place par M. Anastasiu.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Laussedat (Colonel A.), *Membre de l'Institut, Directeur du Conservatoire des Arts-et-Métiers. — Recherches sur les Instruments, les Méthodes et le Dessin topographiques. Tome I : APERÇU HISTORIQUE SUR LES INSTRUMENTS ET LES MÉTHODES. LA TOPOGRAPHIE DANS TOUS LES TEMPS. — Un vol. in-8°, de 450 pages, avec 14 planches et 145 figures (Prix : 15 fr.). Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1899.*

En plaçant en tête de son ouvrage un aperçu historique sur les instruments et les méthodes de la Topographie, l'auteur s'est proposé de montrer que, depuis la plus haute antiquité, les efforts des géomètres ont tendu à réduire le nombre des mesures *directes* de longueur à effectuer sur le terrain et que l'utilisation des vues panoramiques pour la construction des plans topographiques peut être considérée comme le couronnement naturel de ces efforts. Cet historique fait l'objet du volume que nous analysons. Il est subdivisé en deux chapitres se rapportant, le premier, à l'histoire des instruments et des méthodes, et le second, à celle du dessin topographique.

Un second volume sera consacré aux méthodes de lever basées sur l'emploi des vues panoramiques naturelles ou photographiques.

Le premier chapitre du tome I est une revue des procédés topographiques en usage depuis la période gréco-romaine jusqu'à nos jours. Si l'histoire ne remonte pas à une époque plus reculée, c'est que les premiers renseignements un peu précis sur le sujet émanent des géomètres grecs; cependant, dès la plus haute antiquité, certains peuples, particulièrement les Chaldéens et les Egyptiens, cultivaient déjà avec succès la Topographie; c'est même vraisemblablement de ces derniers que les Grecs tenaient quelques-uns de leurs ingénieux instruments de mesure.

Plusieurs siècles avant notre ère, les Grecs subdivisaient les terrains à lever en triangles dont ils mesuraient tous les côtés et dont ils calculaient la surface en fonction de ces derniers. Les limites sinuées étaient rapportées à des droites par des perpendiculaires (coordonnées rectangulaires) tracées à l'aide de jalons et d'une *équerre d'arpenteur*, appelée *groma*.

Les longueurs étaient mesurées au pas, avec un *podomètre* automatique (compte-pas), ou avec un *cordéau* divisé en coudées. La mesure des hauteurs (nivellement) s'effectuait, comme de nos jours encore sur beaucoup de chantiers, avec un *niveau d'eau* et des *mires à voyant*.

Pour résoudre divers problèmes de géométrie pratique, notamment pour évaluer de grandes longueurs en mesurant que de petites, les Grecs utilisaient les propriétés des triangles semblables et employaient la *dioptré*, sorte d'alidade à pinnules portée par une colonne rendue verticale avec le fil à plomb et disposée sur un pied à trois branches; à l'aide de deux cercles dentés et de vis, la dioptré était rendue mobile autour d'un axe horizontal et d'un axe vertical; pour l'usage des astronomes et en vue de la mesure des angles, elle était munie d'un plateau circulaire divisé. Enfin, on pouvait la transformer en niveau d'eau par l'adjonction, entre les pinnules, d'un tube à deux branches verticales en verre.

Au 1^{er} siècle de notre ère, dans les ouvrages de Ptolémée, on trouve déjà trace des *quadrants* ou *quarts de cercle* pour les observations stellaires.

Les Romains utilisaient les mêmes instruments que les Grecs; ils avaient, en outre, un niveau appelé *cho-*

robate que l'on employait, soit comme niveau d'eau, en versant de l'eau dans une longue cuvette, soit comme niveau à perpendicules (le niveau de maçon était connu depuis la plus haute antiquité).

A cette époque, et même bien antérieurement, existaient des instruments astronomiques très intéressants, le *gnomon*, sorte de cadran solaire servant à la mesure du temps, qui a dû être employé par les Chaldéens ou Babyloniens, les Egyptiens, les Chinois, les Indiens et même par les Aztèques et les Incas; le *scaphé*, formé d'une demi-sphère concave sur laquelle on suivait la marche de l'ombre de l'extrémité d'un style, ou *gnom-n.* pour étudier les mouvements du Soleil; la *sphère armillaire*, formée de cercles diversement orientés, d'anneaux ou armilles figurant l'horizon, le méridien, le cercle équinoxial, les cercles arctique et antarctique, etc.; l'*astrolabe* d'Hipparque (cercle divisé avec alidade pour la mesure de la hauteur des astres), etc.

Après le démembrement de l'empire romain, au 4^e siècle de notre ère, les arts et les sciences disparurent, comme on sait, de l'Occident, mais les Arabes, profitant des découvertes déjà anciennes des Indiens et des Chinois, dont la civilisation était depuis longtemps fort développée, ne tardèrent pas à jeter un nouvel éclat sur les diverses branches des connaissances humaines.

Aux Indiens, ils empruntèrent les chiffres que nous connaissons sous le nom de *chiffres arabes*, et aux Chinois, la *boussole*. De nombreux ouvrages furent alors publiés, mais il faut arriver jusqu'au 13^e siècle pour trouver le plus important d'entre eux, écrit par Aboul Bhasan-Ali, de Maroc, qui traite de l'Astronomie et contient la description de la plupart des instruments en usage à l'époque : *quadrants* ou *quarts de cercle* divisés, *montres solaires*, *horloges mécaniques*, *sphères*, *armilles*, *plémisphères* et *astrolabes*. Les astrolabes, outre leur division en 360° et souvent aussi en vingt-quatre heures, portaient une foule d'autres renseignements utiles pour résoudre divers problèmes astronomiques. Ils servaient à la détermination des latitudes. Pour calculer les longitudes, on observait les éclipses lunaires et on mesurait le temps avec des *clepsydres* ou des horloges mécaniques. Enfin, la *boussole*, dite à *eau* ou *sans eau*, suivant que l'aiguille flottait à la surface d'un vase rempli d'eau ou était portée par un pivot, guidait les navigateurs et les voyageurs de l'Occident, comme depuis longtemps les Chinois.

Au moyen âge et jusqu'à la Renaissance, l'astrolabe resta fort en honneur.

Pendant la longue période dont nous parlons, les topographes, les voyageurs et les astronomes employaient les mêmes instruments. Pour mesurer les distances et les hauteurs « par une seule station » ils se servaient du *triquetrum* de Ptolémée et d'instruments analogues composés de réglettes divisées, disposées en triangles dont on pouvait faire varier la forme; ces instruments, ainsi que l'*arbalestrille*, le *quarré* ou le *quadrant géométrique* et l'*astrolabe*, fournissaient la grandeur des angles.

De la Renaissance à la fin du 17^e siècle, les anciens instruments reçoivent de nombreux perfectionnements et le matériel des topographes devient plus spécial; l'*astrolabe* est muni d'une boussole qui le rend propre à la détermination des azimuts; les Hollandais le transforment même complètement et il prend le nom de *cercle hollandais*: le cercle porte deux alidades fixes formant équerre et une alidade mobile; il se monte sur un pied; la *boussole* est munie de pinnules et sert à rapporter les plans.

Dans la seconde moitié du xvi^e siècle apparaît le *graphomètre*, à peu près tel que nous le connaissons aujourd'hui; il est beaucoup employé pour exécuter des levés par intersections et pour déterminer, par le calcul trigonométrique, les distances des points destinés à servir de repères; pour des usages analogues, on utilise aussi le *trigomètre* et le *piéd de roy géométrique*. A la même époque, on trouve encore la *planchette circulaire* à pourtour divisé, la *planchette carrée simple* et on imagine le *théodolite*, pour mesurer simultanément les angles verticaux et horizontaux; en même temps, on perfectionne l'*alidade* de la planchette en la dotant d'un *éclimètre*.

Enfin, au xvii^e siècle sont inventés trois organes que l'on retrouve dans tous les instruments modernes: le *vernier*, la *lunette d'approche* et le *niveau à bulle d'air*. A partir de ce moment, les instruments antérieurement connus (boussole, planchette, théodolite) reçoivent les derniers perfectionnements dont ils paraissent susceptibles.

Pour mesurer les distances sans les parcourir, Green avait, dès 1770, transformé la lunette astronomique en lunette stadimétrique en disposant au réticule deux fils parallèles entre lesquels on observait l'intervalle intercepté par une mire divisée, ou *stadia*. Mais les distances obtenues par ce procédé ont pour origine, comme l'a montré Reichenbach, le foyer antérieur de l'objectif. Pour supprimer la correction ainsi rendue nécessaire, Porro, vers 1850, imaginait d'intercaler dans la lunette une lentille supplémentaire dont le déplacement permet de faire varier la position du point-origine des distances ou *centre d'anallatisme*, et de l'amener, en particulier, à coïncider avec l'axe principal de l'instrument: la *lunette anallatique* était ainsi créée. En la substituant à la lunette ordinaire du théodolite et en ajoutant à l'instrument un *déclinatoire* permettant d'orienter le limbe, Porro construisait le *tachéomètre*, que Moïnot ne tardait pas à introduire en France.

Les longueurs, généralement inclinées, fournies par la lunette stadimétrique et anallatique, doivent être réduites à l'*horizon* avant de servir à l'établissement des plans. Pour supprimer ce calcul, divers dispositifs ont été imaginés: Porro lui-même et, après lui, les capitaines Peaucellier et Wagner ont construit, vers 1868, des lunettes auto-réductrices, ou *sthénallatiques*, très ingénieuses, mais peut-être délicates. En 1866, M. Sanguet, géomètre, faisait breveter un *longimètre* qui résolvait le même problème au moyen d'une lunette astronomique ordinaire, c'est-à-dire munie d'une simple croisée de fils, à laquelle ou imprimait un petit mouvement de bascule pour déterminer l'angle stadimétrique voulu; cet instrument, transformé et perfectionné, est devenu le *tachéomètre auto-réducteur*. Le même inventeur a créé depuis, sous le nom de *longialtimètre*, un nouveau type offrant certaines particularités intéressantes.

En 1892, M. Champigny, Ingénieur civil des Mines, réalisait également avec son *tachéomètre*, dit *auto-calculateur*, le même résultat par un déplacement angulaire de la lunette obtenu au moyen de dispositions mécaniques intéressantes mais délicates.

Enfin, d'autres appareils fournissent par projection les distances réduites à l'*horizon*: tels sont le tachéomètre de *Wagner-Fennel* (Allemagne, 1871) et celui de *Kreuter* (Autriche, 1874); avec ces instruments, on lit d'abord la distance inclinée sur la mire, puis on manœuvre une équerre pour obtenir la projection. L'*homologue* des capitaines Peaucellier et Wagner et le *tachéographe*, plus récent, de M. Schrader, géographe, échappent à cette complication. Dans ces derniers appareils, le réticule possède un fil fixe et un fil mobile que l'on pointe sur des voyants fixés à la mire; comme leurs noms l'indiquent, ces deux instruments sont disposés de manière à rapporter automatiquement le plan sur une feuille de papier ou de métal recouvrant le plateau horizontal.

L'auteur examine ensuite les derniers perfectionne-

ments apportés à la planchette et à l'*alidade*, qui a été elle-même dotée de la lunette stadimétrique.

Le premier chapitre se termine par un rapide examen des méthodes d'exécution du cadastre, en France et à l'Etranger, et des instruments utilisés dans les levés forestiers, souterrains, de reconnaissance et d'exploration.

Signalons aussi un intéressant paragraphe sur l'emploi du baromètre pour la détermination des hauteurs.

Dans le chapitre II, intitulé la *Topographie dans tous les temps; Vues pittoresques et plans géométriques*, l'auteur étudie les évolutions du dessin topographique. Dès la plus haute antiquité, les arpenteurs et architectes dressaient des plans géométriques, avec les élévations rabattues sur le plan, pour faire connaître, par exemple, la forme et la hauteur des bâtiments représentés. A l'époque gréco-romaine, les plans géométriques étaient parfois accompagnés de vues cavalières qui dénotent une connaissance partielle des lois de la perspective.

Les artistes chrétiens, à partir du xi^e siècle, recouraient uniquement à la perspective pour représenter le terrain avec ses monuments ou constructions. Aux xv^e et xvi^e siècles, les peintres et architectes firent usage de procédés mécaniques pour arriver à une représentation aussi fidèle que possible de la nature, et les *perspectographes* dont ils s'aiderent mirent en évidence certains principes, jusque là ignorés, de la perspective. A cette époque d'ailleurs, la nécessité de se procurer des plans plus exacts amena les topographes à revenir à la demi-perspective, qui avait été en faveur dans l'antiquité, c'est-à-dire aux plans géométriques sur lesquels les accidents naturels ou artificiels étaient figurés par des sortes de rabattements perspectifs des objets à représenter. Le règne de Louis XIV nous a laissé de très intéressants documents de cette nature. Déjà on commençait aussi — et cette pratique n'a fait que se développer depuis — à séparer le plan géométral des vues perspectives ou profils.

Au siècle dernier, au moment où les ingénieurs géographes produisaient leurs plus beaux travaux (la carte dite des *Chasses du Roi*, notamment), et où l'on commençait à coter les plans et à utiliser les propriétés des courbes de niveau, était entreprise, par *Cassini*, la première grande carte de France appuyée sur une triangulation générale. Malgré le mérite de cette carte, prise dans son ensemble, on peut lui reprocher son insuffisance sous le rapport du dessin et surtout de la représentation du relief. A ce point de vue, la carte au 80.000^e, dite de l'*Etat-Major*, réalisa un immense progrès. On peut regretter seulement que, pour la figuration du relief, on ait adopté l'éclairage zénithal et non l'éclairage oblique qui eût donné à l'œuvre un caractère plus artistique et plus expressif.

L'ouvrage dont nous venons de faire un résumé forcément un peu sec est d'une lecture fort instructive et très attrayante. En remontant aux sources les plus certaines, l'auteur a voulu rendre justice aux véritables inventeurs; son travail considérable restera comme un des plus beaux monuments consacrés à l'histoire de la Topographie.

E. PRÉVOT,
Chet du Bureau
du Nivellement général de la France.

2^e Sciences physiques

Aubusson de Cavarlay (E.), *ingénieur de la Marine*. — *Cours d'Electricité professé à l'Ecole d'Application du Génie maritime. Tome I: LOIS ET THÉORIES USUELLES. UNITÉS ET MESURES ÉLECTRIQUES. DYNAMOS A COURANT CONTINU*. — 1 vol. gr. in-8 de 564 pages, avec 618 figures. A. Challamel, éditeur. Paris, 1899.

Rien n'est difficile aujourd'hui comme d'écrire les préliminaires d'un cours d'Electricité que l'on veut moderniser; les masses électriques sont vieux jeu, on voudrait n'en pas faire mention, et, cependant, le professeur ne peut pas oublier qu'il a été élève, et qu'il a

cru comprendre bien des choses lorsqu'il avait saisi la décomposition du fluide neutre en électricité positive et négative. Tel est le cas de l'auteur. Il voudrait se limiter aux champs de force, dont l'exposé est comme le programme de son ouvrage; il y fait de sérieuses et fort louables tentatives, dessine et explique fort clairement des champs très divers, et, presque malgré lui, retombe par instants dans le vieux vocabulaire. Cependant, il n'en est pas dupe; le premier paragraphe de son livre représente les vieilles hypothèses comme près d'être abandonnées; s'il garde les anciennes locutions, c'est pour simplifier l'exposé, et pour rester d'accord avec la terminologie encore fréquemment employée; il avertit, d'ailleurs, que l'on devra soigneusement distinguer l'hypothèse du fait expérimental.

Le caractère général du cours professé par M. Aubusson de Cavarlay était imposé par les besoins futurs et la préparation antérieure de ses élèves. Lorsqu'on entre à l'École d'application du Génie maritime, on n'est plus un débutant, et le professeur peut se borner à synthétiser et à généraliser les points de départ. Mais, comme le but du cours est de familiariser les futurs ingénieurs avec les applications de l'électricité à bord du navire, la connaissance des éléments de construction des machines comporte de minutieux détails. C'est là que l'étude approfondie du champ magnétique trouve son utilité. Procédant du simple au composé, l'auteur considère d'abord le champ en dehors de la substance magnétique, puis dans le corps magnétique lui-même, dont il étudie les propriétés, enfin combine le tout pour l'étude du circuit électrique. Les propriétés du courant électrique ont été rapidement passées en revue, un peu trop rapidement peut-être; puis, après l'étude complète du champ magnétique constant, nous arrivons aux courants variables, sinusoïdaux et polyphasés, et, par conséquent, aux champs tournants. Les propriétés d'un circuit à la fois résistant, impédant et capacitif, pour l'étude desquelles on en était à peu près réduit jusqu'ici à lire des mémoires disséminés, sont fort clairement exposées, et rendues plus faciles à saisir par des analogies mécaniques bien choisies.

Un très court chapitre sur les unités conduit à l'étude des instruments de mesure, dont les galvanomètres font à peu près tous les frais; puis vient la description des étalons, enfin celle des méthodes de mesure, limitée volontairement aux procédés susceptibles d'être employés industriellement. Un compteur est décrit à titre d'exemple; enfin les méthodes les plus courantes pour l'essai des corps magnétiques sont rapidement passées en revue. Il nous semble que quelques indications numériques eussent été ici à leur place; peut-être sont-elles réservées au deuxième volume.

Dans la troisième partie de l'ouvrage, l'auteur décrit les machines dynamos, apportant une attention particulière au circuit magnétique, dont les travaux de ces dernières années ont montré l'importance capitale, un peu méconnue au début. Puis il sépare les machines en génératrices et réceptrices pour en exposer le fonctionnement, la mise en marche, la mise en circuit isolément ou collectivement, et, après quelques pages consacrées aux transformateurs à courant continu, il termine sur l'essai des dynamos.

Tel est, à grands traits, le contenu de ce premier volume d'un ouvrage qui, spécialement destiné à une école, lui emprunte le caractère de son enseignement, mais mérite d'être lu par tous ceux qui veulent prendre contact avec l'état actuel de l'industrie électrique, logiquement développé d'après les principes de la science d'où elle émane.

Ch.-Ed. GUILLAUME.

Physicien au Bureau international des Poids et Mesures.

Brunei (Georges). — *Les Agrandissements et les Projections.* — 1 vol. in-12 de 148 pages, avec 72 figures, de l'Encyclopédie de l'Amateur photographe. (Prix: 2 fr.) B. Tignol, éditeur, 53 bis, Quai des Grands-Augustins, Paris, 1899.

3° Sciences naturelles

Sébire (R. P. A.), Directeur du Jardin d'Essai et du Pénitencier de Thiès (Sénégal). — *Les Plantes utiles du Sénégal.* — 1 vol. in-12 de LXX-341 pages, avec 14 figures (Prix: 4 fr.). J. Baillièrre et fils, éditeurs. Paris, 1899.

L'ouvrage que vient de publier le R. P. Sébire contient, sous forme d'introduction, un certain nombre d'indications intéressantes sur les principales plantes cultivées au Sénégal et quelques pages sur les conditions dans lesquelles ces cultures sont pratiquées. Le R. P. Sébire paraît connaître très bien les ressources du pays qu'il habite, et son travail rendra certainement des services à tous ceux qui vont s'établir à la côte occidentale d'Afrique.

À propos de chacune des plantes indiquées dans l'introduction, l'auteur aurait pu fournir les détails contenus dans le corps même du livre; au contraire, il a cru devoir adopter, pour la partie principale de son travail, la division en familles, et il se trouve amené à décrire en même temps les plantes qui sont indigènes au Sénégal, celles qui ont pu y être acclimatées, et même celles qui sont complètement inconnues dans le pays, ce qui provoque une confusion d'autant plus regrettable qu'il était facile de l'éviter. Une figure représentant la récolte du thé pourrait faire croire, par exemple, que la culture de cette plante est pratiquée au Sénégal, alors qu'en réalité la photographie reproduite se rapporte à la cueillette du thé à Ceylan.

Une critique plus sévère au point de vue des espèces à indiquer était peut-être désirable dans un livre tel que celui du P. Sébire: le *Lithophilum* (p. 224), par exemple, qui a été autrefois l'objet d'une description très fantaisiste dans le *Journal officiel*, ne méritait guère que l'oubli. Il en est de même d'un certain nombre de plantes.

Ces quelques observations ne nous empêchent pas de déclarer que l'auteur a rendu un véritable service aux colons du Sénégal en écrivant ce livre, et nous le félicitons très vivement d'un zèle aussi recommandable.

HENRI LECOMTE,

Professeur au Lycée Saint-Louis.

Seurat (L.-G.) — *Contributions à l'étude des Hyménoptères entomophages.* (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.) — 1 vol. in-8° de 160 pages, avec figures et 5 planches. G. Masson et C^{ie}, éditeurs, Paris, 1899.

Dans ce travail, M. Seurat a étudié la biologie et l'anatomie des larves et adultes d'un certain nombre d'Ichnéomonides, Chalcidides et Braconides, qui vivent dans leur jeune âge aux dépens d'autres insectes, ainsi que les métamorphoses externes et internes d'un Braconide.

La femelle du *Doryctes gallicus*, dont les larves sont parasites des larves d'un Coléoptère (*Callidium sanguineum*) qui vit dans les bûches de chêne, pond une quinzaine d'œufs autour d'une larve de *Callidium*; les petits parasites, une fois éclos, appliquent la bouche contre la peau de leur hôte, font un trou avec leurs mandibules et aspirent le sang. Arrivées à l'état adulte, les larves, qui sont munies de glandes séricigènes très développées, filent un cocon à côté du cadavre de leur hôte et y passent l'hiver; les imagos sortent en mai, en perçant l'écorce qui les sépare du dehors, et vivent libres de huit à quinze jours, sans prendre de nourriture. Il est très remarquable que, dans tous les cas observés, parmi les individus de *Doryctes* sortis d'une même galerie de *Callidium*, il y a toujours un mâle, et rien qu'un, fait des plus intéressants au point de vue de la détermination du sexe. Notons à ce propos que chez les Entomophages, de même que chez les autres insectes, le sexe paraît déterminé très tôt, car on reconnaît les testicules et les ovaires chez les très jeunes larves.

D'autres espèces vivent, non pas à l'extérieur, mais

dans le corps même de divers Insectes, telles l'*Apanteles glomeratus* de la chenille du chou, l'*Aphidius fabarum* des pucerons, etc.; la femelle, guidée sans doute par le sens olfactif, lorsqu'elle a trouvé l'hôte convenable, en perce la peau avec sa tarière et dépose un ou plusieurs œufs dans la cavité du corps; quelques formes sont même hyperparasites, comme les Chalcidiens, qui déposent leurs œufs à l'intérieur des larves de Braconides (*Apanteles* et *Aphidius*), elles-mêmes logées à l'intérieur de chenilles ou de pucerons. Ces parasites internes se nourrissent surtout du sang et du corps adipeux qu'ils dilacèrent avec leurs mandibules, respectant les organes essentiels de l'hôte, qui continue à manger et à assimiler; ce n'est qu'à la fin de leur développement que les parasites entament les viscères.

Chez tous les Entomophages, l'estomac est fermé en arrière et ne communique pas avec le rectum; aussi le rejet des excréments n'a-t-il lieu qu'à l'intérieur du cocon, au moment de la nymphose, après qu'il s'est établi une communication libre entre ces deux parties du tube digestif. La respiration des larves internes s'opère d'une façon intéressante: au début, elles respirent par osmose, puis le système trachéen apparaît, mais *entièrement clos*, le gaz qu'il renferme étant puisé par osmose dans le sang de son hôte; les stigmates existent, mais fermés, et ne s'ouvrent que lorsque le parasite sort du corps de l'hôte. Les larves internes présentent assez souvent des organes locomoteurs, vésicule caudale des Microgastérides, appendice caudal d'un *Encyrtus* et de divers Ichneumonides, qui leur permettent de se déplacer dans le corps de l'animal parasité.

La métamorphose du *Doryctes gallicus* se fait par une série de changements continus, externes et internes; les premiers sont réalisés par trois mues successives: une avant le filage du cocon, une deuxième au moment de la nymphose, et une troisième d'où sort l'imago avec sa cuticule définitive et colorée; l'auteur décrit avec précision le mode de formation de la tête, du corselet et des armatures génitales, et leurs rapports avec les parties correspondantes des larves. Les transformations internes du tube digestif, du système trachéen, la concentration du système nerveux, la dévagination des disques imaginaires ne s'écartent pas sensiblement de ce qu'on connaît chez les autres Insectes; cependant, d'après M. Seurat, l'histolyse des tissus ne serait pas accompagnée de phagocytose, ce qui est assez surprenant. L'épithélium de l'intestin moyen se forme sous l'ancien épithélium, de sorte que celui-ci finit par se trouver dans la cavité de l'estomac de l'imago, où il est digéré comme un aliment; les tubes de Malpighi larvaires sont également remplacés et tombent dans la cavité du corps, où ils régressent sur place.

On pourrait peut être reprocher à l'auteur d'avoir un peu négligé le côté histologique: le corps adipeux, les anocythes, les cellules terminales des trachées, le tissu péricardial ne sont cependant pas sans intérêt; mais sa monographie n'en constitue pas moins une utile contribution à nos connaissances sur les Entomophages.

L. CRÉTOR,

Professeur à l'Université de Nancy.

4° Sciences médicales

Duclaux (E.), Membre de l'Institut, Directeur de l'Institut Pasteur, Professeur à la Sorbonne et à l'Institut agronomique. — *Traité de Microbiologie. Tome II. Diastases, Toxines et Venins.* — 1 vol. gr. in-8 de 600 pages, avec figures. (Prix: 15 fr.). G. Masson et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1899.

C'est à propos du second volume, récemment paru, que nous signalons ici cet ouvrage capital.

Consacré à l'étude des diastases, toxines et venins, le second volume a une importance considérable. Il met

au jour, avec la clarté qui caractérise l'éminent biologiste, des faits, des actes biologiques dont la découverte est toute récente et dont l'interprétation se rapporte aux phénomènes les plus obscurs de la vie. Le rôle des diastases semble, en effet, devenir prépondérant dans la nutrition cellulaire. Outre l'action de dislocation qu'on leur attribuit presque uniquement jusqu'ici sur les matériaux nutritifs, il faut leur reconnaître une action inverse: le pouvoir de produire par synthèse d'autres substances, semblables ou différentes de celles vis-à-vis desquelles elles se trouvent.

M. Duclaux classe les diastases en: 1° Diastases de coagulation et de décoagulation. Les unes coagulent la matière alimentaire comme la présure coagule le lait; les autres peuvent décoaguler, comme la caséase dissout la caséine coagulée. — 2° Diastases d'hydratation et de déshydratation. Elles servent, les unes, les hydratantes, à disloquer une molécule en éléments plus simples au moyen d'un certain nombre de molécules d'eau; les autres, les déshydratantes, peuvent reconstituer les corps qui ont subi l'action hydrolytique précédente. — 3° Diastases d'oxydation et de réduction. L'action de celles-ci entraîne une action chimique plus profonde et une modification plus grande de la matière alimentaire. M. Duclaux insiste à leur propos sur l'action parallèle de ces deux ordres de diastases, car il est clair que ces deux phénomènes d'oxydation et de réduction sont en connexion intime, puisqu'une oxydation ne peut se produire qu'à la condition qu'une désoxydation ait lieu. — 4° Diastases de décomposition et de recomposition. Les unes décomposent certaines molécules en molécules plus simples, comme la diastase de Buchner qui dédouble le sucre en alcool et en acide carbonique. Elle est à la fois oxydante et réductrice. D'autres, suivant la prévision de M. Duclaux, existent, qui peuvent recomposer.

Les diastases sont des produits de la vie cellulaire. Elles donnent lieu à des actions chimiques, mais avec cette caractéristique qu'il y a une disproportion énorme entre l'effet et la cause. En outre, elles sont capables de conserver leur activité indéfiniment, car elles restent en dehors des actions chimiques qu'elles déterminent, celles-ci se passant aux dépens des corps sur lesquels la diastase agit. Les toxines, avec leurs propriétés particulières et leurs affinités singulières, ont une grande analogie avec les diastases.

C'est sur ces prémices que s'ouvre l'ouvrage qui, dans ses divers chapitres, va exposer et expliquer tout ce que l'on sait de ces substances: leur sécrétion dans les graines, les causes qui influent sur cette sécrétion, leur préparation, leur différenciation, les lois générales de leur action, les diverses influences qu'elles subissent, les phénomènes physiques et chimiques auxquels elles donnent lieu. La 2^e partie est réservée à l'étude particulière des diastases connues: amylase, sucrase, maltase, lipase, uréase, zymase, oxydases, etc.

Je n'ai pu, dans cette analyse, que donner des propositions sommaires. Cet ouvrage, comme toute œuvre de créateur, ne se prête pas à l'analyse banale. Il faut lire, étudier ce livre dans toutes ses pages: il traite de matières nouvelles, inconnues; on ne peut exposer d'une plume courante les idées et les raisonnements qui enchaînent les faits. Je viens de lire ce livre, et je ne le connais pas. Il m'a produit un étonnement particulier, qui ne se dissipera que plus tard par une étude plus appesantissante. Et en terminant ce compte rendu, je sens que j'eusse mieux fait de barrer toutes les lignes précédentes et de dire simplement: « Il vient de paraître, de M. Duclaux, un livre fondamental qu'il est essentiel au monde savant de connaître. »

D^r A. LÉTIENNE.

Ostwald (F.) — *Des verres périscopiques et de leurs avantages pour les myopes.* (Avec une préface de M. C. M. GABRIEL, membre de l'Académie de Médecine). — 1 vol. in-8 de 88 pages, avec figures. G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris, 1899.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 31 Juillet 1899.

M. le Secrétaire perpétuel annonce le décès de M. Rieggenschach, Correspondant pour la Section de Mécanique, survenu à Olten le 25 juillet.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — MM. Bourget, Montangerand et Baillaud ont observé en juillet la nébuleuse annulaire de la Lyre, à l'Observatoire de Toulouse. Ils ont constaté des changements d'éclat très sensibles dans la nébuleuse; l'étoile centrale, en particulier, est devenue nettement visible. — M. M. Luizet a étudié à l'œil nu, par la méthode des degrés, l'étoile β de la Lyre, à l'Observatoire de Lyon. Les 104 observations faites d'avril à décembre 1898 concordent avec les éléments donnés par M. Pannekoek, mais non pas avec ceux de Schur. — Le même auteur a observé aussi l'étoile variable (DM+12°, 3.537). Elle est du type Algol; son éclat est constant pendant 17 h. 28 m.; il diminue pendant 1 h. 58 m. et augmente pendant 1 h. 53 m. — MM. W. Ebert et J. Perchot ont appliqué une méthode de M. Löwy pour la détermination des latitudes qui consiste, en introduisant les données du pendule, à déduire la collimation polaire des deux observations d'une étoile très voisine du pôle, sans s'astreindre à la symétrie par rapport au premier cercle horaire. — M. F.-A. Forel a déterminé les variations de l'horizon apparent par des expériences sur le lac de Genève; ces variations dépendent de la température de l'air, de celle de l'eau, de l'humidité de l'air, de l'agitation de l'air, de la direction et de la qualité du vent, de la pression atmosphérique. L'erreur possible sur la position de l'horizon vrai est plus grande quand l'air est calme que quand il est agité, quand l'air est plus chaud que l'eau et vice versa. — M. E. O. Lovett démontre qu'une équation de Pfaff (aux différentielles totales linéaires), intégrable ou non intégrable, peut admettre des intégrales singulières $(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0$, dont la détermination se fait sans intégration. — M. Henri Dulac étudie l'équation différentielle du premier ordre, prise, au voisinage d'un point singulier, sous la forme :

$$(x + \dots) dy = dx (y + \dots);$$

il montre que, dans le cas où λ est positif et commensurable, il y a une infinité d'intégrales allant passer par l'origine. — M. E. Vallier indique comment on peut appliquer sa formule sur la loi des pressions dans les bouches à feu; il donne, à titre d'exemple, une application de sa méthode aux expériences exécutées en Russie par M. Zaboudski sur un canon de 42 lignes.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Le Châtelier a déterminé la dilatation du fer et de l'acier aux environs des points de changement d'état de ces corps. Au point de recalescence de l'acier, il se produit une diminution, puis une augmentation de dilatation, lesquelles se compensent à peu près exactement dans l'acier normal de 0,9 % de carbone. Au point de transformation magnétique du fer, la variation de dilatation, si elle existe, est trop faible pour être mesurable. Enfin, au point de transformation supérieure du fer, la température de transformation et le changement des dimensions varient sans raisons apparentes. — M. Paul Sacerdote a établi théoriquement les lois des déformations électriques des diélectriques solides isotropes des condensateurs. Pour les condensateurs infiniment minces et pour le condensateur plan, la dilatation est la même dans toutes les directions perpendiculaires aux lignes de force et quelles que soient la forme et la grandeur du condensateur; elle est proportionnelle au carré du

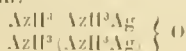
potentiel. Pour les condensateurs épais, le calcul conduit à des formules complexes. — M. G. A. Hemsalech a observé le spectre de différents métaux et gaz en photographiant les décharges oscillantes obtenues en intercalant dans le circuit extérieur d'une bouteille de Leyde une bobine d'induction. Dans ces spectres de décharges oscillantes, les raies de l'air sont totalement absentes et les raies caractéristiques du métal excessivement nettes. Ce fait est dû à l'abaissement de la température de l'étincelle dû à la self-induction; on voit, en effet, les raies de haute température du métal s'affaiblir ou disparaître. — M. Maurice de Thierry a dosé l'anhydride carbonique de l'air aux Grands-Mulets (Mont-Blanc). Comme de Saussure l'avait déjà remarqué, la quantité d'anhydride carbonique diminue très peu avec l'altitude; 100 mètres cubes d'air pris à 3050 m. en contiennent 25,9 litres au lieu de 32,1 litres à Montsouris. — M. A. Recoura termine l'étude des acétates isomériques de chrome. Il a isolé : 1^o l'acétate anormal violet biacide, ou acide chromo-diacétique, répondant à la constitution $Cr(C^2H^3O^2)_2$, dans lequel deux molécules d'acide acétique sont neutralisables par la soude et le chrome non précipitable; 2^o l'acétate anormal vert monoacide ou acide chromomonoacétique vert, répondant à la formule brute $Cr(C^2H^3O^2) \frac{1}{2} H^2O$, ressemblant beaucoup au même acide violet, dont il est probablement un polymère. — M. Georges Lemoine a constaté qu'en introduisant du magnésium dans les solutions de ses sels (chlorure, acétate, sulfate, azotate), il se dégage de l'hydrogène. Il y a là une action de présence qui doit avoir pour origine une décomposition partielle, si faible qu'elle soit, des solutions salines en magnésie et acide libre, acide qui attaque ensuite le métal introduit. — MM. W.-R. Lang et A. Rigaut ont étudié la dissociation du chlorure de cadmium hexammoniacal $Cd Cl^2 6 Az H^3$, produit, soit par l'action d'un courant prolongé de gaz ammoniac sur le chlorure de cadmium anhydre à la température ordinaire, soit par l'action de l'ammoniaque liquide sur le même sel à 80°. Le corps obtenu est stable jusqu'à 62°. A 100°, c'est le corps $Cd Cl^2 2 Az H^3$ qui est stable; c'est donc entre ces deux températures qu'il faudra préparer les composés intermédiaires. — M. Maurice François a étudié la dissociation de l'iodure de mercure-diammonium $Hg I^2 2 Az H^3$. Pendant la première phase de la dissociation, ce corps se décompose en gaz ammoniac et en un composé blanc $3 Hg I^2 4 Az H^3$; cette décomposition est caractérisée par une forte tension de dissociation. Pendant la seconde phase, le composé intermédiaire est dissocié à son tour en iodure mercurique $Hg I^2$ et gaz ammoniac; cette décomposition est caractérisée par une faible tension de dissociation. — M. C. Hugot a fait réagir le sodammonium et le potassammonium sur le sélénium. Lorsque l'ammonium alcalin est en excès, on obtient les séléniures anhydres $Na^2 Se$ et $K^2 Se$; lorsque le sélénium est en excès, on obtient les corps $Na^2 Se^1$ et $K^2 Se^1$. — MM. G. Urbain et A. Debierne ont préparé les acétylacétonates de fer, de manganèse, de cobalt, de chrome et d'aluminium par l'action de l'acétylacétonone sur les hydrates des sesquioxides de ces métaux. Tous ces corps répondent à la formule générale $M CH CO. CH^3 \frac{2}{3}$, et non à une formule double comme on peut le vérifier par la cryoscopie. — M. Balland a constaté que le dosage du gluten à l'état coagulé (par l'action de l'eau bouillante) offre plus de garanties que le dosage à l'état humide qui se fait habituellement. Le gluten se modifie par le vieillissement des farines; il perd la faculté de se rassembler et il est entraîné en plus grande quantité par les lavages.

3^e SCIENCES NATURELLES. — MM. Charrin, Guillemonat et Levaditi ont injecté à des lapins, pendant quelques semaines, des solutions de sels minéraux ou d'acides organiques, puis leur ont inoculé des cultures pyocyaniques. Les lapins ayant reçu les acides succombent plus vite que les témoins; les lapins ayant reçu des sels résistent au contraire plus longtemps. Cette augmentation de résistance tient à une modification de l'économie due à l'influence des sels. Le sang est devenu moins favorable à l'évolution des bacilles; la moelle osseuse a beaucoup proliféré. — M. Ch. Bonchard, à propos de la communication précédente, montre que certaines substances minérales inertes peuvent, au même titre que l'injection de toxines bactériennes, provoquer un certain état d'immunité de l'organisme contre les infections. Ces substances agissent en modifiant l'activité nutritive des cellules, et par cela la composition des humeurs, qui peuvent devenir un milieu de culture plus nuisible aux microbes. — M. A. Chauveau décrit les expériences qui lui ont permis d'établir définitivement que le travail positif prend de la chaleur aux moteurs animés qui l'exécutent, et que le travail négatif leur en donne. La chaleur prise ou rendue est équivalente au travail mécanique produit ou détruit. — M. A. Kowalevsky a étudié le phénomène de l'imprégnation hypodermique dans la copulation chez *Haementaria costata* de Muller. Les spermatozoïdes pénètrent dans le colome; là, ils sont en plus ou moins grande partie absorbés et digérés par les organes phagocytaires ou capsules néphridiennes; les autres se rendent dans la matrice et pénètrent dans les ovaires.

Séance du 7 Août 1899.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. P. Appel indique une forme simple d'équations, analogue à celle de Lagrange, et s'appliquant aux mouvements de corps solides, assujettis, par certaines liaisons, à rouler et à pivoter les uns sur les autres.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Le Châtelier a continué ses déterminations de la dilatation des fers et aciers. Ils ont des coefficients de dilatation sensiblement identiques, voisins de 0,000011 à la température ordinaire et croissant régulièrement jusque vers 738° (température de transformation), où le coefficient est voisin de 0,000017. Au-dessus des températures de transformation, la dilatation des aciers varie très rapidement avec leur teneur en carbone. — M. Emile Vigoureux est arrivé à préparer le chlorure de silicium au moyen d'un mélange de silice et d'aluminium. Cette préparation se fait en deux temps : 1^o réduction, au rouge, de la silice par l'aluminium et épousément par les acides de la poudre obtenue; 2^o attaque par le chlore du résidu abandonné par les acides. — M. E. Rubinovitch a fait réagir le phosphore d'hydrogène sur l'oxyde, l'hydrate et le carbonate de cuivre; dans tous les cas, la réaction est très vive. Il se forme de l'acide phosphorique et un phosphore de cuivre P²Cu³ gris noir, amorphe, très soluble dans l'acide azotique et l'eau bromée. Il réduit le permanganate de potassium. — M. M. Berthelot a procédé à un certain nombre de déterminations thermochimiques sur l'acide cholalique, l'amygdaline, la concine et l'éthylénediamine. Ce dernier corps est très important, car c'est le type le plus simple des alcaloïdes polyazotés bivalents. La chaleur de formation de son hydrate, à partir de la base anhydre, est comparable à celle de l'hydrate d'ammonium à partir de l'ammoniaque. La chaleur de formation de son dichlorhydrate à partir de l'acide et de la base, ainsi que sa chaleur moyenne de neutralisation, est plus faible que celle qui correspond au chlorhydrate d'ammonium. MM. M. Berthelot et M. Delépine ont étudié l'azotate d'argent ammoniacal et le considèrent comme le dérivé d'un alcali complexe, l'oxyde d'argentammonium.



Celui-ci peut être préparé à l'état dissous et sa neutralisation par les acides montre que c'est un alcali de force comparable à celle des alcalis minéraux les plus énergiques. — MM. Em. Bourquelot et H. Hérissey ont constaté que la phénylhydrazine peut servir à doser le mannose (par suite de la formation d'une hydrazone insoluble à froid) sans que la présence d'autres sucres modifie sensiblement les résultats. Ceux-ci seront suffisamment précis si l'on opère à une température aussi basse que possible et sur des solutions renfermant de 3 à 6 ° de mannose. — M. Gabriel Bertrand a constaté que la dioxyacétone peut exister sous deux formes, douées de propriétés différentes, et correspondant à des états d'aggrégation moléculaire différents. La première forme, amorphe, composée de molécules simples, est extrêmement soluble dans l'alcool, l'éther et l'acétone, et présente des phénomènes de sursaturation et de surfusion remarquables. La seconde forme, cristallisée, correspond à une formule double et est complètement insoluble à froid; l'influence de la chaleur la transforme en molécules simples. — M. J.-V. Laborde a étudié les causes des variations de la quantité de glycérine produite pendant la fermentation alcoolique du sucre. La production de glycérine paraît être en raison inverse de l'activité de la levure; elle augmente avec la concentration du sucre et l'acidité naturelle.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. Ed. Heckel a étudié la structure anatomique des tiges des Vanilles aphyllées (*V. Phalacopsis*, *V. aphylla*, *V. planifolia*). Il a constaté l'existence de canaux sécréteurs particuliers, laissant couler un pseudolait blanc ou incolore, formé de raphides et de mucilage. — M. Henri Jumelle décrit les caractères d'une liane à caoutchouc de Madagascar, le *piralahy*. Il en fait une espèce nouvelle, le *Landolphia Perieri*. Le caoutchouc qu'il fournit est excellent; il ne contient qu'une infime proportion de résine. — MM. W. Kilian et E. Haug ont exploré le bord extrême du Briançonnais. Contrairement à l'hypothèse de M. Ternier, qui fait du flysch de cette région une zone absolument indépendante et en place, les auteurs ont constaté que le faciès Briançonnais se retrouve au cœur même du flysch, et qu'au point de vue tectonique, la solidarité de la zone du flysch et des plis du Briançonnais est non moins évidente. — M. Jean Brunhes a observé les marmites des îlots granitiques de la calcaracte du Nil à Assouan. Ses observations confirment l'opinion que les deux types principaux des marmites observés jusqu'à présent, les marmites à fond concave et les marmites à fond conique avec dépression annulaire, représentent un même type à deux moments de la formation. Très peu de ces marmites contiennent des galets; la plupart renferment du sable fin; c'est avec ce sable seul que les tourbillons ont creusé le granit.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 25 Juillet 1899.

L'Académie émet un avis favorable à la vente du sérum antipesteux fabriqué par l'Institut Pasteur de Paris. — M. Potain présente l'observation d'un paludique qui, pendant la durée de la fièvre intermittente, présente une ampliation manifeste de la crosse aortique. Il conclut à l'existence d'une aortite aiguë transitoire d'origine paludéenne. — MM. Paul Berger et F. Bezançon citent trois observations de tuberculose ganglionnaire à forme pseudo-lymphadénique (lymphome tuberculeux). C'est une affection localisée essentiellement à un ganglion ou à un groupe de ganglions, à évolution excessivement lente, avec accroissement graduel et parfois considérable des ganglions malades. L'examen histologique est le seul moyen certain d'établir le diagnostic entre le lymphadénome et la tuberculose ganglionnaire. L'extirpation de la tumeur doit être considérée comme le traitement de choix dans la majorité des cas. — M. Pierre Budin indique le résultat obtenu par la consultation de

nourrissons qu'il a organisée à la Clinique Tarnier et par les services analogues qui existent à Paris et en province. A la Clinique Tarnier, on reçoit chaque semaine les enfants des femmes accouchées dans le service et qui sont élevés à domicile. Ils sont examinés et pesés. On encourage le plus possible l'allaitement au sein par la mère; lorsque celui-ci est insuffisant ou impossible, la mère reçoit une quantité variable de lait stérilisé. Le taux de la mortalité des nourrissons ainsi examinés est très faible. — M. Cornil signale deux observations de tumeurs du tissu cellulaire sous-cutané et des bourses séreuses chez deux jeunes filles; ces tumeurs renferment des corpuscules particuliers et semblent être d'origine coccidienne. — M. Vidal a constaté la fréquence des manifestations herpétiques dans la grippe-influenza. — M. Delore établit que la môle vésiculaire est due à un enchondrome du placenta. — M. le Dr Menière lit un travail sur une statistique de 3.710 opérations de tumeurs adénoïdes du pharynx nasal. — M. le Dr Bazy donne lecture d'un mémoire sur trois calculs extraits par la néphrolithotomie. — M. le Dr Torkomian lit un mémoire sur un médecin arménien du x^e siècle, Mékhar de Her, et son Traité des Fièvres. — M. le Dr Bovet donne lecture d'un travail sur les nucléosels. — M. le Dr Darier lit une note sur un moyen de rendre indolores les injections sous-conjonctivales et sous-cutanées de cyanure de mercure. — M. le Dr Delarue donne lecture d'un travail sur un nouveau crachoir. — MM. Champetier de Ribes et Varnier communiquent un mémoire sur l'anatomie de l'insertion vicieuse du placenta. — M. le D. Bouffe lit un travail sur le traitement du psoriasis par les injections d'orchitine.

L'Académie entre en vacances jusqu'au 19 septembre.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 22 Juillet 1899.

MM. Ettliger et Nageotte décrivent une dégénérescence descendante particulière des cordons postérieurs au renflement lombo-sacré qu'ils ont observée dans deux cas de lésions transverses de la moelle. — M. Pitres a mesuré, au moyen du manomètre, la pression du liquide abdominal dans l'ascite. Elle n'est jamais très élevée; elle augmente pendant l'inspiration et diminue pendant l'expiration. — M. Féré a reconnu que le bromure n'entrave pas le développement de l'embryon des jeunes poulets; il en est de même dans la grossesse. M. Bouehard pense que cela tient au faible développement du système nerveux chez l'embryon. — M. M. Letulle montre, sur des coupes, le développement du muquet dans les couches du derme et de l'épiderme. Le même auteur a pris les tracés d'un malade présentant le type respiratoire de Cheyne-Stokes. — M. Bourquelot a trouvé du galactose et du mannose dans l'albumen de la graine de caroubier. — M. Auscher a étudié l'action des liquides du kyste de l'ovaire; ils déterminent une sclérose du côté des reins. — M. Haushalter envoie un travail sur les modifications de la moelle osseuse chez l'enfant.

Séance du 29 Juillet 1899.

M. le Président annonce le décès de M. Balbiani, membre de la Société. — MM. Roger et Josué ont étudié la moelle osseuse chez le cobaye; elle est remarquable par sa coloration rouge et sa consistance molle; elle contient beaucoup de cellules et peu d'éléments gras. — M. Dominici a injecté la bacille d'Eberth dans les ganglions rétro-auriculaires du lapin et a observé des modifications analogues à celles de la septicémie. — Le même auteur a trouvé, dans l'épiploon de fœtus nés avant terme, des îlots périvasculaires constitués par des agglomérations d'hématies nucléées. — MM. Mongour et Gentes montrent que la glycosurie alimentaire positive, dosable, suppose un rein perméable; si l'épreuve de la glycosurie est négative, il est in-

dispensable, pour interpréter le résultat obtenu, d'éliminer le facteur perméabilité rénale par les deux épreuves de la phloridzine et du bleu de méthylène. — MM. Charrin, Guillemonat et Levaditi ont mis en lumière l'influence du terrain dans l'infection, en injectant d'abord à des lapins des sels minéraux ou des acides organiques, puis en leur inoculant une culture pyocyanique. Les premiers résistent plus longtemps que les seconds; les seconds, au contraire, succombent plus vite. — MM. Hulot et F. Ramond ont pratiqué l'injection lente et continue de tuberculine pendant six mois à des lapins adultes. Elle produit d'abord une hypergénése des éléments figurés du sang, suivie bientôt d'une anémie prononcée. — MM. Oulmont et F. Ramond signalent un cas de leucémie aiguë, ayant débuté par une angine érythémateuse, suivie d'une hypertrophie des ganglions cervicaux, puis de tous les ganglions. A l'autopsie, on trouva une infiltration embryonnaire diffuse des appareils lymphatiques. — MM. A. Gilbert et M. Garnier ont observé, dans trois cas d'anémie pernicieuse, une hépatomégalie particulière. Elle peut être soit de nature compensatrice pour réparer la perte de plasma sanguin, soit le résultat d'une adaptation au milieu sanguin anémique (comme il y a hyperglobulie par adaptation à la raréfaction de l'air). — M. S. Arloing a constaté que le sérum agglutinant n'a pas d'action bactériolytique ou bactéricide sur le bacille de Koch. — M. Nageotte a observé, dans la pie-mère spinale de certains tabétiques, un réseau de fibres à myéline de nouvelle formation. Ces fibres proviennent de la régénération de quelques fibres des racines antérieures préalablement lésées. — M. Trénel a étudié, chez deux sœurs, une maladie nerveuse intermédiaire entre les paralysies spasmodiques familiales et les folies périodiques et démentes familiales. — MM. Toulouse et Vaschide ont étudié l'olfaction dans l'épilepsie par la méthode de l'eau camphrée. L'accès convulsif est précédé d'une hyperesthésie olfactive; pendant la crise, l'olfaction est abolie; ensuite elle est diminuée pour redevenir normale après quelques heures.

La Société procède à l'élection d'un Secrétaire général. — M. E. Gley est élu. — Ensuite, M. P. Marie est élu membre titulaire. — Puis la Société entre en vacances jusqu'en octobre.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 7 Juillet 1899.

M. le Président annonce à la Société la perte qu'elle vient de faire en la personne de M. Roger. — M. Daniel Berthelot rappelle que, lors du mélange de deux gaz, il se produit en général une faible augmentation de pression Δp . Il a cherché à calculer Δp en imaginant une suite d'opérations telle que la diffusion se fasse à l'état gazeux parfait. Il est nécessaire pour cela de connaître, en plus de la compressibilité des deux gaz séparés, celle du mélange. Cette donnée faisant défaut jusqu'ici, M. Berthelot a exécuté une série d'expériences en collaboration avec M. Sacerdote pour obtenir des coefficients d'écart, de divers mélanges, à la loi de Mariotte, et trouvé que les valeurs de Δp que l'on en déduit présentent un accord satisfaisant avec celles que donne l'expérience directe :

	Δp observé.	Δp calculé.
$\text{SO}_2 + \text{CO}_2$	1mm,36	1mm,52
$\text{H}_2 + \text{O}_2$	0mm,20	0mm,17
$\text{Az} + \text{O}$	0mm,00	0mm,01

L'auteur a cherché à aller plus loin et à calculer la compressibilité du mélange et, par suite, l'augmentation de pression Δp d'après les compressibilités des gaz séparés. Il admet que la compressibilité d'un mélange de x molécules d'un premier gaz avec $1-x$ molécules d'un second gaz est représentée par la formule de van der Waals; que le covolume B du mélange est égal à la moyenne des covolumes b et b' des constituants :

$$B = bx + b'(1-x).$$

et que l'attraction spécifique moléculaire s'obtient en écrivant que, si l'attraction réciproque de deux molécules du premier gaz est proportionnelle à a , celle de deux molécules du second à a' , l'attraction d'une molécule du premier gaz sur une molécule du second est proportionnelle à $\sqrt{aa'}$, en sorte que :

$$A = ax^2 + 2\sqrt{aa'}x(1-x) + a'(1-x)^2.$$

Il arrive ainsi, pour les coefficients d'écart à la loi de Mariotte $A\frac{1}{2}$, entre 1 et 2 atmosphères, à des valeurs voisines de celles qu'il a observées directement :

	$A\frac{1}{2}$ observé.	$A\frac{1}{2}$ calculé.
$\text{CO}^2 + \text{SO}^2$	143×10^{-6}	149×10^{-6}
$\text{H} + \text{O}$	-2×10^{-6}	0×10^{-6}
$4\text{Az} + \text{O}$	5×10^{-6}	5×10^{-6}

De même, les valeurs de Δp calculées concordent en général à 0^{mm},2 près avec celles qu'ont obtenues MM. Braun, Leduc, Sacerdote et l'auteur :

	Δp observé.	Δp calculé.
$\text{SO}^2 + \text{H}^2$	3 ^{mm} ,9	3 ^{mm} ,7
$\text{SO}^2 + \text{CO}^2$	1 ^{mm} ,4	1 ^{mm} ,1
$\text{CO}^2 + \text{Az}^2\text{O}$	0 ^{mm} ,1	0 ^{mm} ,0
$\text{CO}^2 + \text{H}^2$	4 ^{mm} ,0	0 ^{mm} ,9
$\text{CO}^2 + \text{air}$	0 ^{mm} ,35	0 ^{mm} ,6
$\text{H} + \text{O}$	0 ^{mm} ,2	0 ^{mm} ,05
$4\text{Az} + \text{O}$	6 ^{mm} ,0	6 ^{mm} ,0

M. H. Deslandres est allé représenter la Société française de Physique aux fêtes données, à Cambridge, en l'honneur du Jubilé du Professeur Stokes, auquel il a remis en mains propres l'adresse de félicitations rédigée par M. le Secrétaire général. Il a assisté à une conférence faite à la *Royal Institution*, par M. Dewar, dont il a visité le laboratoire. L'emploi de la détente, inauguré par M. Cailletet, a permis de liquéfier, à l'exception de l'hydrogène, les gaz autrefois réputés permanents. Ces gaz ont été réduits à l'état de liquides statiques par Wroblewski et Olszewski, et les appareils récents de Linde et de Hampson permettent d'obtenir ces liquides en grande quantité. Olszewski a liquéfié l'hydrogène dans un appareil clos; le Professeur Dewar a réussi, le premier, à obtenir l'hydrogène liquide persistant dans un vase ouvert. Dans la conférence à laquelle assistait M. Deslandres, on a produit 200 centimètres cubes de liquide. Une des grandes difficultés de la liquéfaction est la nécessité de préparer un gaz d'une pureté absolue; l'air qui subsiste se solidifie dans la détente et obstrue les serpentins. L'air atmosphérique se précipite en neige sur l'hydrogène liquide; il se condense également dans un tube barométrique qu'on plonge dans le liquide et on obtient ainsi un vide instantané. La détermination des températures atteintes par l'ébullition de l'hydrogène sous pression réduite est très difficile, à cause de la présence de l'air solide et aussi parce que l'évaporation est extrêmement rapide; les divers appareils employés : pile thermo-électrique, résistance de platine ou de mallechort, ont donné des résultats différents; pourtant il semble probable que la loi de variation de la résistance du platine pur en fonction de la température subisse, à ces températures très basses, une modification profonde. La liquéfaction de l'hydrogène est le résultat de deux ans de travaux poursuivis dans un laboratoire où tous les efforts tendaient à ce seul but; l'abaissement relatif de température absolue qu'il fallait obtenir pour liquéfier l'hydrogène, en partant de la température de l'air liquide, était le même que pour liquéfier l'air en partant de la température de liquéfaction du chlore sous la pression atmosphérique. — M. J. Cauro communique ses expériences sur la mesure de l'intensité des ondes sonores. La source sonore est constituée par la caisse de résonance d'un diapason de M. Mercadier à entretien électrique, sur lequel est collé un petit miroir; par la réflexion d'un faisceau lumineux, on peut vérifier à chaque instant que l'amplitude du son n'a pas varié, et la retrouver assez longtemps après. La comparaison des amplitudes des ondes sonores se fait

par l'observation directe au moyen du microscope, en employant la méthode stroboscopique. Une membrane en baudruche caoutchoutée, très légèrement tendue, est placée sur un petit tambour; au centre est collé un petit disque de verre très léger, et, perpendiculairement à celui-ci, un fil de verre rigide, portant à son extrémité une feuille d'aluminium mince percée d'un trou que l'on observe avec un bon microscope muni d'un micromètre oculaire. On stroboscope en éclairant par un faisceau qui est interrompu par un disque percé de trous. Au moment où la stroboscopie du diapason de la source sonore est atteinte, celle de l'image observée dans le microscope se produit aussi, et cette image reste au point constamment lorsque l'appareil est réglé, ce qui indique que le mouvement du style est une translation suivant sa propre direction et représente en vraie grandeur le mouvement du centre de la membrane. En enlevant l'oculaire du microscope et en faisant réfléchir le faisceau émergent sur le miroir porté par le diapason de la source, de façon que les deux mouvements soient perpendiculaires, on obtient sur un écran les courbes de Lissajous; on trouve toujours la forme caractéristique de l'unisson. La membrane suit donc bien fidèlement le mouvement de l'onde sonore qui vient la frapper et permet de le mesurer. — M. J. Cauro, pour mesurer la vibration des plaques téléphoniques, a eu recours au phénomène des anneaux colorés et à la stroboscopie. Sur la plaque du téléphone on colle un petit disque de verre très mince, travaillé optiquement avec grand soin, et on forme (en lumière monochromatique) les anneaux, avec un plan de verre placé devant, à une distance de 2 millimètres environ, ce qui supprime les effets dus à la viscosité de l'air et à l'attraction des deux plaques. On envoie dans l'appareil le courant téléphonique; les anneaux se brouillent; on leur rend leur netteté en stroboscopant. On les voit alors se mouvoir lentement. Au moyen d'un quadrillage formé sur la lame de verre qui est en avant, on peut mesurer le déplacement. Celui-ci a toujours été une fraction de frange dans les cas des sons les plus forts transmissibles sans crachements. Le phénomène est trop petit pour qu'on puisse étudier comment il dépend des divers éléments : intensité du courant, hauteur du son, etc.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 26 Mai 1899.

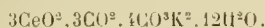
M. Anger a étudié ce qu'on a nommé les résines benzylènes, dont le type est $(\text{C}^6\text{H}^5.\text{CH}=\text{C})^x$. Il a constaté par la cryoscopie que les résines obtenues avec $\text{C}^6\text{H}^5.\text{CH}^2\text{Cl}$ et $\text{C}^6\text{H}^5.\text{CH}^2\text{OH}$ avaient un poids moléculaire très élevé; environ 16 à 18 molécules. Toutes ces résines, soumises à l'action de chlorure d'aluminium en présence de benzène, fournissent du diphenylméthane. Tous les alcools primaires aromatiques fournissent des résines analogues par déshydratation sulfurique; il en est de même des alcools secondaires. Les alcools tertiaires ne réagissent pas. — M. Wyruboff, en son nom et en celui de M. Verneuil, communique le résultat de leurs études sur les oxydes du groupe du cérium. La *Revue* en a donné un résumé dans son numéro du 16 juillet (page 194).

Séance du 9 Juin 1899.

M. Léger a repris l'étude des diverses aloïnes; il a constaté que, si l'on fait abstraction de la nataloïne, les aloïnes ne renferment que deux aloïnes; la barbaloïne $\text{C}^6\text{H}^5\text{O}^7$ et un corps nouveau qu'il désigne sous le nom d'isobarbaloïne. Il a préparé quelques dérivés de ces deux aloïnes. Il a reconnu, en outre, que l'aloïne de Natal renferme, outre la nataloïne $\text{C}^6\text{H}^5\text{O}^7$, un homologue inférieur de ce corps; l'homonataloïne $\text{C}^5\text{H}^6\text{O}^7$. — M. Blaise, en son nom et en celui de M. Blanc, communique le résultat de leurs recherches sur l'amine isolauronolique et homocampholénique.

Séance du 23 Juin 1899.

M. Job communique les résultats qu'il a obtenus en étudiant les solutions des sels de cérium dans le carbonate de potassium. Il a séparé un carbonate double de potassium et de peroxyde de cérium dont la formule analytique est :



M. H. Moissan, après avoir rappelé les expériences de M. Dewar sur ce sujet, présente une note de M. Dorémus sur la combustion du diamant, chauffé au préalable, dans l'oxygène et dans le protoxyde d'azote liquides. — M. Auger a obtenu, avec les acides bromopropionique, bromobutyrique, bromo-isovalérique et bromoheptylique, les nitroéthers correspondants. Il a constaté que lorsque, dans l'acide bromé, le brome est relié à un carbone tertiaire, il se forme un pseudonitrol; ainsi, l'acide isobutyrique bromé et l'acide valérique actif bromé ont fourni les deux pseudonitrols correspondants. — M. Marquis étudie le benzoylfurfurane, qu'il a préparé par l'action du chlorure de pyromucyle sur le benzène en présence du chlorure d'aluminium liquide, Eb. 135° sous 43 mm., $d=1,183$ à 19°. L'oxime fond à 137°. — La réduction de cette oxime donne une base liquide, Eb. 144-145° sous 17 mm. L'action de l'anhydride acétique sur l'oxime donne deux dérivés acétylés, f. à 67-69° et 109°. L'étude de ces différents corps est continuée. — M. Pouret a étudié la cryoscopie des beurres et des margarines; il a trouvé un poids moléculaire à peu près constant, qui est pour les beurres de 640 et pour les margarines de 840. L'auteur pense qu'en présence d'une telle différence, la cryoscopie peut donner des indications précieuses sur la nature d'un beurre. — M. Labbé a repris les expériences faites par M. Tiemann sur les précipitations comparées, en solution bisulfite, des deux aldéhydes citral et citronnellal, par une liqueur barytique. La quantité de citral précipité est, après 2 minutes, de 18 % environ du poids total. Au bout du même temps, 85-86 % du citronnellal sont précipités. Les quantités de citral précipitées, d'après M. Tiemann, lorsque sa solution sulfite provient d'une extraction directe de l'essence de lemon-grass, sont, du reste, du même ordre de grandeur que celles qui avaient été indiquées par M. Labbé. Dans ce dernier cas, le citral régénéré du précipité bisulfite barytique ne fournit pas un acide citryl- β -naphthocinchoninique à point de fusion net. — M. Labbé, à propos du récent mémoire de M. Tiemann (*Ber.*, t. 32, p. 823), dit qu'il a aussi observé la présence, dans le citronnellal commercial, d'un alcool cyclique secondaire. Poursuivant ses recherches sur l'origine de cet alcool, il ne l'a pas isolé des essences naturelles fraîches. Mais en prenant du citronnellal pur, bouillant à 112°, 5-114°, 5 sous 24 mm., il a constaté qu'il se transformait, sous l'influence du temps, et en proportion très notable, en un dérivé alcoolique bouillant à 203-207° sous la pression ordinaire. L'oxydation de ce produit par le mélange chromique fournit une cétone dont la semi-carbazone fond à 171-172°. L'alcool secondaire qui se forme dans ces conditions est donc de l'isopulégol.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1^o SCIENCES PHYSIQUES.

J.-A. Harker et P. Chappuis : Comparaison des thermomètres à fil de platine et des thermomètres à gaz. — On sait qu'en 1886 le Professeur Callendar a fait connaître une nouvelle méthode de mesure des températures, basée sur la détermination de la résistance électrique d'un fil de platine. Cette méthode est générale et peut donner des résultats constants et exacts pour une longue échelle de températures.

Si R_0 est la résistance de la spirale de platine d'un thermomètre à 0°, et R_1 sa résistance à 100°, on peut

établir, pour ce fil particulier, une échelle de températures, appelée échelle des températures du platine, et telle que si R est la résistance à une température quelconque T , cette température sur l'échelle du platine sera $\frac{R}{R_1 - R_0} \times 100$. Cette quantité est désignée par le symbole pt ; sa valeur dépend de l'échantillon de platine choisi.

Pour ramener à l'échelle ordinaire les indications d'un thermomètre à fil de platine, il est nécessaire de connaître la loi qui relie T et pt . Ces quantités sont, il est vrai, égales à 0° et à 100°, mais la courbe qui exprime leurs relations entre ces températures extrêmes doit être déterminée par l'expérience.

Callendar a établi, pour un fil particulier, la relation :

$$d = T - pt = \delta \left[\left(\frac{T}{100} \right)^2 - \frac{T}{100} \right],$$

qui se vérifie de 0° à 600°, T étant mesuré au thermomètre à air à pression constante.

D'autres expériences de Callendar et Griffiths ont montré que cette expression se vérifie pour tous les fils de platine suffisamment purs. Ils ont proposé de déterminer la valeur de la constante δ en prenant la résistance des thermomètres dans la vapeur du soufre. Cette température a été déterminée soigneusement avec le thermomètre à air, sous la pression de 760 millimètres; elle est de 444°53.

En 1897, le Comité de l'Observatoire de Kew se proposa de comparer les thermomètres de platine qu'il utilisait avec les thermomètres étalons du Bureau international des Poids et Mesures.

Ces comparaisons se divisent en plusieurs groupes. Dans une première série, les thermomètres à fil de platine furent comparés avec les premiers thermomètres-étalons à mercure entre -23° et +80°. Au-dessus de 80°, les thermomètres à mercure furent remplacés par des thermomètres à gaz; la comparaison fut faite entre 80° et 200° degrés dans un bain d'huile en agitation. Au-dessus de 200°, on substitua au bain d'huile un bain de nitrates de potasse et de soude, qui permit de pousser la comparaison jusqu'à 460° pour deux thermomètres et 390° pour un troisième.

Au moyen des thermomètres de platine, les auteurs ont fait une nouvelle détermination du point d'ébullition du soufre à l'échelle de l'azote. La moyenne des observations a été de 445°27, valeur qui diffère seulement de 0°,7 de celle trouvée par Callendar et Griffiths à l'échelle du thermomètre à air.

En adoptant la formule parabolique pour la réduction des températures de l'échelle de platine, et en prenant pour δ la valeur qui se déduit de la nouvelle détermination du point d'ébullition du soufre, on trouve qu'au-dessous de 100° les différences entre les valeurs du thermomètre à fil de platine et de celui à azote sont excessivement faibles, et que, même aux hautes températures, elles ne dépassent pas quelques centièmes de degré.

R. T. Günther et J. J. Manley : Les eaux du lac salé d'Urmiah. — En juin 1897, l'un des auteurs fut chargé, par la Société Royale, d'aller étudier la faune et la flore du grand lac salé d'Urmiah. Les changements extraordinaires que le niveau des eaux de ce lac a éprouvés et éprouve encore aujourd'hui, avaient montré le grand intérêt d'un examen périodique de la nature de ses eaux. D'autre part, si, comme l'ont prouvé Schmanekewitsch, Morgan, Loeb, Vernon, tout changement de salinité des eaux d'un lac est accompagné d'une variation rapide et correspondante de la structure anatomique des représentants de sa faune halophile, là encore la détermination des changements de la composition a une grande importance.

Le lac Urmiah a une superficie de plus de 2.000 kilomètres carrés; pour une aussi grande surface, sa profondeur est très faible : les sondages les plus profonds n'ont pas excédé 12 mètres, et la profondeur moyenne

est probablement de 6 mètres seulement. La température d'un volume d'eau si étendu et si mince doit varier considérablement avec les saisons. Au mois de juillet, elle variait de 25° à 27° C. à la surface, et elle était de 25° à 7^m,3 de profondeur.

Deux bouteilles d'eau du lac ont été apportées en Europe pour être soumises à un examen détaillé. Les deux échantillons (A et B) ont été recueillis, le 16 septembre 1898, aux pieds du Bezaou Daghi, sur la côte ouest du lac.

Examen physique. — La densité des deux échantillons a été déterminée par la méthode de Sprengel; elle a donné les résultats suivants :

	A	B
Densité à 15° C.	1,11338	1,11389
Densité à 0°3 C.	1,11891	1,11945
Différence	0,00553	0,00556

Les indices de réfraction ont été mesurés au moyen d'un prisme de quartz et d'un spectromètre, à une température de 12°2 C.

μ =	A	B
	1,36110	1,36122

Enfin, les points d'ébullition des deux échantillons ont été déterminés avec des précautions spéciales pour éviter la concentration pendant l'ébullition :

Point d'ébullition sous la pression normale	A	B
	103°84 C.	104°88 C.

Les résultats concordent bien pour les deux échantillons; tout au plus peut-on admettre que l'échantillon B s'est un peu plus concentré que A pendant le voyage.

Analyse chimique. — Elle a été faite par la méthode de Dittmar. Le calcium a été précipité à l'état d'oxalate, filtré, lavé et pesé à l'état d'oxyde. La magnésie a été précipitée par le phosphate de soude. La potasse a été précipitée du mélange des sulfates par le chlorure de platine. Enfin, la soude a été évaluée par différence entre le poids total des sulfates et le poids des sulfates des autres métaux. Voici la quantité de composés minéraux existant dans 100 grammes d'eau :

	A	B
CaO	0,0603	0,0706
MgO	0,6265	0,6266
K ² O	0,1394	0,1402
Na ² O	6,788	6,814
Cl	8,496	8,536
SO ³	0,6205	0,6312
	16,7307	16,8186
A déduire l'oxygène équivalent au chlore	1,9167	1,9278
Sels totaux dans 100 gr. d'eau.	14,814	14,893

On déduit de là la composition approximative suivante de 100 parties de sels :

	A	B	
		a	b
NaCl	86,332	86,203	86,203
MgCl ²	6,661	6,816	6,816
MgSO ⁴	4,214	4,450	3,915
CaSO ⁴	0,988	1,151	1,151
K ² SO ⁴	1,741	1,741	1,741
	99,933	100,061	99,026

La composition *Ba* a été obtenue en calculant Mg SO⁴ d'après l'acide sulfurique restant, et *Bb* d'après le magnésium restant.

Aucune trace d'acide carbonique combiné n'a été trouvée dans l'eau du lac Urmiah, malgré la présence de roches et de galets calcaires sur ses rives; il est vrai qu'il n'existe pas de base libre à laquelle il puisse se combiner; par contre, on y a reconnu des traces d'acide carbonique dissous :

CO ² en solution %/a	A	B
	0,028	0,017

Ni l'iode, ni le brome n'ont pu être décelés dans la faible quantité d'eau analysée; le spectroscope a montré l'existence d'une trace de baryum.

Frank Clowes : Sur le dépôt de sulfate de baryum comme ciment des grès. — Il y a quelques années, l'auteur découvrait un grès particulier, très répandu à Bramcote et à Stapleford, dans les environs de Nottingham. Ce grès était remarquable par sa forte densité; l'analyse chimique, aidée de l'examen microscopique, prouva que ce poids spécifique élevé provenait de la présence, dans le grès, d'une assez grande proportion de sulfate de baryum bien cristallisé. La proportion de ce corps variait de 33,3 à 50,1 %, et c'était là évidemment le ciment qui servait à lier les grains de sable.

A l'examen minéralogique de morceaux brisés, on trouva que les petites écailles de clivage présentaient les caractères optiques du sulfate de baryum cristallisé. Ce sulfate de baryum se trouve distribué en masses cristallines irrégulières, qui entourent les grains de sable. Dans certaines parties de la roche, le sulfate se présente en veines réticulées, englobant de petites masses de grains de sable plus ou moins liés; dans d'autres parties, le sulfate forme des masses sphériques ou ovales, entre lesquelles du sable libre est répandu; plus rarement le sulfate est uniformément distribué.

L'apparence présentée par les parties de la roche exposées à l'air varie suivant le mode de distribution du sulfate de baryum. Quand il est uniformément réparti, il constitue une protection presque complète contre les intempéries; la disposition réticulée produit une surface rongée et sillonnée, de laquelle dépassent seulement les veines de sulfate; enfin, lorsque le sulfate se présente en masses ovales ou sphériques, celles-ci ressortent sous forme de cailloux aussitôt que le sable qui les séparait a été enlevé par les agents atmosphériques.

M. Bedson a observé que le chlorure de baryum se trouvait présent, dans la proportion de 137,2 parties sur 100.000 dans les eaux des houillères du Durham, et que le sulfate ferreux et l'acide sulfurique, provenant des pyrites de fer qui se trouvent dans les lits de charbon, provoquaient fréquemment la précipitation du baryum de ces eaux sous forme de sulfate. M. F. Clowes émit l'hypothèse que le sulfate de chaux présent dans les eaux du district de Nottingham produirait de la même façon le dépôt de sulfate de baryum dans les eaux chargées de chlorure de baryum. Mais l'existence du baryum n'avait pu être mise en évidence à Nottingham.

Or, au commencement de cette année, M. J. White, en forant un puits artésien à Ilkeston (village voisin des gisements de grès de Bramcote et de Stapleford), a trouvé, dans les eaux jaillissantes, du chlorure de baryum dans la proportion de 40,7 parties pour 100.000. Comme cette substance semble être un constituant normal de l'eau, on peut raisonnablement supposer que des sels solubles de baryum se trouvent dans tout le district, et qu'ils ont été l'origine des dépôts de sulfate de baryum dans les couches de sable originelles.

Depuis lors, l'auteur a examiné un grand nombre de grès provenant des mêmes couches que ceux de Bramcote afin de déterminer si la présence du baryum était la caractéristique de tous les grès de cette époque géologique. Le résultat a été négatif. Il faut donc admettre que l'existence du sulfate de baryum dans les grès de Bramcote et de Stapleford est due à l'action de causes purement locales.

Ces causes locales peuvent, d'ailleurs, se retrouver dans d'autres endroits. C'est ainsi que MM. J. Lomas et C. C. More ont reconnu que le sulfate de baryum cristallisé existait dans les grès triasiques de Prenton et de Badston, en proportions variant de 12,4 à 33,8 %. Le sulfate est incolore et bien cristallisé; il adhère si bien aux grains de sable qu'il a dû être déposé *in situ* aussitôt après.

2° SCIENCES NATURELLES.

F. O. Bower : Etudes sur la Morphologie des plantes sporifères. IV. Les Fongères leptosporangées. — Les caractères employés pour les classifica-

tions courantes des Fougères ont besoin d'être renforcés. En ces dernières années, la connaissance plus détaillée du prothalle a été utilisée dans ce but, mais l'auteur considère le développement végétatif du prothalle comme un guide incertain pour une classification générale. D'autre part, l'archéogone est si uniforme qu'il n'apporte que peu de secours, et la comparaison des anthéridies n'est pas suffisante pour le détail. L'auteur, dans son mémoire, a cherché à renforcer les caractères tirés de l'étude des sores, et il a employé, pour sa classification, certains d'entre eux qui avaient jusqu'à présent été méconnus; ce sont : 1° l'époque relative d'apparition des sporanges dans la même sore; 2° certains détails de structure du sporange, y compris son pédoncule; 3° l'orientation des sporanges relativement à la sore entière; 4° la productivité potentielle du sporange déduite de ses cellules sporifères et de sa production de spores.

L'observation de ces caractères chez la plupart des genres vivants a conduit l'auteur à diviser ainsi les Fougères homosporées :

Simplices. . .	{ Marattiacées. Osmundacées. Schizæacées. Gleicheniacées. Matoninées. Loxosomacées. Hyménophyllacées. Cyathacées. Dicksoniées. Denostedtiinées. Toutes les Polypodiacées	Eusporangiées.				
			Gradées. . .	Leptosporangées.		
					Mixtes . . .	

Ces divisions sont basées d'abord sur l'ordre d'apparition des sporanges dans la sore, les Simples ayant tous les sporanges formés simultanément, les Gradées les ayant disposés en succession basipétale, et les Mixtes ayant des sporanges de différents âges mêlés. D'autres caractères importants sont parallèles à ces derniers : les Simples et les Gradées ont un anneau oblique, les Mixtes un anneau vertical. Aucune de ces dernières ne produit plus de soixante-quatre spores par sporange, tandis que les Gradées en ont beaucoup plus et que les Simples en ont une très grande quantité. Les Simples et les Gradées ont des tiges relativement courtes et épaisses, les Mixtes des tiges longues et minces. L'orientation des sporanges dans les Simples et les Gradées est généralement définie; chez les Mixtes, elle est indéfinie. La somme de ces caractères paraît donner une base substantielle à la classification.

Une vérification très importante de cette classification dérive de la comparaison des anthéridies, que Heim considérait comme le caractère le plus sûr pour les comparaisons. Il en a distingué deux types, d'après leur mode de déhiscence; or, l'un de ces types comprend, à l'exception de deux genres de Schizæacées, toutes les Simples et les Gradées, tandis que l'autre comprend les Mixtes.

F. W. Mott, F. R. S., et W. D. Halliburton, F. R. S. : L'action physiologique de la choline et de la neurine. — Le liquide cérébro-spinal qu'on retire dans les cas d'atrophie du cerveau, spécialement les cas de paralysie générale chez les aliénés, produit, lorsqu'il est injecté dans la circulation d'animaux anesthésiés (chiens, chats, lapins), une chute de la pression artérielle, avec peu ou point d'effet sur la respiration. Ce liquide pathologique est plus riche en matières protéïdes que le liquide normal; parmi les protéïdes, il se trouve un nucléo-protéïde. Mais la chute de la pression sanguine n'est pas due à ce dernier, non plus qu'à un corps inorganique; elle est provoquée par une substance organique soluble dans l'alcool, précipitable par l'acide phosphotungstique, et qui peut être identifiée à la choline.

Le nucléo-protéïde et la choline proviennent, sans aucun doute, de la désintégration des tissus du cerveau, et leur présence fait supposer que quelques-uns des symptômes de la paralysie générale sont dus à une

auto-intoxication; ces substances doivent passer dans le sang, car le liquide cérébro-spinal fonctionne comme le lympho du système nerveux central. Les auteurs ont, en effet, retrouvé la choline dans le sang retiré des veines de ces malades pendant les attaques convulsives.

Le fluide cérébro-spinal normal ne contient ni nucléo-protéïde, ni choline, ou, du moins, si ces substances sont présentes, elles sont en trop petite quantité pour être déterminées. Le liquide normal, ni le sang normal, ne produisent, d'ailleurs, d'effet sur la pression artérielle.

La présence de la choline dans les liquides pathologiques n'explique pas tous les symptômes de la paralysie générale; elle ne rend pas compte des convulsions. Mais sa présence est le signe d'une forte désintégration des tissus cérébraux; il peut se former là d'autres substances toxiques, lesquelles sont encore à découvrir.

Les auteurs ont cependant jugé utile de déterminer expérimentalement avec précision l'action physiologique de la choline, et celle d'un alcaloïde voisin, la neurine.

Choline. — Les doses employées variaient de 1 à 10 cc. d'une solution à 0, 2 % soit de choline, soit de son chlorhydrate; elles étaient injectées dans les veines. La chute de la pression sanguine est due, en quelque mesure, à l'action sur le cœur, mais surtout à la dilatation des vaisseaux périphériques, spécialement dans la région intestinale. Les membres et les reins diminuent un peu de volume; la rate se contracte d'abord fortement, puis se dilate. La modification des vaisseaux splanchniques est due à l'action de la base sur le mécanisme neuro-musculaire des vaisseaux eux-mêmes; car, après que l'influence du système nerveux central a été abolie par la section de la corde spinale ou des nerfs splanchniques, la choline produit toujours la chute typique de pression. L'action des ganglions périphériques doit être exclue également.

Les auteurs n'ont obtenu aucune preuve de l'action directe de la choline sur les vaisseaux cérébraux. La choline a peu ou point d'effet sur les troncs nerveux, comme le montre leur réponse à l'excitation électrique. La choline n'a pas d'effet sur la respiration.

L'action de la choline disparaît bientôt et la pression sanguine redevient normale. Cela est dû d'abord à la grande dilution de la substance injectée dans le volume total du sang, puis probablement à son excretion ou à sa décomposition en substances plus simples. On ne retrouve pas de choline dans l'urine.

Si l'animal a été préalablement anesthésié avec un mélange de morphine et d'atropine, la choline produit une élévation de la pression artérielle. Les autres anesthésiques n'ont pas d'action semblable. Ce fait est très important, car il montre comment l'action d'un poison peut être modifiée par la présence d'un autre. Cela présente une certaine relation avec la paralysie générale; la tension artérielle, dans cette maladie, est généralement élevée, et non basse, comme cela devrait être si la choline était le seul toxique à l'œuvre.

Neurine. — Les doses employées ont varié de 1 à 5 centimètres cubes d'une solution à 0,1 %.

La neurine produit une chute de la pression artérielle, suivie d'une élévation marquée, se terminant par un abaissement jusqu'à la pression normale. Quelquefois, surtout avec les faibles doses, la chute préliminaire manque; d'autres fois, surtout avec les fortes doses, qui affectent profondément le cœur, l'élévation fait défaut.

L'effet de la neurine est beaucoup plus prononcé que celui de la choline. La lenteur et l'affaiblissement du cœur, combinés dans quelques cas avec une dilatation des vaisseaux périphériques, sont la cause de la première chute de pression. L'élévation subséquente est due à la constriction des vaisseaux périphériques.

La neurine conserve ses mêmes effets après abolition de l'influence du système nerveux central. Mais,

après que l'influence des ganglions périphériques a été abolie par la nicotine, la neurine ne produit plus qu'une chute de pression sanguine. La constriction des vaisseaux provient donc de l'action de la neurine sur les ganglions.

Chez les animaux anesthésiés par la morphine et l'atropine, l'injection de neurine produit seulement une élévation de la pression sanguine, due à la constriction des vaisseaux périphériques.

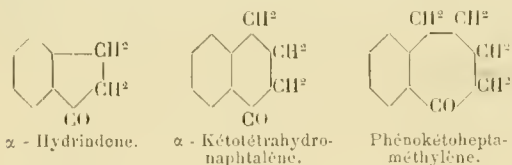
La neurine est très toxique pour les troncs nerveux. Elle produit un effet marqué sur la respiration. Celle-ci augmente d'abord beaucoup, mais, pour chaque dose successive, l'effet est moindre; la respiration finit par diminuer et même cesser; l'animal ne peut être maintenu en vie que par la respiration artificielle. L'augmentation des mouvements respiratoires ne dépend pas de l'élévation de pression sanguine, les deux phénomènes n'étant généralement pas synchroniques.

Les auteurs ont vérifié que, conformément à l'opinion de Cervello, la neurine agit comme le curare sur les extrémités nerveuses des muscles volontaires; c'est ainsi qu'elle produit la cessation de la respiration.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

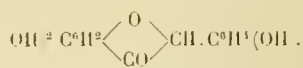
Séance du 13 Juin 1899 (suite).

M. F. Stanley Kipping et M^{lle} I. Hall ont préparé, par l'action du chlorure d'aluminium sur le chlorure phénylvalérique, une cétone qui est probablement le phénokétoheptaméthylène, produit par une condensation intra-moléculaire analogue à celle qui donne naissance à l' α -hydrindone et à l' α -kétotétrahydronaphtalène, comme le montrent les formules suivantes :



MM. F. Stanley Kipping et Lorenzo L. Lloyd ont préparé une série de dérivés organiques du silicium. Dans la préparation du silicium-tétraphényle, on obtient comme produit accessoire du triphénylsilicéol $(C^6H^5)_3Si.OH$, cristallisable, fondant à 148°. Dissous dans l'acide acétique et chauffé avec un peu d'acide nitrique, il donne l'éther du triphénylsilicéyle $(C^6H^5)_3SiOSi(C^6H^5)_3$, fondant à 224°. — M. Meyer Wilderman a étudié la vitesse des réactions avant l'équilibre complet. Il a expérimenté sur la solidification de liquides ou de solutions en surfusion, sur la séparation de solides de solutions sursaturées, etc. Il a reconnu que la vitesse de réaction est directement proportionnelle à l'éloignement de l'état d'équilibre, à la surface de

contact des deux parties réagissantes du système hétérogène et à une constante d'instabilité K. Quand un système, en état de surfusion ou de sursaturation, dépasse une certaine limite indiquée par K, il doit spontanément cristalliser. — M. A. Wynter Blyth a étudié le spectre d'absorption ultra-violette de l'albumine d'œuf, du sérum, de l'albumine, de la légumine, de la caséine, de l'albumose de Schrotter, de certaines toxalbumines et de la tyrosine. La bande d'absorption de l'albumine ordinaire est identique à celle de la tyrosine; la gélatine, l'albumose de Schrotter et certains autres albuminoïdes ne présentent pas cette bande; la tyrosine doit en être absente. — MM. A. G. Perkin et F. G. Newbury ont trouvé dans le *Genista tinctoria* (genêt des teintures) deux matières colorantes, l'une identique avec la lutéoline de la gaude (*Heseda luteola*), l'autre nouvelle, la genistéine. Elle forme des aiguilles incolores, de formule $C^{14}H^{10}O^3$; fondue avec les alcalis, elle donne du phloroglucinol et un acide $C^8H^6O^3$, qui paraît être l'acide parahydroxyphénylacétique. Les auteurs donnent provisoirement à la genistéine la constitution d'une trihydroxyphénylkétocumarane :



— M. Henry E. Armstrong étudie les lois qui commandent la substitution chez les composés à noyau benzénique. Il cherche à démontrer le point de vue suivant : Dans les composés qui forment ordinairement des méta-di-dérivés, le radical AzO^2 , CO^2H , etc. est non seulement dénué d'attraction ou du pouvoir d'orientation ortho-para, mais il exerce même une influence inhibitrice sur ces positions; aussi, lorsque les deux éléments d'un agent de substitution entrent en positions 3 et 4 dans le noyau du benzène, la séparation a lieu en 4 plutôt qu'en 3, et le méta-dérivé devient le produit principal. Dans les amines primaires et secondaires du groupe du benzène et les phénols, l'azote et l'oxygène présentent respectivement cette force attractive et ce pouvoir d'orientation, et ils donnent lieu à la formation de composés ortho ou para. Ainsi, lorsque l'acétanilide est soumise à l'action d'agents sulfonants, elle donne d'abord de l'acide acétylsulfanique, qui se transforme rapidement en acide ortho ou para-sulfonique, suivant les conditions; il ne se produit que des traces d'acide métasulfonique. Mais si l'on détruit le pouvoir d'orientation ou la force attractive de l'azote ou opérant sur la bromacétaniline ou l'acétoluine (ortho ou para), on obtient un acide dans lequel le groupe sulfonique est en position méta.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Edward Frankland. — La science a fait, dans le mois qui vient de s'écouler, deux pertes considérables en la personne de Bunsen, auquel nous consacrons plus loin une notice, et de Frankland, un des doyens des chimistes anglais, décédé le 9 août, au cours d'un voyage en Norvège, où il aimait à aller se reposer tous les étés.

Sir Edward Frankland était né à Churchtown, dans le comté de Lancaster, le 18 janvier 1823. Il fit ses premières études au collège de Lancaster, les continua à Londres et alla les compléter en Allemagne, où il travailla successivement dans les laboratoires de Bunsen et de Liebig, à Marburg et à Giessen. De retour en Angleterre, il fut bientôt nommé professeur de Chimie à Owens College Manchester, où il resta de 1851 à 1858, époque à laquelle il fut appelé à Londres pour diriger le Laboratoire de Chimie de Saint-Bartholomew's Hospital. En 1863, il entra dans la chaire fullérienne de Chimie à la Royal Institution, et enfin, en 1865, il remplaça Hofmann au Collège de Chimie. Il conserva cette dernière chaire lorsqu'elle fut transportée successivement à l'École des Sciences, puis à l'École royale des Mines, et il ne la quitta qu'en 1883 pour prendre sa retraite.

L'œuvre principale de Frankland se place dans les années qui vont de 1848 à 1868. Depuis 1840, les travaux de Liebig et de Dumas sur la nature des composés organiques du carbone avaient attiré l'attention de tout le monde des chimistes, dont les efforts se dirigèrent principalement vers le problème de l'isolement des radicaux composés que ces corps étaient supposés contenir sous forme d'oxyde, d'hydrate, de chlorure, etc. Le radical de l'alcool ordinaire fut l'un des premiers objets de l'activité des chercheurs; Frankland, entre autres, se consacra entièrement à son étude. Il réussit, en 1848, à isoler une substance à laquelle il donna, ainsi que tous les chimistes de l'époque, le nom d'*éthyle*, dans la pensée que c'était réellement le radical dont l'alcool ordinaire est l'hydrate, et l'éther commun l'oxyde, et qui est présent, comme base caractéristique, dans les nombreux éthers de cet alcool.

Quoique, en réalité, une erreur fût impliquée dans cette assertion, la méthode expérimentale employée conduisit à la découverte d'une remarquable série de composés, connus sous le nom d'organo-métalliques, et à la reconnaissance du fait que les métaux et les métalloïdes peuvent s'unir avec des nombres variables de radicaux alcooliques, d'atomes d'halogènes ou d'oxygène. L'établissement de cette variabilité de « capacité combinatoire » et le fait que chaque atome élémentaire possède une capacité maximum au delà de laquelle son pouvoir de se combiner ne peut plus s'étendre, ont servi de base à la doctrine moderne de la valence et à toutes celles qui en ont été la conséquence, comme la théorie de Kekulé sur la structure des composés organiques.

A côté de ces travaux, qui forment la partie la plus importante de l'œuvre de Frankland, il faut signaler ses recherches relatives à la combustion des gaz et à l'influence de la pression sur la luminosité des flammes. Il s'est également occupé un peu de Biologie et de Météorologie.

Enfin, Frankland est connu par ses études sur les eaux d'alimentation. Nommé en 1863 membre de la « Commission Royale pour l'étude de la pollution des rivières et de l'alimentation des eaux domestiques », il n'a jamais cessé de s'occuper de ces importants sujets, et il avait acquis une grande autorité dans la question de l'examen chimique des eaux. Pendant plus de trente ans, il a été responsable de la qualité des eaux qui servent à l'alimentation de la ville de Londres, et c'est peut-être plus pour les services qu'il a rendus dans cette fonction que pour la valeur de son œuvre chimique que la reine lui conféra, en 1897, le titre de chevalier.

Les honneurs n'avaient d'ailleurs pas manqué à Frankland. Membre de la Société Royale de Londres depuis 1853, il en a été pendant les cinq dernières années le secrétaire pour l'étranger; en 1894, il en avait reçu la médaille Copley. Il fut président de la Société chimique de Londres en 1871. Il était aussi Associé étranger de l'Académie des Sciences de Paris et correspondant d'un grand nombre d'autres associations savantes.

Robert Wilhelm Bunsen. — Le 16 août s'éteignit à Heidelberg l'un des plus illustres savants de notre époque. Bunsen. Il était né le 31 mars 1811 à Göttingue. Il fit ses études à l'Université de sa ville natale, et alla les compléter à Paris, à Berlin et à Vienne. De retour à Göttingue en 1833, il y fut nommé professeur de Chimie, mais il en repartit trois ans plus tard pour aller enseigner la Chimie et la Technologie, du haut de la chaire qu'avait occupée Woebler, à l'École Polytechnique de Kassel. L'année 1838 le vit arriver à Marburg comme professeur ordinaire; il y resta, de 1841 à 1851, comme professeur ordinaire et directeur de l'Institut chimique. Enfin, après un court séjour à Breslau, Bunsen accepta une chaire en 1852 à Heidelberg, où il se fixa définitivement et fit école. Il se retira en 1889, à l'âge de soixante dix-huit ans.

L'œuvre de Bunsen est considérable; nous ne pouvons que la résumer brièvement. Ses premières recherches sont relatives aux composés organiques de l'arsenic, en particulier à la série du cacodyle. Puis il s'occupa de l'étude des gaz, de leur absorption, de leur diffusion, de leur combustibilité; on connait sa méthode pour la mesure des densités des gaz d'après leur degré de diffusibilité; il a, en même temps, perfectionné au plus

lui le fait suivant, à propos de la découverte du césium. Pour préparer les sels de ce métal, il avait fait évaporer plusieurs tonnes d'eau minérale de Dürkheim, mais, du résidu, il ne put guère retirer que 5 à 6 grammes de chlorure de césium. Malgré cela, il réussit, avec cette quantité relativement faible, non seulement à préparer et à analyser tous les sels importants du césium, mais encore à déterminer leur forme cristalline exacte par des mesures goniométriques. Il put ainsi obtenir toutes les données nécessaires pour fixer la position du nouvel élément et il établit ses relations avec le potassium et le sodium.

Bunsen a été, d'autre part, un de ceux dont le désir d'éclaircir les secrets de la nature ne fut pas mêlé à l'espoir de tirer profit de l'application de ses découvertes. Il répétait souvent : « A l'un appartient le devoir de la découverte, à un autre celui de l'appliquer aux besoins de la vie pratique. » Il refusa toujours de s'éloigner de la voie de la recherche scientifique pure, et, quoique trop clairvoyant pour méconnaître l'importance des applications scientifiques à la vie de tous les jours, il jugea qu'il devait se consacrer entièrement à une œuvre plus haute et plus noble, celle de reculer constamment les limites de la science.

Tableau I. — Influence de la corrosion sur les tubes en fer et en acier au nickel.

MATÉRIEL	POIDS primitif	DURÉE DES IMMERSIONS SUCCESSIVES									PERTE totale de poids en 533 h.
		21 h.	64 h.	44 h.	92 h.	168 h.	72 h.	24 h.	24 h.	24 h.	
		POIDS EN GRAMMES									
	gr.										grammes
Acier au nickel	190	190	189	189	188	186	186	185	185	185	5
Fonte	186	184	173	166	140	101	98	94	91	88	98
Acier au nickel	188	188	187	187	186	183	182	181	181	181	7
Fonte	188	187	173	162	137	112	95	92	90	88	100

haut les moyens de mesure et d'analyse des gaz, en créant pour cela des appareils nouveaux. En même temps, il faisait progresser les méthodes de l'analyse volumétrique.

Bunsen est encore connu par ses études sur la photochimie, sur l'affinité chimique, sur les décompositions chimiques, en particulier celle de la poudre à canon, sur l'influence de la pression sur la fusion. Il s'est consacré particulièrement aux applications de l'électricité à la chimie; le premier, il prépara le magnésium par la voie électrolytique, et il fit connaître l'application de ce métal à l'éclairage. Il produisit aussi le chrome par la voie galvanique. Il a aussi inventé la pile et le brûleur qui portent son nom.

Mais la découverte qui a surtout illustré Bunsen, c'est celle de l'analyse spectrale, faite en commun avec Kirchhoff en 1860. Fraunhofer et Masson avaient constaté l'existence de raies caractéristiques dans le spectre de divers corps; Bunsen et Kirchhoff rendirent la détermination des raies plus facile en faisant tomber l'image spectrale sur l'image d'une échelle divisée de position invariable. Ils utilisèrent comme miroir la face du prisme tournée vers l'observateur. Enfin, après beaucoup d'études et d'essais, ils nous ont donné le merveilleux instrument que l'on connaît, et qui nous a dévoilé la nature de tous les astres qui nous enloutent.

Un des premiers résultats de l'emploi de l'analyse spectrale fut la découverte, par Bunsen, de deux corps simples nouveaux, le césium et le rubidium. Les procédés mis en œuvre ont servi de modèle à tous les expérimentateurs qui ont suivi cette voie.

Quelques points ressortent de l'étude de la carrière de Bunsen. Ce n'était pas seulement un maître de la pensée; c'était un manipulateur de premier ordre. On cite de

Bunsen joignit à sa grande science les plus belles qualités du caractère. Aussi l'un des plus éminents chimistes actuels, qui fut son élève, Sir Henry Roscoe, a-t-il pu rendre de lui ce témoignage : « Comme savant, il était grand; comme professeur, il était plus grand encore; mais comme homme et comme ami, il était le plus grand. »

§ 2. — Mécanique

L'emploi de l'acier au nickel pour les tubes de chaudière. — A la dernière réunion de l'*Institution of Naval Architects*, tenue à Newcastle-on-Tyne, à la fin de juillet, M. A. F. Yarrow a lu un important mémoire sur l'emploi de l'acier au nickel pour les tubes de chaudière.

Les essais signalés par l'auteur ont eu pour but de comparer la façon dont se comportent, dans une chaudière, des tubes en acier à 20 ou 25 % de nickel et des tubes ordinaires en fonte soumis aux conditions les plus défavorables. On sait que les altérations auxquelles sont généralement soumis les tubes proviennent, soit des acides gras contenus dans l'eau, soit de la surchauffe et de l'oxydation des parois extérieures, soit enfin de la force brisante de la vapeur surchauffée sur les parois intérieures.

Les deux sortes de tubes ont été soumises d'abord à des essais de corrosion; on employait pour cela un mélange de deux parties d'eau et d'une partie d'acide chlorhydrique. Le tableau I indique les résultats obtenus. La durée des divers essais a varié de 21 à 168 heures; elle a été, en tout, de 533 heures. Dans le premier essai, le tube d'acier au nickel a perdu 5 grammes, soit 2,63 %; le tube de fer a perdu 98 grammes, soit 52,68 %. Dans

le deuxième essai, les pertes ont été respectivement de 3,72 et 33,19 %. En résumé, la perte pour les tubes de fer a été en moyenne 16 à 2 fois plus grande que pour les tubes d'acier au nickel. Quoique l'action de l'acide chlorhydrique dilué ne corresponde pas à celle des acides qui se trouvent dans l'eau des chaudières, on peut néanmoins tirer de ces essais des conclusions dignes de considération.

Ensuite, on a procédé à des essais de chauffe. Les deux tubes ont été placés côte à côte dans un petit fourneau en terre réfractaire et soumis au même échauffement. Le tube d'acier au nickel pesait primitivement 192 grammes, celui de fer 183 grammes. La plus grande perte de poids après le chauffage jusqu'à l'incandescence fut de 47 grammes, soit 27,47 %, pour le premier, et de 145 gr., soit 78,37 %, pour le second. Dans un deuxième essai, les pertes furent respectivement de 27,66 et 76,06 %; elles sont donc, en moyenne, 2 à 2 fois plus grandes pour le fer que pour l'acier au nickel.

Les résultats ci-dessus ont été obtenus par Sir John Durston, qui a étudié ensuite l'influence de la vapeur surchauffée sur la paroi extérieure des tubes. L'essai a été fait dans un petit four rectangulaire en terre réfrac-

En résumé, l'acier au nickel est plus résistant que le fer fondu; il est aussi plus dur et plus difficile à travailler. Son emploi paraît être indiqué dans la construction des tubes de chaudière; ses avantages compensent et au delà son prix plus élevé.

§ 3. — Chimie

La production artificielle des asphaltes.

— On a émis depuis longtemps l'hypothèse que les bitumes sont le résultat de la distillation des matières organiques qui sont accumulées dans différentes couches de l'écorce terrestre. Un chimiste américain, M. William C. Day, a eu l'idée de soumettre cette hypothèse au contrôle de l'expérience, et il vient de communiquer les recherches qui l'ont conduit à préparer synthétiquement des substances possédant les propriétés caractéristiques des asphaltes. Nous allons les résumer brièvement.

M. Day soumet d'abord à la distillation, dans une cornue de fer, un mélange de poisson frais et de bois de pin, en partie sous forme de sciures, en partie sous forme de baguettes. La cornue est reliée à un court tube de verre et celui-ci à un tube en fer de 1^m,20 de

Tableau I. — Composition des asphaltes naturelles et artificielles.

NOM DE LA SUBSTANCE	CARBONE	HYDROGÈNE	AZOTE	SOUFRE	OXYGÈNE	CENDRES
Huile de poisson et bois	84,28	10,00	Non déterminés.			0
Gilsonite artificielle (1 ^{re} préparation)	87,57	7,74	»	»	»	»
— — — (2 ^e — — —)	86,56	7,06	1,91	0,08	4,39	»
— — — de l'Utah	85,83	10,59	2,59	0,26	0,63	0,10
Asphalte de poisson seul	76,93	9,10	4,18	0,19	9,60	0
Elatérite de l'Utah	73,11	9,45	1,90	3,17	12,37	traces
Asphalte de bois seul	86,20	8,28	0,29	trace	5,23	0
Nigrîte de l'Utah	83,33	8,69	»	0,42	»	0,12

taire; l'air y arrivait par des trous pratiqués dans la sole, et les gaz de la combustion s'échappaient par des trous percés à la partie supérieure. Les deux tubes d'essai, placés côte à côte, étaient introduits par des trous percés dans les parois latérales et ressortaient de chaque côté d'une certaine quantité; ils pouvaient se contracter ou se dilater librement au moyen d'un dispositif spécial. A l'entrée de la vapeur surchauffée, un manomètre indique la pression.

Les deux tubes d'essai avaient 324 millimètres de longueur et 25,4 millimètres de diamètre extérieur. On y fit circuler pendant 10 heures de la vapeur fortement surchauffée, en même temps qu'ils étaient chauffés extérieurement. Le tube de fonte fut si fortement attaqué qu'il laissa échapper de la vapeur en certains points. L'essai fut interrompu. Les deux tubes, qui pesaient primitivement 612 grammes, avaient perdu : celui en acier au nickel 12,7 grammes, celui en fonte 85,2 grammes. On recommença l'essai avec le même tube d'acier au nickel et un tube de fonte neuf; après 8 heures, on dut remplacer ce dernier par un troisième. Enfin, au bout de 3 heures du nouvel essai, le tube en acier au nickel s'altéra à son tour.

On en conclut que la durée de résistance de tubes d'acier au nickel, chauffés extérieurement et parcourus intérieurement par un courant de vapeur surchauffée, est de 21 heures, tandis que les tubes de fonte ne résistent que pendant 9 heures. Une chaudière à tubes de fonte devra donc être pourvue de nouveaux tubes 2 fois 1/2 plus souvent qu'une chaudière avec tubes en acier au nickel.

Les tubes de fer soumis à l'action de la chaleur se raccourcissent; les tubes d'acier au nickel éprouvent, au contraire, un léger allongement, variable, d'ailleurs, suivant la proportion de nickel. Il y aurait donc danger à employer en même temps les deux sortes de tubes pour la construction d'une chaudière.

longueur, chauffé au rouge par un fourneau à combustion. La cornue est chauffée au gaz et la distillation poussée jusqu'à complète carbonisation de la matière organique. Un condenseur de Liebig reçoit le mélange qui sort du tube chauffé au rouge. Il se dépose de l'eau colorée en jaune rougeâtre, et une huile mobile foncée, presque noire, qui flotte sur l'eau en grande partie; à la fin de la distillation, quelques gouttes commencent à tomber au fond. L'huile est séparée de l'eau, puis séchée sur du chlorure de calcium et enfin analysée.

L'huile sèche est alors soumise à la distillation dans une cornue de verre. A 80°, il passe quelques gouttes d'huile avec un peu d'humidité; à 120°, il distille un liquide jaune-citron, légèrement troublé par l'humidité. Aux températures supérieures et jusqu'à 125°, le distillat est de plus en plus foncé; il reste dans la cornue un liquide noir, mobile, homogène, ne contenant pas de particules solides. Si on le laisse refroidir, il se solidifie en une masse noire, luisante, fragile, à cassure conchoïdale, pulvérisable en une poudre brune. Cette substance présente la plus grande ressemblance avec une asphalté naturelle, la gilsonite, qui se trouve particulièrement sur le territoire d'Utah.

Si l'on soumet de nouveau le corps obtenu à la distillation, il reste toujours, comme résidu, une huile noire, qui se solidifie par le refroidissement et présente à peu près les mêmes caractères que ci-dessus, sauf qu'elle est moins gluante et moins soluble dans le sulfure de carbone; sa composition chimique varie très peu, ainsi qu'on peut en juger par les chiffres du tableau I, où l'on trouvera également la composition de la gilsonite. Il y a une certaine différence entre les chiffres des deux substances, naturelle et artificielle, mais il est juste de rappeler que des différences aussi grandes existent entre deux asphaltes naturelles prises à des endroits même voisins.

L'analogie entre le corps préparé par M. Day et la gilsonite se poursuit quand on étudie leurs solubilités relatives dans différents dissolvants. Le tableau II indique les résultats obtenus. Toutes les solutions des deux corps sont caractérisées par une fluorescence verdâtre.

L'acide nitrique concentré agit de la même façon sur la gilsonite et son homologue synthétique, en donnant une solution rouge foncé, d'où l'eau précipite de gros flocons. L'acide sulfurique extrait, d'autre part, des huiles provenant de la distillation de la gilsonite des composés basiques, qui peuvent être re-précipités par l'action des alcalis; ils semblent appartenir à la série de la pyridine ou de la quinoline. Il en est aussi de même avec les huiles obtenues par distillation de la gilsonite artificielle. La présence de ces composés basiques n'établit pas seulement une relation entre les

Tableau II. — Solubilités des asphaltes naturelles et artificielles.

NOM DE LA SUBSTANCE	CS ²	TÉRÉBENTHINE	ÉTHÉR	GASOLINE	ALCOOL ABSOLU
Gilsonite artificielle.	81,09	49,47	67,03	46,71	48,40
— de l'Utah.	99,50	97,34	73,08	63,08	34,81
Asphalte de poisson seul.	68,49	47,29	59,47	35,19	51,07
Asphalte de bois seul.	99,26	96,63	96,13	90,42	61,60

deux produits, mais encore entre eux et le pétrole de Californie.

M. Day procéda ensuite à une seconde expérience, consistant à distiller une certaine quantité de poisson seul. L'opération fut conduite comme précédemment et donna comme produit une émulsion jaune d'eau et d'huile. On sépara l'huile en chauffant le tout au bain-marie, l'huile venant se rassembler à la surface. Il se produisit en même temps beaucoup d'ammoniaque; l'huile fut desséchée en y faisant barbotter un courant d'air sec et chaud.

Cette huile ne peut être distillée dans une cornue ordinaire, car il se forme des bulles de vapeur d'eau qui projettent le liquide dans le condensateur. L'auteur s'est servi alors d'un creuset en fer, qu'on chauffe d'abord soigneusement jusqu'après le dégagement de l'eau, puis fortement ensuite. Si l'on refroidit après quelques instants, on obtient un résidu semi-liquide, épais, gluant, ressemblant beaucoup à un bitume du Montana. Si l'on chauffe de nouveau cette substance et qu'on la laisse refroidir après avoir bouilli un certain temps, on obtient alors un solide noir et élastique; il peut être coupé, mais non pulvérisé; dans certains cas, il peut être brisé en morceaux à cassure conchoïdale. Si on le refroidit fortement, il devient dur, moins élastique et même cassant.

La composition de ce corps, ainsi que ses autres propriétés, en particulier sa solubilité, se rapprochent de celles d'une autre asphalté naturelle, l'élatérite de l'Utah. Les tableaux I et II permettent de s'en rendre compte.

Ehnn, M. Day a procédé à une troisième série d'expériences. Il a soumis à la distillation du bois de pin seul. La réaction est accompagnée par la production d'une fumée épaisse blanche, qui n'a pu être con-

densée; les produits obtenus sont fortement acides. La partie huileuse, après avoir été séchée, est soumise elle-même à la distillation; entre 90 et 243°, elle donne des fractions allant du jaune pâle au noir verdâtre. Il reste comme résidu un liquide noir, très mobile, qui se solidifie par le refroidissement en une masse noire, brillante, très fragile, à cassure conchoïdale; les écailles de ce corps ont un reflet pourpre. Cette substance se pulvérise facilement, mais la poudre, au bout de quelques jours, se cimente à nouveau en une masse dure et solide.

La composition de ce corps se rapproche beaucoup de celle d'une troisième asphalté naturelle, la nigrète d'Utah (tableau I). Sa solubilité est donnée par le tableau II. Les huiles qu'il produit dans sa distillation ne renferment pas de composés basiques.

En résumé, M. Day a réussi à reproduire artificiellement, par la distillation de composés organiques, trois asphaltes naturelles. La présence de l'azote dans ces dernières avait déjà conduit les savants à leur attribuer une origine animale; mais le produit de décomposition de substances animales devait contenir une grande quantité d'oxygène. Il faut donc admettre aussi à l'origine l'existence de substances végétales; au moment de la distillation, l'oxygène des premières a réagi sur les hydrocarbures gazeux provenant de la décomposition des secondes pour donner de l'eau et de l'acide carbonique, et le produit résultant s'est trouvé très pauvre en oxygène. C'est ce qui découle clairement des expériences de l'auteur; le produit de la distillation du bois et du poisson mélangé contient plus de deux fois moins d'oxygène que le produit de la distillation du poisson seul (tableau I).

De même, si l'on recueille l'eau dégagée dans les trois expériences de M. Day, et si l'on calcule l'eau qui doit se produire dans la distillation du poisson et du bois mélangé d'après celle qu'on recueille dans la décomposition du poisson seul et du bois seul, on constate que la quantité d'eau obtenue est plus grande que la quantité calculée, ce qui prouve bien la production supplémentaire d'eau par réaction de l'oxygène et des hydrocarbures.

Les expériences de M. Day confirment, d'autre part, les théories de M. Peckham sur la genèse des pétroles, bitumes et asphaltes. Ce savant attribue une origine commune à tous ces corps; ils sont le résultat de la distillation, produite sous l'influence de la pression des couches et de la température interne, des éléments organiques accumulés dans l'intérieur de la Terre; suivant leur composition, ils ont produit des hydrocarbures gazeux, liquides ou solides, qui, dans la suite des âges, se sont plus ou moins modifiés ou chargés de substances étrangères pour donner les corps que nous retrouvons aujourd'hui dans certains étages géologiques¹.

La solidification de l'hydrogène. — M. James Dewar a récemment télégraphié à M. H. Moissan, à Paris, qu'il était parvenu à solidifier l'hydrogène. Le solide obtenu fond à 16° au-dessus du zéro absolu. M. J. Dewar va probablement communiquer le résultat complet de ses expériences à la réunion de l'*Association britannique pour l'Avancement des Sciences*, qui va s'ouvrir dans quelques jours à Douvres. Nous tiendrons nos lecteurs au courant des procédés qui ont conduit l'éminent savant à ce remarquable résultat.

¹ *American Chemical Journal*, n° 6, vol. 21.

LES TRAVAUX RÉCENTS DE BIBLIOGRAPHIE SCIENTIFIQUE

LE RÉPERTOIRE BIBLIOGRAPHIQUE UNIVERSEL

DE L'INSTITUT INTERNATIONAL DE BIBLIOGRAPHIE DE BRUXELLES

ET LE CATALOGUE DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

I. — LES DÉBUTS DE L'ŒUVRE DU RÉPERTOIRE BIBLIOGRAPHIQUE UNIVERSEL BASÉ SUR LA CLASSIFICATION DÉCIMALE.

La *Revue générale des Sciences* a déjà, à diverses reprises, entretenu ses lecteurs de l'œuvre entreprise par l'*Institut international de Bibliographie*, fondé à Bruxelles en 1895.

On sait que l'un des objectifs principaux de cette institution était d'assurer la publication de Répertoires bibliographiques sur fiches, dérivés d'un Répertoire prototype universel, dont l'exemplaire original doit être établi et conservé au siège social de l'Institut¹.

Ce répertoire prototype doit réunir les *Notices bibliographiques*, se rapportant aux œuvres de toute nature, publiées dans tous les pays. Il ne doit pas se borner seulement aux titres des ouvrages publiés sous forme de volumes, mais doit comprendre aussi les sommaires des articles parus dans les recueils imprimés et les publications périodiques.

Il n'exclut même pas les titres des simples articles de journaux ou de revues, quand ceux-ci présentent un intérêt particulier, et il admet non seulement des sommaires bibliographiques simples, c'est-à-dire reproduisant purement et simplement les indications fournies par les titres mêmes, tels qu'ils sont imprimés, mais aussi des sommaires analytiques comportant des sous-titres explicatifs ou même de véritables analyses, celles-ci pouvant préciser le contenu des articles, mais devant éviter, en principe, d'en apprécier la valeur.

Un répertoire de ce genre ne peut avoir la prétention d'être jamais l'inventaire complet des productions intellectuelles du monde entier; mais on peut concevoir qu'une organisation suffisamment puissante réussisse à assurer, au moins à l'exemplaire prototype, un développement qui lui permette d'approcher de cet idéal.

On peut même admettre qu'une organisation de ce genre fournira le moyen d'enregistrer, avec une régularité suffisante, les productions journalières de l'esprit humain, pour permettre de tenir à jour le Répertoire, lorsqu'il aura été une première fois

complété en ce qui concerne la bibliographie rétrospective.

Ainsi conçue, l'œuvre du Répertoire bibliographique universel présentait une tâche immense, capable de rebuter les meilleures volontés. Les fondateurs de l'Institut de Bruxelles l'ont abordée néanmoins avec une ardeur incomparable, en se donnant pour programme de réunir, pour la fin du siècle, un Répertoire manuscrit qui pût constituer déjà un inventaire presque complet de l'œuvre imprimée du monde entier, au moins de celle existant sous forme de volumes, de sorte qu'il n'y eût plus qu'à chercher à la tenir au courant des productions nouvelles de l'esprit humain.

Pour arriver à ce résultat, ils avaient eu la pensée de recourir à la coopération internationale la plus étendue, en faisant appel au concours, dans chaque pays, de groupes de spécialistes, préparant, sur un plan uniforme pour les différentes branches de sciences, des bibliographies particulières qui viendraient se fondre dans un ensemble unique pour constituer le prototype du Répertoire bibliographique universel.

Ils comptaient, en outre, pour faciliter leur entreprise, sur l'appui des pouvoirs publics, et ils espéraient qu'à l'exemple du Gouvernement belge, qui avait donné, dès le début, son patronage et son appui à leur œuvre, les gouvernements étrangers ne refuseraient pas de subventionner les sections de l'Institut qui se constitueraient dans les différents pays pour coopérer à l'œuvre centralisée à Bruxelles.

Si ce dernier espoir ne s'est pas réalisé jusqu'à ce jour, l'initiative individuelle n'a pas fait défaut pour seconder les efforts de l'Institut international de Bibliographie, et, au fur et à mesure que son œuvre s'est affirmée et a fixé les bases de son développement, des appuis plus nombreux lui ont été apportés de la part des Sociétés savantes, des Institutions ou des particuliers qui ont compris l'intérêt qui s'attache à une semblable entreprise, susceptible, ainsi que l'a signalé M. Gariel, d'honorer la génération qui aura su la mener à bonne fin.

L'Institut de Bruxelles a pu mettre aussi à contribution, pour constituer le Répertoire sur fiches de la bibliographie rétrospective, les catalogues déjà établis par un certain nombre de grandes bibliothèques publiques, telles notamment que la

¹ Voir l'article de M. Gariel dans la *Revue générale des Sciences* du 30 septembre 1895.

bibliothèque du *British Museum*, et un certain nombre de recueils bibliographiques estimés, comme le grand catalogue des « *Scientific Papers* » de la Société Royale de Londres, catalogue qui est formé déjà de seize volumes grand in-4° à deux colonnes de huit cents pages chacun, et comprend, classées par noms d'auteurs, les notices bibliographiques concernant les articles de science pure (sciences physiques, mathématiques et naturelles) parus depuis le commencement du siècle jusqu'en 1880, dans les publications périodiques et les comptes rendus des sociétés savantes du monde entier.

Pour pouvoir utiliser ces documents, il lui a suffi, ainsi que nous le verrons plus loin, d'en compléter les indications par des rubriques de classement convenables.

Par ces moyens, l'Institut international de Bibliographie de Bruxelles a pu déjà réunir et classer, dans une série imposante de meubles appropriés, un double exemplaire du Répertoire bibliographique universel, composé de près de trois millions de notices bibliographiques et fermant deux séries de fiches identiques, classées les unes alphabétiquement d'après les noms d'auteurs et les autres par ordre de matières, à l'aide de numéros classificateurs, d'après le système que nous rappellerons plus loin.

Malgré son étendue, ce répertoire est encore loin de représenter le relevé complet des richesses bibliographiques qu'il se propose d'inventorier, et il reste beaucoup à faire pour remplir le programme que nous avons indiqué.

Si l'œuvre, malgré les encouragements et les appuis qu'elle a reçus de divers côtés, n'a pas pris un essor plus rapide, c'est qu'elle a rencontré, sur sa route, deux séries d'obstacles qui proviennent d'une question d'un ordre cependant secondaire, celle du système de classement à adopter pour assurer un groupement uniforme et régulier de tous les matériaux réunis, quelles qu'en fussent la provenance et la nature.

Pour assurer le succès de la coopération internationale, sur laquelle était basée l'entreprise, il fallait, on le conçoit, adopter un plan de travail uniforme, reposant, pour le classement des matériaux, sur un système de classification méthodique, s'appliquant à l'universalité des connaissances humaines et permettant d'assigner, à chaque notice bibliographique, au moins une place bien déterminée et facile à trouver dans la série continuellement croissante des fiches déjà classées.

Ce résultat pouvait s'obtenir par l'adoption du système connu sous le nom de classification bibliographique décimale proposé, en 1873, par M. Melvil Dewey, président de l'Association des Bibliothé-

caires américains, et qui, après s'être répandu peu à peu aux États-Unis, commençait à peine à être connu en Europe, au moment où les fondateurs de l'Institut international de Bibliographie s'occupaient de la mise en train de leur œuvre.

Ceux-ci avaient donc pris avec empressement ce système de classification comme base de leur œuvre, persuadés que les mérites certains de ce système le feraient d'autant plus facilement accepter sur le continent européen qu'il se rattachait aux systèmes de numération décimale en faveur sur ce continent.

Ils pensèrent qu'on ne pouvait faire d'objections de principe à l'emploi d'un système de classification qui était d'un usage des plus commodes et qui, embrassant l'universalité des connaissances humaines, permettait d'attribuer une place déterminée à chaque sujet considéré dans une œuvre intellectuelle, et avait surtout le grand mérite de permettre, à tout moment, d'interealer, dans les tables de classification, de nouvelles rubriques de classement ou même de nouvelles branches de sciences, sans supprimer ni altérer aucune des divisions précédemment établies.

Ils avaient compté sans l'opposition que devaient faire à ce système les bibliothécaires de profession, qui pouvaient craindre de voir bouleverser, par l'adoption d'un nouveau système de classement, l'œuvre, lentement élaborée par beaucoup d'entre eux, de la mise en ordre de bibliothèques souvent considérables, dont les installations ne se prêtent pas à un remaniement général, et aussi parfois l'œuvre de préparation de catalogues importants conçus sur un plan dans lequel un système de classification spécial pouvait jouer un grand rôle.

Il y a lieu, en effet, de rappeler qu'en Amérique, où les bibliothèques sont de fondation récente et ont pu être presque toutes construites sur des plans méthodiques, la classification décimale a pu souvent être appliquée non seulement à l'établissement des catalogues sur fiches de ces bibliothèques, mais aussi au groupement de leurs livres dans les salles et sur les rayons.

Il en est résulté pour certaines de ces bibliothèques, comme par exemple celles d'Albany, des dispositions extrêmement intéressantes et satisfaisantes qui ont été citées souvent comme des exemples à suivre, chaque fois qu'on le pourra. Bien que l'œuvre de l'Institut international de Bibliographie fût, en principe, limitée à la préparation de catalogues et de répertoires sur fiches, elle a, par suite, dès le début, souffert de préventions provenant de ce qu'elle préconisait l'emploi de la classification décimale.

Le choix du mode de classement à adopter n'était cependant qu'une question d'ordre secon-

naire dans la conception et l'organisation de l'entreprise, car on aurait pu, pour le début, se contenter de réunir toutes les fiches en les classant par noms d'auteur et réserver, pour une époque ultérieure, la question de leur classement par ordre de matières.

Les critiques formulées, sous l'empire de ces préventions et de ces préoccupations, contre la classification décimale, ont été d'ailleurs, le plus souvent, sans mesure comme sans fondement. Faites parfois par des personnes qui ne s'étaient pas donné la peine de chercher à en comprendre les principes ou à en saisir exactement le mécanisme, elles visaient à jeter le ridicule sur le système en lui attribuant des défauts imaginaires. Recueillies et tenues pour vraies par des lecteurs superficiels, ces objections ont constitué le premier obstacle que nous mentionnions plus haut.

Un autre obstacle est venu de ce que, dans leur impatience à faire progresser leur œuvre, les fondateurs de l'Institut international de Bruxelles ne se sont pas assez préoccupés, au début, de l'insuffisance de l'outil dont ils disposaient pour la mise en application de la classification bibliographique décimale.

Si les tables préparées par M. Melvil Dewey, et parvenues déjà, en 1894, à leur 5^e édition, étaient suffisamment développées pour s'appliquer, sans difficultés sérieuses, au classement de tous les ouvrages de bibliothèque n'ayant pas un caractère par trop spécial ou limité, c'est-à-dire à toutes les œuvres traitant d'un sujet embrassant une certaine étendue, il n'en était pas de même lorsqu'il s'agissait de classer de simples articles de revues, pouvant traiter de sujets plus étroitement limités, ou même de traités s'adressant à des spécialistes et consacrés à des sujets parfois extrêmement restreints.

Si certaines parties des tables, grâce à la coopération des spécialistes dont Melvil Dewey a utilisé le concours, ont déjà reçu une extension suffisante pour satisfaire aux besoins d'une classification très détaillée et poussée aux limites des subdivisions actuelles des branches de sciences correspondantes, il y a encore de nombreuses sections dans lesquelles les divisions n'ont été amenées qu'à un degré insuffisant pour permettre de spécialiser des sujets peu étendus.

Pour opérer un classement convenable de nombreuses notices bibliographiques, il ne suffisait pas d'ailleurs de trouver une subdivision à laquelle on pût rattacher le sujet traité, il fallait encore pouvoir modifier le classement pour spécifier soit la forme sous laquelle ce sujet était traité, soit le point de vue sous lequel il était envisagé. Il était même désirable de pouvoir indiquer, par le numéro

de classement adopté, dans quelle langue l'œuvre est rédigée, quel pays ou quelle époque elle concerne, de quelle origine elle émane, ou encore à quelle catégorie de lecteurs elle s'adresse.

Bien que M. Melvil Dewey, par la création d'indices spéciaux qu'il avait désignés sous le nom d'indices de formes, entrant dans la constitution même des numéros classificateurs, eût déjà mis à profit la fécondité des principes de son système de classification pour créer, au moins en germe, un mode de formation de nombres composés permettant de rattacher, à un nombre principal, de nombreuses modalités du genre de celles qui sont mentionnées ci-dessus, cette conception était restée, dans ces tables, à l'état embryonnaire pour ainsi dire, et il était difficile de faire systématiquement usage des principes qu'il avait entrevus et qu'il avait appliqués, suivant des modes parfois divers, dans les différentes divisions des tables.

Enfin, l'édition complète des tables générales de Dewey n'existait qu'en langue anglaise et, c'était là encore un obstacle pour l'emploi qu'avaient à en faire les lecteurs usant de la langue française.

Ce second obstacle s'opposa plus sérieusement encore aux progrès de l'œuvre que l'opposition faite dans certains milieux au système même de la classification décimale, car les personnes que n'arrêtaient pas d'injustes et puérides critiques et qui se montraient disposées à prêter leur concours à l'Institut de Bruxelles, soit en collaborant directement à son œuvre, soit en travaillant à propager sa méthode de classification, se trouvaient souvent arrêtées par des difficultés d'application qui les rebutaient ou les retardaient.

Il fallut, avant d'aller plus loin, reprendre l'œuvre de Melvil Dewey, en faire la traduction française et en même temps la développer et la refondre pour la rendre d'une application plus facile et plus étendue.

La besogne présentait des difficultés, car, tout en se proposant de développer les différentes parties des tables qui étaient restées relativement incomplètes dans l'édition anglaise de 1894 et en cherchant à coordonner et systématiser les principes de formation des nombres composés dont M. Melvil Dewey avait fait usage, sous des formes variables, dans les différentes parties de ces tables, on s'était donné pour règle de ne pas modifier de fait les numéros de classement déjà adoptés. On devait se borner, à la rigueur, à les compléter par certains signes auxiliaires, ou encore, à l'extrême limite, à laisser certains d'entre eux dorénavant sans emploi, en évitant de leur donner une signification nouvelle.

Dans ce travail d'étude des perfectionnements et des développements à apporter aux tables de

classification de Melvil Dewey, les membres du bureau de l'Institut de Bibliographie de Bruxelles furent aidés, aussi bien dans leur propre pays que dans la plupart des autres contrées d'Europe, et notamment en France, en Suisse, en Italie, en Portugal, en Autriche, en Allemagne et en Russie, par d'ardents collaborateurs qui entretenirent avec eux une correspondance suivie, tant pour leur signaler les desiderata et les lacunes qui les arrêtaient que pour leur suggérer des idées de perfectionnement et d'amélioration, et qui contribuèrent ainsi puissamment à l'avancement du travail de refonte des tables.

Un moment on put croire qu'un appui considérable serait apporté à l'œuvre par le concours de la Société Royale de Londres.

Cette puissante institution se proposait de publier une édition, classée par ordre de matières, du grand catalogue dont nous avons parlé plus haut et qui renferme, classés par noms d'auteurs, les sommaires des articles parus dans les nombreuses publications périodiques consacrées aux sciences pures.

Il avait été proposé d'adopter la classification décimale pour le classement de ces documents qui devaient être réimprimés sur fiches, et l'on aurait continué à faire paraître, sous la même forme, les fiches relatives aux mémoires analogues qui seront publiés à l'avenir dans le monde entier.

Le travail ainsi conçu serait venu tout naturellement s'incorporer, à sa place, dans le Répertoire bibliographique universel de l'Institut de Bruxelles, dont il n'eût constitué qu'une partie, puisque ce dernier n'est pas limité exclusivement aux sciences pures.

Les travaux faits par tous les collaborateurs de cet Institut auraient pu, d'autre part, venir aussi contribuer à l'œuvre de la Société Royale.

Nous verrons plus loin les motifs qui ont empêché d'obtenir ces résultats.

II. — CONCOURS APPORTÉ A L'ŒUVRE DE L'INSTITUT DE BRUXELLES PAR LES BUREAUX BIBLIOGRAPHIQUES DE ZURICH ET DE PARIS.

Un concours considérable et des plus efficaces a été, au contraire, apporté, dès la première heure, à l'œuvre de l'Institut international de Bibliographie de Bruxelles par la fondation, à Zurich, d'un Bureau bibliographique, créé sous le patronage des autorités helvétiques et placé sous la direction du Dr Herbert Haviland Field.

Ce bureau, désigné sous le nom de *Concilium bibliographicum*, a limité son action à la publication de répertoires sur fiches de certaines branches

de sciences se rapportant à l'Histoire naturelle, mais il s'est astreint à suivre le plan fixé par l'Institut international de Bibliographie, en adoptant les types de fiches admises par cet Institut ainsi que le système de classification décimale, de façon à faire de ses publications des parties intégrantes du Répertoire bibliographique universel.

Grâce à la persévérante et laborieuse direction du Dr Field, ce bureau a réussi à assurer la publication, à ce jour, de plus de 3 millions de fiches imprimées, limitées d'abord à la Zoologie et à l'Anatomie, mais qui ont été récemment étendues à la Physiologie, comme continuation de l'œuvre entreprise originairement par M. Ch. Richet, qui paraissait seulement sous forme de fascicules.

Le *Concilium bibliographicum* a fait paraître une édition latine des tables de classification développées des branches de sciences relatives à la Zoologie, à l'Anatomie et à la Physiologie.

D'autre part, des groupes de savants français, agissant de leur propre initiative, sont venus apporter aussi un concours sérieux à l'Institut de Bruxelles.

C'étaient, pour la plupart, des hommes que leurs antécédents n'avaient pas spécialement initiés aux travaux bibliographiques, mais qui avaient été frappés de l'infériorité de notre pays en ce qui concerne les sources d'informations bibliographiques, pour les sciences appliquées notamment. Convaincus de l'intérêt qu'il y aurait, pour le développement de la science et de l'industrie en France, à multiplier les sources d'informations relatives aux progrès des sciences pures et appliquées et à provoquer la création et la diffusion de Répertoires bibliographiques tenus à jour et faciles à consulter, ils se sont groupés dans le but de coordonner les efforts de tous ceux qui voudraient, en France, apporter leur concours à l'œuvre entreprise par l'Institut international de Bibliographie.

Ils ont constitué, à cet effet, sous le nom de *Bureau bibliographique de Paris*, une association ayant pour principal objectif la création matérielle et la tenue à jour de Répertoires bibliographiques sur fiches destinés à être mis à la disposition des travailleurs, tant au siège de la Société pour le Répertoire complet, obtenu par duplicata du prototype de Bruxelles, que pour des Répertoires partiels limités à des branches spéciales de sciences, et qui pourraient être déposés, tant à Paris qu'en province, dans différents centres d'étude, soit aux sièges des sociétés savantes qui s'affilieraient à l'œuvre, soit dans les établissements d'instruction.

Comme conséquence de ce programme, le Bureau bibliographique de Paris a été amené à coopérer aux travaux préparatoires de réunion des matériaux du Répertoire universel prototype de Bruxelles,

en cherchant à provoquer la création ou à faciliter la préparation de publications bibliographiques susceptibles d'être utilisées pour la constitution de ce Répertoire et pour la multiplication des reproductions partielles.

Tout d'abord, il a eu à intervenir dans la refonte des tables de classification. Nous avons dit plus haut que, pour pouvoir donner à l'œuvre du Répertoire bibliographique universel l'extension nécessaire, il était, en effet, indispensable de compléter les tables de Dewey et d'en développer un certain nombre de parties, surtout en ce qui concerne les divisions concernant les sciences pures et appliquées.

Il fallait, en outre, comme nous l'avons indiqué, donner au système une élasticité plus grande, afin de permettre, par la création de nombres classificateurs composés, d'exprimer des idées multiples et de classer les œuvres intellectuelles en tenant compte non seulement des sujets traités, mais aussi de la façon dont ils étaient traités et de la forme donnée aux œuvres qui les concernaient.

La fixation des règles à adopter pour apporter ces perfectionnements et ces développements au système de classification décimale imaginé par Melvil Dewey, sans modifier les tables déjà établies par lui, présentait de grandes difficultés, et l'élaboration de ces règles avait donné lieu, comme nous l'avons dit, à l'échange de longues correspondances entre l'Institut international de Bibliographie de Bruxelles et ses adhérents des divers pays. Les promoteurs du Bureau bibliographique de Paris prirent une part active à ce travail et purent contribuer ainsi utilement à la publication de l'édition en langue française des tables refondues de la classification décimale qui en a été la conséquence.

Le premier fascicule de ces tables est consacré à l'Introduction, qui comprend un exposé sommaire du système de la classification décimale et un résumé des règles adoptées pour l'établissement et l'emploi des tables et des répertoires.

Le second fascicule comprend les tables des subdivisions dites communes et qui, en se combinant avec les nombres classificateurs principaux contenus dans les autres parties des tables, permettent de constituer des nombres composés, spécifiant les points de vue sous lesquels sont traités les divers sujets ou les formes qu'affectent les articles.

Les fascicules suivants seront consacrés isolément aux différentes branches de sciences.

Ce mode de publication permettra de constituer facilement, pour les spécialistes, des extraits des tables de classification, dans lesquels on réunira seulement, avec les règles d'emploi et les subdivisions d'un usage général, les parties qui concernent les branches de science intéressant ces spécialistes.

Des tables spéciales de ce genre sont en cours de préparation, déjà en ce qui concerne les sciences physiques, les sciences photographiques et les sports.

Elles ont été entreprises à la demande de la Société française de Physique, de la Société française de Photographie et du Touring-Club de France, et on a joint à chacune d'elles des explications et renseignements qui en font de véritables manuels ou guides pour l'emploi de la classification décimale et la constitution des Répertoires à l'usage des spécialistes qu'elles concernent.

Le Bureau bibliographique de Paris a pris en main la publication de ces manuels, et il compte apporter aux sociétés intéressées son concours pour l'établissement et la tenue à jour des Répertoires sur fiches, consacrés à ces branches spéciales de sciences qu'elles se proposent de réunir.

Le Bureau bibliographique de Paris intervient également en ce moment dans la préparation des tables refondues et développées de différentes branches de sciences dont ont bien voulu se charger de nombreux collaborateurs.

De concert avec l'Institut international de Bruxelles, il en prépare des canevas, destinés à guider ces collaborateurs, et il revoit les manuscrits pour éviter les doubles emplois ou les erreurs.

Grâce aux nombreux concours déjà réunis, on peut espérer voir paraître bientôt, indépendamment des tables de la Physique, de la Photographie et des Sports déjà mentionnées ci-dessus, les tables des Mathématiques, de la Chimie, de la Botanique, des Sciences agricoles, de la Mécanique appliquée, de l'Électricité industrielle, des Industries chimiques, des Sciences militaires, etc.

On voudrait, au moment de la réunion du Congrès de Bibliographie qui doit se tenir à Paris en 1900, pouvoir présenter l'édition française complète des tables refondues, et il n'est pas téméraire d'admettre que l'on y parviendra.

En ce qui concerne la préparation des Répertoires mêmes, dont les tables de classification sont destinées à permettre la mise en ordre, le Bureau bibliographique de Paris se préoccupe, d'autre part, de faciliter la réunion des matériaux destinés à les composer en provoquant notamment, de la part des principales revues scientifiques, la publication des sommaires bibliographiques des articles contenus dans leurs numéros successifs ou, de la part de sociétés savantes et de collaborateurs isolés, le dépouillement des publications importantes pour en relever, sous forme de notices bibliographiques, établies sur le type voulu, les articles qu'il y a lieu de faire figurer dans le Répertoire.

Les sommaires bibliographiques du *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie na-*

tionale et les sommaires analytiques des séances de la Société française de Physique qui sont déjà en cours de publication, constituent deux types de notices bibliographiques qui peuvent être donnés pour modèles de ce genre de contribution à l'œuvre du Répertoire bibliographique universel. Le Bureau bibliographique de Paris cherchera à obtenir que cet exemple soit largement suivi par les sociétés savantes qui publient des comptes rendus de leurs travaux ou par les éditeurs des grandes Revues scientifiques. Il voudrait, notamment, assurer la publication régulière de sommaires bibliographiques pour les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, pour la *Revue générale des Sciences*, les *Annales de Physiques et de Chimie* et les grandes Revues françaises du même genre.

Un travail analogue devant être fait dans chaque pays, on pourrait obtenir, par voie d'échange, les éléments de la constitution d'un certain nombre d'exemplaires du Répertoire sur fiches, limité à des branches de sciences déterminées.

Le Bureau bibliographique de Paris se propose encore de tenir à jour, dans les locaux où son siège social sera définitivement établi, un exemplaire aussi complet que possible du Répertoire bibliographique universel, établi sur des fiches rangées dans des meubles classeurs du modèle adopté par l'Institut international de Bibliographie. Cet exemplaire sera la reproduction du prototype conservé à Bruxelles.

Il a pris, en outre, des dispositions pour pouvoir faire déposer, au siège social des sociétés qui en feraient la demande ou dans les grands établissements ou les centres d'étude qui le désireraient, des meubles semblables, dans lesquels il ferait déposer et tenir périodiquement à jour des fiches constituant des répertoires partiels limités à des branches de sciences spéciales.

Il collaborera enfin à l'élaboration des différents Répertoires en publication, pour l'échange de renseignements avec les autres Bureaux nationaux et le Bureau central de Bruxelles.

Il espère être secondé dans cette tâche par l'adhésion de tous ceux qui s'intéressent aux progrès de l'instruction et à la diffusion des sciences dans notre pays, par les subventions des sociétés savantes qui proliféreront de son concours et aussi par l'appui des pouvoirs publics, qui auront sans doute à cœur d'encourager une œuvre nationale, conçue dans un esprit large et vraiment scientifique, plutôt qu'une œuvre imparfaite comme celle de la Société Royale de Londres, qui, tout en prenant l'apparence d'une œuvre internationale et faisant appel à l'aide financière de tous les gouvernements, reste de fait, comme nous le verrons, une œuvre anglaise, conçue à un point de vue particulariste.

III. — L'ŒUVRE DU CATALOGUE DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES.

Nous avons dit déjà comment la Société Royale de Londres, se proposant de publier une édition, classée par ordre de matières, de son grand Catalogue des œuvres de science pure parues dans les publications scientifiques, avait eu d'abord l'idée d'adopter, pour cette publication, la classification décimale et de continuer, pour l'avenir, sur le même plan, la publication d'un Répertoire des sciences pures en en imprimant les éléments sur fiches.

Mais ce plan ne tarda pas à être abandonné, car en adoptant en principe la classification décimale, la Société Royale n'avait pas entendu accepter pour cela les tables déjà existantes.

Dès le début, en effet, sans tenir compte de la grandeur de l'œuvre déjà poursuivie, pendant une période de plus de vingt ans, par Melvil Dewey; sans chercher suffisamment à s'assimiler les bases de classement admises pour chacune des branches de sciences pures par les collaborateurs dont il était entouré; sans chercher surtout à mettre à profit l'avantage que possède le système de permettre la création et l'intercalation d'embranchements nouveaux, en respectant l'ordre primitif, les promoteurs de l'œuvre de la Société Royale se lancèrent dans la création de classifications nouvelles pour les différentes branches de sciences dont ils avaient à s'occuper.

La préparation de ces différentes classifications fut demandée à des savants éminents dans chaque spécialité.

Ce n'était pas le moyen d'assurer l'unité de l'ensemble, ni même celui d'obtenir les meilleurs résultats.

Un savant éminent, qui a fait progresser une branche de science et qui est arrivé, le plus souvent, à concevoir pour elle un nouveau mode d'enseignement ou d'exposition, est peu prédisposé, par cela même, à se plier à la besogne terre à terre du bibliographe, qui doit avoir pour objectif de cataloguer et classer non seulement les œuvres de l'avenir, mais aussi celles des temps présents et passés, et qui doit réserver une place aussi bien aux travaux les plus élémentaires qu'aux conceptions élevées et d'ordre transcendant.

Nous aurons l'occasion de revenir plus loin sur les erreurs de principe et de détail commises, à notre sens, dans l'établissement des projets de classification préparés par les soins de la Société Royale.

Nous dirons seulement ici que, dans l'élaboration de ces projets, on n'a pas cherché à ménager les liens nécessaires entre les différentes branches de

sciences considérées, et que le classement a été établi avec l'intention arrêtée de ne s'occuper que des sciences pures et de laisser systématiquement de côté les applications des sciences.

C'était, par cela seul, enlever à l'œuvre une grande partie de son utilité pratique.

Dans chaque branche de sciences, le système de classement est basé sur l'emploi de numéros d'ordre qui, bien que constitués à l'aide des signes de la numération décimale, n'ont que l'apparence de la classification décimale telle que l'a conçue Melvil Dewey¹ et ne présentent pas les avantages que possèdent les indices numériques de cette dernière.

Chacune des branches de sciences pures dont la Société Royale se propose de publier la bibliographie est, d'autre part, désignée par une lettre capitale qui précède, pour chaque notice bibliographique, le numéro indiquant la subdivision applicable.

Les indices classificateurs employés par la Société Royale sont donc constitués par un système mixte de lettres et de chiffres, et leur réunion ne constitue pas, comme pour la classification bibliographique décimale de Melvil Dewey, un ensemble coordonné embrassant l'universalité des connaissances humaines et permettant d'attribuer une place déterminée à toute œuvre intellectuelle quelle qu'elle soit.

Cette seule raison empêchait l'œuvre de la Société Royale de Londres de pouvoir se combiner avantageusement avec l'œuvre du Répertoire universel de l'Institut de Bruxelles, et l'on peut dire que, bien qu'elle ait réussi à faire appel, pour son développement, aux subsides des Gouvernements étrangers, cette œuvre, s'il n'y est pas apporté d'importantes modifications, est condamnée à rester une œuvre anglaise, limitée dans sa sphère de propagation et dans son utilité.

Mais les travaux faits par la Société Royale pourront toujours probablement être utilisés pour l'œuvre de l'Institut de Bruxelles, à la condition de leur faire subir une transformation et une adap-

tation dont les frais auraient pu être évités si la Société Royale s'était mieux prêtée à la coopération qui lui était proposée.

En entreprenant son œuvre, la Société Royale paraît, en outre, avoir fait abstraction de tout ce qui avait pu être fait déjà à côté d'elle en ce qui concerne la bibliographie scientifique.

Elle n'a cherché à mettre à profit ni les travaux bibliographiques déjà existants, qui pouvaient fournir des matériaux, au moins en partie élaborés, pour la création d'un Répertoire bibliographique universel, ni les méthodes déjà étudiées ou appliquées pour la réalisation d'une œuvre de ce genre, ni les institutions ou les organismes fonctionnant déjà et qui pourraient prêter leur concours à cette œuvre.

Si l'on se rend bien compte du but poursuivi et de la marche adoptée, on reconnaît que la question peut se résumer ainsi :

Après avoir entrepris une œuvre considérable et remarquable, celle de la publication, formant aujourd'hui seize gros volumes, du catalogue des travaux scientifiques (*Scientific Papers*) parus depuis le commencement du siècle, dans les principales publications scientifiques du monde entier, la Société Royale s'est aperçue que ce travail ne pouvait rendre des services en rapport avec sa valeur, parce que les documents réunis étaient simplement classés par noms d'auteurs et ne pouvaient être facilement trouvés lorsque l'on se proposait de rechercher tous les articles parus concernant un sujet donné.

Pour faire disparaître ce défaut, il fallait opérer une réimpression du catalogue, en groupant les documents d'après un ordre méthodique.

La Société Royale en organisa d'abord l'entreprise avec ses seuls moyens et avec l'aide des subsides de généreux donateurs; mais les savants appelés à coopérer à l'œuvre ou au moins à la diriger n'étaient pas préparés aux travaux bibliographiques.

D'autre part, il ne fut pas établi de plan d'ensemble pour le travail et aucune tentative ne paraît avoir été faite au début pour la relier aux œuvres bibliographiques existantes. Groupant en un certain nombre de branches de sciences les notices bibliographiques à classer, on demanda simplement aux savants les plus éminents, dans ces diverses spécialités, d'établir des projets de classement pour chacune de ces branches de sciences considérées isolément.

Nous avons dit déjà quels mauvais résultats devait donner ce système.

Le travail n'aboutissant pas et les dépenses déjà faites étant considérables, la Société Royale eut l'idée de faire appel aux Gouvernements des divers

¹ On verra plus loin que les numéros classificateurs, dont fait usage le système de classification bibliographique décimale, bien qu'écrits sous la forme de nombres entiers, ne sont, en réalité, que des fractions décimales dont on a, pour simplifier l'écriture, supprimé le zéro et la virgule devant les chiffres significatifs. Les numéros classificateurs employés par la Société Royale de Londres ont été mis sous la forme de nombres entiers, systématiquement complétés à quatre chiffres par l'addition, au besoin, du nombre nécessaire de zéros à la droite. Ce système limite donc assez étroitement les subdivisions possibles d'une même science et entraîne souvent, d'autre part, l'emploi de chiffres inutiles, sans parler des inconvénients résultant de l'emploi des lettres initiales combinées avec les chiffres.

Il y a lieu d'ajouter, d'ailleurs, que les différentes tables de classification qui ont été proposées d'après ce système, pour les différentes branches de sciences, ne sont pas encore définitivement adoptées.

pays pour subventionner son œuvre, en offrant de lui donner en même temps un caractère international.

Des conférences, auxquelles assistèrent des délégués officiels des principaux pays, se tinrent à Londres en 1896 et 1898, pour étudier et résoudre la question.

La *Revue générale des Sciences* a rendu compte sommairement des débats de ces conférences et des résolutions qui y furent prises¹.

À lire superficiellement ces dernières on pourrait croire l'œuvre en bonne voie et prête enfin à entrer en exécution.

Mais si l'on examine la question de près, on reconnaît que les choses sont loin d'être aussi avancées.

D'après l'organisation définitivement proposée par la Société Royale de Londres, des *Bureaux régionaux* seraient constitués dans chaque pays pour réunir les matériaux des notices bibliographiques et transmettre celles-ci à un *Bureau central* installé à Londres, bureau qui comprendrait un directeur général, des assistants spécialistes pour chaque branche de sciences, des employés et un comité consultatif de spécialistes. Tout ce personnel, largement appointé, serait placé sous les ordres d'un *Conseil international*, composé d'un membre délégué par chacun des bureaux régionaux. Ce Conseil, qui serait chargé de l'administration du catalogue, se réunirait à Londres au moins une fois tous les trois ans et agirait d'après les instructions et les règles édictées par une *Convention internationale*. Celle-ci serait formée des délégués des divers gouvernements, au nombre maximum de trois pour chacun d'eux, et se réunirait elle-même à Londres tous les dix ans.

Enfin, il existerait encore un *Comité international de conseils techniques* (Referees), qui serait nommé par le Conseil international et devrait être composé de cinq membres pour chaque science, choisis par les divers pays; c'est ce Comité qui serait consulté par le directeur général sur les questions de classification non prévues par les règles.

Il n'est guère besoin de faire ressortir combien une pareille organisation est compliquée et peu en rapport avec le but à atteindre. On remarque tout d'abord, comme nous l'avons dit déjà, que la Société Royale n'utilise par ce système aucun des organes bibliographiques existants dans les différents pays, mais en crée de toutes pièces, en faisant appel à l'intervention gouvernementale.

En partant du point de départ adopté par la Société Royale de Londres, c'est-à-dire en admet-

tant l'indépendance relative des différentes branches de sciences considérées, il eût été plus facile de constituer un bureau international pour chaque science, que de constituer des bureaux régionaux, en adoptant pour la division du travail une base territoriale, car, le travail devant être fait par des spécialistes, il faudra autant de fois seize spécialistes qu'il y aura de bureaux régionaux constitués puisque le projet admet seize sciences à classement indépendant.

Comment organiser un pareil service dans chaque pays et que de dépenses à prévoir, en dehors de la contribution que demande la Société Royale à chacun de ces pays!

Cette contribution est, par elle-même, considérable puisque les frais à prévoir, pour le personnel du seul bureau de Londres, sont évalués à 80.000 francs par an, si l'on ne considère que les catalogues imprimés sous forme de livres, et à 114.000 francs si l'on y ajoute l'impression sous forme de fiches. Il y a lieu de remarquer, en outre, que ces sommes ne comprennent pas les frais d'impression et de port.

En tenant compte de ces dernières dépenses et calculant sur un tirage annuel de 16 volumes à 1.000 exemplaires pour le catalogue imprimé en volumes, à 200 exemplaires pour les fiches primaires et pour les fiches secondaires de références supposées au nombre de trois chacune (ce sont les conditions les moins coûteuses prévues), on arrive à une dépense globale annuelle de 366.000 francs.

Ce chiffre paraît tellement élevé que la Société Royale propose de ne publier pour commencer qu'un catalogue sous forme de livre, de façon à n'avoir à demander aux divers pays participant à l'œuvre qu'une cotisation annuelle globale de 150.000 francs.

Mais que devient alors le projet primitif qui n'était réellement intéressant que parce qu'il prenait comme base la publication de répertoires sur fiches, qui seuls se prêtaient à toutes les combinaisons de groupement pour constituer des répertoires partiels et limités, à l'usage des spécialistes?

En outre, malgré la réduction des subventions demandées ainsi aux divers États, il est évident que ceux-ci ne pourront prendre de décision, du moment surtout où il s'agit de prélever des crédits sur un chapitre budgétaire qu'après avoir évalué la charge totale qui leur incombera pour l'installation des bureaux régionaux; et, dans ce calcul, ils auront aussi à tenir compte de ce fait que s'ils allouent une subvention de ce genre pour les sciences pures qu'envisage seules le catalogue de la Société Royale, ils auront à en réserver d'autres, qui devront être calculées proportionnellement, pour venir en aide aux travaux bibliographiques

¹ Voir les numéros du 15 novembre 1896, pages 894 et 895, et du 30 novembre 1898, p. 837.

applicables aux autres branches des connaissances humaines et notamment aux diverses applications des sciences à l'industrie et aux beaux-arts, car ces travaux peuvent avoir pour la grandeur et la prospérité matérielle du pays une influence plus directe et plus immédiate que ceux concernant les sciences pures.

Les sacrifices à prévoir ainsi, pour chaque pays, deviendraient alors si considérables qu'ils effraieraient certainement même ceux d'entre eux où la plaie du fonctionnarisme est le plus développée et où l'on pourrait être tenté de voir, dans la création de ces nouveaux organismes, l'occasion de constituer une nouvelle catégorie d'employés salariés.

S'il faut justifier ces nouvelles dépenses devant un Parlement, on ne manquera certainement pas de raisons pour critiquer l'attribution de crédits aussi forts à une œuvre ne présentant pas un caractère national et qui, malgré son apparence internationale, ne produira, en fait, de résultats réellement utiles que pour les pays de langue anglaise.

Il ne faut pas perdre de vue, en effet, que, d'après les dispositions admises, le catalogue n'aura qu'une édition anglaise, dans laquelle tous les termes explicatifs et surtout les *mots classificateurs* (*significant* ou *predominant words*) dont on fera usage concurremment avec des symboles par chiffres et lettres, pour opérer le classement des fiches de références, seront forcément en langue anglaise, et l'on ne voit pas comment on en fera usage dans les pays où l'on ne se sert pas couramment de cette langue.

Il y a bien d'autres observations encore à faire au sujet des tables de classification proposées pour chacune des sciences considérées et des symboles adoptés pour désigner les subdivisions établies dans chacune d'elles.

Nous avons dit déjà que les seize sciences considérées sont désignées par les seize premières lettres majuscules de l'alphabet latin; les divisions sont marquées, en outre, par des nombres complétés systématiquement à quatre chiffres par l'addition de zéros. — Ces zéros disparaissent et sont remplacés par des chiffres significatifs si l'on veut, à un moment donné, prolonger plus loin une subdivision qui n'aurait été poussée qu'à deux ou trois chiffres.

Cette disposition, qui offre l'inconvénient constant d'entraîner l'emploi de caractères inutiles et qui ne permet pas de pousser au delà d'une certaine limite les embranchements, ne présente, comme nous l'avons dit déjà, que l'apparence des avantages du système de la classification décimale proposé par Melvil Dewey.

Il est facile de faire voir combien elle est moins satisfaisante pour l'esprit comme pour les yeux, en

comparant, par exemple, les notations respectives qui désignent la polarisation rotatoire dans les deux systèmes :

SOCIÉTÉ ROYALE		CLASSIFICATION DÉCIMALE
—	Sciences naturelles.	5
D.	Physique.	53
D 3000.	Optique.	535
D 3400.	Polarisation.	535
D 3440.	Polarisation rotatoire.	535

La Société Royale de Londres n'emploie pas d'ailleurs seulement les lettres majuscules et les chiffres pour constituer ses symboles. Elle introduit encore, dans certaines branches de sciences, des lettres minuscules pour représenter des divisions géographiques et constituer de véritables nombres composés, comme, par exemple, en Géologie :

H 7000 *de*. Le Jurassique allemand,

résultant de la combinaison de H. 7.000 (Terrain jurassique) avec *J de* (Géographie de l'Empire d'Allemagne), mais il est à remarquer que, contrairement à ce qui a lieu pour la classification décimale, ces divisions géographiques ne peuvent se combiner qu'avec les nombres de la Géologie, de la Botanique et de la Zoologie et ne sont pas, par suite, d'un usage général comme les divisions géographiques de la classification décimale.

Les tables de classification de la Société Royale admettent encore d'autres notations qui viennent compliquer les symboles employés.

En Chimie, on introduit dans les symboles de classification les notations classiques de la nomenclature chimique, de sorte que le Gallium par exemple est noté F. 3.300 (Ga), et pour les composés du carbone on indique en exposant le nombre d'atomes. On ajoute même des subdivisions formées par des lettres grecques pour spécifier certaines opérations telles que β préparation d'un élément, de sorte qu'on écrira :

F 1020 C^{NO} β — Préparation du nitropropène.

Nous n'entrerons pas dans plus de détails à ce sujet, car les projets de tables de classification ou schédules proposées par la Société Royale ont subi déjà de nombreuses transformations et il n'est pas dit qu'elles soient parvenues à leur dernière forme.

Dans la conférence de 1896, les projets présentés par la Société Royale, et qui avaient été déjà l'objet de modifications successives, donnèrent lieu encore à de nombreuses critiques. On décida par suite de demander de nouveaux projets à des délégués choisis dans les différents pays.

Ces projets ne nous sont pas tous connus, mais il est peu probable que chacun d'eux pris isolément satisfasse d'autres personnes que son auteur, et comme leur conception ne répond à aucune vue d'ensemble qui puisse amener à passer sur les

défauts particuliers, il n'est pas probable que l'on arrive de longtemps à une entente pour leur adoption, d'autant plus que, pour les raisons que nous avons précédemment indiquées, il est fort à craindre que la majorité de ces projets ne tiennent pas compte des exigences bibliographiques et visent plus la science de l'avenir que celles du présent et du passé¹.

IV. — LES TABLES REFOUDUES DE LA CLASSIFICATION BIBLIOGRAPHIQUE DÉCIMALE.

Le sort commun des projets de classification est de donner lieu à de nombreuses critiques quand on les examine dans leurs détails, car aucun d'eux ne peut être fondé sur des bases naturelles et immuables.

Toute classification de nos connaissances ne peut, en réalité, reposer que sur des bases artificielles et sur des méthodes qui différeront suivant les pays et les temps. On ne peut donc attacher à ces systèmes de classification une importance bien grande, et le mieux, sans réclamer une perfection qui ne peut exister, est d'adopter ceux qui, répondant à peu près aux vues les plus généralement admises, attribuent à chaque sujet une place bien déterminée ou, le cas échéant, plusieurs places également bien spécifiées, suivant le point de vue sous lequel il est envisagé et de choisir surtout ceux qui ont le grand avantage d'avoir été mis déjà en pratique.

Tel est le cas qui se présente pour la classification bibliographique décimale, qui, depuis l'année 1873, n'a cessé de recevoir des applications de plus en plus nombreuses et a prouvé, par les développements qu'elle a successivement reçus, qu'elle possède une souplesse et une élasticité qui la rendent d'un emploi des plus avantageux.

Nous ne pouvons donc mieux terminer cet article qu'en donnant un aperçu des développements qu'ont reçus les règles posées par Melvil Dewey, développements qui permettent d'apprécier les ressources qu'apportent aujourd'hui les tables refondues de la classification décimale à ceux qui se proposent d'utiliser ce système de classification.

Nous emprunterons, à cet effet, au premier fascicule formant l'introduction de l'édition française des Tables refondues qui vient de paraître, l'énumération des signes et des symboles qui ont permis d'étendre, d'une façon remarquable, le champ des tables de la classification décimale, sans faire

disparaître le principe de généralité et d'unité du système de numération employé.

Pour rendre plus claires toutes ces explications, nous croyons tout d'abord utile de rappeler le principe même du système, en reproduisant à peu près textuellement l'exposé qui en est donné dans l'introduction dont il s'agit.

La conception première du système repose, on se le rappelle, sur les données suivantes :

Pour établir la série des numéros classificateurs adoptés, on a supposé l'ensemble des connaissances humaines divisé en groupes formant dix grandes classes, dans lesquelles on devra répartir tous les sujets qui peuvent faire l'objet d'une œuvre intellectuelle.

Chacune de ces classes est partagée, à son tour, en dix divisions entre lesquelles on répartit les sujets qui composent ces classes.

Ces divisions se subdivisent de nouveau chacune en dix, et ainsi de suite.

Chacun des dix premiers groupes, auxquels correspondent les grandes divisions des connaissances humaines, peut donc être considéré comme une fraction décimale de l'universalité de nos connaissances, dont l'ensemble serait représenté par l'unité.

On obtient dès lors une classification encyclopédique dont chaque science particulière doit former une partie intégrante, susceptible d'être représentée par une fraction déterminée et de se subdiviser elle-même en fractions plus petites également déterminées et se rattachant à l'ensemble par une filiation régulière.

Le premier groupement en classes a été fait de la façon suivante :

Le premier dixième, qui embrasse tous les nombres décimaux compris entre 0 et 0,1, a été affecté aux œuvres traitant de sujets généraux ou concernant plusieurs des divisions qui suivent.

Il comprend donc les œuvres encyclopédiques, les œuvres bibliographiques, etc., ainsi que les œuvres diverses qui n'ont pas pu trouver régulièrement place dans les classes suivantes.

Les neuf autres classes sont établies comme il suit :

- 0,1 Philosophie.
- 0,2 Religion. — Théologie.
- 0,3 Sciences sociales. — Droit.
- 0,4 Philologie.
- 0,5 Sciences naturelles.
- 0,6 Sciences appliquées.
- 0,7 Beaux-Arts.
- 0,8 Littérature.
- 0,9 Histoire et géographie.

Si l'on considère, à titre d'exemple, la division des sciences naturelles ou sciences pures 0,5, elle se divise à son tour, comme il a été dit plus haut, en divisions comprenant les Mathématiques, l'As-

¹ Dans la conférence qui vient d'être tenue à Londres le 5 août 1899, il a été décidé d'ajourner jusqu'en 1901 la mise en train de l'œuvre, qui a rencontré de nouvelles difficultés, et on a définitivement renoncé à l'idée de publier un catalogue sur fiches.

tronomie, la Physique, la Chimie, etc., de telle sorte que l'on a, par exemple :

0,5	Sciences pures.
0,53	Physique.
0,53,5	Optique.
0,53,57	Optique physiologique.
0,53,57,5	Rôle de la rétine dans la vision.

La division peut être poussée encore plus loin, et d'une façon indéfinie, par l'addition de nouveaux chiffres à la droite du dernier nombre décimal obtenu.

Cet exemple fait voir comment une nouvelle division, plus précise ou plus détaillée, d'une branche de sciences peut venir s'intercaler, sans rien troubler, entre deux divisions antérieurement établies, grâce à l'emploi des *nombre décimaux* fractionnaires pour constituer les numéros classificateurs.

Dans la pratique et pour simplifier les écritures, en diminuant le nombre des caractères employés, on supprime le zéro et la virgule qui forment le commencement de tous les numéros classificateurs et l'on écrit ceux-ci sous la forme apparente de nombres entiers.

On obtient ainsi les dix nouveaux groupes principaux ou classes :

- 0 Ouvrages généraux et Bibliographie.
- 1 Philosophie.
- 2 Religion. — Théologie.
- 3 Sciences sociales. — Droit.
- 4 Philologie.
- 5 Sciences naturelles.
- 6 Sciences appliquées.
- 7 Beaux-Arts.
- 8 Littérature.
- 9 Histoire et géographie.

Dans ces conditions, l'exemple cité plus haut s'écrira 53.57 Optique physiologique, mais il ne faut pas perdre de vue que tous les numéros classificateurs, mis sous cette forme dans les tables, représentent, en réalité, des nombres décimaux et doivent être, par la pensée, supposés écrits en les faisant précéder du zéro et de la virgule.

La plupart des critiques qui ont été formulées contre la classification décimale bibliographique proviennent de ce que l'on perd de vue cette donnée essentielle de son principe.

Il en est de même des difficultés que l'on a cru pouvoir attribuer à son emploi et qui ne sont le plus souvent qu'apparentes, comme celle qui résulterait de la prétendue nécessité de subdiviser toujours en dix chaque branche de science.

En réalité, les groupes que l'on forme pour chaque nouvelle subdivision d'un nombre classificateur peuvent rester au-dessous de dix ou peuvent contenir chacun plus d'une rubrique de classement, et le seul inconvénient que présente la méthode, quand on trouve plus de dix nouvelles rubriques à faire entrer dans la formation d'une subdivi-

sion nouvelle, est de nécessiter l'emploi de deux nouveaux chiffres, au lieu d'un seul, pour représenter chaque rubrique élémentaire.

C'est ainsi, par exemple, que dans la division 621 Industrie mécanique, les moteurs à air chaud, les moteurs à gaz et les moteurs à vent se trouvent groupés dans la même division 6214, et qu'il faut recourir à une nouvelle subdivision et à l'emploi d'un chiffre de plus pour les séparer en 621.41 Moteurs à air chaud, 621.42 Moteurs à air comprimé, etc.

En dehors des chiffres arabes composant les numéros classificateurs, le système de classification bibliographique décimale fait usage des signes de ponctuation suivants, qui sont employés soit comme signes d'abréviation, pour éviter des répétitions, soit comme signes de combinaison, pour la formation des nombres composés.

Les deux points ou signe de division :

Le tiret —

Le double tiret ou signe d'égalité ==

La parenthèse ()

Les guillemets ou double parenthèse « ».

On emploie aussi, dans certains cas, le signe d'addition et l'accolade, ainsi que les lettres de l'alphabet latin de A à Z.

Enfin, on fait usage des points pour décomposer en tranches les nombres un peu longs, afin d'en faciliter la lecture, et on les place de préférence de façon à délimiter des tranches qui correspondent à des branches de sciences ayant un caractère défini ; ainsi par exemple, on écrira :

53.57. Optique physiologique, si l'on veut mettre en évidence la division 53 Physique, mais on pourra écrire aussi 535.7 si l'on veut mettre en évidence la subdivision 535 Optique.

Les dix chiffres sont employés, sans distinction et de la même façon, pour la composition des numéros classificateurs, sauf toutefois le zéro qui donne lieu à quelques règles spéciales.

En dehors du cas où il est placé en tête des numéros classificateurs, c'est-à-dire du cas où il s'agit de documents appartenant à la classe des *ouvrages généraux*, le zéro est réservé pour coopérer à constituer un signe de combinaison dont il sera parlé plus loin.

Le *zéro intercalé* dans un nombre classificateur prend donc une signification particulière, mais sans qu'il en résulte un changement dans son ordre de succession, qui reste fixé en tête des autres chiffres significatifs.

Les lettres de A à Z sont employées pour compléter certains numéros classificateurs, en y ajoutant les initiales de certains mots entrant dans la composition de noms d'institutions ou de publications. On fait même, dans certains cas, usage de noms propres, écrits en entier, pour compléter

certaines numéros classificateurs concernant des œuvres littéraires, des variétés d'espèces animales et végétales, des biographies et des œuvres géographiques.

Le classement de ces lettres ou de ces noms est naturellement déterminé par l'ordre alphabétique.

Quant aux signes de ponctuation, pour lesquels il existe un ordre de succession, l'ordre adopté est le suivant :

La parenthèse, les guillemets, les deux points et le signe d'égalité.

Les signes se classent, d'ailleurs, immédiatement avant les lettres et celles-ci avant les chiffres, dont la série commence par 0.

L'ordre complet de succession pour tous les signes et caractères employés par la classification décimale est, par suite, le suivant :

(. « » , ; = , A-Z, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

Le point, le signe d'addition et le tiret, dont on verra plus loin les usages, n'ont pas d'ordre de succession pour le classement.

Pour donner plus d'extension à l'emploi des tables, sans en accroître le développement, on fait usage, comme nous l'avons dit déjà, de nombres classificateurs composés.

Ces nombres sont formés en combinant entre eux les nombres élémentaires correspondant chacun à une des rubriques de classement qui peuvent contribuer à caractériser l'espèce ou le contenu d'un document bibliographique de nature complexe.

Ces éléments des nombres composés peuvent être constitués par des nombres principaux, empruntés aux différentes parties de la classification générale, ou par des nombres secondaires, ayant le caractère de *subdivisions communes* applicables à des parties différentes de la classification et qui font l'objet des tables spéciales dont il sera parlé plus loin.

Pour distinguer les uns des autres les éléments des nombres composés ainsi formés, on fait simplement usage, pour les séparer, de *tirets* ou traits d'union, sauf à omettre même ces signes quand les nombres élémentaires sont déjà pourvus d'un autre signe spécial de combinaison, comme la parenthèse simple ou double, avec le zéro intercalaire.

On peut encore former des nombres composés, d'une façon tout à fait générale, en combinant des nombres quelconques, pris dans des parties différentes de la classification et les réunissant simplement par l'intermédiaire des deux points ou signe de relation.

Ainsi, on écrira :

331.2 : 677.

Les salaires — dans l'industrie textile, ou encore :

31 : 331.2 : 677.

Statistique — des salaires — dans l'industrie textile.

La formation des nombres composés de ce genre est absolument facultative et les nombres ainsi formés sont réversibles, de sorte que l'on peut écrire aussi :

677 : 331.2 : 31.

L'industrie textile — Ses salaires — Statistique.

Mais ce mode de formation conduisant parfois à des nombres très longs, on a été amené, pour simplifier, à chercher un moyen d'utiliser des embranchements déjà créés, dans certaines parties des tables, pour les appliquer à d'autres divisions auxquelles ils se trouvent pouvoir également convenir.

On réalise ainsi ce que l'on nomme des *embranchements par soudure*.

On obtient ce résultat en écrivant simplement en regard de ces dernières divisions la mention : *A subdiviser comme* — et faisant suivre ces mots du numéro de la division dont les embranchements déjà créés peuvent être utilisés comme subdivisions complémentaires.

Ainsi les subdivisions de 621.1, Machine à vapeur, pouvant convenir à la division 536.81, qui dans les Sciences physiques correspond aussi à la Machine à vapeur, considérée au point de vue de l'enseignement théorique, on pourra écrire 536.81-8 pour appliquer à cette division 536.81 la 8^e subdivision de 621.1 qui correspond à l'étude spéciale de la production de la vapeur dans ces machines, mais on devra, à cet effet, inscrire dans les tables, en regard de 536.81, la mention : *A subdiviser comme 621.1*.

On voit que pour éviter des confusions, la création des embranchements par soudure ne peut être rendue facultative comme celle des nombres composés en général et que ces embranchements ne pourront être utilisés que dans les cas où les tables l'indiqueront expressément.

On verra d'ailleurs plus loin qu'à l'aide des tables des subdivisions communes, qui en prévoient largement l'usage, on a pu néanmoins en rendre l'emploi très fréquent.

Lorsque le mode de formation des nombres composés par soudure est appliqué à la combinaison de nombres appartenant à une même branche de sciences et commençant, par suite, par les mêmes chiffres, le tiret remplace les chiffres qui auraient été répétés si l'on avait adopté le mode général de formation des nombres composés au moyen du signe de relation.

Il prend, par suite, la valeur d'un signe de répéti-

tion ou d'abréviation et l'on peut, dans ce cas, éviter d'inscrire dans les tables la mention habituelle de renvoi aux embranchements voisins utilisables; il suffit de prendre simplement la précaution d'intercaler un second tiret à la suite du radical dont la répétition est évitée.

On dispose ainsi d'un nouveau moyen de créer des embranchements facultatifs; c'est ainsi qu'au lieu de

58.21 : 58.332

Maladies des plantes — légumineuses,
on pourra écrire :

58—21—332.

Par l'emploi des autres signes que nous avons mentionnés plus haut, la parenthèse et les guillemets (remplacés parfois par le signe d'égalité), et aussi du zéro intercalaire, on forme des séries de nombres faisant, comme nous l'avons dit, l'objet de tables spéciales qui permettent d'exprimer d'une façon uniforme des idées qui se représentent fréquemment dans l'analyse des sujets à classer.

Ces nombres peuvent ainsi être employés comme des subdivisions communes pour compléter les numéros classificateurs donnés dans les tables.

Ils peuvent s'appliquer soit dans toute l'étendue de la classification, soit seulement dans certaines parties spécialement indiquées.

Ces subdivisions communes comprennent les divisions de lieu, de temps et de langue, les divisions de généralités et de formes, et enfin les divisions dites analytiques qui correspondent à de multiples idées ou points de vue pouvant se présenter, d'une façon analogue, pour des sujets différents.

Ces divers types de divisions sont caractérisés par des signes différents.

La parenthèse, en combinaison avec les nombres commençant par un chiffre autre que zéro, est employée pour former les *subdivisions de lieu*, savoir : lieu géologique (nombres commençant par le chiffre 1), lieu physique (nombres commençant par 2), et enfin lieu politique (nombres commençant par les chiffres de 3 à 9).

Ces subdivisions sont empruntées en partie aux nombres classificateurs de la Géologie, de la Géographie physique et de l'Histoire. Elles font l'objet d'une table spéciale qui porte le numéro 2.

Exemples : terrains carbonifères (115), lacs (282), France (44), Australie (94).

Les guillemets ou doubles parenthèses servent à former les *subdivisions selon le temps* en enfermant entre ces signes, et en les écrivant suivant certaines conventions abrégatives, les dates qui délimitent ou qui fixent la période ou l'époque des événements.

Il n'y a pas, à proprement parler, de table spé-

ciale de ces subdivisions, attendu qu'elles sont les mêmes que celles de la chronologie ordinaire. Les règles relatives à l'emploi de ces signes sont seulement résumées sous une forme synoptique dans un tableau portant le numéro 2.

Exemples : « 1853 », année 1853; « 185 », période de 1850 à 1860. « 14 », xv^e siècle ou toutes les années qui ont suivi 1400 jusqu'à 1499.

Le double tiret ou signe d'égalité sert à former les subdivisions marquant l'idiotisme dans lequel sont rédigées les œuvres considérées. On obtient ces *subdivisions de langues* en plaçant ce signe devant des nombres empruntés, avec quelques modifications, aux divisions de la Philologie.

Ces subdivisions font l'objet d'une table spéciale portant le numéro 3.

On peut aussi marquer ces subdivisions à l'aide de guillemets encadrant les nombres correspondants. Exemples : « 4 », ouvrage écrit en français; « 7 », ouvrage écrit en latin; 42 « 2-4 », dictionnaire anglais-français, à l'usage des Anglais.

La parenthèse, en combinaison avec les nombres commençant par zéro, donne lieu à des subdivisions qui sont employées pour distinguer la forme, l'origine, la destination ou la nature spéciale des œuvres considérées.

Exemples : (03), ouvrages sous forme de dictionnaire;

(05), publication périodique;

(06), publication émanée d'une Société;

(07), œuvre destinée spécialement à l'enseignement.

Ces subdivisions font l'objet de tables détaillées, sous le nom de subdivisions de généralités et de formes.

Ces subdivisions sont applicables dans toute l'étendue de la classification décimale, mais on a prévu l'emploi de subdivisions spéciales, commençant par un double zéro et qui ne sont applicables que dans l'étendue d'une science déterminée pour désigner les documents d'une nature particulière applicables spécialement à une science donnée.

Exemple, pour la division 62, art de l'ingénieur, (008) brevets.

Ces subdivisions particulières font l'objet de tables spéciales pour chaque science, c'est-à-dire de tables applicables seulement dans l'étendue de sections déterminées de la classification décimale.

Accessoirement, on peut étendre l'application de la classification décimale aux *documents de toute nature autres que les livres*, comme, par exemple, les gravures, les morceaux de musique, les médailles, les tableaux, etc.

On est convenu, à cet effet, d'indiquer par un zéro placé entre parenthèses, à la suite du numéro classificateur correspondant au sujet considéré, qu'il

s'agit non d'une œuvre sur ce sujet, mais de l'objet même dont il est question.

Ainsi on écrira : 784. Œuvres concernant les chansons, et 784 (0). Les chansons elles-mêmes, et, par suite :

355 : 784. La chanson dans l'armée.

355 : 784 (0). Les chansons relatives à l'armée.

Les *subdivisions analytiques* sont constituées par des nombres commençant par zéro et destinés à être placés, sans interposition de parenthèses, à la suite des nombres classificateurs donnés par les tables générales.}

Ces nombres forment des subdivisions communes permettant de spécifier, d'une façon uniforme, certaines particularités du sujet que l'on considère, telles que le point de vue sous lequel la question est traitée, l'objectif principal envisagé, les opérations ou fonctions décrites ou étudiées, les parties constitutives examinées, etc.

Certaines de ces subdivisions analytiques sont communes à toute l'étendue de la classification décimale, c'est-à-dire qu'elles peuvent servir à compléter toutes les divisions des tables.

Ce sont les divisions analytiques générales ou communes; elles commencent par un double zéro et font l'objet d'une table spéciale portant le numéro 5.

Exemple : 621.16.0012. Machine à vapeur. Etude théorique d'un projet.

Les autres subdivisions analytiques qui commencent par un simple zéro ne s'appliquent que dans l'étendue d'une même science et ont, par conséquent, un sens spécial pour chaque science ou pour une certaine catégorie de divisions voisines.

Elles font l'objet de tables spéciales placées en tête des divisions auxquelles elles s'appliquent et qui font connaître les limites entre lesquelles elles doivent être employées.

Par la combinaison des divisions analytiques avec les divisions ordinaires ou principales de la classification décimale, complétées par l'emploi des subdivisions de généralités et de formes et des subdivisions de lieu, de temps et de langue, ainsi que par l'emploi du signe de relation, on voit comment il devient possible, avec des tables générales de classification renfermant un nombre relativement restreint de divisions principales, d'exprimer une quantité considérable d'idées multiples et variées, à l'aide d'une série peu nombreuse de rubriques de classement, qui ont l'avantage, par leur disposition uniforme et symétrique, d'introduire l'harmonie et la clarté dans l'écriture des nombres classificateurs, dont la quantité utilisable se trouve multipliée dans des proportions considérables.

La rédaction des tables de classification princi-

pales se trouve ainsi grandement facilitée et ces tables peuvent être réduites à des proportions modérées. C'est ce qui a permis, en préparant la nouvelle édition des Tables, d'abrégier certaines parties qui se trouvaient plus développées dans l'édition anglaise de 1894.

Les subdivisions communes ont, en outre, l'avantage d'introduire, dans la classification, des éléments d'un caractère mnémonique qui rendent ainsi souvent compréhensible, à simple lecture, le langage par chiffres de cette classification.

Il est à remarquer, enfin, que l'emploi des subdivisions auxiliaires, appelées à se combiner avec les divisions principales, n'empêche nullement d'ajouter, à tout moment, de nouveaux développements à ces divisions principales et d'introduire, dans les tables de classification générales, de nouveaux embranchements permettant de suivre les progrès des sciences. La précaution de rendre les divisions auxiliaires toujours reconnaissables à leur forme ou à un signe particulier, rend possible, en effet, d'insérer, sans confusion, de nouveaux chiffres entre les divisions principales et les subdivisions auxiliaires.

Enfin, l'emploi des embranchements par soudure permet de ne créer que dans une seule partie des tables les développements des embranchements dont les subdivisions peuvent s'appliquer à des nombres différents classés dans d'autres parties, et l'on a été conduit ainsi à développer spécialement les nomenclatures données en certaines parties des tables et susceptibles d'être utilisées aussi dans d'autres.

L'édition refondue des Tables de la classification décimale, établies sur les principes qui viennent d'être exposés, se compose de tables disposées en ordre méthodique et de tables ou index alphabétiques.

Les tables méthodiques comprennent les tables générales de la classification, ordonnées de la division 0 à la division 9, et les tables des divisions communes qui sont applicables les unes dans toute l'étendue de la classification, les autres seulement dans l'étendue de certaines branches de sciences, en tête desquelles elles sont inscrites.

Les tables alphabétiques comprennent une première table alphabétique générale pour les sujets mentionnés dans les tables méthodiques générales, y compris les tables des divisions analytiques spéciales aux différentes branches de sciences qui y sont incorporées, et des tables alphabétiques spéciales pour chacune des subdivisions communes, à l'exception de la table générale des temps dont l'index alphabétique ne pourrait être qu'un dictionnaire chronologique complet.

On admet que les tables ainsi établies pourront

être complétées par la publication de tables particulières développées, à l'usage des spécialistes, pour certaines branches de sciences comportant des développements considérables, comme la Médecine, l'histoire naturelle, etc.

Le travail de publication de ces Tables a été complété par la préparation d'instructions spéciales sur la rédaction des notices bibliographiques destinées à figurer dans les répertoires sur fiches et sur les dispositions à observer pour l'établissement, le classement et l'emploi de ces répertoires.

Le *Bulletin de l'Institut international de Bibliographie* a en outre publié, sous le titre de *Manuel de la Classification décimale*, un exposé complet des principes et des règles admis pour les développements apportés au système et aux tables de Melvil Dewey. Il a fait paraître aussi des modèles des différents types de notices bibliographiques édités en différents pays comme contribution à l'établissement du répertoire universel.

Ces indications permettent de juger de l'importance de l'œuvre accomplie par l'Institut international de Bibliographie de Bruxelles, avec l'aide de ses collaborateurs des différents pays, pour rendre absolument pratique l'emploi de la classification

bibliographique décimale et pour faciliter la préparation et la diffusion des répertoires sur fiches rentrant dans le plan du répertoire bibliographique universel.

Il est à espérer qu'au moment de l'ouverture de l'Exposition universelle de 1900, l'exemplaire prototype de ce Répertoire, que l'Institut de Bruxelles se propose d'exposer dans la salle des Pas Perdus du Palais des Congrès, constituera un monument digne d'être adopté comme type pour les travaux que le siècle nouveau devra voir se développer et se poursuivre avec méthode et ensemble, si l'on veut pouvoir conserver trace des productions de plus en plus nombreuses de l'esprit humain.

L'édition, en langue française, des Tables refondues de la classification décimale sera alors assez avancée pour permettre à tous de coopérer facilement à ces travaux.

Le Congrès de Bibliographie, qui se tiendra à Paris au mois d'août 1900, aura à juger des résultats obtenus et pourra avoir l'honneur de présider à la mise en marche définitive de l'œuvre dont nous venons de retracer les débuts.

Général H. Sébert,
Membre de l'Institut.

LES TERRES YTTRIQUES

Les terres rares se divisent en trois groupes, fondés sur la solubilité de leurs sulfates doubles potassiques dans une dissolution saturée de sulfate de potasse.

Au premier groupe appartiennent les terres dont les sulfates doubles potassiques sont insolubles dans une dissolution saturée de sulfate de potasse; ces terres comprennent le thorium, le cérium, le lanthane et le didyme;

Au second groupe se rattachent les terres dont les sulfates doubles potassiques sont peu solubles dans ces conditions;

Au troisième, enfin, appartiennent les terres dont les sulfates doubles potassiques sont aisément solubles.

Ce sont les terres du 2^e et du 3^e groupe que l'on désigne sous la dénomination générale de terres yttriques.

J'appellerai le premier de ces deux groupes, groupe *terbique*, et le second, groupe *yttrique*.

I. — HISTORIQUE.

Les terres yttriques furent découvertes, en 1794, par Gadolin, qui les considéra comme un corps unique, auquel il donna le nom d'*yttria*.

En 1842, Mosander établit que l'yttria était un complexe, et y signala l'existence de trois corps auxquels il donna les noms d'*yttria*, d'*erbine* et de *terbine*.

En 1860, Berlin, reprenant l'étude des terres yttriques, ne put isoler que deux de ces composants. Il nia l'existence de la *terbine*, et rendit la question obscure dès ses débuts en confondant les noms par lesquels Mosander avait désigné deux de ses corps. Depuis, les appellations de Berlin furent consacrées par l'usage et ses idées prévalurent quelque temps: Bahr et Bunsen d'une part, Clève et Högglund d'autre part, nièrent l'existence de la *terbine*, malgré les avis de Delafontaine, qui avait isolé le troisième corps de Mosander.

En 1878, Lawrence Smith annonça l'existence, dans la samarskite, d'une terre nouvelle qu'il désigna sous le nom de *mosandrum*. Marignac, en établissant d'une façon définitive l'existence de la *terbine*, identifia avec elle la terre de Lawrence Smith.

Après cette première étape de l'histoire des terres yttriques, on considérait donc que l'yttria de Gadolin était, ainsi que l'avait annoncé Mosander, un mélange des oxydes de trois corps:

1^o L'*yttrium*, à poids atomique faible (89), à

oxyde blanc et dont les sels incolores ne présentent pas de spectre d'absorption :

2° *L'erbium*, à poids élevé (160 environ), à oxyde rose et dont les sels roses présentent un spectre d'absorption caractéristique ;

3° *Le terbium*, à poids atomique élevé, mais indéterminé, à oxyde plus ou moins orangé, et dont les sels incolores ne présentent pas de spectre d'absorption.

De ces trois substances, l'yttrium seul est actuellement considéré comme un corps simple. Toutefois, M. W. Crookes et M. de Boisbaudran engagèrent sur sa nature élémentaire une polémique célèbre.

M. W. Crookes, en examinant dans le tube à matière radiante divers échantillons d'yttrium considérés comme purs, constata qu'ils présentaient tous une vive phosphorescence, qui, examinée au spectroscope, présentait un beau spectre de bandes qu'il considéra comme caractéristiques de l'yttrium.

Il se livra sur ces substances à des milliers de fractionnements, et observa une série continue de variations spectrales. Les bandes dont l'intensité relative variait s'éliminaient successivement et M. Crookes en conclut que l'yttrium était complexe et que chaque bande de phosphorescence caractérisait un composant. Il ne put isoler aucun de ces composants et considéra cet isolement comme irréalisable, même en admettant que plusieurs générations d'expérimentateurs y consacraient tout leur temps. Il désigna ces composants insaisissables sous le nom de *méta-éléments*. M. Crookes constata bien que certains de ces méta-éléments appartenaient au samarium, qui est de la série du didyme, mais il ne renonça point, malgré cela, à sa théorie originale et séduisante contre laquelle s'éleva M. de Boisbaudran, avec tant de force et d'autorité.

D'après cet auteur, dont les expériences peuvent être considérées comme décisives, l'yttrium et tous les corps dont les dissolutions ne présentent pas de spectre d'absorption ne sont phosphorescents que lorsqu'ils sont impurs, et les bandes de phosphorescence qui, aux yeux de M. Crookes, caractérisent les méta-éléments de l'yttrium seraient dues simplement à des traces de terres absorbantes en si faibles proportions qu'elles n'influent pas sur le poids atomique de cet élément. Par une série de fractionnements, ces traces s'échelonnent de termes en termes : elles ne peuvent être éliminées qu'au prix de difficultés presque insurmontables, et M. de Boisbaudran est peut-être le seul auteur qui ait pu atteindre ce résultat.

Jusqu'en 1878, l'erbine à sels roses fut considérée comme homogène. A cette époque, Delafontaine annonça qu'il en avait extrait une terre nouvelle,

la *philippine*. Cette substance n'est elle-même qu'un mélange où dominaient l'yttria et la terbine.

A partir de cette époque, l'erbium fut l'objet de nouvelles recherches, et jamais substance initiale ne fut scindée en plus de corps nouveaux.

Les terbines de Marignac présentaient un spectre d'absorption notablement distinct de celui de l'ancien erbium, et Soret, qui les examina, en conclut que l'erbium était un mélange complexe, renfermant une substance à spectre d'absorption particulier, substance qu'il désigna provisoirement par X.

Personne, à ma connaissance du moins, n'a encore isolé l'X de Soret à l'état de pureté. M. Clève chercha ce corps, le retrouva et lui donna le nom de *holmium*. M. de Boisbaudran, fractionnant l'holmium à son tour, en isola une substance spectroscopique nouvelle, le dysprosium. La holmine et la dysprosimine sont des bases plus fortes que l'erbine.

Marignac de son côté, put isoler de l'ancienne erbine une base plus faible et dont les sels incolores ne présentent pas de spectre d'absorption : *l'ytterbine*, et M. Clève annonça l'existence d'un corps spectroscopique absorbant : le *thulium*.

Enfin Nilson, en fractionnant l'ytterbium de Marignac, put en extraire une terre nouvelle, moins basique encore que l'ytterbium, et dont le radical métallique, de poids atomique très faible (45), a reçu le nom de *scandium*. Divers auteurs ont confirmé ces résultats.

En résumé, l'ancienne erbine est un mélange complexe qui, exempt d'yttria vraie et de terres du groupe terbique, renferme deux groupes de corps :

1° Des corps dont les sels incolores ne présentent pas de spectres d'absorption :

- a) le *scandium* ;
- b) *l'ytterbium* ;

2° Des corps dont les sels colorés présentent des spectres d'absorption caractéristiques :

- a) le *thulium* ;
- b) le *néo-erbium* ;
- c) le *néo-holmium* ;
- d) le *dysprosium*.

L'existence de ces six substances paraît être hors de doute.

Krüss et Nilson, reprenant la théorie « *une bande ; un élément* » de M. Crookes, admettent que le holmium renferme au moins quatre éléments, le dysprosium trois, l'erbium deux, ainsi que le thulium. A l'appui de cette théorie, ils montrent que l'intensité relative des bandes varie pour des échantillons de terres yttriques de provenances diverses.

Je ne partage pas cette manière de voir, et je ne considère pas leurs expériences comme probantes. J'ai cherché à observer le fait en comparant des

échantillons variés, et je n'ai jamais constaté, après des fractionnements multiples, qu'on puisse conclure des variations spectrales qu'à chaque bande correspond un élément distinct.

Peu après avoir confirmé les travaux de Delafontaine et de Lawrence Smith, Marignac montra que l'ancienne terbine de Mosander n'était pas elle-même homogène. Il put en extraire deux substances, dont l'une se rapprochait beaucoup du didyme et put être identifiée avec le samarium, découvert par M. de Boisbaudran, et déjà entrevu par Delafontaine, et dont l'autre se rapprochait davantage de la terbine.

Ce corps, étudié par M. de Boisbaudran, a reçu le nom de *gadolinium*. Son oxyde est blanc et ses sels sont incolores, sans spectre d'absorption. Les sels de terbium présentent les mêmes caractères, mais la terbine se distingue de la gadoline par une basicité plus faible et par la facilité avec laquelle l'un de ses sels dont l'acide n'est pas fixe peut donner un peroxyde quand on le calcine à l'air. Ces différents caractères rapprochent le gadolinium du lanthane et le terbium du cerium.

Enfin tout récemment, M. Demarçay a isolé, parmi les terres de ce groupe, une terre nouvelle qu'il a désigné par le symbole Σ^1 .

Quoique ce rapide historique soit bien incomplet, il suffit pour montrer combien est grande la complexité élémentaire des terres yttriques. Si l'on ajoute qu'il n'existe aucune fonction caractéristique et distinctive sur laquelle on puisse établir une méthode efficace de séparation, on comprendra sans peine que les terres yttriques furent, sont et seront pour les chimistes à imagination vive une mine inépuisable d'hypothèses hardies.

C'est ainsi que Popp, après les travaux de Mosander et de Berlin, a soutenu que les terres yttriques sont homogènes. Un éminent esprit, Schutzenberger, a fait une hypothèse analogue après les travaux de M. de Boisbaudran, de M. Demarçay, de M. Cleve, de Delafontaine et de Marignac.

Pour Schutzenberger, l'œuvre de Stas n'avait remporté qu'une victoire temporaire, et il lui opposait les judicieuses critiques de Hinrichs. M. Crookes a vu dans les terres yttriques des substances en voie de genèse, des corps simples non définitifs, sujets à des transformations lentes et mystérieuses.

Quelle serait la philosophie actuelle de la science chimique si les éléments des divers groupes avaient eu des fonctions aussi voisines que les éléments du groupe yttrique?

II. — THÉORIE DES FRACTIONNEMENTS.

Il ne sera pas inutile d'insister sur la seule méthode employée pour séparer entre elles les terres rares et plus particulièrement les terres yttriques. Cette méthode est celle des fractionnements. Je la décrirai très succinctement, j'en exposerai brièvement la théorie et je profiterai de cette circonstance pour opposer aux idées de Schützenberger et de M. W. Crookes la théorie des *limites* qui, tout en s'harmonisant avec les lois fondamentales de la Chimie et les principes acquis, suffit à l'interprétation des faits et rend compte des méprises dont l'histoire des Terres rares est parsemée.

Il est impossible de formuler des règles précises sur la manière dont un fractionnement doit être conduit. En général, elle dépend essentiellement

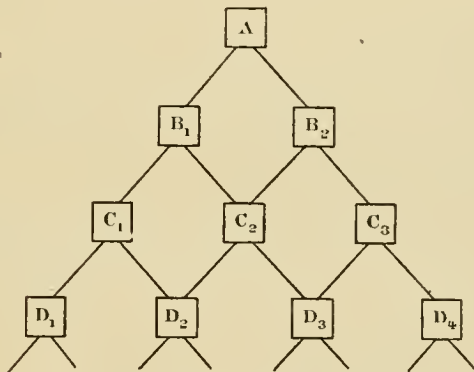


Fig. 1. — Séparation, par fractionnement, d'un mélange de deux corps.

des réactifs dont on fait usage, du degré de complexité des mélanges que l'on fractionne et du résultat que l'on se propose d'atteindre.

On peut, cependant, indiquer le schéma général de ce mode particulier de séparation, qui est en usage dans d'autres branches de la Chimie.

Je n'envisagerai qu'un cas théorique et simple : celui où l'on se propose de séparer par fractionnement un mélange de deux corps (fig. 1).

Soit A, le mélange initial.

Par une première opération, on le divise en deux fractions B_1 et B_2 .

Par un second tour de fractionnement, on divise B_1 en deux portions, ainsi que B_2 , et l'on réunit les portions intermédiaires.

On continue de la sorte, ainsi que le représente le schéma de la figure 1. Il ne faut pas, en général, subdiviser indéfiniment le mélange que l'on fractionne. Ce serait un travail fastidieux et inutile. On suit la marche des fractionnements par un ou plusieurs caractères; l'on proportionne la grandeur des

1. Au moment de publier cet article, j'apprends que M. Crookes vient de signaler l'existence d'une terre yttrique nouvelle, le *victorium*. Les lecteurs de la *Revue* trouveront l'exposé de ses recherches dans le numéro du 15 août.

diverses fractions aux caractères que l'on observe, et l'on arrête le fractionnement lorsque la quantité des produits intermédiaires est devenue aussi petite que possible.

On a séparé de la sorte le mélange initial en deux fractions principales, et les fractions extrêmes sont les plus pures.

Théoriquement, il faudrait un nombre infini de tours de fractionnement pour obtenir des substances pures, et l'on voit que le rendement ne dépend que du nombre des opérations effectuées.

Tous les chimistes connaissent et appliquent cette méthode, principalement dans les distillations fractionnées à pression constante.

L'indication que l'on observe alors est celle du thermomètre. A ce mode de séparation se rattache la décomposition fractionnée des nitrates des terres rares par la chaleur.

Dans le cas des précipitations partielles ou des cristallisations fractionnées, on opère à température constante.

J'ébaucheraï une théorie de ce dernier cas que j'ai étudié plus spécialement, en généralisant la belle théorie de M. Konowalow sur les distillations fractionnées isothermiques.

Supposons que l'on ait une dissolution de deux sels et qu'on l'abandonne à température constante à l'évaporation spontanée dans une atmosphère illimitée.

Deux cas peuvent se présenter, s'il ne peut se former de sels doubles :

- 1° Les sels ne sont pas isomorphes ;
- 2° Les sels sont isomorphes.

Dans le premier cas, lorsque la dissolution devient saturée de l'un des deux sels, celui-ci se dépose à l'état de pureté. La cristallisation se poursuivant, dès que la dissolution est saturée des deux sels à la fois, le dépôt cristallin conserve une composition constante jusqu'à la fin de la cristallisation.

Il n'en est pas de même si les sels sont isomorphes. Les premiers cristaux qui se déposent ne renferment jamais, à l'état de pureté, un seul des deux composants et la composition des cristaux varie d'une façon continue d'un bout à l'autre de la cristallisation. C'est ce que l'on observe avec les sels des terres rares, qui sont tous isomorphes.

Après un nombre suffisant de cristallisations, on peut penser que l'on arrivera à obtenir, comme termes extrêmes, les deux composants du mélange dans un état aussi voisin de la pureté qu'on le voudra. Ce résultat n'est pas nécessaire et l'étude du fractionnement des terres rares par cristallisation le prouve surabondamment, quoique le nombre des composants d'un mélange soit, dans ce cas, généralement supérieur à deux.

Il arrive fréquemment que, pour l'un des termes

extrêmes ou même pour tous deux, le travail de la séparation présente des difficultés de plus en plus grandes à mesure qu'il s'effectue, et finit par demeurer stationnaire, quoique la solubilité des sels purs, considérés isolément, puisse être notablement différente.

On a atteint alors la limite théorique du fractionnement.

Ce cas est comparable à celui d'un mélange physique de deux liquides, qui distille à température constante sous une pression donnée, quoique les points d'ébullition des corps purs soient notablement différents.

Le phénomène s'interprète d'ailleurs d'une manière analogue dans les deux cas. M. Konowalow en a établi la théorie dans le cas des distillations fractionnées, en s'appuyant sur ce fait qu'au cours d'une distillation isothermique, la tension de vapeur du mélange liquide ne peut que diminuer.

M. Backhuis Roozeboom, comparant la pression

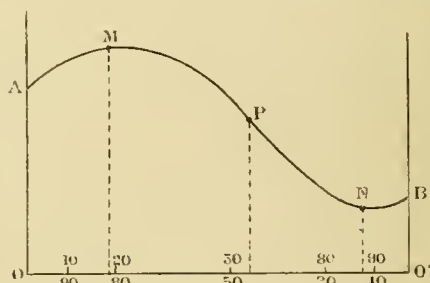


Fig. 2. — Courbe de solubilité isothermique de deux sels isomorphes.

osmotique d'une dissolution de sels isomorphes à la tension de vapeur d'un mélange de liquides, a, par une généralisation de la théorie de Konowalow, interprété les particularités que peut présenter la solubilité de deux sels isomorphes dans une même dissolution, et sur lesquelles Rüdorff a, le premier, attiré l'attention des chimistes.

Portons en abscisses, à partir de deux origines O et O', le pourcentage de chacun des composants du mélange dans un même poids de sels dissous, et en ordonnées les pressions osmotiques, ou plutôt une grandeur qui leur soit proportionnelle : le nombre de molécules dissoutes dans un poids donné de dissolvant.

Les ordonnées extrêmes A et B se rapportent à chacun des deux sels dissous à l'état de pureté.

La figure 2 schématise l'allure la plus générale que puisse présenter la courbe relative à la solubilité isothermique de deux sels isomorphes. Le point M correspond à un maximum, le point N à un minimum de solubilité.

Or, lors d'une cristallisation, se concentrent dans les eaux mères les portions de plus en plus so-

lubles. Si le mélange initial, par exemple, est représenté par le point P, on aboutira, après un nombre infini de fractionnements, au point N pour les têtes, au point M pour les queues et l'on ne pourra jamais obtenir ainsi les sels purs A et B, sauf si ces points coïncident avec les points M et N.

Si le mélange initial est compris, soit entre les points A et M, soit entre les points B et N, on ne pourra jamais obtenir qu'un seul des composants à l'état de pureté.

Les points M et N sont les limites théoriques du fractionnement.

De telles limites s'observent fréquemment dans les fractionnements des terres yttriques.

Plusieurs auteurs, se méprenant sur la cause de la constance de propriétés de ces limites, les ont considérées comme des éléments nouveaux auxquels ils ont donné des noms. C'est ainsi que Delafontaine annonça la découverte du *philippium*, et cependant on doit à cet auteur de remarquables travaux sur les terres rares, puisqu'il soutint l'existence des terbines, en dépit des dénégations de savants aussi illustres que Bahr et Bunsen et M. Clève, puisque, vingt ans avant M. Auer von Welsbach, il avait observé, accompagnant les terres yttriques, un didyme à spectre d'absorption incomplet, probablement le néodyme, ainsi que M. Boudouard l'a fait remarquer depuis.

Le philippium n'existe pas : il n'est qu'une limite de fractionnement de formiates yttriques, ainsi que l'ont prouvé les recherches de M. Roscoe d'abord, de M. Crookes ensuite.

Plus récemment, M. Schützenberger se méprit également sur la nature d'une terre yttrique de poids atomique sensiblement égal à 100.

Cette limite présente une fixité remarquable et paraît être commune à un grand nombre de méthodes de fractionnements, et ce n'est qu'après de longues recherches que je suis arrivé à scinder cette substance en yttria vraie, de poids atomique voisin de 89, et en terres appartenant au groupe des terbines, de poids atomique 152.

La plupart des chimistes qui ont fractionné les terres yttriques savent qu'une méthode ne donne presque jamais de résultats qu'à ses débuts : cela tient à ce qu'on atteint rapidement ses limites, et si, en s'acharnant, on arrive, après des milliers d'opérations, à obtenir un faible résultat, c'est que des variations de température permettent un déplacement des limites, comme le permettent des variations faibles de pression dans les distillations isobares.

La théorie précédente nous montre encore que les résultats que l'on peut obtenir dépendent essentiellement de la composition initiale des mélanges sur lesquels on opère.

J'ai observé le fait en fractionnant des éthyl-sulfates de la série du didyme. Avec un mélange renfermant peu de néodyme et beaucoup de praséodyme, j'ai vu le néodyme s'accumuler dans les têtes du fractionnement ; avec un mélange renfermant beaucoup de néodyme et peu de praséodyme, c'est l'inverse que j'ai observé.

Les terres yttriques brutes renferment, outre des terres dont les sels sont incolores, des terres dont les sels sont colorés et dont les dissolutions présentent des bandes caractéristiques d'absorption. Ce caractère permet de suivre le progrès et l'allure des fractionnements d'un mélange initial renfermant toutes ces terres ; mais il n'existe pas de méthode dont l'unique emploi permette d'isoler à l'état de pureté l'une de ces terres absorbantes. On constate que, d'un bout à l'autre d'un fractionnement, l'intensité de ces spectres varie, que le rapport des intensités des différentes bandes se modifie.

Parmi les fractions qui présentent encore des bandes d'absorption, on peut observer des spectres absolument distincts, mais jamais l'emploi d'une seule méthode ne permet d'isoler ces terres pures, et lorsque l'on a atteint des états stationnaires, et que l'on change de procédé de fractionnement, on observe que l'intensité des spectres d'absorption varie de nouveau.

Comment pourrait-on mieux interpréter ces faits que par la théorie des limites ?

Dans un grand nombre de cas, ces limites peuvent être très voisines de la pureté. M. Crookes, pour étudier les variations spectrales de l'yttrium phosphorescent, a fait des milliers de fractionnements sur de l'yttrium considéré à cette époque comme pur, et M. de Boisbaudran a démontré depuis que l'yttrium pur n'est pas phosphorescent.

Enfin, on peut expliquer, par une généralisation de la théorie des limites, que les mélanges yttriques bruts, tels qu'on les obtient par un premier traitement à partir des minéraux, ont presque toujours la même composition, ainsi que l'a démontré M. Nordenskjöld.

La nature, dans ses sélections premières, n'a-t-elle pas atteint les limites des procédés de fractionnement dont elle disposait ?

III. — LES PROCÉDÉS DE FRACTIONNEMENT.

Le procédé le plus communément employé pour fractionner les terres yttriques est la décomposition ménagée des nitrates par la chaleur.

Cette méthode sépare les terres dans l'ordre suivant, qui est aussi celui de leurs basicités :

- 1° Scandium ;
- 2° Ytterbium ;
- 3° Erbium ;

- 4° Holmium ;
- 5° Terbium ;
- 6° Gadolinium ;
- 7° Yttrium.

Le travail de Bahr et Bunsen offre la mesure de ce que peut donner cette méthode, qui ne conduit pas à de bons résultats si les terres se trouvent en quelque abondance dans le mélange initial.

Il importe donc, avant d'appliquer cette méthode, de séparer les terres d'abord. Marignac et la plupart des auteurs ont eu recours à la faible solubilité de ces terres dans des solutions de sulfate de potasse. Cette méthode ne réussit qu'à la suite d'opérations longues et nombreuses.

J'ai proposé de substituer à ce procédé celui du fractionnement des éthylsulfates, qui m'a donné, en moins de temps et avec moins de peine, de meilleurs résultats.

Dans ce dernier fractionnement, on recueille d'abord les terres du groupe terbique, et les terres du groupe yttrique s'accumulent dans les eaux mères. Ces dernières sont rigoureusement exemptes de terres quand leurs oxydes calcinés à basse température ne présentent plus aucune coloration orangée, mais une teinte rose pure caractéristique du néo-erbium.

En même temps que les terres, s'éliminent la dysprosine et la holmine, et les dissolutions, comparées aux dissolutions franchement roses des terres, présentent une teinte indécise verdâtre et de tous points comparable à des dissolutions étendues de praséodyme qui renfermeraient encore des traces de néodyme.

Les terres du groupe yttrique se séparent sans trop de difficultés, soit par la décomposition fractionnée des nitrates, soit par des précipitations partielles par l'ammoniaque. Ces méthodes donnent de mauvais résultats avec les terres du groupe terbique.

La plupart des méthodes que l'on peut employer pour séparer les terres de groupe (précipitations ou cristallisations) isolent le gadolinium dans les têtes de fractionnement. Du moins, la précipitation des sulfates potassiques ou des formiates, la cristallisation des nitrates en liqueur acide, qui permit à M. Demarçay d'isoler son corps Σ , se comportent ainsi.

IV. — RÉACTIONS DES TERRES YTTRIQUES. PLACE DE LEURS MÉTAUX DANS UNE CLASSIFICATION DES ÉLÉMENTS.

Les terres yttriques en dissolution présentent généralement les bandes caractéristiques de l'erbium et abandonnent dans ce cas des sels roses par cristallisation. Leurs sulfates, leurs chlorures, leurs nitrates sont aisément solubles. Ils forment avec

les terres du groupe cérique, renfermant le cérium, le lanthane, les didymes et le thorium, un groupe unique qui se place, au point de vue analytique, entre les métaux alcalino-terreux et l'alumine. Parmi les corps qui ne sont pas précipités de leurs dissolutions par l'hydrogène sulfuré, mais qui en sont précipités totalement par les alcalis, les terres rares sont les seules dont les oxalates soient insolubles en liqueur légèrement acide. Les terres yttriques se reconnaissent aisément, dans un mélange de terres rares, par leur solubilité dans une dissolution saturée de sulfate potassique.

On détermine approximativement leur composition par la manière dont se comportent leurs divers sels au fractionnement, par l'intensité relative des bandes de leurs spectres d'absorption, par la couleur de leurs oxydes et par leur capacité de saturation par l'acide sulfurique.

Il paraît difficile d'assigner aux métaux des terres rares une place dans une classification rationnelle des éléments.

M. Wyruboff a exposé ses idées personnelles sur ce point à plusieurs reprises, et a fait à ce sujet de judicieuses et peut être un peu vives critiques du système de Mendeleeff. En vérité, les critiques de M. Wyruboff visent plus haut que la classification périodique, et s'élèvent contre l'envahissement de la Chimie par les théories physiques. Je me garderai de suivre ce savant sur ce dernier terrain. Mais lorsqu'il combat l'aveuglement ou un enthousiasme irréfléchi pour des théories brillantes a précipité quelques auteurs, je ne puis que l'approuver.

La formule des oxydes des terres rares est à juste titre contestée; la facilité avec laquelle les oxydes des terres rares s'attaquent en général, même après une forte calcination par les acides faibles, l'insolubilité des oxalates, et la non-volatilité des chlorures et tant d'autres caractères, sont de puissants arguments qui plaident en faveur de la divalence des radicaux métalliques des terres rares.

D'autre part, la chaleur spécifique de leurs métaux conduit à les considérer comme trivalents, mais c'est la seule raison qui milite en faveur de cette hypothèse, si l'on excepte les exigences de la classification périodique. Car Mendeleeff, choisissant ses oxydes arbitrairement, éloigne les uns des autres des éléments aussi voisins que le cérium, le lanthane et le didyme, ce qu'il ne peut faire qu'en prélevant à son gré, parmi les déterminations incertaines de poids atomiques, celles qui sont en harmonie avec sa théorie.

Qui pourrait rejeter sans parti pris ces justes critiques de M. Wyruboff?

N'aurait-il pas été plus sage de rejeter ces corps

dans une neuvième colonne du tableau périodique en attendant des mesures certaines et des arguments probants ?

Il est vrai que la découverte du scandium de Nilson, en s'identifiant avec l'ékabore de Mendeleeff, parut justifier les idées théoriques du savant russe ; mais quels caractères de périodicité pourront présenter des corps aussi semblables que le gadolinium et le Σ , l'ytterbium, le thulium, le holmium, le dysprosium et l'erbium, tout aussi intéressants que le scandium, et dont *à priori* on pouvait nier l'existence avec les mêmes arguments ?

Toutes ces critiques diminuent certainement la

valeur de la classification de Mendeleeff, mais devons-nous rejeter systématiquement une première approximation, si grossière qu'elle soit et qui renferme sans doute le germe d'une loi naturelle ?

Les découvertes récentes sur les gaz de l'air, sur les corps radiants de M. et M^{me} Curie et sur les terres rares exigeront bientôt une classification établie sur des bases nouvelles. La classification de Mendeleeff est une première étape : elle est aujourd'hui insuffisante, mais quelle sera celle de demain ?

G. Urbain.

Docteur ès sciences.

LES PRATIQUES MÉDICALES CHEZ LES ARABES TUNISIENS

En Tunisie, lorsqu'une femme arabe accouche, elle est assistée par une sage-femme indigène. Comme celle-ci n'a pour toute science qu'une certaine habitude de la profession d'accoucheuse, les victimes de son ignorance sont nombreuses, malheureusement. C'est elle qui apporte la chaise de bois qui sert de lit de douleur aux femmes arabes. Ce siège, recouvert de toile cirée, a la forme d'une chaise percée largement échancrée à la partie antérieure : l'accouchement se fait dans la position assise.

Au moment de l'événement, la chambre de la malade est envahie par les parents, les suivantes, les enfants de tous les âges, qui entrent et qui sortent à leur gré. Quelquefois le vacarme est tel qu'il couvre les cris de souffrance de celle qui va être mère. Tous les hommes se sont éloignés, même le mari. Dès qu'une femme est prise de douleurs, c'est un *sauf-qui-peut* général parmi eux. Si un homme, même étranger à la famille, se trouvait dans la maison pendant la délivrance d'une femme, il est obligé d'y passer sept jours claquemuré. S'il s'en allait avant, ce serait de mauvais augure.

Après l'accouchement, la femme est placée sur son lit, assise et non couchée, ce qui est peut-être la cause d'hémorragies qui paraissent assez fréquentes. On essuie l'enfant et on enroule autour de son corps une très longue bande en calicot. Il est coiffé d'un petit capuchon ; ses bras, ses mains sont prisonniers dans le maillot qui l'enveloppe ; la figure seule est apparente, avec les yeux noircis de *khoul* (poudre d'antimoine). Il ressemble ainsi à une petite momie vivante. On le pose sur une couverture pliée en plusieurs doubles, la tête placée sur un petit oreiller. Cette couverture sert à transporter l'enfant et fait le même office que les porte-bébés de nos nourrices.

On suspend au lit de l'accouchée un œuf et un

moreau de charbon contre la jettatura ; avec du *harkous* (cosmétique noir avec lequel les femmes se font des mouches sur le visage), on fait entre les sourcils une marque noire à la mère et à l'enfant pour les préserver du mauvais œil. Les femmes en couches en ont une vraie terreur. S'il leur survient une fièvre, un abcès au sein ou un mal quelconque, on attribue cet accident à l'influence néfaste d'une des visiteuses. Celles-ci passeraient pour n'être pas de bon ton si elles négligeaient, en complimentant la mère sur la beauté de l'enfant, de dire une injure à celui-ci ou de le toucher avec leur doigt mouillé de salive. Nous avons vu une vieille juive tunisienne cracher dans la bouche d'un nouveau-né.

Les Arabes ont un grand égard pour les envies des femmes enceintes.

Les sages-femmes indigènes sont les ennemies jurées des médecins. Elles craignent qu'ils ne leur fassent du tort (car nombre d'Arabes intelligents et civilisés n'hésitent pas s'adresser à un homme de l'art en pareille circonstance) ; aussi elles cherchent par tous les moyens à faire partager cette haine aux musulmans. Selon elles, la science de la médecine est donnée par Dieu. C'est une *fetha* (écriture d'en haut). Nul ne peut l'apprendre ni l'enseigner. Les *tebib*s arabes (derviches faisant l'office de médecins) seuls ont reçu ce don. Quant aux médecins européens, elles prétendent qu'ils sont incapables de se prononcer sur une maladie, surtout s'il s'agit d'une grossesse.

Les Arabes croient qu'un enfant peut rester plusieurs années dans le sein de sa mère, très longtemps après la conception. Il est *rakud* (endormi). Voici un fait relaté par une de ces sages-femmes en présence de la femme à qui une aventure de ce genre était arrivée et qui est persuadée de la vérité de ce conte. L'enfant avait, paraît-il, dormi

trois ans dans le ventre de sa mère avant de venir au monde. Le mari, familiarisé avec les mœurs européennes, s'était formellement opposé à ce qu'elle fût soignée par une accoucheuse ou un *tebib* indigène. Comme l'état de santé de sa femme l'inquiétait, il fit venir plusieurs médecins, qui tous déclarèrent qu'il n'y avait pas d'apparence de grossesse. Une sage-femme française lui dit même qu'à son âge elle ne pouvait plus avoir d'enfants. On lui avait fait absorber tellement de remèdes qu'elle craignait que l'enfant ne fut *fesed* [gâté], d'autant plus qu'elle ne le sentait remuer qu'à de rares intervalles, puis plus du tout pendant un certain temps. A ce moment, elle perdit un fils et cette mort lui causa une grande douleur; alors celui qui dormait dans son sein eut pitié d'elle et se réveilla complètement. « Je l'entendis d'abord, a-t-elle dit, remuer doucement, comme un *nemous* (moustique), puis de plus en plus fort, et, quand il fut définitivement sorti de son sommeil, j'eus tous les symptômes d'une grossesse ordinaire. Malgré cela, les médecins disaient toujours que je n'étais pas enceinte. Je fis venir une de nos sages-femmes, celle que vous voyez ici, quand je sentis que le moment de la délivrance était proche. Elle seule a reconnu mon état. Dès que je fus sur la chaise, j'accouchai d'un fils que Dieu m'a envoyé pour remplacer celui que je pleurais. »

Un de mes confrères, Italien, exerçant la médecine à Tunis, me racontait qu'il avait eu l'occasion de voir le produit de l'accouchement d'une de ces grossesses prolongées, diagnostiquée par une sage-femme arabe qui venait d'extraire des parties génitales d'une femme un superbe *beefsteak* de viande de bœuf, mettant ainsi un terme à l'aventure.

Une autre femme, soignée par un médecin européen, était morte en accouchant de trois enfants mort-nés. La sage-femme arabe s'en allait répétant à tous que, si elle eût été appelée, elle eût sauvé la mère; mais que, lorsque le médecin vit apparaître le second enfant, il s'était enfui en disant qu'il refusait de s'occuper de la malade, qu'elle pouvait encore avoir dix enfants dans le ventre et qu'il n'était venu que pour en tirer un seul; et ces insinuations grossières impressionnent ces esprits ignorants.

Les sages-femmes arabes prétendent reconnaître si une femme (même lorsque celle-ci n'est pas encore mariée) est plus ou moins prédisposée à avoir beaucoup d'enfants. Elles serrent le bras au dessus du coude; si la femme ressent une douleur vive à une légère pression, elle pourra avoir de nombreux enfants. Moins le bras est sensible, moins elle en aura.

Sept jours après l'accouchement, on réunit la famille, et on donne un nom à l'enfant. La circon-

cision, qui se fait chez les Israélites huit jours après la naissance, ne se pratique chez les Arabes qu'à l'âge de six ans. C'est aussi sept jours après la naissance que la mère reçoit ses parentes et amies en grande toilette. Souvent elle quitte son lit ce même jour, qui est fêté avec plus ou moins de solennité. Les femmes des douars ne prennent même pas ce repos de sept jours. On a vu des moissonneuses bédouines se délivrer elles-mêmes, envelopper leur enfant dans une guenille et reprendre leurs travaux. Mais la vie des femmes des tribus nomades est totalement différente de celle des musulmanes des villes. Si une hémorragie se présente, la sage-femme fait mettre à la malade des compresses de vinaigre dans la région du bas-ventre, et à l'intérieur, si elle est abondante, on se sert d'un tampon de poils de chameau (*oubar*), roussis à la flamme et trempés dans du vinaigre; ce flambage superficiel est presque de l'asepsie.

Immédiatement après la délivrance, dans les cas ordinaires, on met un tampon de linge enduit d'un onguent, composé de vin pur, de résine, de sucre en morceaux (*kallab*); tout cela a été cuit ensemble, de façon à avoir l'apparence d'un sirop assez épais. Ce pansement se renouvelle deux ou trois fois pendant les sept premiers jours. Les sages-femmes disent qu'elles doivent toucher le moins possible l'accouchée, que la guérison doit être naturelle et qu'elle dépend presque totalement de l'urine, qui cautérise les parties malades et les fait se cicatriser si elle est abondante; aussi surveille-t-on beaucoup la façon dont la femme émet l'urine. On ne peut qu'approuver cette abstention de la part de ces femmes, ignorantes des soins élémentaires de propreté.

Si un abcès au sein se déclare, on le soigne comme tous les autres abcès, c'est-à-dire en mettant dessus un peu de charpie imbibée de miel; dès qu'il est ouvert, on place une mèche semblable, puis on recouvre toute la partie malade d'un emplâtre composé de jaune d'œuf, de sucre, de térébenthine et de beurre fondu (c'est aussi avec le beurre fondu que l'on soigne les brûlures).

Le septième jour, on lave l'enfant pour la première fois; pour cela, la sage-femme trempe ses pieds dans un bain et place l'enfant sur ses pieds. A partir de ce moment, on lui fait une toilette sommaire tous les matins. Ce lavage est souvent insuffisant; l'humidité et l'irritation causées par les déjections produisent des excoriations que l'on saupoudre avec de l'amidon. Lorsque les enfants ne dorment pas, on leur donne constamment, et cela même dans les plus grandes familles, des infusions de têtes de pavots. On peut dire que chaque enfant arabe absorbe en infusion une tête de pavot chaque soir et cela jusqu'à l'âge de deux ans.

Beaucoup d'enfants meurent en bas âge, faute de soins. Quelquefois on a recours au *tebib* (médecin arabe) lorsqu'ils sont malades; on leur applique aussi souvent des remèdes légués par la tradition dans les familles. Une pauvre petite avait le muguet; le père, fanatique, refusait de la faire voir à un médecin en disant que, si le remède dont il usait n'amenait aucune amélioration, c'est parce qu'il était écrit que l'enfant ne devait pas guérir; ce remède consistait à placer la petite fille sous un chameau dont l'urine devait guérir la mauvaise influence amenée, disaient les parents, par « l'air du hibou » qu'elle avait respiré. Pour la coqueluche, on mène l'enfant en pèlerinage sept fois, et toujours le samedi, à une *zaouïa* aux environs de la ville; c'est presque un changement d'air que cette promenade. Là, on prend un couteau tourné du côté opposé au tranchant et on le passe sept fois sur la gorge de l'enfant. On considère comme un remède très efficace contre les maladies des enfants de suspendre dans la chambre où ils couchent une sorte de chapelet fait de boules en fiente de chameau.

Quarante jours après ses couches, la femme se rend au bain; c'est sa première ablution après sa délivrance. C'est un bain de purification.

Quand c'est la mère qui nourrit, elle garde l'enfant dans son lit; s'il a une nourrice, c'est avec elle qu'il couche. Il tette jusqu'à l'âge de deux ans si c'est un garçon, de dix-huit mois, si c'est une fille. Dès qu'il commence à manger, on lui donne indifféremment de tous les mets, même des plus épicés. Quand il essaie de marcher, on lui retire complètement le maillot; à un an, l'on teint au henné ses pieds, ses mains, ses cheveux, on l'habille avec un paletot long jusqu'aux pieds et on lui met des amulettes: ce sont des sachets et des cassolettes en argent retenus par une chaîne, qui renferment des morceaux de papier sur lesquels sont écrits des versets du Koran. C'est seulement vers l'âge de quatre ans qu'on fait porter la chechia aux jeunes Arabes. Jusqu'à cet âge, ils sont coiffés du *tartour*, sorte de petit capuchon qui est la coiffure des enfants du premier âge.

La mère dort généralement avec tous les jeunes enfants; sur les grands lits tunisiens la chose est facile. Souvent les garçons et les filles couchent ensemble dans un autre lit, mais dans la même chambre que les parents. La promiscuité la plus grande règne entre les maîtres et les domestiques. C'est dans un nombreux personnel que consiste le principal luxe des riches Arabes, mais souvent c'est une cause de ruine. Ces domestiques ne sont pas rétribués, mais entretenus, ainsi que tous leurs enfants. Quand un enfant est sevré, la nourrice reste presque toujours dans la famille de son nourrisson.

Lorsqu'une jeune négresse est dans une position intéressante et qu'elle a des raisons pour ne pas oser avouer son état, elle cherche presque toujours à se faire avorter, soit à l'aide de certains breuvages, soit en allant au hammam, où le massage a une certaine réputation. Quelquefois, elle s'adresse à une vieille matrone expérimentée, et, après la délivrance, on fait disparaître le corps de l'enfant dans un puits ou une citerne de la maison. Certaines femmes sont réputées pour leur adresse et on m'en citait une qui vendait ses services à prix d'or. Cependant la chose est rare pour les blanches, car les mauresques sont généralement de très bonnes mères. Si elles négligent les principaux soins à donner à leurs enfants, c'est l'ignorance qui en est surtout la cause.

Ce ne sont pas les sages-femmes arabes qui font la vaccination, mais des juives spécialement chargées de ce soin; cette opération est du reste peu répandue.

Peu à peu le médecin européen pénètre dans la famille arabe; souvent il voit librement la femme qu'il doit soigner; elle accepte de se laisser faire ou de laisser faire à ses enfants des injections sous-cutanées, des injections de sérum antidiphthérique; nous avons fait, avec un de nos confrères, un tubage du larynx, une dilatation forcée pour hémorroïdes à la suite de couches. D'autres fois, on refuse de vous laisser voir la femme, mais on vous autorise à l'examiner. J'ai été un jour appelé auprès d'une malade: la sage-femme était là; après avoir parlé au mari, j'entre dans une chambre où l'examen devait avoir lieu. J'aperçois sur le lit un monceau de linge, qu'on me désigne du doigt sans plus d'explication; c'est par hasard seulement que je distingue un point métallique dans un pli de l'étoffe. C'était l'entrée d'un spéculum, au fond duquel se trouvait un museau de tanche; c'était tout ce que l'on voyait de la musulmane. Après avoir expliqué l'impossibilité où j'étais de faire l'examen, je fus, après beaucoup d'hésitations, autorisé par le mari à soigner sa femme comme si elle était une Européenne. Souvent l'homme de l'art est appelé pour des applications de forceps.

En somme, le médecin, lorsqu'il a su gagner la confiance, entre facilement dans la maison de l'Arabe. Le Koran, du reste, autorise la musulmane à paraître devant ses domestiques hommes et le médecin peut être compté comme un mercenaire à la solde de ses clients. Plus nous pénétrerons dans ces intérieurs, plus nous pourrons donner des conseils d'hygiène et plus vite nous verrons disparaître ces terribles épidémies qui entraînent la mort d'un si grand nombre d'indigènes.

D^r A. Loir,

Directeur de l'Institut Pasteur de Tunis.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

André (Ch.), *Directeur de l'Observatoire de Lyon, Professeur d'Astronomie à l'Université de Lyon.* — **Traité d'Astronomie stellaire. Première Partie : Étoiles simples.** — 1 vol. gr. in-8 de 344 pages avec 29 figures et 2 planches. (Prix : 9 fr.) Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1899.

Le *Traité d'Astronomie stellaire* de M. Ch. André a été conçu en vue de remettre en honneur, dans notre pays, l'Astronomie sidérale, sur laquelle les découvertes d'Herschel ont jeté un si vif éclat. Le premier volume, qui vient de paraître, est consacré uniquement aux étoiles simples; il résume les travaux du grand astronome anglais sur ce sujet et tous ceux qui ont été accomplis postérieurement, jusqu'à notre époque.

M. André parle d'abord des miroirs et des objectifs. Laisant de côté l'étude géométrique des images, suffisamment connue, il se préoccupe spécialement des phénomènes lumineux que l'on observe en dehors du foyer. Herschel a annoncé ce fait surprenant que l'image d'une étoile, dans une très bonne lunette, est formée d'un disque brillant, d'autant plus large que l'objectif est moindre, entouré d'anneaux alternativement brillants et obscurs. Ce phénomène est longtemps demeuré inexpliqué, jusqu'au jour où Airy le rattacha à la théorie de la diffraction de Fresnel. Le travail le plus complet sur la question est de l'auteur lui-même, et son livre en contient un résumé substantiel.

Après avoir défini le pouvoir séparateur, M. André parle des écrans de diffraction, qui peuvent servir à l'augmenter et à fournir des données sur la constitution physique de certains astres. Il s'occupe ensuite des effets de la diffraction sur les images des astres à grands diamètres, effets auxquels sont dus les ligaments obscurs constatés lors des passages des planètes inférieures sur le Soleil.

Après ces préliminaires, l'auteur aborde son sujet. Il suit, dans son exposition, l'ordre historique, pour les motifs indiqués dans la préface : « J'ai suivi autant que possible l'ordre historique, afin de mettre en évidence les moyens simples à l'aide desquels nos prédécesseurs sont arrivés à de si grandes et de si sublimes découvertes, et de même, toutes les fois que je l'ai pu, j'ai résolu momentanément le recours aux méthodes physiques nouvelles, pour montrer que, même aujourd'hui, un observateur zélé trouve encore dans l'Astronomie stellaire un champ fertile où, avec des ressources instrumentales restreintes, il récoltera de bonnes et abondantes moissons. » Cette manière de voir n'est pas personnelle à l'auteur; bon nombre d'astronomes pensent comme lui. Les faits viennent d'ailleurs à l'appui d'une pareille thèse. On ne saurait trop répéter qu'une des plus belles découvertes astronomiques de notre temps, — celle des liens qui unissent les essais d'étoiles filantes à certaines comètes périodiques, — est le fruit de recherches exécutées sans l'intervention d'aucun instrument.

Après avoir décrit le ciel étoilé, parlé des catalogues et de la carte photographique du ciel, M. André expose les recherches accomplies en vue de définir, d'une façon nette, les grandeurs des étoiles. Ce sujet l'amène à examiner, en détail, les effets de l'absorption atmosphérique, dont la connaissance est nécessaire pour comparer les éclats d'astres occupant dans le ciel des positions très différentes.

Le dénombrement des étoiles selon la grandeur, leur distribution sur la sphère céleste, mettent en évidence l'importance de la voie lactée dans la structure du ciel

étoilé et la nécessité de son étude détaillée. Le chapitre que M. André consacre à ce sujet, sert de démonstration à cette magnifique conception d'Herschel : « Le Soleil et toutes les étoiles, que l'œil ou les lunettes peuvent nous montrer dans le firmament, font partie d'un même système général dont la partie centrale constitue la voie lactée ». Il semble, du reste, à mesure que l'on avance dans le livre, que rien de ce qui touche à la constitution de l'Univers n'a échappé au grand astronome anglais; à chaque page on retrouve son nom. C'est à lui que sont dues les premières notions précises sur le déplacement du système solaire dans l'espace, à peine soupçonné auparavant. Il en assigna la grandeur et la direction à une époque où les données faisaient presque défaut. Les recherches modernes, fondées sur la connaissance des mouvements propres, d'un assez grand nombre d'étoiles, n'ont guère modifié ses résultats, que confirme aussi la considération des vitesses radiales des étoiles dont la détermination repose sur le principe Doppler-Fizeau. C'est également grâce aux méthodes qu'il créa que fut tranchée définitivement la question controversée de la parallaxe des étoiles par Bessel, qui mit hors de doute l'existence d'une parallaxe sensible pour la 61^e du Cygne. L'auteur s'étend, avec raison, sur ce sujet et induit des valeurs des parallaxes connues, encore peu nombreuses, que « les éclats de toutes les étoiles, réduits à la même distance, sont en moyenne les mêmes », et que « leur distribution est uniforme dans l'espace absolu ». La méthode photographique, proposée récemment par M. Kapteyn, ne peut manquer de fournir des données nouvelles sur les parallaxes des étoiles; aussi est-il à souhaiter que M. André revienne, dans la suite, sur cette branche de la science, actuellement en voie de transformation.

A cette question des parallaxes se rattache celle des dimensions des étoiles, supérieures, vraisemblablement pour la plupart, à celles du Soleil, mais cependant comparables. L'auteur examine ce sujet après avoir parlé des diamètres des étoiles.

Un dernier chapitre, consacré aux variations d'éclat des étoiles, résume ce que l'on sait sur les étoiles variables. Un tableau des étoiles variables à longues périodes termine le volume.

L'ouvrage de M. André, élégamment rédigé, très au courant de la science moderne, est un des plus intéressants qui aient été écrits en France sur l'Astronomie. D'une lecture facile, presque sans calculs, il est à la portée de tous les savoirs. On ne saurait trop louer l'auteur de cette œuvre importante sur laquelle il n'y a aucune critique à formuler.

MAURICE HAMY,
Astronome-adjoint
à l'Observatoire de Paris

Baudry de Saunier (L.). — **L'Automobile théorique et pratique. Traité élémentaire de Locomotion à moteur mécanique. I. Motocycles et voitures.** — Un vol. in-8°, de 416 pages avec 194 figures (Prix : 9 fr.). Chez l'auteur, 22, boulevard de Villiers, Neuilly-Levallois (Seine), 1899.

M. Baudry de Saunier est un vulgarisateur, avec les qualités maîtresses de l'emploi : la clarté, l'ordre, l'élégance. Il les a, dès la première heure, mises au service de l'automobilisme naissant, par son *Cours de Locomotion au pétrole*, qui a initié les lecteurs des *Petits Annales du Cycle et de l'Automobilisme* aux mécanismes des nouveaux véhicules. Semblable initiation est nécessaire, car une automobile, et tout particulièrement une voiture à pétrole, offre, à l'œil du profane, un singulier enchevêtrement de cylindres, de soupapes, de tubes, d'engre-

nages, de chaînes et de leviers, pour l'exploration duquel il a besoin d'un guide compétent. Et, d'un autre côté, c'est plaisir de voir comme la clarté se fait vite dans son esprit, dès qu'on lui a montré le rôle que joue dans l'ensemble chacun de ces organes, à première vue si embrouillés.

Le volume en question est le premier d'une série, qui traitera de tous les véhicules mécaniques employés sur route, de ceux, ajoute l'auteur, qui auront fait leurs preuves et affirmé leur valeur; mais cette restriction laisse encore à sa charge une œuvre de longue haleine.

Il commence par exposer très clairement, sans considérations théoriques inutiles, mais non pas sans aperçus originaux, le fonctionnement du moteur à pétrole.

Son mouvement est transmis aux roues du véhicule par des organes assez compliqués, parce qu'ils ont des fonctions aussi diverses qu'importantes à remplir: embrayage et débrayage du moteur, marche aux diverses allures, recul, freinage, indépendance des roues motrices indispensable à la sécurité des virages. Tout cet ensemble est étudié sous la rubrique *Transmissions*.

Ces généralités une fois éclaircies, l'auteur passe à l'étude bien détaillée d'un tricycle de Dion-Bouton, puis à ce qu'il appelle fort justement la *progéniture du de Dion*, une famille qui est déjà légion.

La voiturette Léon Bollée, les voiturettes Benz et G. Richard, les deux dernières qui sont, à vrai dire, de véritables voitures, sont analysées dans les chapitres v et vi.

Le viii donne des renseignements divers sur ce qui touche à la locomotion nouvelle: associations, presse spéciale, règlement sur la circulation, impôts, tarifs de transport et de douanes, autant de choses qui intéressent le chauffeur, et qu'il sera heureux de trouver réunies dans ce volume.

Sa lecture aussi agréable que facile, son caractère hautement pratique sont bien faits pour gagner à l'automobilisme une foule d'amateurs, que leur ignorance de la mécanique risquait fort d'en tenir longtemps éloignés.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Truchot (P.), Ingénieur Chimiste. — *L'Éclairage à incandescence par le Gaz et les liquides gazéifiés.* — 1 vol. in-8° de 256 pages avec 70 figures. (Prix, cartonné: 5 fr.) G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris, 1899.

La *Bibliothèque de la Revue générale des Sciences* vient de s'enrichir d'un volume sur l'éclairage par incandescence.

M. P. Truchot a fait un exposé très complet de cette question.

Le bec Auer est maintenant connu de tous, et il est très intéressant de suivre les phases de la découverte d'Auer von Welsbach, qui nous a doté d'un des meilleurs modes d'éclairage et a eu, en outre, une très grande influence sur l'étude des terres rares et sur l'industrie du gaz.

L'ouvrage de M. P. Truchot comprend douze chapitres.

Le premier chapitre rappelle les notions théoriques relatives à la production de la lumière par incandescence et les hypothèses destinées à expliquer le phénomène de l'incandescence.

Le deuxième chapitre est un historique très développé, en particulier en ce qui concerne le procédé d'Auer von Welsbach.

Dans le chapitre iii, l'auteur décrit les minéraux employés dans la fabrication des manchons à incandescence et les méthodes proposées pour séparer les terres rares qu'ils renferment.

Le chapitre iv traite de la fabrication des manchons.

Les chapitres v à ix renferment la description des nombreux becs et brûleurs à gaz, à pétrole, à alcool, à acétylène et des applications de l'éclairage à incandescence.

Les considérations économiques du chapitre x montrent que l'éclairage par incandescence peut lutter avec avantage contre l'éclairage électrique et l'acétylène.

Une liste des brevets très nombreux concernant l'éclairage par incandescence termine l'ouvrage de M. Truchot, que tout le monde pourra lire avec intérêt.

MARCEL GUTHARD.

Seyewetz (A.), Sous-directeur et Chef des Travaux à l'École de Chimie industrielle de Lyon. — *Le Développement de l'image latente en Photographie.* — 1 vol. in-18 de 100 pages (Prix: 2 fr. 75.) Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1899.

Le développement de l'image latente est assurément celle des opérations photographiques qui s'est le plus inspirée des ressources multiples qu'offrent les progrès incessants de la Chimie moderne. Aussi, les propriétés développatrices, qui, autrefois, paraissaient si complexes, sont-elles devenues peu à peu d'une conception plus simple, à mesure qu'on reconnaissait qu'elles obéissent à des lois déterminées. Ces lois ont été étudiées et vérifiées par MM. Auguste et Louis Lumière, qui ont mis en évidence l'existence d'une véritable *fonction développatrice*. Le nombre des substances douées de propriétés révélatrices s'est accru depuis lors dans d'énormes proportions.

L'ouvrage de M. Seyewetz a pour but de permettre aux photographes de faire un choix judicieux parmi ces dernières. Dans une première partie, l'auteur indique l'état actuel de nos connaissances sur l'opération du développement, ainsi que les travaux théoriques relatifs aux développateurs. La seconde partie est consacrée à la pratique du développement avec les révélateurs qui répondent le mieux aux desiderata formulés précédemment.

3° Sciences naturelles

Rutot (A.). — *Sur l'âge des Gisements de silex taillés découverts sur le territoire de Haine-Saint-Pierre, Ressaix, Epinois, etc., canton de Binche, province de Hainaut (Belgique).* — Une br. de 124 pages et 181 figures (Extrait de la Soc. Anthropol., t. XVII). Hayez, éditeur, Bruxelles, 1899.

En abordant l'étude des gisements à silex signalés par M. de Puydt, le savant géologue du Musée de Bruxelles a eu particulièrement en vue de donner des renseignements stratigraphiques plus précis sur l'âge de certaines stations paléolithiques de la province de Hainaut.

L'auteur, en faisant l'esquisse topographique de la région comprise entre Saint-Vaast et Morlanwelz au nord, Binche et Anderlues au sud, indique que c'est par l'action des pluies du sud-ouest que « les affleurements des couches du sous-sol apparaissent sur les versants ayant la même orientation ». Après un court aperçu des couches préquaternaires du sous-sol et des érosions et dénudations de la fin de la période tertiaire, M. Rutot s'occupe des terrains moséen, campinien, hesbayen et flandrien. Il fait remarquer « que la constitution des couches quaternaires et modernes est simple » et que l'étude de la question se résume à l'examen du cailloutis moséen et du limon hesbayen. A Helin, le cailloutis de la base du gravier campinien se confond avec celui du moséen et en partie avec le cailloutis landenien. Les silex de l'industrie mesvinienne de cette localité n'ont pas été taillés d'après une idée préconçue, mais suivant « la fantaisie de l'opérateur appliquée au hasard de l'éclat ». Il est impossible de faire un classement rigoureux des matériaux observés, qui peuvent cependant se diviser en percuteurs, grattoirs et poinçons. Parmi un dizaine de formes d'instruments différents, l'auteur a vu des spécimens grossiers de la pointe « dite mustérienne » de M. G. de Mortillet, observée déjà dans le Mesvinien,

le Néolithique, et façonnée à tout âge de l'époque de la pierre. D'autres pièces, taillées intentionnellement dans un silex noir ou gris, se rapprochent de la hache en amande et paraissent faire le passage de l'industrie mesvinienne à l'acheuléenne. Le perfectionnement de la taille s'est fait pendant la période acheuléenne correspondant à l'étage campinien belge. Aux environs de Mons, les silex se rencontrent encore dans ce dépôt, mais manquent entièrement dans l'ergeron et le limon hesbayen. L'outillage campinien est paléolithique et la faune de cet âge se compose de dents de cheval, de restes de mammoth et d'ossements de *Rhinoceros tichorinus*. Les hommes des cavernes de la deuxième période des temps campiniens se font remarquer par une plus grande habileté à tailler le silex, et les pièces néolithiques, à forme encore mixte, sont remplacées plus tard par l'industrie magdalénienne, contemporaine de l'époque du renne ou de l'âge flandrien. Au commencement de l'ère campinienne, la violence des eaux de la Haine et de la Trouille a produit le creusement entier et définitif des vallées de ces rivières. Sous l'influence de la recrudescence des eaux submergeant momentanément « le fond des vallées », les premiers pionniers acheuléens ont quitté les lieux primitifs de l'atelier de taille. Ces phénomènes permettent d'expliquer comment, aux environs de Mons, les gisements, situés en apparence au même niveau géologique, ne sont jamais mélangés de silex acheuléen et mesvinien. Dès le retrait des hautes eaux campiniennes, les habitants de ces parages se sont installés « sur les sables fluviaux asséchés », qui renferment des traces irrécusables de leur outillage acheuléen. A Mons, le gisement néolithique, placé au-dessus de l'ergeron flandrien, commence par des silex absolument mesviniens. A Ressaix et Epinois, les mêmes phénomènes ne se sont pas présentés, car, avant la période campinienne, les vallées étaient déjà suffisamment creusées pour que les eaux « ne puissent plus recouvrir de sédiments aucune partie des plaines émergées ». L'auteur mentionne que l'homme a pu « théoriquement » habiter ces endroits pendant les temps moséen-hesbayen. Cette hypothèse est acceptable, car le refroidissement, qui semble s'être produit vers le milieu du campinien, a progressivement obligé nos ancêtres à se retirer dans les cavernes et à y perfectionner leur industrie primitive. Après avoir contrôlé les observations de M. de Puydt, en les étayant par des preuves lui paraissant positives, puisqu'elles sont basées sur des données stratigraphiques et archéologiques, M. Rutot croit pouvoir conclure qu'aux endroits signalés par cet auteur « le gisement du silex est le cailloutis moséen mis plus ou moins à découvert par la dénudation du limon hesbayen ».

L'outillage mesvinien est assez fortement mélangé de silex à facies intermédiaires et de types acheuléens purs. Près de Mons, cette dernière industrie a persisté plus longtemps et son atelier de taille renferme seulement des « formes pures et classiques ». Dans le gisement de Haine-Saint-Pierre, de Warimez, du Lutia, des environs de la fosse Sainte-Barbe, des bois du Carnois et de la Haie, M. Rutot a vu des silex mesviniens de transition, ainsi que des pièces véritablement acheuléennes.

Donnons maintenant un résumé des conclusions générales du livre de l'auteur. Pour lui, l'inondation hesbayenne a recouvert le cailloutis moséen et campinien et l'a préservé de toute cause de destruction. Pendant l'âge flandrien, il a été insensiblement mis à découvert par les pluies du sud-ouest dont l'action érosive semble devoir remonter vers l'aurore de l'âge moderne. L'auteur estime que l'industrie mesvinienne, bien distincte seulement aux endroits où existe le cailloutis moséen ou les argiles à silex, s'observe sur une superficie d'à peu près 3.000 hectares. Depuis l'âge moséen, l'outillage mesvinien de l'homme paléolithique paraît avoir périclité lentement et a été remplacé en d'autres lieux par l'industrie acheuléenne. Pour finir, disons que le savant géologue bruxellois a eu soin

d'orner son texte de bonnes figures zincographiques, faisant mieux saisir la forme des silex mesviniens, de transition et acheuléens.

L'œuvre de M. Rutot, tout inachevée qu'elle est encore, prouve que son auteur a des connaissances très étendues en Stratigraphie et en Archéologie pré-historique. Comme MM. de Puydt, Forir et Lobert ont des vues différentes sur l'âge précis de certains gisements à silex, il faut attendre que ces savants fassent connaître le résultat de leurs recherches personnelles avant de conclure pour ou contre la véracité de quelques opinions émises par M. Rutot.

En complétant le mémoire de M. de Puydt, l'auteur semble parfois s'être laissé guider par plusieurs idées théoriques qui ne seront probablement pas confirmées lorsque l'étude des divers gisements à silex du Hainaut sera basée sur un plus grand nombre de faits positifs et indiscutables.

Quoi qu'il en soit, le savant monographe a eu l'énorme mérite d'ouvrir des horizons nouveaux, et ses laborieuses recherches le feront désigner comme un des meilleurs collaborateurs lors de la publication de la Carte d'archéologie préhistorique de la Belgique.

FERNAND MEUNIER,

Assistant au Service géologique de Belgique.

Lecomte (Henri), *Professeur au Lycée Saint-Louis*. — **Les Arbres à Gutta-percha; leur culture**. — 1 vol. in-8° de 96 pages avec figures et 1 carte. (Prix: 2 fr.) G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris, 1899.

Au mois de juillet de l'année dernière, M. Lecomte était chargé, par le Ministère des Colonies, d'assurer le transport, aux Antilles françaises et à la Guyane, d'une partie des jeunes plants de *Palauquium*, ou arbres à gutta, rapportés quelques mois auparavant de Java et de Sumatra par le pharmacien des colonies Raoul.

La seconde partie du volume qui vient de paraître est la reproduction du rapport que l'auteur a adressé, au retour de sa mission, à M. le Ministre des Colonies. On verra, en la parcourant, que M. H. Lecomte s'est acquitté avec un soin scrupuleux de la tâche qui lui avait été confiée. Le transport d'arbres aussi délicats que les *Palauquium* nécessitait des précautions minutieuses et de tous les instants, dont un botaniste seul pouvait se rendre compte. Non seulement M. Lecomte a réussi à mener à bon port les plants dont il avait la garde, mais il s'est encore préoccupé, à la Guadeloupe comme à la Martinique et à la Guyane, de rechercher et d'indiquer les endroits où les *Palauquium* auront chances de s'acclimater.

A cet égard, tous ces détails étant relatés dans le rapport, la seconde partie du volume sera lue avec intérêt et avec fruit par les planteurs: c'est une étude à la fois des exigences culturelles des arbres à gutta et des conditions de climat et de sol de différents points de nos trois colonies.

La première partie a le défaut de n'être guère qu'une réédition des récents ouvrages parus sur le même sujet; mais il n'en pouvait, d'ailleurs, être autrement, peu de faits nouveaux ayant été signalés sur la culture et l'exploitation des *Palauquium* et des plantes voisines en ces dernières années. Ce sont des connaissances, au surplus, qu'il est bon de vulgariser dans la plus large mesure possible.

M. Lecomte décrit les diverses espèces de *Palauquium* et de *Payena* exploitables, dit quelques mots du *Mimusops Balata* et signale quelques autres genres de Sapotacées, qui sont d'ordinaire indiqués comme fournissant un produit plus ou moins succédané de la vraie gutta-percha. M. Lecomte, à ce propos, s'élève avec très juste raison contre la facilité avec laquelle on nomme *guttus* des produits résineux sans valeur aucune.

On annonce, en effet, ainsi trop souvent, même dans les rapports officiels, de prétendues découvertes d'arbres à gutta, baptisés quelquefois, par surcroît, — nous ajoutons cette remarque à celle de M. Lecomte — de noms ultra-fantaisistes que toutes les revues répètent

à la légère et qui introduisent autant d'idées fausses dans l'esprit des colons. N'a-t-on pas écrit qu'on avait trouvé au Soudan un arbre à gutta qui était une Caprifoliacée, et auquel, pour mieux préciser, on a donné le nom de *Lithophilba alba* (?)

Au sujet de la récolte du produit dont il fait l'étude, M. Lecomte rappelle les méthodes d'extraction des feuilles qu'on a tentées en ces dernières années au moyen des dissolvants. Ces procédés, on le sait, n'ont pu jusqu'alors entrer dans la pratique courante, et, dit l'auteur, « ceux-là seuls qui n'ont jamais en l'occasion de parcourir une forêt tropicale peuvent s'en étonner. Comment recueillir les feuilles ou rameaux des arbres à gutta dans la forêt vierge, quand les essences les plus diverses sont mêlées de façon inextricable? »

Nous ne croyons pas pourtant que ce soit là, au moins jusqu'alors, la vraie raison qui a fait délaisser les procédés en question. D'après un article récent de M. de Jouffroy d'Abbans, consul de France, le commerce des feuilles de gutta sèches se fait actuellement à Sumatra, à Bornéo et dans la péninsule de Malacca : les feuilles sont pressées en ballots de 150 à 200 kilogs et expédiées en Europe. A Singapore, ces feuilles sont vendues de 3 à 5 dollars le picul de 60 kilogs. Ce n'est donc pas, pour l'instant, le manque de feuilles qui a fait échouer la nouvelle industrie. La cause plus probable est celle qu'indique M. d'Abbans : pendant la dessiccation des feuilles, la gutta s'oxyde et le dissolvant n'abandonne qu'un produit altéré. Il serait alors nécessaire d'opérer sur place et sur des feuilles fraîches.

Au point de vue de la culture, M. Lecomte fournit, d'après M. Obach, ce renseignement, important à retenir, que le marcottage est le meilleur moyen à employer; il doit être pratiqué au moment où les plants ont une taille assez élevée.

Tel est cet ouvrage où, sous une forme condensée, on trouvera bien exposé l'état actuel de la question des arbres à gutta. On n'y relève pas de ces inadvertances telles qu'il s'en est glissées plusieurs fois, par manque de contrôle suffisant, dans le précédent ouvrage du même auteur sur le cacaoyer.

HENRI JUMELLE,

Chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Marseille.

Herzen (A.), *Professeur de Physiologie à l'Université de Lausanne.* — **Causeries physiologiques.** — 1 vol. in-12 de 350 pages. (Prix : 3 fr. 50.) F. Payot, éditeur à Lausanne, et F. Alcan, éditeur à Paris. 1899.

Une dizaine de causeries — ou d'articles — sur des sujets physiologiques qui ne sont, d'ailleurs, nullement connexes. Rien de didactique : le livre n'en est pas moins fort intéressant. M. Herzen est au courant des travaux et des idées : il parle en connaissance de cause.

Parmi les différents sujets traités, il en est d'ordre général : la vie, définition, conditions, origine; les microbes; irritabilité et nutrition; influences réciproques du physique et du moral; les conditions déterminantes de nos actions. Ce sont des chapitres que chacun peut lire, ou peu s'en faut, sans posséder une éducation physiologique, mais avec la certitude d'apprendre beaucoup de choses, et exposées de façon fort claire.

Il en est, toutefois, qui sont d'ordre plus spécial, et qui s'adressent plus particulièrement au psychologue et au physiologiste : tels les deux chapitres sur le bilan dynamique de l'organisme et sur l'action réflexe. Il est toutefois regrettable que, dans le premier, l'auteur s'en soit tenu aux généralités et n'ait point parlé des travaux plus récents, relatifs aux phénomènes intimes de la nutrition et de la calorification. Par contre, en ce qui concerne les réflexes, il entre dans de grands détails — plus exactement dans les petits détails — et ce chapitre est fort complet. Le physiologiste lira avec plaisir les *Causeries* de M. Herzen : et ceux qui ne sont point de la « partie » les liront avec grand profit. C'est ici de la bonne vulgarisation.

H. DE VARIGNY.

4° Sciences médicales

Vaquez (H.), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, médecin des hôpitaux.* — **Hygiène des Maladies du cœur.** Préface de M. C. POTAIN, membre de l'Institut. — 1 vol. in-16 de 320 pages (Prix : 5 fr.) G. Masson et Co, éditeurs, Paris, 1899.

Le nouveau volume de la *Bibliothèque d'Hygiène thérapeutique* est présenté au public par M. le professeur Potain. Nous ne saurions mieux faire, pour en exposer à notre tour le contenu à nos lecteurs, que de reproduire quelques passages de la Préface de l'éminent savant.

« L'évolution de la plupart de maladies du cœur, dit M. Potain, comprend deux phases fort distinctes : la première, habituellement assez courte, durant laquelle, sous l'influence de quelque processus inflammatoire ou régressif, se constituent et s'organisent les altérations myocardiques ou valvulaires, source de tous les désordres que ces maladies, dans la suite, jetteront dans l'organisme entier; la seconde, indéfiniment prolongée, où se développeront peu à peu les funestes conséquences des lésions qui se sont ainsi primitivement constituées. C'est dans la première de ces deux phases qu'ont à se concentrer tous les efforts thérapeutiques propres à enrayer, à arrêter, à faire rétrocéder même le travail pathologique, tandis qu'il crée des lésions si redoutables. Celles-ci, une fois formées et parvenues à un état cicatriciel sur lequel rien ne saurait plus avoir prise, la thérapeutique vaincue, ne pouvant plus rien, doit passer la main à l'hygiène.

« C'est alors à l'hygiène qu'il appartient d'agir, soit qu'elle aide le cœur à acquérir la puissance nécessaire pour lutter efficacement avec l'obstacle que la lésion a créé, soit qu'elle réglemente les diverses fonctions de l'organisme de telle manière qu'aucune n'ait à requérir du cœur plus de travail qu'il n'est en état d'en fournir sans perturbation grave.

« Etablir un juste équilibre dans l'accomplissement de ces indications différentes et parfois quasi-opposées est un problème compliqué qui s'impose aux médecins en face de toute maladie du cœur.... »

C'est là le problème difficile et complexe dont le Dr Vaquez a étudié dans son livre tous les éléments et dont il a cherché à indiquer les solutions possibles. Il l'a développé dans son premier chapitre intitulé : « Physiologie et thérapeutique générales », que nous ne rappelons ici que pour mémoire, nos lecteurs n'ayant pas oublié que l'auteur a bien voulu leur en réserver la primeur (numéro du 30 avril 1899).

Après avoir dit quelques mots de l'hygiène au cours des accidents aigus, M. Vaquez aborde l'hygiène palliative des lésions chroniques, qu'il divise en deux parties : médications systématiques, médications rationnelles.

Les médications systématiques comprennent soit les méthodes ayant pour but d'augmenter la résistance du cœur (méthode d'Oertel, basée sur un régime spécial destiné à améliorer la nutrition générale et sur l'emploi des exercices actifs), soit les méthodes ayant pour but de diminuer la résistance périphérique (gymnastique suédoise et massage, et méthode de Schott, combinaison de la première avec l'hydrothérapie). Pour l'auteur, il n'y a pas de médication systématique des affections du cœur; aussi les méthodes indiquées ci-dessus n'ont-elles pas toujours donné de bons résultats. Mais elles renferment des éléments précieux, dont le praticien devra tenir compte dans la pratique usuelle.

Dans la partie consacrée aux médications rationnelles, l'auteur envisage d'abord l'hygiène du cardiaque au point de vue social, et il étudie successivement les questions du choix d'une profession, du service militaire et du mariage; puis il passe à l'hygiène privée, qui comprend les prescriptions habituelles communes, relatives à la vie courante, au climat, à l'habitation, au vêtement, puis les questions du régime alimentaire, de l'exercice musculaire et de l'hydrothérapie.

L. N.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 14 Août 1899.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Fayet adresse ses observations de la comète périodique Tempel (1873 II), faites à l'Observatoire de Paris, à l'équatorial de la tour de l'Ouest, les 31 juillet, 9 et 16 août. — M^{lle} D. Klumpke communique ses observations des Perséides, faites à l'Observatoire de Paris du 9 au 13 août. Les Perséides, moins nombreuses que l'année précédente, présentaient les caractères suivants : elles étaient blanches, très rapides, à traînée courte et peu lumineuses en général. — M. Ch. André, en observant la pluie des Perséides à l'Observatoire de Lyon, dans la nuit du 11 août, a aperçu un bolide remarquable, excessivement lumineux, d'une teinte blanc bleuâtre au début et rouge-orangé à sa disparition. — M. E.-O. Lovett continue l'étude de la correspondance entre les lignes droites et les sphères.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Le Chatelier a étudié la préparation des terres cuites noires, qui sont fabriquées en cuisant les poteries dans des atmosphères confinées, chargées de vapeurs goudronneuses ; la pâte s'imprègne de carbone et la surface se recouvre d'une couche mince de graphite. L'imprégnation de carbone est intimement liée à la présence du fer dans la pâte ; lorsque celui-ci est en quantité convenable, le dépôt de graphite peut diminuer jusqu'à disparaître. — Le même auteur établit que les anciens Egyptiens fabriquaient de la porcelaine véritable. Il a analysé, en effet, un fragment de statuette funéraire, portant des inscriptions hiéroglyphiques, qui est en véritable porcelaine, différente de la porcelaine de Chine ; la pâte, dure et translucide, est colorée en bleu pâle par du cuivre. — M. C. Hugot a étudié l'action du sodammonium et du potassammonium sur le soufre et le tellure. Avec un excès de métal alcalin, on obtient les composés Na^2S , K^2S , Na^2Te , K^2Te ; ils sont amorphes, blancs, solubles dans l'eau, insolubles dans le gaz ammoniac, liquide et ils n'absorbent pas le gaz ammoniac. Avec un excès de métalloïde, on obtient les corps Na^2S^2 , K^2S^2 , Na^2Te^2 , K^2Te^2 ; ils sont cristallisés, solubles dans l'eau et le gaz ammoniac liquide et ils absorbent le gaz ammoniac. — MM. M. Berthelot et M. Delépine ont étudié, au point de vue thermo-chimique, les dérivés de l'acétylène, les acétylures, dont le type leur a été fourni par l'acétylure d'argent C^2Ag^2 , puis les dérivés de cet acétylure, les sels d'argentacétyle ($\text{C}^2\text{Ag}^2\text{R}$ (azotate, sulfate, chlorure, iodure, etc.)). Ils arrivent aux conclusions suivantes : L'acétylène C^2H^2 et les acétylures C^2M^2 peuvent être assimilés à l'ammoniaque AzH^3 et aux azotures correspondants AzM^3 . De même que l'ammoniaque peut s'unir aux acides pour former des sels, dans lesquels on admet l'existence de l'ammonium AzH^4 , de même les acétylures (et en particulier l'acétylure d'argent) peuvent s'unir aux sels du même métal et former des sels, dans lesquels on est autorisé à admettre l'existence d'un radical métal-acétyle C^2M^2 (argentacétyle C^2Ag^2 dans le cas de l'argent). — M. M. Berthelot a recherché si les radicaux mercuriels organiques absorbent l'azote et l'argon sous l'influence de l'électricité. Le diméthylmercure absorbe l'azote, mais non pas l'argon. Le diphénylmercure, au contraire, quoique à l'état solide, absorbe peu à peu l'argon, en donnant la luminescence verte caractéristique des expériences antérieures de l'auteur. Cette luminescence est donc attribuable au concours du phényle, du mercure et de l'argon. — MM. Em. Bour-

quelot et H. Hérissé ont poursuivi leurs études sur la composition de l'albumen de la graine de caroubier. Celui-ci pourrait être utilisé avec avantage pour la fabrication du mannose cristallisé puisque la partie facilement hydrolysable de cet albumen en donne de 40 à 50 %. — M. E. Louise indique un procédé très sensible permettant de trouver et de doser le phosphore, même à l'état de traces dans les huiles et les corps gras. Si l'on ajoute de l'azotate d'argent en solution concentrée à l'huile phosphorée étendue d'environ vingt fois son volume d'acétone ordinaire, on obtient un précipité noir très ténu, qu'on peut séparer par filtration. La liqueur limpide recueillie ne noircira plus par une nouvelle addition d'azotate d'argent si elle ne contient plus de phosphore libre. Le dosage peut donc se faire aisément au moyen d'une série de solutions titrées.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. Antoine Pizon a reconnu que les taches ou lignes colorées observables chez les Tuniciers sont dues à des granulations pigmentaires, généralement de très petite taille, et que ces granulations sont animées, sur le vivant, de mouvements très rapides dans l'intérieur des globules qui les renferment. La motilité des granules pigmentaires paraît être un fait général dans la série animale ; on l'a observé chez les Vertébrés ; il s'agit là, en général, de mouvements browniens, mais cette conclusion n'est pas absolue. — M. C. Flammarion a étudié le développement des vers à soie soumis à l'action des diverses radiations lumineuses. La production maximum de la soie a lieu sous le verre incolore, puis sous le verre violet pourpre clair, et le minimum sous le bleu foncé, où elle est les 0,75 de celle du verre incolore. Les diverses radiations paraissent influencer aussi la distribution des sexes : le nombre des femelles est de 36 % sous le verre incolore et de 37 % seulement sous le verre bleu foncé.

Séance du 21 Août 1899.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie les deux pertes qu'elle vient de faire dans les personnes de M. Edward Frankland, Associé étranger, décédé en Norvège le 9 août, et de M. R.-W.-E. Bunsen, Associé étranger, décédé à Heidelberg le 15 août.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Ch. André signale un phénomène remarquable de traînée lumineuse ayant duré pendant vingt minutes et aperçu de l'Observatoire de Lyon pendant la nuit du 12 ou 13 août. Les caractères du phénomène paraissent démontrer nettement que les traînées lumineuses persistantes, observées déjà pour certains météores, sont uniquement dues à la propagation successive des fragments dans lesquels ils se partagent lors de leur rupture. — M. E.-O. Lovett poursuit ses précédentes communications par l'étude d'un groupe continu infini de transformations de contact entre les droites et les sphères.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Geo K. Burgess décrit le principe d'un nouvel appareil destiné à mesurer la valeur de la constante newtonienne. Il a conservé le principe de la balance de torsion, mais il a rendu les masses suspendues aussi lourdes que possible. Pour supprimer la tension du fil fin qui les suspend, il emploie un support auxiliaire, constitué par un flotteur cylindrique métallique creux, plongé dans un bain de mercure et supportant un bras de levier qui supporte les masses utilisées. L'appareil, une fois les causes d'erreurs éliminées, donne des déviations concordantes. — M. L. Teisserenc de Bort a étudié les variations de la température dans l'atmosphère libre,

d'après les observations de quatre-vingt-dix ballons-sondes. 1° La température à diverses hauteurs présente, dans le cours de l'année, des variations importantes et bien plus considérables qu'on ne l'a admis d'après les anciennes observations faites en ballon; 2° Il semble qu'il y ait, même jusque vers 10.000 mètres, une tendance assez marquée à une variation annuelle de la température, le maximum thermique ayant lieu vers la fin de l'été, le minimum à la fin de l'hiver. — M. Georges Claude a déterminé les propriétés magnétiques du fer aux basses températures. Ses expériences confirment jusqu'à -185° les conclusions que M. Thiesen a tirées d'essais poussés à -80° seulement, à savoir que, pour des inductions considérables, la perméabilité et la perte hystérique du fer resteraient constantes, sauf une légère tendance à la diminution. Pour de faibles inductions, au contraire, la perméabilité et l'hystérésis semblent diminuer d'une manière très notable avec la température. — M. Georges Viard a étudié la décomposition du phosphate monomanganéux $(\text{PO})^2 \text{Mn H}^+ + 2 \text{H}^2\text{O}$ par l'eau à froid et à chaud; on sait qu'il se forme à froid un précipité cristallisé de phosphate dimanganéux et à chaud un précipité cristallisé de phosphate ditrimanganéux. A 0° , quelle que soit la proportion de phosphate, la décomposition est d'autant plus accentuée que la proportion d'eau est moindre; à 100° , il en est encore de même pour les solutions renfermant moins de 20 % de phosphate; pour les solutions plus concentrées, la décomposition est de moins en moins accentuée à mesure que la proportion de sel augmente.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. Antoine Pizon a observé que la persistance des contractions du cœur chez le *Botrylloides rubrum* pendant les phénomènes de régression de l'oozoïde est générale chez les Ascidies composées. D'autre part, le cœur est aussi le premier organe qui entre en fonction dans le bourgeon en voie de développement. Cette vitalité du cœur ne paraît pas être autre chose qu'un réflexe provoqué par les globules eux-mêmes.

Séance du 28 Août 1899.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Jean Mascart informe l'Académie qu'il a découvert, dans la nuit du 26 au 27 août, à l'Observatoire de Paris (équatorial de la Tour de l'Ouest), une nouvelle planète EP, de grandeur $11-11,5$. — M. C. Flammarion adresse les observations des Perséides faites à l'Observatoire de Juvisy pendant la nuit du 10 août. La moyenne horaire du nombre d'étoiles filantes a été de 18,9 avec un maximum de 25. Il y a 110 Perséides et 20 météores provenant d'autres radiants. — M. P. Appell revient sur la forme nouvelle des équations de la Dynamique qu'il a exposée précédemment. L'avantage de cette forme est de permettre d'employer des paramètres qui ne sont pas de véritables coordonnées, mais qui sont liés aux coordonnées par des équations différentielles non intégrables.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. C. Maltézos a cherché à expliquer le phénomène des battements des sons émis par une corde vibrante en faisant intervenir la rigidité dans l'équation différentielle des vibrations transversales. On arrive ainsi à trois lois, dont une seule est vérifiée par l'expérience : c'est que le nombre des battements est inversement proportionnel à la racine carrée de la tension. Il faut donc faire intervenir une autre cause dans l'explication du phénomène : probablement l'élasticité différente suivant deux directions perpendiculaires de la section droite de la corde. — MM. M. Berthelot et H. Le Chatelier ont déterminé la vitesse de propagation de la détonation de l'acétylène sous différentes pressions. L'acétylène était contenu dans des tubes de verre horizontaux; l'allumage se faisait, à l'une des extrémités, électriquement à l'aide d'une amorce de fulminate ou de poudre chloratée. L'image de la flamme qui parcourt le tube était enregistrée sur une plaque photographique. Les auteurs ont constaté que la propagation de la détonation de l'acétylène s'ef-

fectue avec une vitesse qui croît avec la pression, soit de 1.000 mètres à 1.600 mètres par seconde lorsque la pression passe de 5 kilos à 30 kilos. — M. J. Dewar télégraphie de Londres qu'il est arrivé à solidifier l'hydrogène en une écume blanche ou en une masse semblable à un verre transparent; l'hydrogène solide fond à 16° au-dessus du zéro absolu. L'hélium pur change d'état lorsqu'il est refroidi au moyen de l'hydrogène solide et sous une pression de 8 atmosphères.

LOUIS BRUNET.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1° SCIENCES PHYSIQUES.

Richard Threlfall et J. A. Pollock : Sur une « balance de gravité » à fil de quartz. — Le principe de la construction est le suivant : Un fil de quartz, préparé avec beaucoup de soin, est tendu horizontalement entre deux supports, auxquels il est soudé. A l'une de ses extrémités, le point d'attache est au centre d'un ressort de construction particulière, capable de se déplacer dans la direction du fil, mais incapable de tout mouvement ou vibration transverse. A l'autre extrémité, le fil est attaché à l'axe d'un bras de vernier se déplaçant sur un sextant; en tournant l'axe, le fil peut être plus ou moins tordu et la torsion se lit sur les divisions de l'arc du sextant. Au milieu, entre les deux supports, le fil est soudé à un court fil de cuivre, ajusté de telle façon que son centre de gravité soit à une certaine distance du fil. Le fil de cuivre formant levier est alors tourné autour du fil de quartz comme axe, de manière que les deux moitiés de ce dernier aient fait trois tours entiers et que la torsion ait juste la valeur nécessaire pour assurer au levier une position horizontale. On y arrive en chargeant le levier d'un petit morceau de métal.

La « balance » qui détermine la position du levier par rapport au plan horizontal est composée d'une part de la force de la gravitation terrestre, d'autre part des forces de retour du fil de quartz tordu. Si la gravitation augmente, le centre de gravité du levier s'abaisse, et son extrémité décrira un arc de cercle vers la terre; pour le ramener à la position horizontale, il faudra tordre un peu plus le fil au moyen du vernier. Les différences de la gravité en différentes stations seront donc exprimées en fonction de la quantité dont une extrémité du fil de quartz aura été tordue ou détordue pour maintenir le levier dans la position horizontale.

Pour être utilisable dans la pratique, l'instrument doit être portatif et avoir une sensibilité telle qu'il indique des variations de un cent-millième dans la valeur de g . Pour cela, les supports du fil font partie d'un système suspendu, contenu dans un tube isolé thermiquement. Pendant le transport, le levier est arrêté par un mécanisme qui le fixe dans une position définie à une pression déterminée. L'extrémité du levier est observée avec un microscope, qui est toujours placé dans la même position relative par rapport au plan horizontal qui passe par le fil de quartz. Comme il est nécessaire de conserver la balance dans une atmosphère de densité constante, si l'on ne veut pas avoir à corriger les observations d'après les changements de pression barométrique, l'instrument est conservé dans un espace absolument clos. On manœuvre donc l'axe du vernier à travers une boîte bien bouchée, les joints étant assurés par du mercure.

On a constaté que les fibres de quartz, quoique infiniment préférables à tout autre matériel, ne sont cependant pas suffisamment parfaites au point de vue des propriétés élastiques; même au bout de deux ans d'emploi, elles éprouvent encore une déformation visqueuse continue, quoique faible. Il faut donc corriger ces propriétés pour arriver à la sensibilité nécessaire. Une autre difficulté provient de ce que, par une augmentation de température, le quartz devient plus raide, de sorte que les lectures faites dépendent de la

température. On adjoit donc à l'appareil un thermomètre à résistance de platine.

Voici les erreurs maxima dont peuvent être entachées les observations. Le thermomètre donne des indications à un centième de degré près, ce qui correspond à une incertitude de $1/700.000^{\circ}$ sur la valeur de g . Les lectures sur l'arc de sextant peuvent comporter une incertitude de $5''$, ce qui correspond sur la valeur de g à une erreur de $1/1.300.000^{\circ}$. Enfin, les erreurs de nivellement n'influent pas pour plus de $1/700.000^{\circ}$. L'erreur maximum totale sur la valeur de g est donc d'environ $1/300.000^{\circ}$.

Pour essayer leur instrument, les auteurs ont fait un voyage de 10.000 kilomètres environ, partie en chemin de fer, partie en bateau, de Sydney à Melbourne et à la Tasmanie. Ils ont obtenu des résultats très concordants. Pour eux, la précision de l'appareil est double de celle que donnent les meilleurs pendules. Les observations sont rapides; il est seulement nécessaire que la température soit invariable.

J.-A. Ewing, F. R. S., et Walter Rosenhain : Expériences sur la Micrométallurgie. Effets de l'étirement. — Quand une surface métallique bien polie, puis légèrement attaquée, est examinée au microscope, elle montre une structure constituée par des grains de forme irrégulière, à contours bien délimités. La face de chaque grain consiste en une multitude de facettes cristallines d'une orientation déterminée. Observées sous une illumination oblique, ces facettes se révèlent en ce qu'elles réfléchissent la lumière d'une manière uniforme pour chaque grain, mais d'une manière différente pour les divers grains.

Lorsqu'un métal est soumis à des traitements comme le martelage, le laminage ou le tréfilage à froid, les grains qui le composent sont déformés. Par l'étirement, les grains deviennent plus longs dans la direction où le métal s'est étiré. Mais si l'on chauffe le métal assez haut, la structure primitive se reforme et les grains ne présentent plus de dimension prédominante dans un certain sens.

Les grains nous apparaissent donc comme le résultat de cristallisations, plus ou moins simultanées, parties d'un certain nombre de centres, et qui, en se rencontrant, leur ont donné une forme irrégulière, plus ou moins polygonale. C'est là une vue généralement adoptée; on est moins d'accord lorsqu'il s'agit de déterminer le rôle joué par les substances étrangères, qui contribuent probablement à former un ciment entre les grains. Les auteurs ont pensé jeter quelque lumière sur cette question en étudiant la façon dont se comportent les grains cristallisés pendant l'étirement du métal.

Les expériences ont été disposées de telle façon qu'on pouvait observer d'une façon continue, au microscope, l'aspect d'une surface métallique polie pendant que le métal était graduellement soumis à la traction jusqu'à sa rupture. Quand une pièce de fer ou d'un autre métal, présentant la structure granulaire ordinaire, est étirée au delà de ses limites d'élasticité, on constate un changement remarquable de la surface polie et attaquée, vue sous une illumination verticale. Un grand nombre de lignes noires fixes apparaissent sur les faces des grains; sur chaque grain, elles sont plus ou moins droites et parallèles, mais elles n'ont pas la même direction sur les différents grains. Les premières lignes qui se forment sont perpendiculaires à la direction de la traction; sur les autres grains, elles sont obliques.

L'apparence générale de chaque grain est celle d'un glacier crevassé, car, au premier abord, on prendrait ces lignes sombres pour des fissures. Il n'en est rien. Un examen plus attentif montre qu'on se trouve en présence de petites bandes situées le long de plans de clivage ou de glissement. En effet, au delà de la limite d'élasticité, les cristaux dont est formé le grain glissent les uns sur les autres en prenant la forme de gradins obliques, et ce sont les parties de surfaces obliques ainsi mises au jour qui, ne réfléchissant pas la lumière verti-

calement, se présentent comme des lignes ou d'étroites bandes noires. En lumière oblique, au contraire, elles apparaissent brillantes sur un fond noir.

Lorsque le métal est plus fortement étiré, un second système de bandes se présente sur plusieurs grains, croisant le premier sous un certain angle. Ces bandes sont dues à un glissement ayant lieu suivant un second plan de clivage. Les cristaux des métaux sont généralement cubiques, mais l'angle des deux systèmes de bandes dépend de l'inclinaison de la surface polie sur les plans de clivage. Occasionnellement, on peut apercevoir un troisième système de bandes.

Pendant que l'étirement se produit, la surface métallique, d'abord lisse, devient inégale, par suite du chevauchement des grains et des inclinaisons ou des exhaussements qui en sont la conséquence. Sous le microscope, cette surface est pleine de trous et de bosses et nécessite, pour être étudiée, un changement continu de mise au point.

Lorsqu'on utilise une surface métallique polie, mais non attaquée, les bandes apparaissent également bien; les limites des grains ne sont pas visibles avant l'étirement, mais ensuite les bandes forment des sortes de hachures croisées qui déterminent exactement le contour des grains.

Les bandes de glissement peuvent être produites aussi bien par compression que par traction; dans les deux cas, elles présentent les mêmes caractères et l'examen microscopique ne permet pas de les différencier. La torsion d'une barre de fer au delà des limites d'élasticité fait apparaître les mêmes bandes, parallèlement et perpendiculairement à l'axe de torsion. Enfin, la flexion dans les mains d'une simple lame de fer ou de cuivre les produit encore, d'un côté par extension, de l'autre par compression.

Les bandes de glissement présentent un aspect un peu différent suivant les métaux employés. Avec l'argent, elles se montrent particulièrement bien; les cristaux sont grands et les lignes droites. Pour le cuivre, les lignes sont plus droites et plus régulièrement espacées que pour le fer. Dans les aciers carburés, les bandes sont bien plus difficiles à observer que dans le fer forgé; cela tient à la structure granulaire plus fine de l'acier. Dans l'acier doux, on les voit suffisamment, mais dans un acier élevé en carbone, on ne peut les observer dans la ferrite qu'avec un grossissement de 1.000 diamètres.

Ces expériences semblent apporter quelque lumière sur les caractères des déformations plastiques des métaux et des autres agrégats cristallins irréguliers. La plasticité est due au glissement d'une partie des cristaux le long des surfaces de clivage ou de glissement. Chaque grain cristallin est déformé par de nombreux glissements intérieurs se produisant par intervalles à travers sa masse. En général, ces glissements ont lieu suivant trois plans, et peut-être plus, et la combinaison des trois permet au grain de s'accommoder à son enveloppe de grains voisins pendant l'étirement. L'action est discontinue; ce n'est pas une déformation homogène, mais une série de glissements déterminés, la partie du cristal qui se trouve entre deux glissements se comportant comme un solide rigide. Le processus de glissement prend un certain temps, et peut être comparé à la déformation d'un liquide visqueux.

On peut en déduire que l'*écoulement* ou déformation non élastique des métaux a lieu par le glissement l'une sur l'autre de parties de cristal, dans le grain cristallin, le long de surfaces de clivage ou de glissement. Il n'est pas besoin de supposer que les parties qui glissent ne sont pas parfaitement élastiques. Le glissement suppose une dépense de travail irréversible. C'est parce que le métal est un agrégat de cristaux irréguliers qu'il est entièrement plastique et peut être déformé d'une manière quelconque. La plasticité demande que chaque partie puisse changer de forme et de position; cela n'est possible aux grains que par le glissement interne.

2° SCIENCES NATURELLES

H. G. Plimmer et J. Rose Bradford : Note sur la morphologie et la distribution de l'organisme trouvé dans la maladie causée par la mouche tsé-tsé. — L'organisme qui est l'agent de la maladie causée par la piqûre de la mouche tsé-tsé a été découvert par le major Bruce, qui l'a classé dans la famille des Trypanosomes. MM. Plimmer et Bradford, qui ont été chargés par la Société Royale d'en poursuivre l'étude, sont arrivés aux résultats suivants :

I. *Description de la forme adulte.* — La meilleure méthode pour examiner le Trypanosome à l'état adulte est d'étaler, entre deux plaques de verre, une goutte de sang fraîchement tiré de l'animal malade. Dans les conditions ordinaires d'illumination, l'organisme apparaît comme une masse protoplasmique homogène et uniforme, de forme vermiculaire, dont une extrémité est épaisse et raide, et l'autre terminée par un long flagellum ondulé. Elle se meut activement; ce mouvement paraît être causé par les oscillations du flagellum, les contractions et dilatations rapides du corps et les vibrations d'une membrane ondulée, attachée sur une surface du corps, et qui paraît se mouvoir synchroniquement avec les contractions du corps. Cette membrane est très transparente, excepté sur son bord libre. Si l'on épaissit le milieu par l'addition d'un peu de gélatine, le Trypanosome devient plus tranquille; il apparaît alors comme une forme ovale, longue, avec une extrémité émoussée; la membrane est attachée sur un côté et se continue, à l'autre extrémité, par le flagellum.

En lumière oblique ou monochromatique, le protoplasme n'est plus homogène. L'organisme est percé comme un corps très réfringent; près du milieu ou vers l'arrière, on voit un corps sombre plus réfringent que le reste du corps; c'est le macronucléus; près de l'extrémité épaisse, on trouve un tout petit corps encore plus réfringent; c'est le micronucléus. Aux environs de ce dernier se place une vacuole. Le protoplasme lui-même n'est pas uniforme; il semble présenter une structure alvéolaire, analogue à celle qu'a décrite Bütschli.

Les procédés ordinaires de coloration ne donnent pas d'autres détails. Les auteurs ont alors appliqué la méthode d'Ehrlich-Romanowsky, basée sur le principe suivant : Si une couleur acide et une couleur basique sont mélangées, il se forme un corps neutre possédant une réaction spécifique colorée avec la chromatine. Par l'emploi d'un mélange de bleu de méthylène et d'érythrosine, le macronucléus se colore en cramoisi clair, le micronucléus en rouge foncé et le protoplasme en bleu clair; cette dernière coloration n'est pas uniforme, ce qui confirme l'existence de la structure alvéolaire; la vacuole reste incolore. Le macronucléus présente une forme ovale et allongée; il est, soit coloré uniformément, soit disposé en fines traînées (c'est surtout le cas quand il va se diviser); le micronucléus apparaît comme un point rond ou comme un court bâtonnet (ce dernier cas au moment de la division). Le flagellum et la membrane vibratile restent incolores. L'organisme se meut généralement avec le flagellum en avant; ses dimensions varient considérablement avec les périodes de la maladie.

II. *Distribution du Trypanosome.* — a) Dans le corps des animaux normaux. 1° Dans le sang. La forme flagellée se trouve en grande quantité dans le sang de la souris, à la fin de la maladie; dans le sang du rat, du chien, du chat, au bout de quelques jours de maladie; elle est très rare dans le sang du lapin. 2° Dans les glandes lymphatiques. On trouve de bonne heure le Trypanosome dans les glandes situées près du point d'inoculation; vers la fin de la maladie, on le trouve généralisé dans toutes les glandes, excepté chez le lapin, dont les glandes en sont dépourvues. 3° Dans la rate. L'organisme adulte ne s'y trouve que rarement, mais d'autres formes y sont assez abondantes. La rate

subit une hypertrophie considérable pendant la maladie. 4° Dans la moelle des os. La moelle est altérée dans sa couleur et dans sa structure, mais ne renferme que peu de Trypanosomes.

b) Dans le corps d'animaux splénectomisés. Chez le chien splénectomisé, les formes adultes apparaissent plus tard dans le sang que chez l'animal normal. Les glandes contiennent une plus grande quantité d'organismes; elles sont agrandies et rougeâtres, mais c'est là une conséquence de la splénectomie. La moelle est plus altérée; elle contient un grand nombre de formes adultes et autres. Chez le lapin splénectomisé, il y a peu de formes adultes dans le sang, mais beaucoup d'autres formes.

III. *Infection.* — Le sang et les organes d'un animal infecté ont perdu, vingt-quatre heures après la mort, leur pouvoir d'infection. Mais on trouve encore des organismes vivants au bout de six jours dans le sang retiré de l'animal encore vivant, et, même après que ce sang ne contient plus de formes flagellées, il garde encore sa virulence pendant quelques jours. D'autre part, le sang du chien est déjà virulent deux jours avant qu'il ne renferme des Trypanosomes adultes, et le sang du lapin splénectomisé, qui contient très rarement ces formes, est toujours virulent. Il faut donc admettre que le Trypanosome se trouve dans l'organisme sous d'autres formes que la forme adulte déjà décrite, formes qui servent à la reproduction de l'animal et à la transmission de l'infection. Ces formes ont pu être mises en évidence par un éclairage très soigné ou par le procédé de coloration déjà mentionné.

Dans ces conditions, on observe, dans le sang du chien, du chat, du lapin, de la souris, à côté des organismes déjà décrits, des formes adultes en train de se diviser, soit longitudinalement, soit transversalement. D'autres se rapprochent et se fusionnent en partie par leurs micronucléi. Certaines formes, assez grandes, présentent la chromatine du macronucléus brisée en un grand nombre de petits granules. Il y a d'autres formes, que les auteurs appellent « amiboïdes », caractérisées par un aspect tout à fait irrégulier et indéfini; ces structures nucléaires sont entourées d'une enveloppe protoplasmique très délicate; quelques fois, elles sont formées presque uniquement de chromatine. Enfin, il existe des formes dites « plasmodiales », constituées par l'agrégation ou la fusion de deux ou plusieurs formes amiboïdes; elles montrent souvent des signes de division et paraissent donner généralement naissance à quatre organismes du type adulte.

Dans le sang des animaux splénectomisés, il peut n'y avoir que des formes amiboïdes et plasmodiales; il en est de même dans le sang virulent du chien avant qu'il ne contienne des formes adultes. Les glandes renferment aussi des formes plasmodiales. Mais c'est surtout dans la rate qu'on les rencontre en grande abondance; l'hypertrophie de cet organe doit être attribuée à l'énorme quantité de plasmode qui s'intercale entre les cellules. La moelle renferme également les formes amiboïdes et plasmodiales chez les animaux splénectomisés.

IV. *Cycle évolutif du Trypanosoma Brucei.* — Les observations précédentes ont permis aux auteurs de déterminer le mode de reproduction de l'agent de la maladie causée par la mouche tsé-tsé, qu'ils proposent de nommer *Trypanosoma Brucei*.

Il peut y avoir reproduction par simple division, longitudinale ou transversale, mais c'est là le cas le moins fréquent.

La reproduction ordinaire a lieu par conjugaison de deux formes adultes, consistant essentiellement dans la fusion de deux micronucléi. Le nouvel organisme doit ensuite probablement donner naissance aux formes dans lesquelles la chromatine est finement divisée et répandue dans toute la masse. Ces dernières doivent donner à leur tour les formes amiboïdes, avec ou sans flagelles, de contour et de grandeur variables. Celles-ci se fusionnent alors pour produire les formes plasm-

diales, qui se divisent enfin pour donner naissance aux formes adultes flagellées, qui se reproduiront de nouveau par les mêmes processus.

Un mémoire sur le Trypanosome du Rat, paru récemment dans la *Zeitschrift für Hygiene*, et dû à M^{lle} Rabinowitch et à M. W. Kempner, vient de confirmer la plupart des observations de MM. Plimmer et Bradford.

C. A. Mac Munn : La glande gastrique des Mollusques et des Crustacés décapodes; sa structure et ses fonctions. — En 1883, l'auteur communiquait à la Société Royale un mémoire où il signalait l'existence d'un pigment, ressemblant à la chlorophylle végétale, dans le « foie » des Invertébrés. Il nomma cette substance « entérochlorophylle ». Dans un second travail, publié en 1886, dans les *Philosophical Transactions*, l'auteur décrivait les caractères microscopiques de ce pigment, tel qu'il se trouve dans la glande digestive, et en soumettait les solutions aux réactions considérées comme distinctives de la chlorophylle. Il trouva quelques légères différences. Comme divers auteurs ont récemment remis le sujet en question, l'auteur s'est livré de nouveau à des recherches complètes sur le pigment.

MM. Max Weber et Frenzel, pour les Crustacés, MM. Barfurth et Frenzel pour les Mollusques, se sont livrés à une étude complète de la glande digestive ou glande gastrique, et du pigment, au point de vue histologique. M. Mac Munn n'a pu que répéter leurs observations. La préparation de la glande pour l'examen microscopique offre de grandes difficultés. Après de nombreux insuccès, l'auteur a trouvé que le formol, en solution concentrée (20 à 30 %) est le meilleur fixateur; au bout de 12 à 24 heures, la préparation est transportée dans de l'alcool à 95 %, puis dans un mélange d'alcool et d'éther, enfin, dans une solution de celloïdine. La préparation est ensuite coupée et les sections sont colorées, soit avec l'hémalum et l'éosine, soit avec la mucicarmine, la thionine, etc.

L'épithélium glandulaire, chez les Crustacés, renferme, d'après Max Weber, deux sortes de cellules: les cellules hépatiques et les cellules ferments. Celui des Mollusques contient, d'après Barfurth, les mêmes sortes de cellules. M. Mac Munn croit que la distinction tranchée établie par ces observateurs entre ces deux sortes de cellules n'existe pas réellement, car il a trouvé beaucoup de formes de transition. Le contenu de ces cellules est coloré en partie par l'entérochlorophylle ou un lipochrome.

Pour identifier le pigment de ces cellules, il n'y a qu'une seule méthode pratique: l'étude de son spectre d'absorption à bandes, faite quantitativement au moyen de la spectrophotométrie. L'analyse élémentaire n'est pas applicable dans ce cas, le pigment ne pouvant être préparé à l'état pur.

Le spectrophotomètre employé est celui de Vierordt modifié. Quand une solution de chlorophylle végétale dans l'alcool est comparée à une solution analogue d'entérochlorophylle par le moyen des courbes obtenues au spectrophotomètre, ces courbes ne correspondent pas. Mais si l'on transforme la chlorophylle végétale dans la forme modifiée, ou forme légèrement acide, au moyen d'acide acétique, et qu'on fasse la comparaison au bout de quelques heures, on constate que les maxima et minima des courbes coïncident presque, de sorte que les deux pigments paraissent être semblables. En outre, si l'on ajoute de l'acide chlorhydrique à une solution alcoolique de chlorophylle végétale et à une solution d'entérochlorophylle, on observe encore une bonne concordance au spectrophotomètre. L'auteur a examiné, au même point de vue, la chaetoptérine de Lankester, et a constaté une concordance analogue; mais la chaetoptérine est soluble dans la glycérine, tandis que l'entérochloro-

phylle ne l'est pas. Or, en examinant le *Chaetopterus*, on trouve qu'une solution alcoolique du contenu de l'intestin, aux environs de la partie colorée par la chaetoptérine, donne exactement le même spectre qu'une solution de cette dernière.

D'autre part, l'auteur a trouvé l'entérochlorophylle sous forme granulaire fine dans l'épithélium intestinal de la *Patella*, et, dans les pseudo-villosités de l'estomac glandulaire du même mollusque, on peut voir des masses de leucocytes s'insinuant entre les cellules épithéliales en forme de colonnes. On en déduit que les leucocytes emportent les substances qui ont été absorbées par les cellules épithéliales à un état plus ou moins digéré. Quelques auteurs ont supposé que ces granules étaient excrétées dans le lumen de l'intestin, mais M. Mac Munn a constaté qu'elle a lieu dans le lumen des alvéoles, des acini ou des tubes de la glande gastrique.

En résumé, on doit considérer l'entérochlorophylle comme un pigment, pris à l'origine dans l'intestin et dissous dans un milieu gras, puis transporté, soit par les leucocytes, soit d'une autre manière, avec la graisse et peut-être d'autres produits, dans la glande gastrique. La nature de sa relation avec la chlorophylle végétale est encore à déterminer.

W. de W. Abney : Les sensations colorées en fonction de la luminosité. — L'auteur a cherché à déterminer les sensations colorées en fonction de la luminosité des trois principaux composants qui forment la lumière blanche. A l'extrémité rouge du spectre, il n'y a qu'une seule couleur allant jusqu'aux environs de la ligne C, et il n'existe aucun autre mélange de couleurs qui soit capable de former cette couleur-là. A l'extrémité violette du spectre, jusqu'aux environs de G, on constate la même homogénéité de lumière, mais celle-ci est due au mélange de deux sensations, une rouge et une bleue, la dernière étant également toujours pure. Si l'on cherche dans le spectre la place où la sensation bleue n'est mêlée d'aucune autre excepté le blanc, on trouve que c'est aux environs de la ligne du lithium, et qu'un mélange de cette sensation bleue pure et du rouge pur donne exactement le violet du spectre mêlé d'un peu de blanc. Pour trouver la sensation verte, on remarque que la couleur complémentaire du rouge dans le spectre est à une position telle que le vert et le bleu y sont présents en proportions exactes pour donner du blanc, et qu'à un point situé plus près du rouge, le rouge et le bleu seraient dans des proportions convenables pour donner du blanc, mais avec un excès de sensation verte. Ce premier point fut déterminé, ainsi que celui où le jaune est complémentaire du violet.

Ensuite, on égala la couleur du bichromate de potasse en mélangeant du rouge pur et du vert; pour cela il fallut ajouter un peu de blanc au bichromate. De la luminosité du rouge pur et du blanc, on déduisit la luminosité du vert pur existant dans la couleur spectrale équivalente au bichromate. Connaissant le pourcentage de luminosité de deux sensations colorées en ce point, la luminosité des trois sensations dans le blanc fut déterminée en égalant la couleur du bichromate avec du jaune (complémentaire du violet) et du rouge pur. De là, on déduisit la composition du jaune. En faisant du blanc avec un mélange de jaune et de violet, on détermina l'équation de sensation en blanc. Les autres couleurs du spectre furent successivement employées à faire du blanc, et de leurs équations de luminosité, on déduisit leur composition pour cent en sensations.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Spectroscopie

La présence du vanadium dans les météorites. — M. M.-B. Hasselberg, qui s'est livré à de longues et consciencieuses recherches sur la constitution des météorites et sur la présence de métaux rares dans ces corps, vient de faire connaître les résultats qu'il a obtenus relativement au vanadium¹.

Il a examiné trente et un spécimens différents, et a pris des photographies de leur spectre (spécialement de la région allant de λ 4268,78 à λ 4444,40) quand ils sont volatilisés dans l'arc électrique. La discussion des tables donnant l'intensité relative des lignes caractéristiques du vanadium a conduit l'auteur aux conclusions suivantes :

1^o La quantité de vanadium présente dans les météorites est excessivement faible, mais les différences sensibles trouvées pour les divers spécimens ne laissent aucun doute sur la réalité de la présence de cet élément. Les météorites de New Concord, Lundsgarden, l'Aigle, Kniahynia et Alfianello sont celles dans lesquelles le métal est le plus facilement reconnaissable.

2^o Il y a une distinction marquée entre les météorites *métalliques* et les météorites *rocheuses*; les premières ne contiennent aucune trace de vanadium, tandis que les secondes en renferment des quantités variables.

3^o Dans les méso-sidérites, de composition intermédiaire, la présence du vanadium est très douteuse.

§ 2. — Chimie

La détermination des poids atomiques et l'institution d'un « Comité international des Poids atomiques ». — Le professeur F. W. Clarke, membre de la Société Chimique Américaine, vient d'adresser au professeur W. A. Tilden, de la Société Royale de Londres, une lettre fort intéressante sur la nécessité d'instituer un « Comité international des Poids atomiques ». Nous en détachons les passages suivants :

«... Tous les chimistes qui ont étudié avec un peu

d'attention la détermination des poids atomiques ont remarqué les discordances qui existent entre les indications de la plupart des tables. Non seulement des valeurs surannées y persistent toujours, mais encore d'autres données ne sont pas d'accord entre elles, et on constate souvent l'existence de la plus fâcheuse confusion en ce qui concerne les étalons de référence. Une table est basée sur le poids atomique de l'oxygène égal à 16, une autre sur un poids égal à 15,88, etc. Dans une même table, il y a plusieurs étalons simultanés; certains poids atomiques se rapportent à l'un, le reste se rapporte aux autres. Des tables de poids atomiques qui étaient bonnes il y a dix ans réapparaissent dans des livres d'aujourd'hui, sans que l'auteur paraisse s'être douté qu'il y a eu des changements depuis lors.

« Pour remédier, au moins en partie, à cette confusion dans nos constantes fondamentales, la Société chimique américaine me chargea, en 1892, de préparer un Rapport annuel sur les poids atomiques. Chaque année, depuis lors, j'ai soumis à la Société un Rapport donnant la liste des déterminations effectuées et une table des valeurs abandonnées. Cette œuvre semble avoir été utile; mais elle n'a pas eu assez d'influence, car elle n'avait d'autre autorité que celle qu'on attache aux opinions d'une seule personne. Plus de critique, plus d'échanges de vues avec d'autres chimistes, étaient évidemment désirables. C'est pourquoi un mouvement en faveur d'une entente internationale est le seul capable de porter des fruits.

« En 1898, la question a été reprise par la Société Chimique Allemande, qui a nommé une Commission composée de MM. Landolt, Ostwald et Seubert. Cette Commission dressa une table de poids atomiques, en recommandant l'adoption de $O = 16$ comme étalon, et proposa que des Commissions semblables fussent nommées par d'autres Sociétés pour coopérer à l'œuvre. Sur cette demande, la Société Chimique Américaine nomma une Commission composée de MM. F. W. Clarke, J. W. Mallet, E. W. Morley, T. W. Richards et E. F. Smiths, qui se mit en relation avec ses sœurs d'Allemagne et d'Angleterre. Un grand nombre de Sociétés européennes ont recommandé l'adoption de la

¹ Mem. Soc. degli Spett. ital., vol. XXVIII, p. 113-119.

table dressée par la Commission allemande, mais il faudrait maintenant une réunion plénière de toutes les parties intéressées. La question des poids atomiques sera probablement discutée au Congrès de Chimie de Paris l'année prochaine, mais il sera impossible d'éclaircir entièrement la question. Par contre, un Comité international pourrait être maintenant rapidement formé, et ses décisions auraient une grande autorité.

« Quelle devra être l'œuvre accomplie par le Comité? Dans quelles directions devra-t-il exercer son influence? Ce sont là des questions auxquelles il faut répondre d'avance, car des réponses dépendra l'opportunité de l'action. Deux ordres d'idées se présentent tout de suite. D'abord il faudra décider le premier étalon de référence et fixer si ce sera $O = 16$ ou $H = 1$. Puis il faudra discuter les déterminations existantes, et déterminer leur degré de précision. Cela conduira à la préparation d'une table de poids atomiques pour l'usage courant. Cette table aura besoin d'être révisée de temps en temps, chaque année peut-être, et c'est pourquoi le Comité devra être un corps permanent, pouvant prendre des décisions soit dans des réunions, soit par correspondance...

« L'œuvre du futur Comité, telle qu'elle a été esquissée ci-dessus, a déjà été accomplie en partie par les Commissions allemande et américaine; le chemin est donc bien battu. Mais quelque chose de plus est désirable; la tâche du Comité doit être plus importante encore. Les points faibles de notre système de poids atomiques ayant été mis en lumière, il faudra chercher à les renforcer; c'est dans ce sens que l'influence combinée d'une réunion de savants compétents peut utilement s'exercer. Aujourd'hui, toutes les recherches dans ce champ d'investigation sont individuelles et l'on voit les problèmes les plus faciles attaqués simultanément par plusieurs travailleurs, tandis que des questions importantes sont laissées dans l'oubli. Une division du champ de travail et la coopération dans la recherche peuvent aisément être obtenues, non par un acte d'autorité du Comité, mais par le consentement mutuel des chercheurs, travaillant en conférence, et guidés par les suggestions du Comité international...

« Enfin, il y a un problème encore plus général que le Comité devra considérer: celui des méthodes. Quelles sont les meilleures méthodes expérimentales pour la détermination des rapports des poids atomiques, et comment les résultats doivent-ils être traités mathématiquement? Les méthodes actuelles sont le plus souvent conventionnelles, et auraient besoin d'un examen rigoureux. Elles ne sont pas suffisamment variées dans leurs détails pour éliminer tout danger d'erreurs constantes ou cumulatives, et de nouvelles lignes d'attaques, de nouveaux points de vues doivent être considérés et développés...

« Il est à espérer que bientôt quelques grands laboratoires entreprendront une partie de l'œuvre systématique que j'ai indiquée. Les constantes fondamentales de la Chimie ont autant d'importance que la valeur de l'ohm, la forme de la terre ou la parallaxe solaire, et des institutions comme le Reichsanstalt de Berlin, le Bureau international des Poids et Mesures de Sèvres ou le Laboratoire Davy-Faraday de la Royal Institution doivent contribuer à leur détermination. Dans cette direction, un Comité international exercera une influence bien plus grande que celle d'un seul individu et même d'une Société... »

M. W. Tilden, après avoir lu cette lettre au Congrès de Douvres de l'Association britannique pour l'Avancement des Sciences et insisté sur l'importance théorique et pratique d'une connaissance exacte des poids atomiques, s'est associé entièrement aux conclusions de son auteur. Espérons qu'une entente entre les chimistes des différents pays permettra bientôt de résoudre cette importante question.

L'hydrogène solide. — M. James Dewar a récemment communiqué à l'Académie des Sciences de Paris,

puis à l'Association britannique pour l'Avancement des Sciences, les procédés qui l'ont conduit à la solidification de l'hydrogène. Voici un aperçu de ses expériences :

On place de l'hydrogène liquide dans une petite éprouvette à double paroi, entourée elle-même d'un bain d'hydrogène liquide renfermé dans une éprouvette plus grande, également à double paroi et à vide de Crookes. Cette éprouvette était fermée et mise en communication avec une pompe pneumatique. On fit le vide jusqu'à une pression de 10 millimètres; l'hydrogène s'évapore, mais aucune solidification ne se produisit.

Au cours de nouvelles expériences, on observa qu'il y avait un léger suintement d'air au travers des bouchons aux endroits où passaient le tube et les fils. Cet air, se congelant sous forme de neige sur l'hydrogène liquide, à une pression d'environ 60 millimètres, eut pour effet de provoquer sa solidification en une masse mousseuse ressemblant à de l'écume gelée. En augmentant la pression, le solide s'évapore petit à petit.

Une deuxième expérience fut disposée de la façon suivante : Un ballon d'environ un litre de capacité, rempli d'hydrogène pur et sec, porte, sur le côté, un long tube de verre recourbé. La partie inférieure de ce dernier est plongée dans un récipient contenant de l'hydrogène liquide; dès qu'on abaisse la pression dans le récipient, de l'hydrogène liquide se rassemble également au bas du tube recourbé. Puis, quand l'hydrogène liquide du récipient a été solidifié en une masse blanche ressemblant à de l'écume solide, l'hydrogène du tube recourbé se solidifie à son tour en une glace transparente, dont la surface seule a un aspect mousseux.

L'hydrogène solide fond lorsque la pression de la vapeur saturée atteint environ 55 millimètres. La température du solide, déterminée avec un thermomètre à hydrogène sous une pression de 35 millimètres, est de 16° absolus. On en déduit, par une formule, que le point de fusion, à la pression de 55 millimètres, est situé à 16°7 absolus.

On peut noter que la température critique de l'hydrogène étant de 30 à 32° absolus, le point de fusion est représenté par un nombre qui est moitié environ de celui qui correspond à sa température critique. Une observation semblable a été faite pour le point de fusion et la température critique de l'azote.

§ 3. — Géographie et Colonisation

L'huile de Méné (ou Méné) du Sénégal et de la côte occidentale d'Afrique. — Après l'article de M. Jumelle, que nous avons fait paraître dans notre numéro du 15 août, sur *Marseille et les Produits coloniaux*, nous sommes heureux de donner ici la primeur inédite d'un travail du professeur Heckel, qui va paraître chez Challemeil, éditeur, et dans le volume annuel (1899) des *Annales de l'Institut colonial de Marseille*, sur les *graines grasses nouvelles et peu connues des Colonies françaises*. Cet article montrera la méthode qui préside aux travaux de ce genre, faits en vue de mettre en valeur, par la science, les produits encore inconnus de nos vastes possessions d'outre mer.

L'huile de Méné ou de Méné est fournie par la graine du *Lophira alata* Banks, beau végétal, assez commun sur la côte occidentale d'Afrique, depuis le Sénégal jusqu'au Congo, et que les auteurs placent le plus souvent, mais à tort certainement, dans la famille des Diptérocarpées. Bien que non commerciale encore, cette huile a son réel intérêt. Certains auteurs l'ont signalée, et je dois relater d'abord De Lanessan (*Pl. ut. des Col. françaises*, p. 811) : « Cet arbre laisse exsuder, dit cet auteur, en *Cazamance*, une sève résineuse, balsamique¹. Les semences sont huileuses, les feuilles servent

¹ Malgré mes demandes réitérées, je n'ai pas pu me procurer cette sève résineuse et balsamique, qui paraît être inconnue sur la côte occidentale d'Afrique. Il y a peut-être lieu d'inciser les troncs pour en obtenir l'écoulement.

à composer des charmes, les femmes emploient le fruit comme ornement. » Moloney (*Sketch of the forestry of W. Africa*, Londres, 1887) dit que ce « végétal est appelé à Sierra Leone du nom de *Lainlaintain* : des fruits, on extrait une huile nommée *Méné* en Sénégalie et à Sierra Leone. On l'emploie pour la cuisine et pour les cheveux (cosmétique). Le bois est dur et pesant; il pourrait recevoir un emploi. La feuille est usitée comme charme dans les pays du Nil, et le calice du fruit comme ornement par les femmes. » Enfin, le R. P. Sébire s'exprime ainsi dans ses *Plantes utiles du Sénégal*, 1899, p. 41 : « On le trouve dans les forêts de la Gambie et de la Casamance à l'état d'arbre de 9 à 10 mètres de haut, presque pyramidal, à belles feuilles luisantes et petite noix coriace. C'est un bois de charpente dur et pesant : on en fait des callebasses et des mortiers pour piler le mil... » Guillemain et Perrotet ont donné une description détaillée de ce végétal dans leur *Flora Seneg. Ten-tamen*.

Cet arbre est abondant dans les forêts de la Gambie et de la Casamance, et même dans les lieux secs, le long de ces fleuves. On le voit aussi, mais rarement, sur la route de Niaral et de N'dout, dans le royaume du Cayor. Il fleurit de janvier à juin. Cette espèce paraît être une plante particulière à la région occidentale et intertropicale d'Afrique : elle croît aussi sur la côte de Sierra Leone, où elle a été trouvée par Don, et dans le royaume d'Oware... La beauté de cet arbre, sous le rapport de son feuillage et de ses fleurs, devrait attirer l'attention des horticulteurs; ce serait une acquisition précieuse pour nos serres chaudes et pour les colonies intertropicales d'Asie et d'Amérique. J'ai déjà dit que cet arbre existe aussi au Gabon et au Congo, pays d'où j'en ai reçu des graines.

Contenue dans le fruit coriace, brun marron et indéchirable dont il a été question ci-dessus, la graine se présente sous la forme d'un corps ovale, turbiné, couleur crème à l'état frais et passant rapidement au chocolat foncé dès que l'épiderme a été mis au contact de l'air. Deux cotylédons (sans trace d'endosperme), le plus souvent inégaux, forment cette graine grasse, qui, à l'état frais, présente une saveur d'abord douce, puis amère, astringente, comme la graine de Kola. Sa consistance est ferme; toutefois, par pression à l'ongle, le tissu se déprime et laisse exsuder de l'huile. Desséchée, la graine brûle sans flamme fuligineuse.

Une coupe transversale de la graine (perpendiculaire au grand axe des cotylédons), plongée dans la liqueur de Labarraque, prend tout de suite une teinte orange. Examinée au microscope, on voit que cette couleur est due à des cellules spéciales ayant un contenu granuleux (de nature résineuse) et de l'amidon à très petits grains. Ces cellules, par ce coloris et par leurs plus grandes dimensions, se distinguent, dans le parenchyme cotylédonaire, de leurs voisines, qui renferment des sphères d'huile et aussi de l'amidon. Dans ce parenchyme, formé de cellules à parois minces, il y a donc des cellules à résine nombreuses, plus tassées vers la périphérie de la graine et des cellules à huile : les unes et les autres renferment de l'amidon.

— En coupe longitudinale, on voit, dans le même parenchyme, des séries de ces cellules à contenu granuleux, dans le voisinage des faisceaux. Elles se colorent en jaune orange par l'*hypochlorite de soude*; ce sont des files de cellules sécrétrices, représentant sans doute les canaux sécréteurs qui font défaut dans cette plante. Le contenu granuleux de ces cellules est de nature résineuse et soluble dans l'alcool. Il attaque fortement le fil du rasoir quand on pratique des coupes microscopiques. Sous l'influence de la teinture d'iode, les cellules grasses se colorent en jaune et les cellules résineuses en brun plus ou moins foncé. — Les globules sphériques d'huile se colorent en rouge par la teinture acétique d'orcanette fraîche et par le carmin boraté : ils ne paraissent pas contenir de grains d'aleurone. A l'état frais, le poids moyen du fruit avec sa graine et son calice accru est

de 0 gr. 80, celui de la graine seule de 0 gr. 52; le fruit a donc un poids moyen de 0 gr. 28, c'est-à-dire environ un tiers du poids total du fruit et de la graine réunis. La décortication en est facile, la coque étant assez peu résistante à l'état frais. Sur des fruits plus vieux et secs, j'ai trouvé 37 % de coques (fruit) et 63 % d'amandes (cotylédons).

L'huile obtenue par pression est semi-solide et prise en bloc peu consistant dans la plus grande partie de sa masse : à la partie supérieure, toutefois, flotte une couche liquide. Cette huile est jaune verdâtre. Obtenue par le sulfure de carbone, elle est d'un jaune plus foncé, sale, mais prise totalement en masse, sans partie liquide flottante. Elle a une saveur légèrement amère et résineuse, même obtenue très fraîche, ce qui semble indiquer qu'elle ne peut, à aucun titre, être considérée comme comestible. J. Bouis, dans l'article « Huiles » du *Dictionnaire de Chimie*, de Würtz, indique au sujet de cette huile les données suivantes : Poids de l'hectolitre, 67; perte en eau à 100°, 3,80; cendres, 1,44; matière grasse en poids pour 100 parties de produits naturels, 48,87; matière grasse en poids pour 100 parties de produits desséchés, 45,60; densité, 0,951 à 15°.

Cette graine m'a donné le rendement suivant par le sulfure de carbone : sur la totalité de la graine fraîche et du fruit, 15,85 %; sur la graine seule, 27 %. Avec des fruits plus vieux et secs, j'ai trouvé 27,17 % d'huile sur l'ensemble fruit et graine, et 41,54 sur la graine seule.

L'huile a donné comme rendement en acides gras de distillation, 82 %; en acides gras solides de distillation, 58 %. Le point de solidification des acides gras de saponification est de 46°, celui des acides gras de distillation est de 48°; enfin, celui des acides gras solides de distillation est de 53°. Le rendement de l'huile en glycérine est de 9,30 %.

En raison du point de solidification de ces acides gras et du rendement de l'huile en acides gras de solidification, ce beurre trouverait son emploi dans la stéarinerie. En outre, il est à peine besoin de dire qu'elle pourrait servir à la fabrication des savons.

Jusqu'ici, cette graine n'a pas été régulièrement exploitée. Mais en raison de l'abondante production de ce végétal, de sa beauté comme plante ornementale et de l'emploi possible de son huile, il serait à désirer que les récoltes de la côte occidentale d'Afrique ne fussent pas perdues, et que ce végétal fût même introduit dans nos colonies tropicales françaises.

Voici l'analyse du tourteau obtenu par le sulfure de carbone, faite, sur ma demande, par M. le professeur Schlagdenhauffen :

Extrait au pétrole . . .	5,23	Corps gras.
Extrait à l'alcol . . .	12,22	Mat. indét. et sucre.
Extrait aqueux . . .	1,3832	Gomme et mat. amylacée.
Par incinération . . .	3,6180	Cendres blanches.
Traitement à la chaux sodée	21,6643	Mat. albuminoïdes.
Par différence	55,8623	Cellulose, matière amylacée, ligneux et pertes.
	100,0000	

Ce tourteau, n'étant son odeur spéciale et sa saveur amère, pourrait servir à l'alimentation des bestiaux; à défaut, il fera un bon engrais.

Je suis heureux de pouvoir joindre à cette étude sur le *Méné* un rapport commercial très intéressant de M. Famechon, chef du Service des Douanes de la Guinée française à Konakry, et dont je dois la connaissance à l'Office colonial du Ministère des Colonies. Il serait vivement à désirer que des rapports du même genre fussent adressés par les fonctionnaires compétents avec les produits sur lesquels il y a lieu d'appeler l'attention du commerce et de l'industrie métropolitaine; de cette façon, la mise en valeur de nos colonies serait rapidement assurée. Voici ce document *in extenso* :

« Dans tous les points de la colonie où la terre est

sablonneuse, et où l'on voit des affleurements de grès, on rencontre un arbre, dont les plus gros sujets arrivent à 6 ou 7 mètres de haut, et dont le feuillage lancéolé rappelle, par ses tons vert tendre, vert foncé et mordoré, le chêne d'Europe, tandis que le tronc noueux et tourné aurait plutôt de l'analogie avec le poirier.

« Cet arbre porte, en langue soussou, le nom de « Méné »; quant à son nom scientifique, il doit en avoir un que j'ignore, et que personne dans la colonie ne connaît.

« Le Méné ne pousse presque jamais isolé, mais toujours par bosquets, ou même par forêts, qui peuvent avoir des étendues considérables. Il se rencontre non dans les bas-fonds, mais dans les terrains vallonnés dont se compose le pays Soussou, intermédiaire entre les montagnes du Fouta, dont ils sont les dernières ondulations, et les terrains plats et marécageux de la côte.

« La graine tombée à terre germe, à la saison des pluies, et il sort du sol, vers le milieu de la saison sèche, un bouquet de feuilles qui tombe six mois après; puis de nouvelles feuilles naissent et l'arbre croît ainsi très lentement.

« Les feuilles du Méné sont annuelles, et c'est là la raison majeure qui empêche cet arbre de prendre de grandes proportions. Ces feuilles, en effet, tombent sous les arbres et s'y accumulent au début de la saison sèche. Quelques mois plus tard, elles sont devenues sèches comme du papier et excessivement inflammables.

« C'est le moment où les nègres, paresseux, routiniers et inintelligents, brûlent la brousse, souvent sans but déterminé. Les incendies se propagent de proche en proche, et atteignent les forêts de Méné. Les feuilles sèches et quelques graminées qui poussent entre les arbres flambent; en un instant, les troncs sont calcinés; l'écorce, peu adhérente et heureusement très épaisse, est carbonnée; enfin, les jeunes feuilles, qui sont près de terre, sont rôties, séchent et tombent, celles les élevées de plusieurs mètres pouvant seules résister. Si le Méné entraînait en exploitation, les administrateurs des cercles pourraient très bien interdire ces incendies, ainsi qu'y est presque arrivé M. Rey, administrateur du cercle de la Mellacorée.

« Les feuilles tombées à terre, s'accumulant et pourrissant, constitueraient un humus riche en matières azotées et dont les facultés nutritives décuplèrent la production des arbres qui, actuellement, vivent dans le sol sec, sablonneux, aride, où aucune autre plante ne peut se maintenir.

« Quoi qu'il en soit et dès maintenant, on peut voir (au mois de janvier) les Méné qui ont atteint trois mètres de hauteur, se couvrir de fleurs blanches rappelant un peu celles de l'oranger et dégageant une odeur faible, mais agréable. Rien n'est plus joli qu'une forêt de Méné à ce moment.

« Les arbres de moins de trois mètres n'ont que des feuilles; ceux de plus de trois mètres ne fleurissent pas tous, seulement un sur trois environ, et ces arbres blancs, comme saupoudrés de neige, qui tranchent sur le fond vert tendre du feuillage, constituent un tableau on ne peut plus agréable à la vue.

« Il semble que le Méné ne produise que tous les deux ou trois ans; mais en raison de l'âge différent des individus, on peut, tous les ans, avoir une récolte abondante.

« Les graines se forment en février; au moment où j'écris, elles sont à peu près à leur grosseur définitive, mais ne seront mûres que dans un mois (commencement de mai).

« La graine décortiquée a l'apparence d'une grosse arachide et est plus riche en huile que celle dernière. La décortication est très facile et pourrait avoir lieu sur place.

« La cueillette des graines devrait se faire en mai; à ce moment les indigènes ont fini les récoltes et les défrichements pour les plantations de riz, qui, elles, n'ont lieu que plus tard. Cette occupation ne nuirait, par conséquent, pas aux autres cultures.

« Il faut noter aussi que là où il y a du Méné, il n'y a jamais de palmiste. Ces graines pourraient être récoltées dans certaines régions, comme les palmistes dans d'autres.

« Il reste à voir, maintenant, ce que coûterait le Méné et ce qu'il peut rapporter.

« La graine de Méné présente une grande analogie avec l'arachide; elle a, à peu près, la même densité, mais elle est plus grosse. Enfin, il n'y a qu'à la ramasser; donc pas de culture à faire, avantage très sérieux dans un pays où les bras manquent, et où les gens sont paresseux au delà de ce qu'on peut imaginer.

« La graine est légèrement amère au goût; elle donne une huile plus riche en matières grasses que l'huile de palme. Celle, préparée par les indigènes, fige de 13 à 16°. Elle est légèrement teintée en jaune et, après avoir été cuite, très comestible. J'en ai mangé et ne l'ai pas trouvée désagréable; quant aux noirs, ils en sont très friands.

« Je ne puis mieux comparer cette huile qu'à l'huile de noix. Les tourteaux pourraient servir à l'engrais du bétail et à la fumure des terres.

« L'arachide du Rio Nunez se paye 12 fr. 50 les 100 kilos en marchandises, aux indigènes. Or, 12 fr. 50 marchandises représentent pour le commerçant une dépense de 6 à 8 francs selon ce qui est demandé. Admettons que le Méné soit payé le même prix, les frais seraient pour le négociant de Marseille :

La tonne : Achat	80 fr.
Frais de transport jusqu'au port d'embarquement	15 »
Fret	35 »
Droits de douane de sortie	5 »
Total maximum	135 fr.

« Tous les chiffres donnés ci-dessus sont majorés, et je ne doute pas qu'on ne puisse de beaucoup les réduire.

« Les qualités de cette graine, qui est connue de tous ceux qui ont fréquenté le pays, avaient, il y a quinze ou dix-huit ans, tenté la maison anglaise Fischer et Randall, au moment où le commerce des arachides étant en décroissance, celui du caoutchouc n'avait pas encore donné à la colonie sa prospérité actuelle.

« A ce moment, le commerce voulait réaliser des bénéfices de 300 %; or, le Méné est une marchandise relativement pauvre; le fret était alors plus élevé que maintenant, et les négociants, trouvant les bénéfices qu'ils pouvaient faire insuffisants, y renoncèrent après en avoir acheté une vingtaine de tonnes.

« Depuis lors, les choses ont changé, et un bénéfice de 30 % est susceptible de tenter des capitaux.

« Le Méné est très abondant : entre Boké et Kandiana, il y en a une forêt de 35 kilomètres de large, au milieu de laquelle est une rivière navigable; le Rio Pongo en est rempli de Thia à Bacoko; il y a une forêt entre le Foboutai et le Bramaya; une autre, de 15 kilomètres, entre Maurécata et la rivière Grande Scarriez, près de la frontière anglaise. Le Sombaya et le Moubaya en ont des bosquets de plusieurs kilomètres, ainsi que le Kaloum, et il y en a une forêt près de Figuiagbé qui pourrait donner un fret sérieux au chemin de fer.

« Comme on le voit, le produit est très abondant, et nul doute qu'en offrant les prix que j'indiquais plus haut on ne puisse en recueillir tant que l'on voudra. »

Prof. E. Heckel,
 Directeur de l'Institut
 et du Musée colonial de Marseille.

L'ÉTAT ACTUEL ET LES BESOINS DE L'INDUSTRIE DES CENDRES PYRITEUSES

L'industrie des cendres pyriteuses a pour but d'exploiter certains gisements de lignite argileux, imprégné de bisulfure de fer, et de transformer ce minerai, par des réactions appropriées, en sulfate de fer et en alun ammoniacal et potassique.

Cette industrie a toujours été localisée, en France, dans les départements de l'Aisne et de l'Oise, à cause de l'abondance du minerai dans ces régions et de la facilité de l'exploitation.

La première usine fut créée à Urcel en 1786; elle fut suivie par celle de Bourg, puis par celle de Chailvet en 1807.

L'historique technique de la fabrication ne présente que peu d'intérêt, les progrès réalisés ayant été, pour ainsi dire, nuls. La cause en est dans la situation longtemps prospère des usines, situation due à l'absence de concurrence, qui, en avilissant les prix, aurait

forcé les producteurs à fabriquer plus économiquement. Elle existe également dans l'insuffisance de l'éducation technique des usiniers, qui se sont trouvés désarmés lors de l'arrivée des moments de crise.

Cette crise fut provoquée, à partir de 1866, par le développement d'une industrie nouvelle, celle du sulfate d'alumine, créée par Pommier vers 1845. A cette concurrence vint bientôt s'ajouter celle causée par l'expansion des diverses aluneries étrangères et l'entrée en France, à bas prix, des aluns anglais de Spence, des aluns et sulfates d'alumine belges de l'usine d'Ampsine, des aluns italiens de la Tolfa, etc., ces derniers venant même s'établir, par la suite, à Rouen, où une usine fut fondée sous les robinets des établissements Malétra, pour le traitement de l'alunite de cette provenance.

Les aluniers de l'Aisne, qui tenaient la tête du marché, crurent leur industrie perdue, et, de fait, elle ne fit depuis que périlcliter; le groupement, en un syndicat, d'une partie des producteurs français, ne put que ralentir le mouvement sans parvenir à l'enrayer complètement.

Quant au sulfate de fer, sa consommation deve-

naît grandissante, son écoulement rémunérateur. Ce ne fut pas pour longtemps. La concurrence anglaise, l'utilisation, par diverses industries métallurgiques, par celle des pétroles et des huiles, de résidus jusqu'alors inutilisés, venant fournir au commerce du sulfate de fer plus pur, plus sec que le produit des aluneries, il s'ensuivit fatalement une baisse de prix qui précipita la chute de la majorité des usines françaises.

Il ne reste plus actuellement que deux exploitations importantes qui, par suite de circonstances économiques diverses, emplacement, proximité des voies de transport, puissance d'outillage, etc., purent subsister. Ces deux usines, sises, l'une à

Urcel, l'autre à Chailvet, près de Laon, livrent encore annuellement à la consommation environ 2.500 à 3.000 tonnes d'alun, soit environ le quart de ce qui est

consommé en France, et de 5 à 6.000 tonnes de sulfate de fer.

1. — GISEMENTS DU MINÉRAL.

Le minerai utilisé est appelé communément *cendre pyriteuse*, *cendre noire*, etc. C'est, en réalité, un lignite argileux, imprégné de bisulfure de fer. Les gisements sont assez répandus sur notre sol : en Picardie, dans l'Oise, les Ardennes, la Champagne, etc. C'est surtout dans le département de l'Aisne qu'ils se présentent avec le plus de régularité et de puissance et que leur exploitation est le plus facile.

Ce sont des formations stagnantes, dues aux anciennes lagunes tertiaires. On les rencontre, à la base de l'argile plastique, sous la forme de bancs, interrompus, au niveau des vallonnements, par des failles d'entraînement (fig. 1).

La figure 2 représente la coupe des terrains à Chailvet; la légende en indique la nature et la puissance.

Le minerai exploité, formé par le mélange des strates ligniteuses et des strates argileuses *c*, ren-

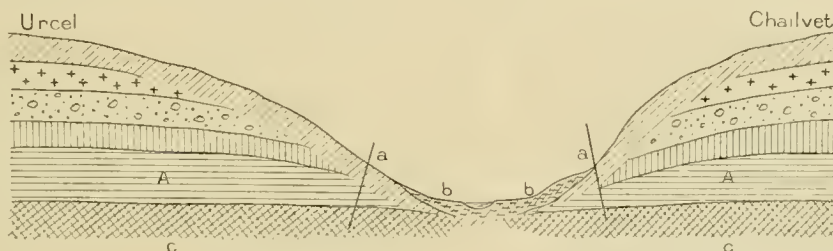


Fig. 1. — Coupe longitudinale des gisements de lignites dans le département de l'Aisne, à Chailvet-Urcel. — A, Banc de lignite; a, naissance du banc; b, tourbières; c, argile plastique.

ferme de 20 à 30 % de matières organiques. Sa composition est assez variable, selon le lieu du prélèvement. La cendre de naissance est très pauvre en pyrite (8 à 9 %); la cendre de plein banc a une teneur un peu plus élevée (12 à 13 %); la partie inférieure du banc est exceptionnellement riche (20 à 30 %).

Au point de vue industriel, on peut compter sur une moyenne de 45 % de bisulfure de fer. A part cet élément principal, la cendre pyriteuse contient une notable quantité d'argile, une forte proportion d'oxyde de fer, combiné à des matières organiques,

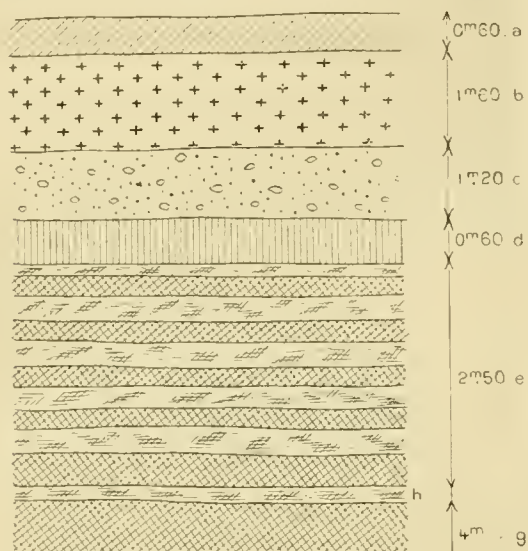


Fig. 2. — Coupe des terrains à cendre à Chailvet. — a, terre végétale; b, sable siliceux; c, gravier *Ostrea bellaracina*; d, sables argileux; e, strates alternatives de lignite et d'argile; g, argile plastique; h, zone à rognons de pyrite.

un peu de magnésium et de chaux, des traces d'acide phosphorique et de potasse et 0,2 à 0,3 d'azote.

II. — EXPLOITATION ET PRÉPARATION DU MINÉRAL.

§ 1. — Extraction.

Il faut d'abord enlever le décomble au moyen de wagonnets. Le service de chaque wagonnet est assuré par 3 hommes. Leur salaire moyen est de 3 francs et représente, par homme et par jour, un enlèvement de 8 à 9 mètres cubes de terre. Le terrassement coûte donc environ 0 fr. 35 le mètre cube.

Ce travail préparatoire s'accomplit pendant l'hiver. Dès le mois d'avril, on attaque le banc exploitable. C'est un travail de terrasse qui, en raison de la plus grande compacité de la matière, est payé 0 fr. 40 le mètre cube. Les wagonnées de cendre sont amenées sur le sol de l'usine par rames de 5 à 6 wagons et vidées par une équipe d'ouvriers spéciaux, qui accumulent le minéral en longs tas pris-

matiques et parallèles, à raison de 3 mètres cubes par mètre courant; il faut donc, pour le travail du minéral, un emplacement considérable.

§ 2. — Efflorescence et grillage.

Par la nature des divers éléments qui la composent, la cendre pyriteuse constitue une matière éminemment oxydable. De fait, sous l'influence de l'aération et de l'humidité, la pyrite ne tarde pas à fixer de l'oxygène; la température des tas s'élève considérablement, et, si on laisse le phénomène se poursuivre, au bout de 1 mois à 1 mois 1/2, la matière s'enflamme spontanément.

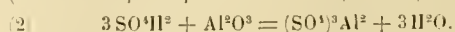
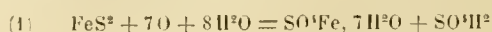
On n'attend pas que ce point soit atteint; pour activer et, en même temps, régulariser l'oxydation, on favorise l'accès de l'air en reprenant les tas, de bout en bout, à la pelle, tout en allumant de place en place de petits foyers, recouverts au fur et à mesure, en ménageant, au moyen de fascines, de petites cheminées d'appel. Ce travail, appelé *premier retenage*, est payé à raison de 0 fr. 10 à 0 fr. 12 par mètre cube.

Sous l'influence de cette opération, surtout si les circonstances climatiques sont favorables, l'oxydation s'active, la combustion se propage petit à petit du centre à la périphérie, les tas se recouvrent d'efflorescences jaunâtres et il se produit un abondant dégagement de vapeur d'eau, d'acide carbonique et d'acide sulfureux. Dès que le feu a gagné la surface, on modère la combustion, en plaquant, sur les parties où elle s'effectue trop activement, du minéral lessivé mouillé ou en injectant de l'eau. Au bout de 4 à 5 semaines environ, on procède au *second retenage*, qui a pour effet, tout en aérant la matière, d'empêcher une combustion trop complète. On laisse alors mûrir pendant quelque temps et, dès que la mauvaise saison s'annonce, on procède à la mise en gros tas de 20 mètres de base sur 12 mètres de hauteur, ou bien on jumelle les petits tas, en les conjuguant 2 par 2, et on les couvre de roseaux.

Examinons maintenant les réactions entrant en jeu pendant ce long espace de temps et ces manœuvres successives.

L'efflorescence est due à la fixation de l'oxygène de l'air par la pyrite avec production de sulfate ferreux et d'acide sulfurique. Cet acide sulfurique attaque l'alumine de l'argile et donne du sulfate d'alumine.

Ces réactions, qui paraissent si peu compliquées, sont cependant loin de pouvoir s'exprimer sous la forme simple suivante :



En réalité, les choses se passent tout autrement.

Tout d'abord, sous l'influence de la chaleur intense de la masse, une fraction du soufre de la pyrite distille et vient former, à la surface des tas, de magnifiques cristallisations d'un jaune citrin. L'oxydation de la pyrite donne bien du sulfate ferreux, mais l'acide sulfurique produit directement ne représente qu'une minime fraction du soufre de FeS^2 , dont la majeure partie de dégage dans l'atmosphère à l'état de SO^2 . Une portion de cet acide sulfureux est retenue au passage, et, sous l'action des matériaux de la cendre, jouant le rôle de corps poreux, fixe lui-même de l'oxygène, et donne de l'acide sulfurique, qui se porte sur l'alumine de l'argile.

Ce phénomène est favorisé par la présence d'une certaine quantité d'eau, et c'est pour cette raison qu'on n'attend pas, pour faire le retenage, que la combustion se produise spontanément. Outre qu'elle se ferait de la surface au centre, ce qui serait mau-

ment, cette destruction des sels de fer pourrait même s'effectuer d'une manière à peu près complète. Cette méthode était employée par les anciens aluniers qui obtenaient, ainsi, des cendres rouges, totalement grillées, contenant une forte proportion de sulfate d'alumine, mais pauvres en sulfate ferrique et surtout en sulfate ferreux¹.

Les réactions mises en jeu sont donc extrêmement complexes et le réglage en est très difficile, d'autant plus que leur bonne marche dépend des circonstances climatiques.

La composition centésimale du minerai prêt à être lessivé variera donc dans des limites très étendues (V. tableau I).

La partie insoluble est principalement constituée par des matières organiques, de la silice, de l'argile non attaquée, du peroxyde de fer, du sulfure non oxydé.

Le prix de revient du minerai prêt à être lessivé

Tableau I. — Composition de plusieurs échantillons de minerai grillé.

NUMÉROS D'ORDRE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Sulfate ferreux, $SO^2Fe, 7H^2O$	13,55	6,07	11,50	13,70	6,30	3,60	9,40	9,80	13,30	10,27	12,41	16,41
Sulfate ferrique ($SO^2, 3Fe^2, 9H^2O$)	6,92	4,74	2,00	1,50	4,90	4,90	1,50	2,40	0,80	2,30	0,75	5,52
Sulfate d'alumine ($SO^2, 3Al^2, 16H^2O$)	7,34	13,20	9,80	9,10	3,30	6,00	6,00	6,90	7,80	5,26	3,01	8,02
Sulfate de chaux, SO^2Ca	1,50	»	0,73	0,73	»	»	»	»	»	»	»	»
Acide sulfurique, SO^3	»	11,60	8,08	8,08	»	»	»	»	»	12,80	16,80	11,30
Insoluble	»	58,00	66,00	66,00	»	»	69,50	»	»	70,00	68,00	67,80
Eau	19,60	16,80	15,50	»	»	16,40	15,70	»	»	10,80	13,80	»

vais au point de vue de l'utilisation du soufre, elle se produirait dans un milieu desséché, et on n'obtiendrait, comme résultat, qu'une grande quantité de sous-sels insolubles et d'oxyde de fer, avec une quantité relativement restreinte de sulfate d'alumine. L'allumage qui provoque le grillage doit donc se faire sur la matière encore humide.

Le sulfate ferreux formé n'est pas stable; il absorbe lui-même de l'oxygène et se transforme en sulfate ferrique soluble et en divers sous-sels insolubles. L'acide sulfureux, au contact de ces sels de ferricum, s'oxyde avec production d'acide sulfurique, tandis que le sulfate ferreux reconstitué redevient apte à fixer l'oxygène de l'air pour oxyder ensuite une nouvelle quantité d'acide sulfureux. La présence de l'eau est encore ici nécessaire à la bonne marche de la réaction.

Les divers sulfates de fer jouissent de la propriété bien connue de dégager leur acide sulfurique à une certaine température avec production d'oxyde de fer. Lors du grillage, la chaleur atteint souvent le degré d'intensité nécessaire à cette décomposition. Il se produit encore, de ce fait, une certaine quantité de sulfate d'alumine.

Si on laissait le grillage se poursuivre entière-

ment, cette destruction des sels de fer pourrait même s'effectuer d'une manière à peu près complète. Cette méthode était employée par les anciens aluniers qui obtenaient, ainsi, des cendres rouges, totalement grillées, contenant une forte proportion de sulfate d'alumine, mais pauvres en sulfate ferrique et surtout en sulfate ferreux¹.

Prix de revient d'un mètre cube de minerai, prêt à être lessivé.

Extraction, terrassements, charrois, etc.	2,15
Frais d'outils	0,25
Retenages.	0,30
Mise en tas.	0,30
Valenr du terrain.	0,25
Intérêt et amortissement des frais extraordinaires d'extraction.	0,75

Soit :
 Prix de revient par mètre cube 4 »

Le poids du mètre cube est d'environ 1.000 kilos.

¹ Les anciens aluniers avaient remarqué que leur matière première s'améliorait avec le temps et qu'ils en obtenaient des rendements en alun plus élevés, en la laissant vieillir, que s'ils l'avaient lessivée immédiatement après le façonnage.

Cela résulte d'un complément d'oxydation et surtout de l'action du sulfate ferreux et du sulfate ferrique sur l'argile en excès de la matière. En effet, ces sels, en présence de matières argileuses, réagissent sur l'alumine avec formation du sulfate de cette base. Cette action est évidemment lente, mais il n'en est pas moins vrai qu'il y a tout intérêt à laisser vieillir la cendre avant le lessivage.

III. — FABRICATION DU SULFATE DE FER.

La caractéristique de cette fabrication est une consommation considérable de combustible, et la manutention d'une quantité énorme de liquide; pour éviter des frais exagérés, on a disposé les usines sur des terrains en pente afin de permettre aux liqueurs de s'écouler naturellement d'un atelier dans l'autre, le lessivage des matières premières s'effectuant au point culminant.

§ 1. — Lessivage.

Ce lessivage comporte comme installation :

1°) Une série de bassins en pierre de taille, à

Le degré Baumé des liqueurs, au soutirage, est en année normale de 28° B. Les petites eaux marquent 10° B. On obtient environ 600 litres d'eau à 28° par mètre cube de cendre. Ces liqueurs, emmagasinées dans des réservoirs spéciaux, y laissent déposer l'argile et les impuretés qu'elles ont entraîné; leur coloration est rouge brun foncé et elles montrent à l'analyse des variations considérables dans le rapport de leurs éléments, suivant la nature de la cendre traitée (V. tableau II).

Ces lessives, après dépôt des matières terreuses, sont acidifiées à raison de 20 kilogrammes d'acide sulfurique à 60° B., par mètre cube, puis verdies, de manière à détruire les sels ferriques qui sont

Tableau II. — Analyses de quelques échantillons de lessives (par litre).

NUMÉROS D'ORDRE.	1	2	3	4	5	6	7
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Sulfate d'alumine (SO ⁴) ³ Al ²	94, "	136, "	123, "	150, "	110, "	126, "	94, "
Sulfate ferrique (SO ⁴) ³ Fe ²	58, "	61, "	55,30	75, "	57, "	"	46, "
Sulfate ferreux SO ⁴ Fe.	68, "	110, "	111, "	105, "	164, "	"	65, "
Sulfate de chaux.	2,9	"	"	"	"	0,90	"
Résidu sec.	258, "	319, "	303, "	"	"	"	"
Baumé.	25°5	30°	30°	32°5	30°	31°	27°
Poids spécifique.	1,215	1,263	1,263	1,290	1,263	1,274	1,230

double fond formé d'un plancher recouvert de roseaux. Ces récipients sont reliés entre eux par une canalisation permettant la mise en communication de l'un quelconque d'entre eux avec tous les autres ou avec l'extérieur;

2°) Des réservoirs en moellons ou pierres de taille, destinés à recevoir les liqueurs fortes ou faibles provenant du lessivage;

3°) Une pompe ou un Kœrting pour la rentrée des liqueurs faibles sur les lessivoirs;

4°) Des voies et des aiguilles pour le service des wagnonets.

Le lessivage se fait à l'air libre et méthodiquement. A Chailvet, l'installation comporte huit lessivoirs, chacun de 100 mètres carrés de surface et 0^m,90 de profondeur. Ces huit éléments constituent deux batteries distinctes.

Le service se fait au wagnonet. Les lessiveurs, payés à raison de 3 fr. 75 par jour, doivent, pour cette somme, amener au lessivoir 6 mètres cubes de cendre, en égaliser la surface et enlever le résidu correspondant de l'élément en vidange.

Ces résidus, désignés sous le nom de *cendres lessivées*, sont une réelle cause de gêne à cause de leur volume. A Chailvet, où ils s'accumulent depuis quelque 90 ans, ils recouvrent une surface de 5 hectares sur une épaisseur de 10 à 12 mètres¹.

nuisibles; elles sont pour cela traitées par de vieilles ferrailles. Cette opération, appelée *verdis-*

des matières ulmiques et d'une certaine quantité de sels solubles non enlevés au lessivage, elles ont la propriété, en mélange avec du phosphate, de solubiliser une certaine quantité d'acide phosphorique. Elles retiennent l'azote ammoniacal avec une grande énergie. Nous avons pu fixer sur un tel produit jusqu'à 3 % d'azote ammoniacal.

On a essayé d'utiliser la cendre lessivée comme combustible sans obtenir de résultats satisfaisants. L'analyse suivante, que nous devons à l'obligeance de M. A. Vivien, a été faite en vue de l'étude de ce produit à ce point de vue particulier.

Eau	25,28	
Matières organiques totales.	18,88	{ Carbone, 9,59 Carbures, 9,33
Matières minérales	55,84	
	100,00	
Soufre des pyrites.		2 kil. 52
Soufre libre.		0 kil. 17
SO ³ des sulfates.		2 kil. 71
Acide sulfureux dégagé par la combustion.		8 kil. 07
Pouvoir calorifique pour 1 kilo humide		1.700 c.

La matière organique nous a donné à l'analyse les chiffres suivants, assez rapprochés de ceux publiés par Knapp, dans son édition française de 1876 (*Traité de Chimie technologique et industrielle*, par FR. KNAPP; traduction française de E. MÉRIJOT et A. DEBIZE).

	KNAPP	
C = 63	65,92	65,44
O et Az = 32	28,26	28,58
H = 5	5,82	5,97

On peut encore utiliser ces résidus, mais sans grand profit, en leur faisant subir un nouveau grillage afin d'oxyder, avec production de sulfates de fer et de sulfate d'alumine, le peu de bisulfure de fer qu'ils contiennent.

¹ Ces matières ont une certaine valeur comme engrais, car elles renferment une notable proportion de matières ulmiques et de 0,25 à 0,40 d'azote. Par suite de la présence

sage, est activée par l'action d'une légère chaleur. Les liqueurs gagnent au verdissage, par suite de la dissolution de la ferraille, de 2° à 3° B. et leur coloration brune fait place à une belle teinte verte. Ces liqueurs sont envoyées à la concentration.

§ 2. — Concentration.

Les *eaux rouges* verdies doivent être amenées à marquer 40° B. Cette concentration réclame une quantité considérable de combustible. La quantité de charbon nécessitée pour la production de 1.000 à 1.200 tonnes d'alun et 2.500 à 3.000 tonnes de sulfate de fer atteint et dépasse 4.500 tonnes, dont 1.000 tonnes pour la concentration.

Peu de dispositions ont été expérimentées pour arriver à une bonne utilisation du combustible, et, somme toute, la nature des liqueurs à évaporer, leur acidité, la facilité avec laquelle, sous l'influence un peu prolongée de la chaleur, elles donnent des dépôts de sulfate ferrique basique et de sulfate ferreux deshydraté, insolubles, sont des difficultés contre lesquelles il était assez difficile de lutter.

Le four à réverbère, adopté d'abord en Angleterre, où il a subi de sérieux perfectionnements, a été également usité en France. L'utilisation du calorique y était passable. Son principal inconvénient résidait dans l'entraînement des suies et cendres venant salir les liqueurs et dans son entretien coûteux. Il a été remplacé par des chaudières en plomb, qui ont l'avantage d'être d'un entretien relativement peu coûteux, de ne pas salir les liqueurs et de conserver, en cas de démolition, la plus grande partie de leur valeur. Elles utilisent malheureusement la chaleur d'une façon déplorable. Cette utilisation ne se traduit guère que par 4 kilog. 5 à 5 kilogrammes d'eau évaporée par kilogramme de charbon brûlé¹.

Les chaudières ont de 20 à 25 mètres carrés de surface sur 1 mètre de profondeur. Elles sont chauffées à feu nu. Le coup de feu seul est protégé par une voûte blette. Chaque chaudière a deux foyers conjugués.

Les gaz chauds de chaque foyer accomplissent

¹ Cela tient :

1° A la grande épaisseur qu'il est nécessaire de donner au plomb pour éviter les déformations sous l'action de la chaleur;

2° Au faible coefficient de transmissibilité de ce métal;

3° A la production d'incrustations de sulfate de chaux, sulfate ferrique basique, sulfate ferreux deshydraté, venant encore gêner la transmission de la chaleur;

4° A la viscosité des liqueurs à évaporer;

5° A la grande surface évaporante du liquide, conduisant à une perte considérable par le fait du rayonnement;

6° Au ralentissement de l'évaporation à la fin de l'opération, et, surtout lorsque le temps est froid, par la production, à la surface du liquide bouillant, d'une pellicule saline venant gêner l'élimination de la vapeur d'eau.

un triple circuit dans des carnaux en maçonnerie dont le plafond est constitué par les ondulations du fond de la chaudière. L'épaisseur du plomb est de 12 millimètres. Le coulage des liqueurs concentrées s'effectue par l'avant au moyen de goulottes, obturées en marche par des tampons en bois.

A Urzel, le chauffage est effectué par des foyers spéciaux genre Godillot, dans lesquels on brûle des fines. A Chailvet, les foyers ne présentent aucune particularité et on y brûle des tout-venant. Dans cette dernière usine, on a essayé un système d'évaporation en couche mince, les liqueurs faibles arrivant continuellement en queue de la batterie et en sortant concentrées par un trop-plein disposé en tête. On a dû renoncer à évaporer de la sorte les liqueurs verdies. Au bout de quelques heures de marche, il se produisait presque subitement un dépôt blanchâtre et lourd, augmentant très rapidement, faisant prise comme le plâtre dès qu'on le retirait de la chaudière¹.

On s'est alors contenté d'évaporer directement les eaux rouges acidifiées, quitte à faire verdir immédiatement après concentration. Ce système a permis de réaliser une certaine économie de charbon. Il est d'ailleurs avantageux, en ce sens que, l'évaporation portant sur des liqueurs non verdies, on peut enlever en premier jet, tout en ne dépassant pas la limite de concentration, la quantité d'eau correspondant aux 2° ou 3° B. qu'aurait gagné la liqueur si elle avait été soumise préalablement au verdissage. On obtient ainsi, en premier jet, un plus fort rendement en sulfate de fer, et des eaux mères pour alun plus concentrées.

Le prix de revient, essentiellement variable, peut ainsi s'établir :

Pour une opération de 36 mètres cubes :	
Cendre : 59 mètres cubes à 4 fr. 20	248 fr.
Lessivage	43 »
Usure du matériel, outils, entretien, huile, surveillance	42 »
Pompage et entretien des pompes	16 »
Charbon (pour la concentration) : 5.000 kil. à 18 fr.	90 »
Frais d'évaporation	40 »
Acide sulfurique à 60° B. : 800 kil. à 5 fr. 20	42 »
Ferraille : 800 kil. à 3 fr. 50	28 »
Frais généraux, contributions, assurances, etc.	111 »
Total	630 fr.
On obtient :	
Sulfate de fer : 12.000 kil. à 2 fr. 25	270 fr.
Eau mère (eau à breveter) 24 mètres cubes à 15 fr.	360 »
Total	630 fr.

¹ Ce précipité soumis à l'analyse nous a donné des chiffres conduisant à la formule $SO^4Fe, 4H^2O$.

	TROUVÉ	CALCULÉ
Eau H ² O	33,300	32,14
Fer / Fe	24,500	25,00
Acide sulfurique (SO ⁴ H ²)	42,100	43,75

Ce sulfate ferreux deshydraté se reproduit facilement au laboratoire en maintenant longtemps à l'ébullition une solution saturée et acide de sulfate ferreux normal.

§ 3. — Cristallisation, épuration, emmagasinage du sulfate de fer.

La cristallisation s'effectue dans des cristallisoirs en pierre de taille, d'une capacité de 30 à 36 mètres cubes. On emplît normalement un de ces récipients par 24 heures.

Les liqueurs amenées dans les cristallisoirs sont laissées en repos et, au fur et à mesure du refroidissement, le sulfate de fer cristallise.

Il est essentiel que cette cristallisation s'effectue en liqueur franchement acide; si cette condition n'est pas réalisée, le sulfate de fer ne se conserve pas; il jaunit en se recouvrant de sulfate ferrique basique. On tâche, en pratique, de se tenir à une acidité libre des liqueurs, en SO^3H^2 , d'au moins dix grammes par litre.

Au bout de 20 à 25 jours de refroidissement, on décante l'eau mère, au moyen de pompes en bois, très primitives¹. Cette eau mère, qui prend maintenant le nom d'eau à breveter, est envoyée dans de

assez volumineux sur les parois du cristallisoir est désigné sous le nom d'ordinaire (O). Il titre de 88 à 92 % $\text{SO}^3\text{Fe}.7\text{H}^2\text{O}$.

3° La troisième variété est constituée par le sel très ténu qui s'est déposé dans les réfrigérants. Ce sel doit d'abord subir un égouttage très prolongé, pendant lequel il se transforme en blocs d'une assez grande dureté. Pour mettre ce produit sous une forme marchande, on lui fait subir un écrasage, en le piétinant sur une aire dallée. Ce travail revient à 0 fr. 20 environ. Le sulfate de fer ainsi écrasé titre de 82 à 85 % $\text{SO}^3\text{Fe}.7\text{H}^2\text{O}$.

Le sulfate de fer est livré au commerce en sacs ou en vrac. Son prix de vente moyen en usine est de 2 fr. 70 à 2 fr. 80.

IV. — FABRICATION DE L'ALUN.

L'eau mère de la cristallisation du sulfate de fer est la matière première dont il s'agit de retirer

Tableau III. — Analyses de quelques échantillons d'eau mère à alun.

NUMÉROS D'ORDRE.	1	2	3	4	5	6	7	8
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Sulfate ferrique (SO^3Fe^2)	28,50	1,80	7,50	31,00	12,00	15,00	10,00	»
Sulfate ferreux $\text{SO}^3\text{Fe}.7\text{H}^2\text{O}$	»	197,00	186,00	219,00	142,00	212,00	172,00	»
Sulfate d'alumine (SO^3Al^2)	292,00	225,00	206,00	264,00	256,00	250,00	250,00	352,00
Sulfate de chaux	»	»	»	»	1,00	9,00	7,00	»
Acide libre SO^3H^2	»	»	»	»	»	»	10,00	»

vastes bassins réfrigérants en plomb où il se dépose une quantité notable de sulfate de fer en cristaux très légers.

Les sels sont extraits des bassins de cristallisation par une équipe de 4 ouvriers², et menés dans un récipient à double fond. On les lave avec une liqueur saturée de sulfate de fer et on laisse égoutter. Le sulfate de fer se purge ainsi peu à peu de son eau mère alumineuse, et, au bout de 12 heures, on peut le conduire au magasin.

Toute cette manutention revient à environ 0 fr. 20 par 100 kilos.

Cette fabrication livre au commerce trois variétés de sels :

1° Le sulfate de fer qui s'est déposé sur le fond des cristallisoirs, en cristaux assez petits, est désigné sous le nom de *petit sel* (P S). Il titre de 85 à 88 % $\text{SO}^3\text{Fe}.7\text{H}^2\text{O}$.

2° Le sulfate de fer qui a cristallisé en grains

l'alun. Son degré Baumé est en moyenne de 36°. Sa composition, assez constante, est indiquée pour 1 litre par les chiffres du tableau III.

Elle contient de plus une minime quantité d'alun.

§ 1. — Brévetage.

C'est l'opération pendant laquelle on constitue l'alun en ajoutant à l'eau à breveter, soit du sulfate d'ammoniaque, soit du sulfate de potasse, soit du chlorure de potassium. Quand le prix du sulfate d'ammoniaque le permet, il y a tout avantage à l'utiliser, le travail étant beaucoup plus beau et facile qu'avec le sulfate de potasse. Quant au chlorure de potassium, il donne de très mauvais résultats au point de vue des rendements, et, de plus, les eaux mères chargées d'acide chlorhydrique doivent être rejetées.

Les liqueurs sont amenées dans une chaudière et réchauffées à la vapeur ou à feu nu. Dès que la température a atteint 80° à 90° C., on laisse couler dans des cristallisoirs, en jetant à la pelle du sulfate d'ammoniaque et en agitant constamment, puis on laisse en repos. Il se forme de l'alun qui cristallise au fur et à mesure du refroidissement.

¹ A Chailvet, on a remplacé récemment ces vieux bassins par des cristallisoirs plats, surélevés au-dessus du sol, en bois doublé de plomb; dans ces récipients, la cristallisation est beaucoup plus rapide et la main-d'œuvre ultérieure est très diminuée.

² Deux seulement dans le cas des cristallisoirs en plomb, et cela pour une quantité de sel à peu près équivalente.

La quantité de sulfate d'ammoniaque nécessaire est déterminée au laboratoire, par un essai en petit¹.

L'insolubilité de l'alun dans son eau mère n'est que relative et varie beaucoup suivant les circonstances. Tout d'abord, il va de soi que, pour obtenir de bons rendements, c'est-à-dire pour que la perte de sulfate d'ammoniaque soit faible, il faudra traiter des liqueurs concentrées et le plus chargées possible en sulfate d'alumine.

L'acidité a une haute importance. Il faut que la teneur de l'eau à breveter soit au moins de 10 à 15 grammes SO^4H^2 libre par litre.

Si on brevète une liqueur neutre, les rendements sont déplorables (tableau IV).

Tableau IV. — Influence de l'acidité sur le rendement en alun.

	1 Liquueur neutre	2 5 gr. SO^4H^2 par litre	3 10 gr. SO^4H^2 par litre	4 20 gr. SO^4H^2 par litre
Alun obtenu d'un essai.	gr. 15,040	gr. 18,00	gr. 18,400	gr. 18,450
Perte %/o . . .	25,72	11,11	9,13	8,88

Lors du brevetage, on a soin de n'ajouter du sulfate d'ammoniaque qu'en quantité insuffisante pour transformer en alun tout le sulfate d'alumine de la liqueur. On laisse toujours par mètre cube une quantité de sulfate d'alumine correspondante à 200 ou 250 kilos d'alun. Effectivement, la solubilité de l'alun, dans son eau mère, décroît avec la teneur en sulfate d'alumine libre de cette eau mère.

La présence d'une minime quantité de sulfate ferrique ne peut nuire. Si la dose s'élève et atteint 35 à 40 grammes par litre, il se forme de l'alun de fer qui souille l'alun ammoniacal et entraîne une perte de sulfate d'ammoniaque.

L'acide chlorhydrique est très nuisible et sa présence fait immédiatement baisser les rendements dans une forte proportion :

	1 50 cc. eau pure	2 50 cc. eau acidulée à raison de 33 gr. HCl par litre
Alun mis à cristalliser	gr. 20, »	gr. 20, »
Alun retrouvé	17,21	14,48
Perte %/o	13,95	27,60
Température du liquide refroidi.	6° C.	6° C.

Il en est de même avec les chlorures. Un essai effectué dans les mêmes conditions que les deux précédents, c'est-à-dire en dissolvant à chaud 20 grammes d'alun dans 50 centimètres cubes d'eau, mais en additionnant le tout de 10 grammes

NaCl, ne nous a laissé retrouver, après refroidissement, que 15,770 d'alun, avec une perte par conséquent de 21,45 %.

Cette influence de l'acide chlorhydrique explique pourquoi la fabrication de l'alun au moyen des chlorures donne de si mauvais résultats.

Ainsi, si on brevète 50 centimètres cubes d'une même eau à breveter, respectivement par des doses équivalentes de sulfate d'ammoniaque et de chlorure d'ammonium, on obtient :

	1 Avec sulfate d'ammoniaque.	2 Avec chlorure d'ammonium.
	gr.	gr.
Alun	27,500	23,500
Soit en moins avec AzH^3Cl	»	4,000

De même avec le sulfate et le chlorure et le potassium :

	1 Avec sulfate de potasse.	2 Avec chlorure de potassium.
	gr.	gr.
Alun	32,70	30,30
Soit en moins avec KCl	»	2,40

Le brevetage est donc assez délicat et demande à être suivi avec soin.

Le prix de revient peut ainsi s'établir :

Pour un brevetage de 25 mètres cubes :	
Eau à breveter, 25 mètres cubes à 15 fr.	375 fr.
Sulfate d'ammoniaque à 25 fr., 1.200 kilos	300 »
Charbon à 18 fr., 1.000 kilos.	18 »
Main-d'œuvre, entretien, etc.	25 »
Total.	718 fr.
Alun breveté : 1.200 × 6,75 =	8.100 kil.
Perte (y compris la perte d'épuration) 10 %/o	810 kil.
Alun cristallisé	7.290 kil. à 7,44 = 541 35
Eau brevetée : 16 mètres cubes à 11,05.	176 65
Total égal.	718 fr.

Lorsque le refroidissement dans les cristallisoirs est suffisant, c'est-à-dire au bout de 15 à 20 jours, l'eau mère, dite *eau brevetée*, est décantée. Pour compléter son refroidissement et lui faire abandonner le peu d'alun qu'elle tient en suspension, on la fait circuler dans des chicanes, puis on la rentre à l'évaporation. Le degré Baumé moyen de de ces eaux mères est de 32°. Elles contiennent, en plus d'une certaine quantité d'alun :

	1	2	3
	gr.	gr.	gr.
Sulfate ferreux, $SO^4Fe, 7H^2O$	276	223	223
Sulfate ferrique $(SO^4)^3Fe^2$	63	4	3,5
Sulfate d'alumine $(SO^4)^3Al^2$	146	143	170

L'alun brut, cristallisé sous la forme de cristaux brunâtres, est pioché, levé et conduit dans des récipients spéciaux munis de doubles fonds. On lui fait subir trois lavages successifs avec de l'eau d'alun de plus en plus pure. Les eaux de lavage sont envoyées au lessivage.

¹ Voir : L. GESCHWIND, *Industries du sulfate d'aluminium, des aluns, etc.*, p. 208. Gauthier-Villars, 1899, Paris.

§ 2. — Purification de l'alun.

Le lavage a éliminé la majeure partie de l'eau mère et le peu de sulfate ferreux qui avait pu cristalliser avec l'alun. L'alun n'est cependant pas encore assez pur pour être livré au commerce et d'ailleurs ne se présente pas sous une forme marchande. Il faut lui faire subir une deuxième cristallisation. Pour cela, on le redissout dans une chaudière en plomb ou en cuivre, de manière à obtenir une solution à 41°-43° B. On la laisse en repos pendant quelques minutes, pour permettre aux impuretés de se déposer, puis on la coule dans des formes. Ces formes, qui ont une capacité de 2.000 litres environ, sont tronconiques et sont doublées de plomb. Elles sont obtenues par la juxtaposition de deux panneaux, formés de douves en chêne réunies par des cercles en fer. L'étanchéité aux points de jonction est obtenue par deux lames de caoutchouc et le serrage des cercles au moyen de vis et d'écrous. Le joint avec le sol dallé est fait avec de l'argile. La forme ainsi préparée, et remplie de la solution d'alun, est livrée au refroidissement pendant une quinzaine de jours. On enlève alors les deux panneaux et on se trouve en présence d'un bloc d'alun dont les parois ont 25 à 30 centimètres d'épaisseur, et contenant de 4 à 5 Hl d'eau mère. Cette eau mère revient en solution de 80 à 90 kilos d'alun par mètre cube. Elle est recueillie dans des citernes et sert au lavage de l'alun brut.

On divise le bloc à la hache, on concasse les morceaux en fragments de la grosseur du poing, et l'alun est prêt à être livré à la consommation. C'est l'alun ordinaire ou alun de glace.

Il s'en faut que la totalité de la masse soit constituée par de l'alun marchand. Seul, ce qui en terme de métier s'appelle le *lard*, c'est-à-dire l'alun qui a cristallisé sur le pourtour de la forme, peut être vendu tel quel, sauf une partie du pied, rendue légèrement noirâtre par des impuretés, qui est demandée par les corroyeurs, sous le nom d'*alun gris*, et les parties les plus belles dans les déchets qui, après un écrasage préalable, peuvent être livrées à la consommation.

Le reste, constitué par le pied de la masse, très impur, chargé de matières argileuses, et par les déchets légèrement souillés, doit subir une nouvelle épuration.

Une masse d'alun, exigeant pour sa formation 2.200 kilos d'alun de brevetage, donne en moyenne :

Alun de glace	1.000 kilos
Alun écrasé	260 —
Déchets à refondre	600 —
Alun gris	300 —
Alun perdu dans l'eau mère	40 —
Total	2.200 kilos

Les 600 kilos de déchets doivent subir une première recristallisation à faible concentration, 28 à 30° B., pour séparer l'insoluble. C'est la refonte pour 1/2 AE, dont le prix de revient s'établit comme suit :

Déchris : 6.000 kilos à 6 fr. 59	395 fr. 40
Eau d'alun : 8 mètres cubes à 0 fr. 50	4 »
Charbon : 700 kilos à 18 francs	12 60
Main-d'œuvre, usure, etc.	15 »
Alun obtenu : 4.400 kilos à 9 fr. 70	427 fr. »

L'alun ainsi obtenu, très pauvre en fer, est redissout et coulé en masses, dites de 1/2 AE. Le produit de ces masses subit une nouvelle recristallisation en masses, dites d'AE. C'est l'alun épuré brut que l'on obtient encore en faisant recristalliser l'alun de glace.

Cet alun épuré brut est débité, cassé et mis à macérer pendant douze heures avec de l'eau saturée d'alun, puis avec de l'eau pure. On laisse égoutter, on sèche sur des claies et on obtient l'alun épuré marchand.

Toutes ces refontes successives entraînent une dépense de main-d'œuvre considérable et la perte de beaucoup d'alun, en dissolution dans les eaux mères. Cette épuration est donc très coûteuse.

PREMIER PRIX DE REVIENT :

1. — Alun de glace.

Alun de brevetage macéré : 2.200 kilos à 7 fr. 94	175 fr.
Charbon : 100 kilos	1 80
Usure, entretien, divers	2 20
Main-d'œuvre	2 50
Usure et entretien des formes	2 50
Charrois, emballage, main-d'œuvre diverse	15 »
Total	199 fr.

Pour obtenir 2.160 kilos d'alun :

Alun de glace et alun écrasé : 1.200 kil. à 10 fr. 10	127 25
Alun gris : 300 kilos à 10 fr. 75	32 25
Déchris : 600 kilos à 6 fr. 59	39 50
Total égal	199 fr.

2. — Alun de 1/2 AE.

Alun pour 1/2 AE : 1.500 kilos à 9 fr. 70	153 20
Déchris d'alun de glace : 600 kilos à 6 fr. 59	39 55
Charbon	1 80
Usure, entretien, divers, main-d'œuvre	4 95
Entretien des formes	2 50
Total	204 fr.

Pour obtenir 2.160 kilos d'alun :

Alun à refondre en AE : 1.500 kilos à 9 fr. 70	145 60
Alun à refondre en 1/2 AE : 660 kilos à 8 fr. 85	58 40
Total égal	204 fr.

3. — Alun épuré.

Alun de glace : 1.100 kilos à 10 fr. 10	111 »
Alun de 1/2 AE : 1.100 kilos à 9 fr. 70	106 70
Charbon	1 80
Usure et entretien de la chaudière, main-d'œuvre, usure et entretien des formes, etc.	7 50
Cassage et baignage, outils, charrois, emballages, etc.	23 »
Total	250 fr.

Pour obtenir 2.010 kilos d'alun :

Alun épuré : 1.100 kilos à 14 fr. 50	159 50
Débris à refondre ou à écraser en épuré en poudre : 910 kilos à 9 fr. 95	90 50
Total égal ¹	250 fr.

V. — PROGRÈS A RÉALISER.

La fabrication telle que nous venons de la décrire est coûteuse. Malgré cela, telle qu'elle est, elle peut encore rapporter un certain bénéfice, faible en réalité, mais justifiant, en dehors de toute autre considération, la recherche de procédés de production plus économiques.

Cette recherche doit porter sur tous les points de la fabrication, mais plus particulièrement sur les points suivants :

- 1° Obtention d'un minerai plus riche ;
- 2° Diminution de la consommation du combustible ;

Pour nous rendre compte si cette idée était réalisable, nous avons fait divers essais qui, tous, ont été concluants. Parmi ces essais, nous n'en citerons qu'un seul, qui a été effectué dans des conditions de précision assez grandes pour qu'il n'y ait aucun doute dans l'interprétation des résultats¹.

Nous avons d'abord fait prélever et mélanger minutieusement une certaine quantité de cendre, puis nous avons prélevé 3 prises d'essais de 50 kilos très exactement pesées. Ces 3 prises ont été versées dans des boîtes en bois. La première fut additionnée de 5 kilos d'acide sulfurique à 60° B. et de 2 kilos d'eau, la seconde de 10 kilos d'acide 60° B. et de 3 kilos d'eau, la troisième fut laissée telle quelle. Les 3 boîtes furent munies de leur couvercle et placées à l'intérieur d'un tas pendant un mois, puis la matière fut repesée de nouveau et le contenu total de chaque boîte passé au moulin. Sur la poudre obtenue, on préleva les échantillons des-

Tableau V. — Essai sur l'enrichissement de la matière première.

CORPS DOSÉS	CENDRE TÉMOIN	CENDRE	CENDRE	OBSERVATION
	1	à 10 ‰, acide 60°	à 20 ‰, acide 60°	
		2	3	
Insoluble	67,80	64,62	61,67	La cendre essayée paraissait relativement riche en matières argileuses, ce qui explique l'écart entre la composition du témoin et la composition moyenne de la cendre d'une année entière.
Fer total en SO ⁴ Fe. 7H ² O.	21,89	28,47	30,16	
Sulfate d'alumine anhydre	4,35	10,49	18,77	
Acide sulfurique en SO ⁴ H ²	13,86	19,32	31,82	
Prix de revient du mètre cube	4 20	9 30	14 40	

- 3° Meilleure épuration du sulfate de fer ;
- 4° Diminution de la perte d'alun ;
- 5° Diminution des frais d'épuration de l'alun.

Les essais que nous avons effectués, dans cet ordre d'idées, nous ont permis de constater qu'il y avait là de grosses économies à réaliser.

§ 1. — Enrichissement de la matière première.

Si nous considérons que, même après plusieurs mois, la température à l'intérieur des gros tas est encore au moins égale à 100° C., il pouvait paraître rationnel d'utiliser ce calorique et de s'en servir pour attaquer, par de l'acide sulfurique, l'argile en excès de la cendre pyriteuse.

¹ Qu'on nous permette de signaler une particularité curieuse des diverses liqueurs provenant du traitement des cendres pyriteuses.

Ces liqueurs paraissent être un excellent milieu de culture pour certains microorganismes. C'est ainsi que le *Penicillium glaucum* s'y développe parfaitement. Sur l'eau brevelée particulièrement, cependant saturée de sulfate de fer, de sulfate d'alumine et d'alun, et très acide, mais contenant une minime proportion de matières organiques solubles, ce *Penicillium glaucum* se développe avec une telle énergie qu'il vient former, avec le temps, un tapis feutré épais de 1 centimètre, recouvrant toute la surface du liquide.

Il est évidemment très intéressant de voir la vie se développer dans des conditions aussi anormales,

finis à l'analyse. Les résultats rapportés aux poids retrouvés sont consignés dans le tableau V.

On peut conclure de ces analyses :

- 1° Que l'acide ajouté est retrouvé intégralement ;
- 2° Qu'il est entièrement fixé par les éléments de la cendre ;
- 3° Qu'il a attaqué, de préférence au bisulfure de fer et à l'oxyde de fer, l'alumine de l'argile en donnant du sulfate d'alumine.

Si nous calculons le résultat économique de l'opération, nous voyons que, pour une production de 1.200 tonnes d'alun, le bénéfice aurait été de 3.414 francs pour la deuxième cendre et de 7.659 francs pour la troisième cendre comparée à la cendre témoin.

De plus, comme on produirait ainsi des liqueurs plus chargées en sulfate d'alumine, le prix de revient de l'alun diminuerait encore. L'opération est donc avantageuse et pourrait l'être d'avantage encore en se servant d'acides résiduels tels que les goudrons de pétrole.

¹ Pour plus de détails sur cette question, voy. : L. Geschwind, *loc. cit.*, p. 234 et suiv.

§ 2. — Lessivage à chaud.

Avec une telle matière première, la question du lessivage devient très importante. Nous avons pensé à faire cette opération à chaud. Il est en effet facile d'imaginer un appareil, une sorte de batterie de diffusion, à éléments aplatis pour faciliter la filtration, munis d'une surface filtrante en amiante ou en verre filé, chauffés par des calorisateurs, etc. La batterie serait complétée par des réservoirs en charge pour forcer la circulation des liqueurs, d'un décanteur réchauffeur pour l'élimination des boues entraînées, etc.

Tous ces appareils seraient doublés en plomb. On marcherait à l'eau; le chauffage, afin d'éviter les pertes de chaleur dans les résidus, se ferait seulement en tête de la batterie. Les eaux brevetées seraient rentrées et le lessivage pourrait se faire en liqueur acide.

Quelle serait l'économie du procédé?

Avec la marche par évaporation, il faut concen-

comptant aux générateurs de vapeur une vaporisation de 4 à 5 kilos d'eau par kilo de charbon brûlé sur les grilles.

§ 3. — Épuration du sulfate de fer.

Nous pourrions ici appliquer l'essorage tel qu'il se pratique en sucrerie.

Cette épuration n'aurait, en réalité, en raison du bas prix de la matière, qu'une importance relative. Le bénéfice résultant de l'opération serait d'ailleurs négligeable, sauf peut-être en ce qui concerne le sel précipité, qui, après traitement, se présente sous la forme d'une poudre très fine, à peu près sèche, de très bel aspect et d'une plus grande valeur marchande.

L'épuration du sulfate de fer et sa mise sous la forme d'un produit à haut titrage auraient cependant cet avantage d'en faciliter l'écoulement dans le commerce.

Quoi qu'il en soit, voici les chiffres que nous avons obtenus en essorant diverses variétés de sels

Tableau VI. — Influence de l'essorage sur le rendement en sulfate de fer.

	SEL précipité	SEL précipité	SEL précipité	PETIT sel	PETIT sel	PETIT sel	PETIT sel	PETIT sel
Sulfate de fer avant essorage. .	69,65	83,38	82,58	80,59	93,03	91,04	92,04	91,54
Sulfate de fer après essorage. .	82,58	85,57	87,56	86,56	93,53	94,52	97,01	94,52

trer les liqueurs de 28° B. à 42° B., les 2 degrés étant comptés à 15° C., c'est-à-dire qu'il faut éliminer une quantité d'eau donnée par la formule (en supposant la chaleur spécifique des liqueurs égale à 1 :

$$V = 1.000 \frac{d' - d}{d' - 1} = 420 \text{ litres d'eau par mètre cube.}$$

La chaleur nécessitée par cette opération, donnée par la formule :

$$Q = P (606,5 + 0,305 \times t - 6),$$

est de 256.886 calories. Il faut y ajouter la quantité de chaleur nécessaire pour porter à 100° la température du volume restant, soit 49.300 calories. La dépense totale devient donc 306.186 calories.

Avec le lessivage à chaud, l'évaporation serait supprimée. Il ne faudrait plus dépenser que 49.300 calories, c'est-à-dire la quantité de chaleur nécessitée par le chauffage à 100° du liquide soutiré.

C'est-à-dire, pour fixer les idées, que, pour une consommation de 1.000 tonnes de charbon, soit 18.000 francs, par le système des évaporations, il faudrait, avec le lessivage à chaud, une consommation de 161 tonnes, soit 2.898 francs. Le bénéfice serait, par conséquent, de 15.000 francs environ. Il est à remarquer que ce chiffre serait obtenu en

au moyen d'une petiteessoreuse à main dont le panier avait 30 centimètres de diamètre (tableau VI).

§ 4. — Epuration de l'alun.

Les principaux éléments du prix de revient, en dehors du sulfate d'ammoniaque, sont une main-d'œuvre considérable et des pertes.

Ces deux facteurs, dont l'importance serait assez restreinte si l'alun brut était exempt de matières terreuses, deviennent très onéreux par suite des refontes successives nécessitées par l'épuration, car il faut obtenir de l'alun bien blanc et le plus possible exempt de fer.

L'élimination des matières terreuses nous semble assez facile à obtenir par une simple filtration à chaud de la solution destinée à être coulée en masse. Il nous paraît que l'on pourrait, sans grandes difficultés, établir un filtre spécial, avec réchauffeur, de manière à ce que la température de la liqueur ne s'abaisse pas pendant la filtration, ce qui est un point capital. La masse d'alun ainsi obtenue serait exempte de matières insolubles et, par conséquent, ne fournirait qu'une quantité extrêmement minime de déchets.

Dans ces conditions, même en supposant une

somme de 5 francs par masse pour les frais de filtration, et un poids de déchets égal à 160 kilos, le prix de revient s'abaisse à 9 fr. 70, laissant sur l'ancienne manière de procéder un bénéfice de 0 fr. 50 par 100 kilos d'alun. En admettant une fabrication de 800 tonnes d'alun de glace, ce bénéfice serait donc de 4.000 francs.

La fabrication de l'alun épuré est la moins rémunératrice. En dehors de la filtration, qui aurait encore ici son application, il y aurait lieu d'examiner s'il ne serait pas possible de produire cet épuré directement avec l'alun de brevetage.

L'essorage vient encore nous permettre de résoudre le problème.

Il suffit, en effet, pour que la refonte d'un alun en alun épuré soit possible, que le titre en sulfate de fer de cet alun ne dépasse pas 0,02 à 0,03 %. On arrive très facilement à ces chiffres en essorant et clairifiant énergiquement l'alun brut, le faisant ensuite macérer dans de l'eau saturée d'alun, puis l'essorant de nouveau.

Pour que cette opération puisse s'effectuer, il faut évidemment que l'alun soit mis sous une forme particulière et qu'il se présente en très petits cristaux, analogues à ceux du sucre de second jet en sucrerie. Cette condition est facilement réalisée en opérant le brevetage à plus basse température et en troublant la cristallisation par l'agitation.

Si nous supposons que le coût de ces opérations soit de 1 fr. 50 par 100 kilos, le prix de revient de l'alun épuré saute immédiatement à 11 fr. 50 ou 12 francs, laissant par conséquent sur l'ancien mode de faire un bénéfice de 2 fr. 50 à 3 francs par 100 kilos, soit, pour une fabrication de 400 tonnes, un bénéfice de 10 à 12.000 francs.

Faisons remarquer que nous n'avons pas tenu compte de la diminution des pertes en alun résultant de la diminution du nombre des refontes, de la diminution du combustible occasionnée par les mêmes causes, etc.

Il est certain que ces améliorations ne seraient pas les seules possibles; nous n'avons traité que des principales, et il resterait encore beaucoup à reprendre à l'ensemble de la fabrication.

VI. — CONDITIONS SOCIALES DU TRAVAIL.

§ 1. — Salaires.

Le travail est actuellement fait, pour la plus grande partie, à la tâche. Contrairement à ce qui s'est passé dans les centres peuplés, les salaires sont restés relativement peu élevés.

Cela résulte de la situation toute particulière de l'industrie des cendres pyriteuses et de la façon d'être toute spéciale de son personnel. Éloignés des centres peuplés, dans une région essentielle-

ment peu industrielle, les ouvriers n'ont senti s'accroître leurs besoins que dans une assez faible mesure. Presque tous sont, d'ailleurs, propriétaires ou locataires d'un lopin de terre, qu'ils cultivent à temps perdu, et cela leur est facilité par le mode de pointage usité dans les usines, qui n'oblige pas à un travail régulier et à heures fixes.

Cependant l'augmentation des salaires, comparativement à ce qu'ils étaient il y a un certain nombre d'années, a été très considérable, ainsi que le montre le tableau VII.

Tableau VII. — Variations des salaires des ouvriers.

ANNEES	1843	1850	1890	1897
	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
Chauffeur, salaire moyen de jour et de nuit	2 »	3 75	4 25	4 25
Charbon, salaire moyen	1 50	2 50	3 25	3 25
Maréchal, —	2 »	2 50	3 25	3 25
Maçon, —	1 50	2 50	3 25	3 25
Charretier, —	1 »	2 50	3 »	3 »
Alunier, —	0 90	2 75	3 50	5 75
Manouvrier, —	0 65	1 75	2 »	2 25

§ 2. — Hygiène.

Seul le travail de préparation du minerai est malsain. Les ouvriers qui en sont chargés respirent un air chargé d'acide sulfureux et sont rapidement anémiés. La période de travail où l'acide sulfureux se dégage en grande quantité est heureusement fort courte, de sorte que son influence sur la santé des ouvriers n'est que relative. Dans l'état actuel, il serait d'ailleurs difficile de parer à cet inconvénient, et il faudrait, pour cela, changer le mode de préparation du minerai. Le procédé que nous avons indiqué dans le cours de ce travail aurait cet avantage que, la quantité de minerai à préparer devenant très restreinte, la période où les conditions hygiéniques du travail sont les plus déficientes deviendrait extrêmement courte.

§ 3. — Statistique de la production.

Le nombre d'ouvriers occupés par l'industrie des cendres pyriteuses est maintenant fort restreint. De 1.000 à 1.200 qu'il était, il est tombé à 150 environ. C'est là un sûr indice des difficultés que traverse actuellement cette industrie.

Si la diminution dans le nombre des bras occupés est considérable, la diminution dans la production est également très grande.

Dès le début, l'industrie des cendres pyriteuses fournissait, au commerce, pour ainsi dire la presque totalité de l'alun consommé; puis elle dut faire place aux produits fabriqués avec l'alunite, la bauxite, etc., et actuellement elle ne représente guère que le quart environ de la production totale de la

France. Cette production totale peut être évaluée à environ 10.000 tonnes par an, représentant à peu près la consommation. Cette consommation de l'alun a été constamment en baissant depuis 1860, et cela à cause de la concurrence du sulfate d'alumine.

Il est assez difficile d'établir l'histoire exacte de l'industrie de l'alun en général. Jusqu'en 1860 elle a été très prospère, n'ayant à craindre ni la concurrence étrangère, les droits d'entrée en France étant de 30 francs par 100 kilos, ni la concurrence intérieure, le sulfate d'alumine n'étant pas encore un produit industriel, et l'alunite de la Tolfa n'ayant pas encore monté son usine à Rouen.

Puis, à partir de 1860, la fabrication de l'alun devient de moins en moins rémunératrice. Le droit d'entrée de 30 francs est abaissé à 0 fr. 75, ce qui permet l'importation; l'industrie du sulfate d'alumine se développe de plus en plus, et les prix de vente subissent une baisse de plus en plus prononcée.

Le tableau VIII est très intéressant à consulter. Il montre, d'une manière très nette, quelle a été l'influence de cet abaissement des droits de douane.

Tableau VIII. — Importation, exportation et prix moyen de l'alun de 1883 à 1889.

ANNÉES	IMPORTATIONS	EXPORTATIONS	PRIX MOYENS
	tonnes	tonnes	francs
1883	667	2.927	14 95
1884	947	2.435	14 95
1885	1.842	2.633	14 22
1886	2.264	1.972	13 37
1887	2.696	1.505	12 76
1888	3.183	1.422	12 10
1889	2.585	1.331	11 01

Ces chiffres comprennent le sulfate d'alumine dont l'exportation, en 1889, peut être évaluée à 400 tonnes, et l'importation à 1.200 tonnes, en majeure partie venant d'Allemagne.

En 1892, un droit de 3 fr. 75 vint réduire cette importation et rendre un peu de stabilité au marché. Les prix, arrivés à la dernière limite, se maintiennent.

Quant au sulfate de fer, la statistique générale de sa production et de sa consommation est impossible à faire. C'est une industrie essentiellement flottante. Le sulfate de fer est, ou peut être le résidu de nombre de fabrications, et selon les cours probables, le manque ou l'augmentation des im-

portations, l'augmentation, pour une cause ou pour une autre, de la consommation, ces résidus sont ou utilisés ou rejetés. On ne peut donc avoir d'éléments probants de statistique générale.

La concurrence étrangère, favorisée par des droits d'entrée très restreints, a été cependant un facteur important de la baisse de prix de ce produit et elle a été constamment en augmentant.

De 1889 à 1891, elle a presque quintuplé.

	ANNÉES		
	1889	1890	1891
	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Importations	878	4.230	4.282
Exportations	1.337	4.990	4.737

A partir de 1892, l'application d'un droit d'entrée de 0 fr. 80 n'a pas été suffisante pour enrayer cette importation. Actuellement elle est encore très importante, tandis que nos exportations, de même que pour l'alun, sont devenues presque nulles.

Toutes les causes qui ont influé sur les industries de l'alun et du sulfate de fer, considérées dans leur ensemble, ont eu, comme nous l'avons vu, leur répercussion sur l'industrie des cendres pyriteuses, et le tableau IX, embrassant une assez longue période, fait bien ressortir la diminution de production et d'importance de cette industrie.

Tableau IX. — État de l'industrie des cendres pyriteuses de 1868 à 1896.

ANNÉES	PRODUCTION		EXPORTATION		PRIX MOYEN	
	alun	sulfate de fer	alun	sulfate de fer	de	du
					l'alun	sulfate de fer
	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	francs	francs
1868.	7.500	8.300	1.930	3.200	17 25	3 65
1874.	6.000	6.600	980	2.000	19 80	5 56
1880.	3.400	3.400	200	700	»	5 18
1889.	3.350	5.200	150	»	11 01	3 75
1889.	2.600	4.500	»	»	12 02	4 46
1894.	2.500	4.500	»	»	10 62	3 20
1896.	2.700	4.800	»	»	10 70	2 70

L'industrie des cendres pyriteuses, après avoir eu son heure de prospérité, semble donc tomber de plus en plus. Il serait pourtant à désirer qu'un peu d'initiative de la part des fabricants vienne empêcher de disparaître complètement une fabrication qui utilise, comme matière première, un minéral très abondamment répandu dans notre sol.

L. Geschwind,
Ingénieur-Chimiste.

LES RÉCENTS MOUVEMENTS DU SOL

DANS LA RÉGION DES GRANDS LACS (ÉTATS-UNIS)

Depuis un certain nombre d'années, l'idée a prévalu que les grands changements géologiques se sont accomplis lentement et progressivement; il est donc logique d'admettre que les mouvements, faibles, à vrai dire, constatés dans les temps modernes, ne diffèrent en rien de ceux qui ont eu lieu aux précédentes époques, et qu'ils pourront atteindre l'importance de ces derniers. Jusqu'à présent ces mouvements du sol ont été observés sur les bords de la mer (Scandinavie, Groenland, baie d'Hudson, Labrador), car on avait ainsi un niveau de repère; mais il n'y a point de raisons pour que l'intérieur des terres soit plus stable; seulement, il devient très difficile de constater ce déplacement, et encore plus de le mesurer. Récemment, M. G.-K. Gilbert a eu l'idée d'employer les grands lacs de l'Amérique du Nord comme plan de référence, et il a publié à ce sujet un mémoire des plus intéressants, que nous allons brièvement résumer¹.

I

Les observations les plus anciennes sur la question qui nous occupe paraissent être celles de M. Stuntz, faites en 1852-53 sur le lac Supérieur, et communiquées en 1869 à l'*Association Américaine pour l'Avancement des Sciences*. Cet auteur constate qu'un moulin placé sur Saint-Mary's River (E. du lac Supérieur) est à sec; l'eau a donc baissé en ce point; par contre, à l'extrémité Ouest du lac, à Bois-Brûlé, dans l'Ontonagon River et dans la Saint-Louis River, le lac s'avance dans les vallées et empiète sur les rives, formant des marais à l'embouchure de ces cours d'eau. Cette progression du lac serait assez rapide pour avoir été constatée par les Indiens, qui affirment que le premier rapide de Pigeon River (limite des États-Unis et du Canada) a maintenant disparu sous l'eau du lac. M. Stuntz conclut de là à une oscillation du bassin, dont l'Ouest devient plus bas que l'Est.

Une deuxième preuve de ce mouvement est tirée des changements subis par cette région depuis le le Pliocène; le système d'écoulement des grands lacs a été très modifié, même depuis l'apparition de l'homme. A la fin du Pliocène, pendant que fondait le grand champ de glace laurentien qui a couvert tout le bassin, il s'est formé sur son bord

méridional une série de lacs qui avaient un écoulement vers le Sud, au-dessus des terres basses séparant le bassin du Saint-Laurent d'une part, de celui du Mississipi, du Sequehanna et de l'Hudson d'autre part.

Plus tard, par suite de changements dans les barrières de glaces, des lacs furent réunis en un seul, tandis que d'autres étaient séparés en tronçons. Enfin, quand la glace eut entièrement disparu, il se constitua un système d'écoulement profondément différent de celui qui existe actuellement, car le lac Huron, au lieu de se déverser dans le lac Érié, déchargeait son surplus dans le Saint-Laurent, en passant par North Bay (Canada), la Mattawa et l'Ottawa. Pour que ce mode d'écoulement ait pu être remplacé par celui qui règne actuellement, il faut qu'un mouvement du sol se soit produit.

Les lignes de côtes des lacs disparus donnent, du reste, de précieuses indications sur ce sujet, en permettant de reconstituer l'histoire de la région. Des terrasses de sables et graviers peuvent, en effet, se suivre sur de grandes distances; toutes sont inclinées, et plongent en général vers le S.-S.-O.; en outre, quand il y a plusieurs terrasses successives, elles ont une pente différente et croissante, la plus ancienne étant toujours la plus inclinée. D'où l'on conclut que les changements se sont produits d'une manière continue pendant toute l'époque qui a précédé la nôtre; au sud du lac Ontario, la pente est de 3 pieds 1/2 S.-S.-O. par mille; sur une autre partie de la même côte, elle est de 3 pieds par mille.

Le caractère des embouchures des rivières donne une nouvelle évidence à ce phénomène de bascule. Cet envahissement des embouchures, déjà cité par Stuntz pour le lac Supérieur, est aussi manifeste sur les lacs Érié et Ontario. Sur leur bord sud et vers l'extrémité ouest, il est très facile de voir que les cours d'eau ne débouchent pas directement dans le lac, mais dans un estuaire, qui n'est que la partie basse de la vallée maintenant submergée⁴.

De récentes observations, faites par M. Moseley sur le lac Érié et communiquées à l'*Ohio Academy of Sciences* (décembre 1897), ajoutent une nouvelle force à l'hypothèse. Au nord de Sandusky-Bay existe

¹ Recent earth movement in the great lakes region, by G.-K. GILBERT (48th Annual Report of the U. S. G. S., 1898).

⁴ Ceci est très particulièrement visible, sur une carte à grande échelle, vers le lac Ontario entre la Genesee (Rochester) et Oswego; — sur le lac Érié entre la Cuyahoga (Cleveland) et Maumee Bay (Toledo).

un essaim d'îles de quelques milles d'étendue, séparées de la terre par des détroits tellement peu profonds qu'un relèvement du fond de 10 à 15 mètres les réunirait au continent.

On y trouve une flore dont l'origine est intimement liée à l'histoire géologique. Il y eut un moment, après la retraite des glaces, où tout le bassin fut couvert par le lac glaciaire; si le niveau du lac s'était graduellement abaissé au niveau actuel, les îles seraient stériles, ou ne produiraient que des plantes dont les graines peuvent d'une façon quelconque traverser un détroit de 2 ou 3 milles; mais

de l'eau et partiellement envahies par elles. Dans ces cavernes, M. Moseley a trouvé des stalactites descendant du plafond jusqu'à l'eau et des stalagmites immergées sous plus d'un mètre d'eau; or il est bien évident que celles-ci n'ont pu se former qu'à l'air libre; donc le lac a empiété en ce point sur la terre ferme depuis qu'elles se sont produites. Ces îles étant situées au S.-O. du lac Érié, la conclusion est encore en faveur d'un mouvement du sol, avec affaissement vers le S.-O. ou S.-S.-O.

Ce phénomène d'oscillation s'accorde, du reste, très bien avec d'autres faits connus. On sait, en

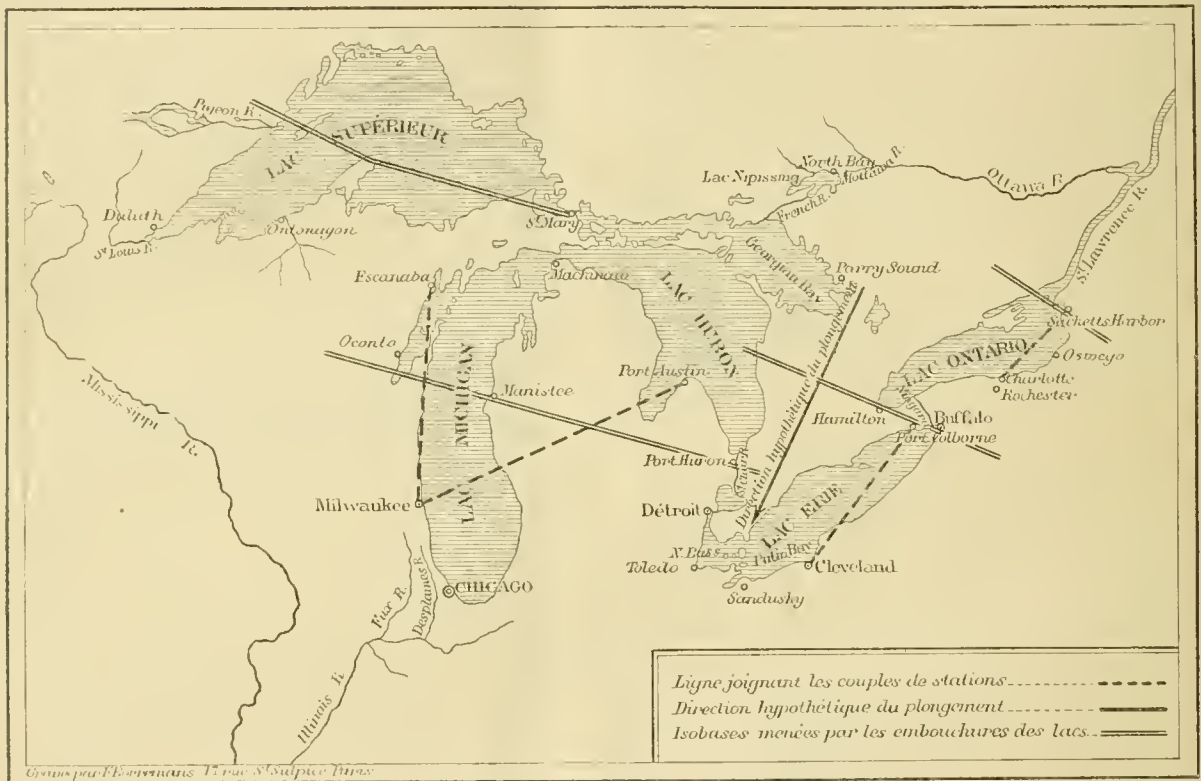


Fig. 1. — Région des grands lacs américains.

ici ce n'est point le cas. La flore des îles est identique à celle de la côte voisine, autant que la composition chimique du sol le permet.

De l'état des lignes de côtes, leur pente et divers autres faits, on infère que, quand le lac glaciaire s'est partiellement asséché, le lac Érié occupait seulement la partie E. de son emplacement actuel; tandis que l'O., où se trouvent précisément les îles, faisait partie de la terre ferme. Quand l'eau s'avança vers l'O., par suite du mouvement du sol, la plaine basse fut submergée et les collines demeurèrent à l'état d'îles. C'est ainsi qu'elles possèdent les mêmes espèces botaniques que la côte voisine.

Ces îles donnent lieu à une autre constatation, amenant au même résultat. Dans South Bass et Putin Bay existent des grottes ouvertes au niveau

effet, que la côte Atlantique s'affaisse au S. du Connecticut, et, d'après le P^r G. H. Cook, cet affaissement serait de 2 pieds par siècle dans le New-Jersey. D'autre part, le D^r Robert Bell a établi que la région d'Hudson-Bay et James-Bay s'élève de 5 à 7 pieds par siècle. Il est donc naturel que le bassin des grands lacs, à peu près situé entre les deux régions citées, participe à ce mouvement, qui coïncide sensiblement en grandeur et en direction avec celui indiqué par les terrasses.

Ce mouvement paraît donc bien réel; il y a même des raisons permettant de le considérer comme relativement moderne, car il est en rapport avec le renversement de l'écoulement des grands lacs, phénomène dont il a déjà été question, et ce renversement lui-même est lié à un certain état des

chutes du Niagara, dont on peut approximativement fixer la date. On sait, en effet, que l'eau bondit sur un calcaire solide, épais de 30 mètres, recouvrant des schistes tendres qui sont facilement affouillés; les blocs de calcaire éboulé forment bélier, augmentent l'excavation creusée au pied de la cataracte et causent de nouveaux éboulis du banc calcaire, et ainsi la cataracte recule d'une façon notable, évaluée à 4-5 pieds par an. Dans le système actuel, le Niagara emporte l'excès d'eau des lacs Supérieur, Michigan, Huron, Érié, mais, quand ces lacs étaient tributaires de la Mattawa et l'Ottawa, le Niagara n'était alimenté que par le lac Érié; son débit était alors environ le huitième de ce qu'il est aujourd'hui, et sa puissance était réduite dans la même proportion. Aussi, à cette époque, le Niagara a-t-il dû se borner à couper une gorge étroite dans le calcaire. Or, cette gorge est facile à reconnaître; elle se trouve à la tête de « Whirlpools Rapids », à 11.600 pieds (environ 3.500^m) en aval de la cataracte actuelle. Si on prend 4 pieds et demi pour moyenne annuelle du recul, on trouve qu'il a fallu à la cataracte 2.600 ans pour se déplacer de 3 kilomètres 5. Mais, tenant compte de divers facteurs, M. F.-B. Taylor estime ce temps à 5.000 ans. L'inversion de pente du bassin a donc eu lieu à une époque relativement récente. De plus, quand le lac Huron changea son embouchure, le plan de sa surface d'eau s'étendait de North-Bay à Port-Huron; or, maintenant North-Bay est à 140 pieds au-dessus de Port-Huron; ce qui donne une différence de 6 pouces par mille, différence qui s'est produite en une période de 5.000 ans.

On est donc en droit de se demander si ce mouvement ne se continue pas encore de nos jours. Le Dr J. W. Spencer, qui a beaucoup étudié le Niagara et les grands lacs, pense qu'il en est ainsi, et il calcule même que, par suite de cette oscillation persistante, l'eau des grands lacs sera détournée du Niagara vers l'Illinois et le Mississipi dans 5 ou 6.000 ans; ce résultat sera atteint avant que la cataracte du Niagara ait reculé jusqu'à Buffalo.

II

Ces inductions, forcément peu précises, ne suffisant pas à contenter la légitime curiosité de M. Gilbert, il a cherché à leur substituer des mesures directes. Sa méthode repose sur les considérations suivantes: Quand on prend le niveau de la mer comme plan de référence, on peut, par une longue série d'observations, éliminer les causes d'erreurs dues aux marées, aux vents, à la variation de pression atmosphérique, et même négliger les apports fluviaux. Il n'en est plus de même quand on opère sur les lacs, et, si les erreurs dues

aux trois premières causes peuvent être corrigées de la même façon, la variation de niveau produite par la plus ou moins grande quantité d'eau déversée par les fleuves n'est jamais négligeable, cette variation pouvant dépasser un pied par an, quantité déjà bien supérieure au déplacement probable du sol pendant le même temps. Le niveau d'un lac ne peut donc être pris directement comme plan de comparaison; aussi l'auteur a-t-il recours à une méthode indirecte basée sur le principe suivant: Si le niveau moyen de l'eau est déterminé en deux points de la côte, au même moment, on peut considérer les deux plans de la surface d'eau en ces points comme parties d'une même surface de niveau, et déterminer la hauteur relative de deux objets pris sur la côte, au-dessus de cette surface de niveau. Si, après un certain intervalle de temps, on répète les mesures, un changement dans les hauteurs relatives des deux objets peut être découvert et mesuré. Par exemple, soit ACB le profil du bassin lacustre (fig. 2). A un certain moment, le

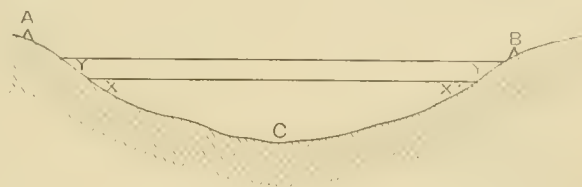


Fig. 2. — Schéma de la disposition adoptée pour la mesure des mouvements du sol sur le bord des grands lacs.

plan moyen de la surface d'eau est XX'; avec l'aide d'un instrument approprié on mesure la hauteur de A au-dessus de ce plan en X, et la hauteur de B au-dessus de ce même plan horizontal en X'. La différence des mesures est la différence d'altitude entre A et B. Après plusieurs années, on répète la même opération; l'eau est alors en YY'. La différence des hauteurs de A au-dessus de YY' et de B au-dessus du même plan YY' est encore la différence d'altitude de A et de B. Si, dans l'intervalle, il s'est produit un mouvement du sol, on en aura le sens et la valeur.

Partant de ce principe, M. Gilbert a soumis à la discussion les renseignements fournis par l'*U. S. Lake Survey*, et les *U. S. Engineer Records*; mais il a dû récuser la plupart des chiffres publiés, par suite d'incertitudes sur les conditions dans lesquelles avaient été faites beaucoup de mesures, et sur la limite des erreurs dont elles pouvaient être entachées. Finalement, il a choisi les expériences relatives à quatre couples de stations, dont trois seulement sont indépendants, les deux derniers ayant une station commune. Les faits géologiques indiquant un plongement S. 27° O., il fallait donc que la ligne joignant les deux stations conjuguées se rapprochât de cette direction; il fallait, en outre,

que la distance fût considérable, et la durée des observations aussi longue que possible. Ces conditions imposées expliquent le peu de chiffres retenus par M. Gilbert. Ils se rapportent aux points suivants :

Ontario : Charlotte et Sacketts Harbor, 1874 et 1896.

Erié : Cleveland et Port-Colborne, 1858 et 1895.

Michigan : Escanoba et Milwaukee, 1876 et 1896.

Michigan-Huron : Milwaukee et Port-Austin, 1876 et 1896.

Enfin, quelques mesures furent faites en 1896 pour compléter les renseignements antérieurement acquis.

L'auteur expose en détail et discute les chiffres obtenus, mais nous ne retiendrons que les résultats généraux (tableau I). Comme le montre la

qu'on a pu étudier; mais, dans le cas, il était impossible de faire une meilleure supposition. Il importe aussi de remarquer que ce chiffre de 0,42 n'offre qu'une très faible précision, car l'erreur sur les mesures est forte (de 14 à 50 %); en outre, certains repères ont pu se déplacer légèrement par suite du tassement des édifices qui les portaient, etc.

Il serait donc d'un intérêt scientifique et même pratique, comme on le verra plus loin, de déterminer avec exactitude la valeur des mouvements auxquels sont soumises les terres qui avoisinent les grands lacs. M. Gilbert a élaboré, dans ce but, tout un plan de recherches. Il propose de prendre comme stations Mackinaw, Chicago, Port-Huron, et Parry Sound, qui forment deux triangles réguliers dont les côtés ont de 225 à 320 milles et dont les angles ont 45° environ. Il faudrait chercher, dans ces

Tableau I. — Mouvements du sol dans la région des grands lacs.

	DISTANCE directe en milles	DISTANCE réduite en direction S. 27° O. en milles	INTERVALLE entre les dates des deux mesures Années	CHANGEMENT dans les hauteurs relatives en pieds	CHANGEMENT pour 100 milles et 100 ans en pieds	ERREUR probable des quantités de la précédente colonne en pieds
Sacketts Harbor	88	76	22	0,061	0,37	0,18
Charlotte						
Port-Colborne	158	141	37	0,239	0,46	0,11
Cleveland						
Port-Austin	259	176	20	0,137	0,39	0,09
Milwaukee						
Escanoba	192	186	20	0,161	0,43	0,06
Milwaukee						
Moyenne	"	"	"	"	0,41	"
Moyenne discutée	"	"	"	"	0,42	± 0,044

carte de la figure 1, les stations sont réunies par des lignes à peu près N.-E. S.-O.. Pour permettre une comparaison plus facile, à la suite de la distance directe, on a inscrit (2^e colonne du tableau) la distance réduite suivant la ligne de plongement (S. 27° O.) La 3^e colonne donne la valeur du déplacement séculaire entre deux points distants de 100 milles, suivant la direction du plongement.

Il résulte donc de ce tableau que les résultats sont tous de même sens; c'est toujours la station N.-E. qui paraît s'être élevée par rapport à l'autre, et cette dénivellation est à peu près constante (de 0,37 à 0,46 pied par 100 milles et par siècle, avec une erreur $< \pm 0,05$ pied) soit environ 0,42 pied. Mais il ne faut pas oublier que ce calcul supposait deux hypothèses : 1° que toute la région se ment en bloc, et bascule sans torsion; 2° que la direction du plongement actuel est identique avec la direction du changement total accompli depuis l'époque où a eu lieu le renversement de l'écoulement des lacs. Et, à vrai dire, cette uniformité n'est nullement montrée par les mouvements terrestres

expériences, à éliminer avec soin tous les facteurs d'erreurs : apports d'eau de pluie, courants locaux, marées lunaires et solaires, vents, variations de pression atmosphérique, etc., utiliser des appareils enregistreurs contrôlés par des observations directes, et établir plusieurs repères indépendants en chaque station.

Mais nous ne pouvons suivre l'auteur dans le détail des expériences à réaliser. Aussi, pour le moment, nous accepterons le chiffre de 0,42 comme exact, et nous l'utiliserons pour calculer l'époque à laquelle s'est produit le renversement de l'écoulement des lacs. Nous trouvons ainsi que ce phénomène a eu lieu il y a 40.000 ans. Or, de l'étude du Niagara, Taylor déduit une date comprise entre 5.000 et 10.000 ans. L'accord est donc assez satisfaisant et témoigne en faveur de l'exactitude au moins relative des calculs cités.

Mais après avoir scruté le passé, cherchons à prévoir l'avenir de ces régions. Nous admettons encore comme correct que tout le bassin des lacs s'élève sur un bord, tandis que l'autre est déprimé,

de façon que son plan s'incline vers le S.-S.-O., et que l'intensité du mouvement est telle que, sur une ligne de 100 milles dirigée S.-S.-O., une extrémité s'affaisse de 0,42 pieds en cent ans. Constatons d'abord que l'eau s'élève en général sur les côtes S. et O. des lacs, tandis qu'elle s'abaisse au N. et à l'E. Dans l'Ontario, l'eau avance sur tous les bords, avec un maximum à Hamilton de 6 pouces par siècle. De même l'eau s'avance sur tous les bords du lac Érié, surtout à Toledo et Sandusky (8 à 9 pouces par siècle). Sur le lac Huron, l'eau baisse plus vite au N. et N.-E., où la distance à l'*isobase*¹ de Port-Huron est la plus grande; elle baisse de 6 pouces par siècle à Mackinaw et 10 pouces à l'embouchure de la French River. Sur le lac Supérieur, l'eau gagne sur la rive S. E. et abandonne celle du Canada. Les côtes du lac Michigan sont coupées par l'*isobase* de Port-Huron, de sorte que dans la partie située au N. de Ocanto et Manistee l'eau s'abaisse, tandis qu'elle s'élève au S. de cette ligne d'une quantité égale à 5-6 pouces par siècle à Milwaukee et de 9-10 à Chicago.

De là découle une conséquence économique de la plus haute importance, à savoir que, si l'art de l'ingénieur n'y met obstacle, dans quelques siècles

le Michigan s'écoulera dans l'Illinois et le Mississipi, utilisant un ancien lit de rivière qui servait de déversoir à un lac Pléistocène. Le point le plus élevé de ce lit est maintenant à 8 pieds au-dessus du niveau moyen du lac, et on peut calculer le moment où il sera submergé. A vrai dire, cette voie de décharge pourra d'abord n'être utilisée que d'une façon intermittente et seulement quand les eaux du lac seront très hautes. Cela se produira, d'après Gilbert, pour la première fois dans 4.000 ans; environ dans 1.500 ans, il n'y aura plus d'interruption dans le courant de cette future rivière; dans 2.000 ans, l'Illinois et le Niagara recevront des lacs une égale quantité d'eau; dans 2.500, la chute du Niagara deviendra intermittente, et ne se produira plus quand les eaux de l'Érié seront basses, et enfin, dans 3.500 ans, il n'y aura plus de Niagara; l'Érié sera tributaire du Huron, le courant sera renversé dans Detroit Channel et Saint-Clair River, les villes bâties sur les bords affaïsés des lacs seront envahies, et Chicago sera submergé sous des torrents d'eau cherchant leur voie vers le Mississipi!

L. Pervinquière.

REVUE ANNUELLE DE CHIMIE

I. — CHIMIE GÉNÉRALE.

Les densités de vapeurs et les hypothèses qui en ont été déduites ont fait progresser la Chimie et donné lieu à des discussions à peu près éteintes aujourd'hui. Maintenant, la doctrine des ions remplace certainement la loi d'Avogadro dans les préoccupations des savants, et il est bien désirable de voir les physico-chimistes français aborder de plus en plus, par la voie de l'expérience, une série de faits qui ne manqueront pas de se préciser et devenir, peut-être sans nous et malgré nous, la loi de demain. Erreur ou vérité, il y a là beaucoup de recherches à faire.

A la densité de vapeur nous devons la mesure certaine de nombreux poids moléculaires. Il semble bien que l'ionisation doive pénétrer plus avant dans l'intimité des phénomènes chimiques de tout ordre et atteindre les gaz incandescents aussi bien que les solides en dissolution en passant par les

liquides. La théorie des ions ne donne certes pas en ce moment une bonne impression de science claire et précise, mais pouvait-on mieux penser de l'électricité il y a un siècle? Souvent, dans cette *Revue*, il a été question des ions, fragments moléculaires libres transportant une charge électrique; HCl , NaOH , Cl^- , Na^+ , $\text{SO}^+ \text{H}^-$ sont des réalités visibles; Cl^- , Na^+ , $\text{So}^+ = \text{H}^+$, OH^- sont leurs ions. Dans les solutions, dans l'électrolyse, dans l'organisme, tout dépend, dit-on, des ions et surtout de ces ions principaux H^+ et OH^- , venant de tout ce qui est acide ou basique, et formant l'eau HOH .

On sait que HCl liquéfié sec est un liquide isolant, privé, en fait et par définition, des ions H^+ et Cl^- convoyeurs de courant. Mélangé d'eau, également isolante, il devient de suite conducteur; tel autre liquide le laisserait isolant. Dès le début, les promoteurs de la théorie ont pensé que ce fait capital et incompréhensible ne devait pas les arrêter dans une première tentative.

Aujourd'hui, passant à une seconde approximation, on se demande quelle cause sépare en ions des éléments aussi puissamment rivés qu'ils le sont dans l'acide chlorhydrique HCl .

La conductibilité électrique d'un sel dans un solvant est proportionnelle à l'ionisation. Dutoit et

¹ On nomme *isobase* une ligne normale en chaque point à la direction du plongement; tous les points d'une isobase ont été soulevés d'une même quantité; il est évident que si, dans le soulèvement, le plan primitif horizontal a été soumis non seulement à un mouvement de bascule mais aussi de torsion, les isobases ne seront plus des lignes droites.

Aston, mesurant cette quantité dans un grand nombre de dissolvants, sont arrivés à croire que les liquides que M. Ramsay démontre formés d'agré-gations moléculaires très complexes sont ceux qui disloquent le mieux les sels en ions. Mais des exceptions se sont trouvées. Nernst a émis l'opinion que les liquides à faible constante diélectrique étaient ceux qui rompaient le mieux les molécules.

H. Euler¹ a entrepris un important travail de revision, à la suite duquel il conclut dans le sens de Nernst.

Tout en constatant l'importance que prend une idée nouvelle encore imprécise, on ne lit pas sans ennui des livres qui, par elle, veulent expliquer toutes choses. Il faudra bien un jour que cela se mesure en quantités d'énergie consommée ou libérée. Maintenant l'hypothèse est émise. On ne peut la laisser en présence de l'œuvre solide de la Thermo-chimie, fondée, par M. Berthelot et son École, sur l'expérience. Il faut examiner de près si la théorie concorde avec la réalité; cela est d'autant plus facile que les documents thermiques ne sont plus à créer. Les ions auront alors un sens mécanique réel, et c'est bien ce qui a été compris par les principaux auteurs, traitant superficiellement ces questions dès l'origine. L'ionisation n'a pas, depuis ses débuts, apporté de faits nouveaux; la théorie marche toujours, laissant l'expérience trop loin derrière elle.

Si, par les ions tels qu'ils sont conçus, la matière chimique entre en relations de plus en plus proches avec l'Électricité, cette année, par le phénomène de Becquerel et les métaux de M. et M^{me} Curie, il s'établit, de plus, une relation entre les corps simples et l'Optique dans ce qu'elle a elle-même de plus nouveau, touchant l'origine et la nature des radiations.

M. Becquerel² observe après trois ans de l'uranium métallique enfermé dans une double caisse en bois et plomb; ce métal émet toujours des radiations. En a-t-il tellement pris il y a trois ans qu'il puisse rayonner aussi longtemps? M. Becquerel pense que les radiations émises par cet uranium, aussi bien que celles du polonium et du radium de Curie, se rapprochent de la nature des rayons cathodiques. Seraient-ce alors les courants terrestres qui feraient jouer à ces singulières substances le rôle de tubes de Röntgen?

Au temps de Régnault, la loi de Mariotte était déjà reconnue incomplète; par rapport à elle on avait trouvé des gaz imparfaits, moyens et plus que parfaits. Le savant physicien avait donné,

pour représenter la variation des gaz en fonction de la température, de la pression et du volume, des segments de courbe exacts, mais bien restreints. Aujourd'hui, on ne connaît plus les gaz permanents. M. Dewar les a liquéfiés par l'extrême froid; MM. Cailletet, Amagat ont fait varier les pressions par centaines d'atmosphères; MM. Berthelot, Vieille, Le Châtelier ont suivi la température jusque dans la flamme de l'onde explosive. Les courbes complètes, entre la fusion de l'hydrogène à -263° et l'état maniable des vases en platine vers 1.300° , peuvent être données dans un intervalle de 1.600° . Beaucoup de ces résultats sont publiés, plus encore restent à mesurer.

D'ordinaire, ces travaux sont résumés dans des colonnes de chiffres, documents précieux et précis, mais ne laissant pas une impression nette dans l'esprit. Quand les documents sont suffisants, on peut résumer ces nombres en équations plus ou moins complexes et qu'on n'apprendra pas pour chaque gaz. Il serait bien souhaitable de voir vulgariser ces beaux travaux par la méthode graphique en série de courbes à petite échelle pouvant occuper quelques pages dans un livre d'enseignement in-8°. Le volume des corps simples, en fonction de la température et même de la pression, entre leur point de solidification et le rouge, peut être maintenant représenté dans plusieurs cas.

Les travaux de Chimie physique sont fort nombreux, mais ne nous apportent cette année d'autres faits nouveaux que ceux que nous avons mentionnés. Les autres publications, parfois fort longues, sont le plus souvent consacrées à l'examen numérique des théories mises en avant depuis dix ans. Ce sont des déterminations de conductibilités électriques pour coefficients d'ionisation ou moyens d'électrolyse, vérifications de formules proposées par divers auteurs. Ainsi M. H. Goldschmidt¹ se propose d'opter entre les formules de Van't Hoff et une autre très voisine de van Laar, établissant une relation entre la solubilité s , la chaleur de dissolution q et le coefficient d'ionisation α :

$$(1) \quad \frac{\delta \ln s}{\delta T} = \frac{q}{2(1 + \alpha)T^2}.$$

Aucune des deux formules ne s'accorde convenablement avec l'expérience. Je ne suis nullement surpris de cela, car ces expressions ne contiennent qu'une partie des facteurs existant visiblement dans les cas de solubilité. Ces expériences n'ont été faites qu'entre 20° et 30° ; on se demande quel aurait été l'écart dans un plus grand intervalle.

Quel que soit l'intérêt de ces travaux de mesure pour les spécialistes, on conçoit qu'ils ne puissent trouver place ici.

¹ *Zeitschr. für phys. Chem.*, 1899.

² *Compt. rend.*, 1899.

¹ *Zeitschr. für phys. Chem.*, I. XXV.

II. — CHIMIE INORGANIQUE.

Les corps simples, depuis quelques années, ont notablement augmenté en nombre. Il n'y en a pas loin de 90, si l'on admet 20 à 22 métaux des terres rares, 5 éléments du groupe Argon, Hélium, Crip-ton, Néon, Coronium (?) et 2 métaux radiogènes: Polonium et Radium. Où placer ces nouveaux venus? On n'hésite pas à vouloir le faire dans la Table de Mendeleef qui, grâce aux réels services qu'elle a rendus, retient encore à présent les meilleurs esprits. La classique Table de multiplication de Pythagore peut s'étendre indéfiniment, car la loi d'accroissement des nombres est régulière et illimitée, mais la Table chimique, fondée sur moins de 60 poids atomiques sans loi régulière, tels que 1, 7, 9, 11, 12, 14, 16, 19, 23... ne peut admettre, avec certitude, 30 corps simples de plus que par une interpolation strictement définie et respectant l'ensemble des analogies chimiques. Autrement ce serait vouloir canaliser la Nature. La nécessité de classer par familles naturelles indépendantes dans le sens de Dumas se manifeste de plus en plus.

Nous ne connaissons vraiment aucune relation mathématique entre les corps simples, et, avant qu'on n'en découvre une, nous devons les classer comme les zoologistes qui, en attendant la découverte d'ancêtres communs, classent les Mammifères et les Mollusques en séries à part, toujours prêtes à s'étendre et à converger. Jusqu'à présent aucun poids atomique ne dépasse celui de l'uranium, 240; les poids des nouveaux éléments compris entre 1 et 240 ont ainsi des chances croissantes de coïncider. Voici, en effet, quelques cas (pour $O = 16,00$):

Ce = 140	Pr = 140;	Ca = 40	Argon = 40;
Te = 127	I = 126,83;	Co = 59	Ni = 58,7.

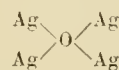
Identités ou différences sont bien près de l'ordre des erreurs d'expérience. Il y a quatre coïncidences, cela est trop. Comment superposer, dans la classification, le métal calcium basique et le gaz argon neutre? comment aussi les éloigner sans enfreindre le principe de succession périodique en ordre croissant, qui fait le fond de la classification, et a permis, par interpolation légitime, la prévision de nouveaux éléments trouvés bientôt après?

La Table n'a en rien contribué à la découverte des nouveaux gaz inertes ni des éléments radiogènes; il ne faudrait pas pour cela les accueillir à regret.

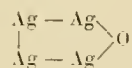
La notion de relation entre les éléments tendant à affirmer l'unité de la matière est d'un grand intérêt philosophique; espérons que sa démonstration viendra, soit avec le temps, soit à la suite de quelque-une de ces éclatantes découvertes relativement

fréquentes de nos jours. En attendant, un corps simple est une individualité dont les actions sont souvent imprévues, et cette année nous a apporté sur ces êtres inorganiques de nouveaux documents.

L'atomicité ou la valence d'un corps simple sont des mots on ne peut plus souvent employés. Dans la pratique courante cela est très commode pour la plupart des sels. Le zinc est diatomique, le bismuth triatomique, l'argent monoatomique. En gros, tout cela est vrai. L'atomicité, c'est-à-dire la capacité de saturation des éléments qui, dans un temps, a passé pour un moyen de classification et une preuve d'identité, ne peut plus être invoquée aujourd'hui dans un but théorique. Nous devons nous borner encore à constater un phénomène de la plus haute importance sans aller au delà. Alors on avait cru savoir l'atomicité de nombreux corps simples, parce qu'on n'avait pas une connaissance suffisante des combinaisons ultra-réduites et super-oxydées pas plus que des véritables poids moléculaires. Le fer était Fe^{II} et Fe^{IV} , car il formait des composés que l'usage faisait écrire $FeCl^2$ et $Cl^3Fe - FeCl^3$, soit Fe^2Cl^6 . Ses atomicités étaient paires. Maintenant on écrit $FeCl^3$; le fer est triatomique dans ce cas. L'argent et l'oxygène sont respectivement des types d'éléments mono et diatomiques; l'oxyde sera alors $Ag - O - Ag$. Il y avait à côté de cela un oxyde Ag^4O , qu'il fallait écrire :



en faisant l'oxygène tétratomique comme le soufre, ou employer une formule d'imagination faisant l'argent diatomique comme l'or :



Quoique l'idée de l'oxygène tétratomique ne soit pas neuve, je crois que, le plus souvent, on se disait que cet oxyde était peu important, assez incertain, gênant à coup sûr. Pourquoi tant tenir à nos conjectures? Un seul fait bien constaté doit toujours être tenu pour plus important que nos théories, exactes seulement quand elles expliquent tous les cas. M. Güntz¹ a refait une fois de plus l'oxyde Ag^4O , mais il a bien défini ses conditions de stabilité vis-à-vis de la température et de la pression. L'oxyde Ag^4O est, par ce fait qu'il existe, tout aussi important que Ag^2O ; il sert à poser une question d'atomicité soit pour Ag, soit pour O.

Il semble que cette négation de notre savoir sur l'atomicité soit un acte de critique systématique et d'esprit rétrograde; non. A mesure que le temps poursuit la ruine de connaissances incertaines, il

¹ *Compt. rend.*, 1899.

accumule de nombreux et riches matériaux en vue d'une conception plus exacte et plus cohérente de l'atmicité. L'attribution de telles ou telles atmicités aux corps simples remonte à l'époque déjà ancienne où s'est formée la théorie atomique; il est temps de faire intervenir les fait acquis pendant près d'un demi-siècle.

Il y a longtemps déjà¹, j'ai rangé le bore parmi les composés pentatomiques dans une série B.Va. Nb.Ta, ayant découvert à cette époque un composé stable, de formule B^2O^1BaO , correspondant à P^2O^1 , l'acide hypophosphorique, et à Va^2O^1 . S. Tanatar² a obtenu cette année le composé peroxydé BO^3Na . $4H^2O$, correspondant au métaphosphate PO^3Na et par conséquent à l'acide phosphorique. Il y a donc, pour le bore, les degrés d'oxydation B^2O^3 , B^2O^1 , B^2O^5 . Les mesures thermochimiques prises par S. Tanatar montrent que $BO^3Na.4H^2O$ n'est pas un composé contenant le groupement endothermique de l'eau oxygénée.

L'hydrogène vient d'être solidifié par Dewar à 263° au-dessous de zéro. Depuis vingt ans, les physiciens s'avancent vers le nombre — 273° du zéro absolu avec autant de persévérance que les géographes vers le pôle. Et, dans les deux cas, on touche au but. L'hydrogène solide n'est pas cette grenaille métallique que l'on pensait; il ressemble fort à de la glace qui, au lieu d'un kilogramme, ne pèserait que 70 grammes par litre, ainsi que du coton. Par cet élément les corps simples tendraient-ils vers l'immatérialité, vers quelque limite d'équilibre inconnue où la substance chimique trouve une équivalence physique? Ce sont là des conjectures inoffensives, mais tout acte d'imagination serait-il interdit devant les faits nouveaux apportés par l'étude de l'uranium et des corps radiogènes? Des chimistes italiens compétents, Massani et Anderlini³, annoncent avoir observé, parmi le gaz émanant du Vésuve, à Pozzuoli, la raie 531.6 correspondant à celle du Coronium, supposé, par suite de sa présence à l'extrême limite de la couronne solaire, plus léger que H. Rien ne s'oppose à ce qu'un élément plus subtil que l'hydrogène devienne un jour la base des poids atomiques.

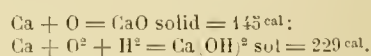
Un autre métal ayant résisté à un demi-siècle d'efforts vient d'être obtenu en lingot pur par M. Moissan⁴; il s'agit du calcium. Ce métal, supposé jaune et de densité 1.5, ressemble passablement à du zinc, bien que moins bleuâtre.

Le calcium a été préparé pur par une méthode que tous les chimistes avaient sous la main, mais qui passait pour donner de mauvais résultats.

Cela était vrai; il fallait trouver le moyen de s'en servir, ainsi qu'il arrive souvent.

M. Moissan⁴ arrive au résultat en fondant de l'iodure de calcium avec un grand excès de sodium. Dans ce cas, le calcium formé se dissout dans le sodium et y cristallise par refroidissement. La masse métallique est, à son tour, jetée dans de l'alcool absolu, qui attaque tout le sodium, et, si l'on va assez vite, ne touche pas aux cristaux de calcium qu'on sépare par lévigation. Le métal, séché à l'alcool, puis à l'éther, est comprimé à la presse, puis fondu dans le vide.

Le métal pur n'est jamais jaune; sa densité est de 1,85; il fond à 760° . Sa chaleur de combustion est la plus grande connue :



Le calcium, dont on connaît par ce brillant travail les propriétés, donne directement un hydrure CaH^2 fixe, transparent, semblable à du chlorure de calcium, et un azoture Ca^3Az^2 . Ces deux composés sont détruits par l'eau avec formation de chaux.

Un autre métal rare, le glucinium, a été isolé par M. Lebeau⁵ en électrolysant du fluorure double de glucinium et de potassium.

On a pu constater, par des méthodes physiques, le degré de polymérisation de quelques substances en vapeur ou en solution; tel est le cas du soufre.

Il y a, par contre, des métalloïdes durs et infusibles qu'on s'attendrait à voir gazeux; tel est le cas du bore, dont le fluorure est un gaz et dont l'oxyde se volatilise avec la vapeur d'eau, et qui a un poids atomique 11, inférieur à celui de l'azote 14. Si ce corps est extraordinairement réfractaire, c'est, croit-on, qu'il est, par rapport à sa forme théoriquement vraisemblable de gaz, plus polymérisé sur lui-même que le phosphore rouge ne l'est par rapport au phosphore blanc. Dans cet ordre d'idée, les oxydes durs et infusibles, alors que les chlorures correspondants sont très volatiles, ont été supposés polymérisés. Cela a été prouvé pour quelques-uns et la polymérisation par 5 est fréquente; il existe un oxyde d'étain Sn^5O^{10} , on le sait, parce que la combinaison $Sn^5O^{10}.H^4O$ existe.

MM. G. Wyrubof et A. Verneuil⁶ ont montré, par des analyses très exactes, que, dans le groupe des terres rares, ces degrés de polymérisation sont bien plus élevés: l'oxyde de cérium condensé, ou, si l'on veut, combiné vingt fois à lui-même, ne se dissout plus dans les acides. Serait-ce là une des causes de l'insolubilité d'un grand nombre de précipités?

¹ *Compt. rend.*, 1880.

² *Zeitschr. für phys. Chem.*, t. XXVI.

³ *Atti R. Acc. dei Lincei*, 1899.

⁴ *Compt. rend.*, 1899, t. CXXVII.

⁵ *Compt. rend.*, t. CXXVI et CXXVII, 1899.

⁶ *Compt. rend.*, t. CXXV.

⁷ *Compt. rend.*, 1899.

Selon ces savants, l'azotate du polyoxyde de cérium est $(\text{Ce}^{\text{O}^{\text{I}}})^{20} 4\text{AzO}^{\text{O}^{\text{II}}} + 2\text{H}^{\text{O}}$.

D'autres oxydes, qui paraissent ne se dissoudre que dans des conditions capricieuses, tels que $\text{ThO}^{\text{O}^{\text{II}}}$ et $\text{ZnO}^{\text{O}^{\text{II}}}$, auraient des formules de polymérisation analogues.

Aucun autre travail d'ensemble n'a été fait cette année sur les terres rares, mais un groupe d'éléments, dont l'analogie avec d'autres n'est pas connue, nous apparaît comme nouveau. M. et M^{me} Curie, avec un électromètre de leur invention et d'une prodigieuse sensibilité, ont pu examiner les propriétés radiogènes d'un grand nombre de minéraux.

Dans la pechblende se trouve, parmi les sulfures du groupe plomb bismuth et mélangé avec eux, un sulfure légèrement volatil au rouge. Ce mélange de sulfures est dix fois plus actif que l'uranium au point de vue des radiations de Becquerel. A mesure qu'on élimine le plomb et le bismuth, le précipité restant devient plus actif jusqu'à atteindre quelques centaines de fois la valeur de l'uranium.

Le sulfure de polonium n'a pas encore été obtenu à l'état de pureté faute de matière, et il semble que les effets radiogènes intenses dont il vient d'être parlé soient dus à de minimes quantités de polonium. Un second métal plus actif encore reste attaché au carbonate de baryum : il a été nommé radium. Il n'est pas besoin d'un appareil de physique pour observer ces radiations sur le carbonate de baryum radifère : il émet de la lumière directement visible à l'œil et paraît ne la prendre nulle part.

Il y a maintenant le plus grand intérêt à tenir objectivement les éléments qui produisent ces singuliers effets.

Une constatation curieuse a été faite par W. Hittorf¹. Le chrome, sous l'influence d'actions physiques telles que la chaleur, par exemple, peut exister sous deux états différents. L'un, le chrome actif, se comporte comme du zinc vis-à-vis des acides et se dissout au pôle négatif à l'état de sel chromeux.

Le chrome inactif se rapproche, tant qu'il est dans cet état, du platine. Insoluble dans les acides, il se dissout cette fois au pôle positif en passant à l'état d'acide chromique.

Le chrome, dans les conditions qui nous sont accessibles, peut donc être un métal ou un métalloïde à volonté. Si le point de transformation qui nous le fait voir toujours sous les deux états était un peu éloigné de notre portée, nous n'hésiterions pas à mettre Cr tout à côté du fer ou bien à le maintenir comme analogue du soufre selon l'usage actuel qui est excessif.

Parmi les questions minérales confinant à la biologie, on sait que M. A. Gautier a montré l'importance des phénomènes de la vie dans la formation des dépôts de phosphates. Cette année², le savant chimiste a pu déceler de minimes quantités d'iode dans les eaux et observer le cent millionième de ce métalloïde. En possession de ce moyen d'investigation, M. Gautier a pu montrer que l'iode disséminé dans l'océan n'y est nullement à l'état d'iodures métalliques dissous dans l'eau. L'iode n'existe dans la mer que combiné soit à la matière organique soluble, soit aux algues et diatomées microscopiques. En réalité, l'iode est localisé dans cette nourriture océanique diffusée qu'on nomme le plankton, qui vient du déchet des êtres et leur retourne sans cesse transformé par la vie.

III. — CHIMIE ORGANIQUE.

La Chimie organique est de beaucoup la partie de notre science où l'on travaille le plus. Elle fournit le plus grand nombre de mémoires et de thèses. La rénovation de la Chimie minérale faite en France puis en Angleterre, la Chimie physique et la Chimie biologique naissante, attirent cependant sur elles tous les regards. La Chimie organique pure est en voie de prendre en ce moment la situation que la Chimie minérale a eue pendant quelques années avant l'isolement du fluor et les réductions au four électrique par M. Moissan. Si la première période héroïque est passée, il en est resté un admirable système cohérent avec lequel on peut travailler en toute perfection.

De temps à autre quelques grandes questions : les pyridines, le thiophène, les sucres, les condensations..., sont abordées et résolues en très peu d'années. En deux ans, il n'y avait plus rien à faire d'intéressant sur le thiophène. Les alcaloïdes, les couleurs naturelles des fleurs, les essences et terpènes sont d'une étude de beaucoup plus difficile, mais l'attaque de la question se fait avec une méthode prévue et efficace, et déjà il apparaît que la Nature varie peu ses formules fondamentales pour créer des nuances délicates de couleurs ou de parfums ; dans les deux cas, elle fait des mélanges concentrés ou dilués de ses quinones ou cétones préférées. Cela se comprend assez bien.

La coloration des fleurs, les parfums et terpènes et les poisons des plantes paraissent destinés à agir sur les insectes ; peu de types de construction moléculaire suffisent à ce service.

Les hydrates de carbone et les dérivés phénoliques qui s'en rapprochent participent à un travail incessant de mobilisation ou de réserve

¹ *Berich. Berl. Akad.*, 71, p. 193.

² *Compt. rend.*, t. CXXIII, 1899.

de matière; leurs formes isomères et stéréoisomères doivent être fort complexes.

Dans le groupe des albuminoïdes, toxines, chlorophylles et diastases, alors que les molécules travaillent sans cesse à créer, transformer et détruire tout ce qui précède, la complication ne peut que varier indéfiniment et à toute heure, selon les besoins des cellules qui n'hivernent pas et ne constituent pas souvent de réserves immobiles, comme les hydrates carbonés des végétaux. Les modes d'alimentation, les climats et même la pensée agissant sur les êtres, on conçoit la variété infinie des types moléculaires biologiques ou vivants.

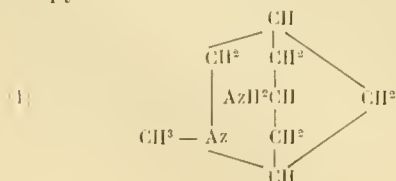
Les questions de nomenclature chimique restent dans le même état. Ceux qui au début ont pensé trouver là une simplification continuent à en faire usage dans les cas simples. Mais comme, au cours d'un travail compliqué, il faudrait fréquemment s'arrêter afin de construire un mot très long pour désigner une matière nouvelle selon les règles d'une linguistique conventionnelle, il n'y a pas de progrès. Je ne suis pas le seul à penser que dans une science où il est possible d'écrire indéfiniment des formules lisibles seulement pour un public très limité, il est inutile d'essayer de prononcer ces formules. Tout cela est répertorié en C¹, C², C³..., Az¹, Az², Az³... et se trouve en lieu et place.

D'ailleurs, la nécessité fait loi, et M. E. Fischer, devant la complexité de la remarquable série d'uréides qu'il a produits, n'a pas hésité à nommer cela le groupe « purique », et il a ainsi des chloro ou des oxypurines 1, 2, 3..., selon les places substituées dans la formule fondamentale. Ainsi ferait un mathématicien. A côté de la systématisation un peu laborieuse de la nomenclature, il y a, par contre, un bien grand nombre d'inventeurs de néologismes.

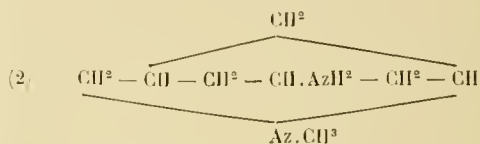
Un auteur veut faire précéder de « Gem » (jumeau) le nom de ce qui est bisubstitué sur un seul carbone

Un autre parle d'un groupe camphocéanique par analogie à picéanique. Un autre propose les préfixes nouvelles alphyl, arryl, alpharryl. Comment saurons-nous ce que cela veut dire après quelques années de production?

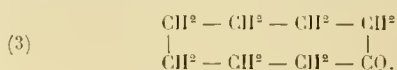
Les formules ont également une grande liberté de formes; voici un des stéréoisomères attribués à la troplamine :



hexagone d'un côté, heptagone de l'autre, série grasse au milieu, et remarquons que cela pourrait aussi justement s'écrire comme un dérivé de l'hexane normal :



Voici maintenant un octogone¹, l'azelaone, qui eût été condamné il y a cinq ans au nom de la théorie de la flexion des tétraèdres :



Il est plus ou moins scientifiquement démontré que des formules telles que (1) représentent le véritable arrangement des atomes; rien ne prouve que (2) ne vaille autant, ni que (3) soit certain. Il suffit que ces formules soient proposées et soutenues par un groupe de chimistes ou un journal pour qu'elles soient répétées sans notable discussion. D'ailleurs, si les mots de la nomenclature sont plutôt encombrants, il n'y a pas d'inconvénient à proposer des formules; c'est de l'ensemble de ces images que ressortent les relations véritables. C'est ce moyen souvent inexact et abusif qui a fait disparaître la notion étroite de série strictement grasse ou aromatique. La formule (1) confond tous les cas et admet que la Nature peut réunir comme elle l'entend les fonctions chimiques. Nous n'avons vu au début de la Chimie que des organisations simples, n'en faisons pas une loi générale; les observations d'abord, on peut ensuite tout oser : ceux qui osent le plus et le plus souvent, qui jettent le plus de formules sur le marché de la critique, sont après quelques années les premiers.

Les faits d'oxydation, de substitution, d'hydrolyse (hydratation), de condensation paraissent bien simples. On part d'une matière de constitution connue, et, après quelques minutes ou quelques jours, on arrive, par des réactifs appropriés, à une autre substance — ou dérivé — non moins bien connue. Après s'être contentés de savoir que, partis le soir, ils étaient arrivés le matin, les chimistes veulent connaître ce qui s'est passé dans la nuit des réactions moléculaires.

Cela est difficile et long, c'est la *transposition* ou *migration moléculaire*, c'est un enchaînement, une succession continue de réactions de mieux en mieux établies maintenant.

En présence de la chaleur ou d'un réactif, d'un oxydant, comme l'acide chromique par exemple, il y a d'abord addition — il faut bien que les matières

¹ DERLON, *Berichte*, I. XXXI.

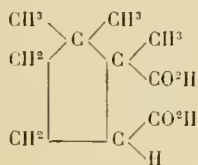
entrent en contact — puis il y a réduction, car si un corps organique s'oxyde, CrO^3 se réduit. Il se fait des sels, puis, sur certains points, des groupes OH qui deviennent acétones ou aldéhydes et acides. Dans la suite des réactions qui ne laissent pas de traces, les groupes changent de place et de stéréoisomérisation et on les retrouve là où ils n'étaient pas attendus.

J'ai tort de dire qu'il ne reste pas de traces. En Chimie organique, on obtient le plus souvent peu de rendement; les diverses matières accessoires et les goudrons sont la trace des réactions que l'on n'a pu voir. L'étude attentive des déchets donnerait une idée du nombre et de la nature des équations passées inaperçues entre l'instant du départ et celui de l'arrivée.

Le groupe terpénique reste encore la grande difficulté et le plus important sujet d'étude; toutefois de grands progrès sont accomplis.

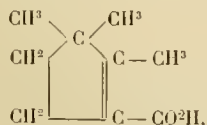
Dans ce groupe, le camphre, depuis trente ans au moins, passe pour un composé hexagonal, car il donne du cymène en rendements théoriques par les déshydratants. La preuve semblait directe; il paraît cependant bien certain que le camphre et l'acide camphorique et leurs dérivés ont pour noyau fondamental un pentagone.

Examinons d'abord le cas de l'acide camphorique. Bredt et Tiemann lui ont attribué deux formules pentagonales distinctes. M. L. Bouvault¹, interprétant les nombreuses expériences passées et notamment celles de Noyes et Walker, propose une troisième formule qui, cette fois, paraît résoudre pour longtemps la question. Voici cette formule :



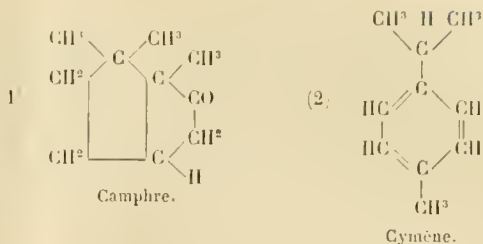
Par une voie distincte, M. G. Blanc est arrivé à retrouver cette même formule.

Il a établi solidement pour l'acide isolauronique la formule de constitution :



puis l'a dérivé de l'acide camphorique par perte de $\text{CO} + \text{H}_2\text{O}$, soit $\text{CO}_2\text{H} + \text{H}$. Il suffit de comparer avec la formule de Bouvault.

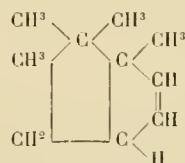
Maintenant le camphre, dont l'acide camphorique dérive toujours si simplement par oxydation, sera :



Certes, cette formule (1) n'explique pas la formation, si facile, du cymène (2) à partir du camphre; il y a là un nuage qui toutefois n'infirme pas la formule. C'est dans ce cas qu'il y a lieu d'invoquer une transposition moléculaire des plus complexes et il serait bon d'en démontrer les phases. Attendons à l'année prochaine pour apprécier la valeur des attaques que pourraient subir ces formules.

Si les transpositions sont aussi fréquentes qu'on l'admet, la nature des réactifs doit influencer beaucoup sur ce qu'on obtient, et cela est d'observation courante. Alors les formules hexagonales des terpènes selon Baeyer, qui agit souvent par bromuration, restent-elles intactes?

L'oxydation directe du camphène donne du camphre en abondance; réciproquement, la nouvelle formule du camphre prévoit un camphène :



que je n'ai pas encore vu proposer. La formule du terébinthène, du même coup, est mise en question. Serait-elle pentagonale?

On sait que les uréides sont faits de molécules d'urée pouvant se condenser avec de nombreux acides, tels entre autres que les acides malonique, pyruvique, tartronique, oxalique...

Les plus importants de ces uréides pour la biologie sont ceux qui gravitent autour de la formule de l'acide urique et qui, de façons bien différentes, en dérivent. Il fallait délimiter et systématiser ce groupe très compliqué à lui seul. M. E. Fischer, à la suite de travaux très importants, l'a constitué sous le nom de « groupe purique ». Le mot uréide devra être appliqué en Chimie organique dans un sens tout à fait général.

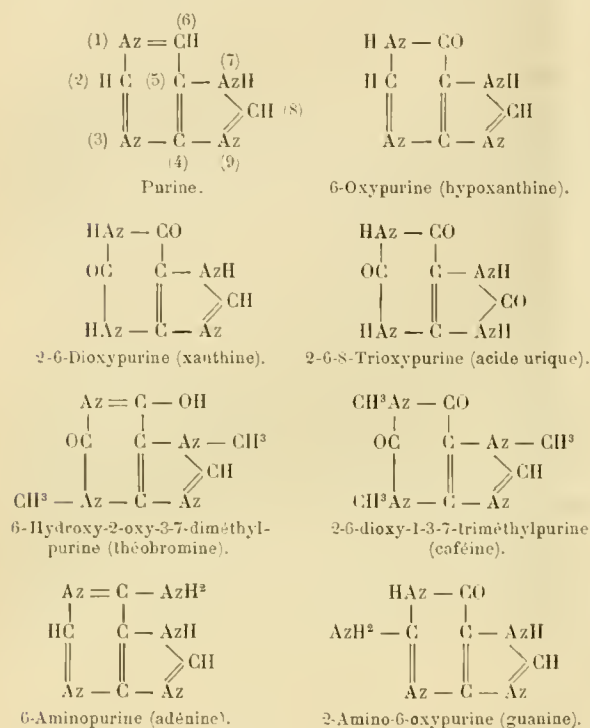
Il n'y a pas lieu d'exposer ici les méthodes de M. Fischer¹, ni tous les corps qu'il a obtenus en partant des dérivés méthylés et chlorés de l'acide urique.

Le type de la série est la *purine*, matière très

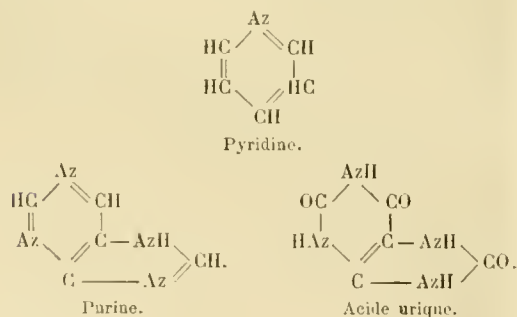
¹ Bull. Soc. chim., t. XVII.

¹ Berichte, t. XXXI, p. 104, 431, 512, 1980, 2546, 2550, 2620.

bien cristallisée, soluble dans l'eau. Etant la matière la plus simple, possédant la construction caractéristique des composés uriques, tous ceux-ci lui sont rapportés à titre de dérivés oxydés ou oxyméthylés en des points désignés par des chiffres. Le mieux sera ici d'écrire quelques formules :



Il est bon de remarquer, pour les personnes qui ne s'occupent pas spécialement de Chimie, que ces rectangles, plus faciles à imprimer, ne sont autre chose que des hexagones aromatiques ou deux fois pyridiques substitués :

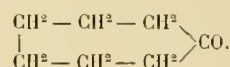


Les alcaloïdes sont toujours l'objet de travaux nombreux, mais convergent trop rarement vers un but.

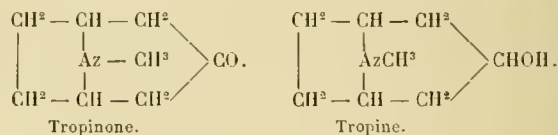
J. Tafel¹ s'occupe de la strychnine, base contenant au moins un groupe quinoléine, mais les travaux dans cette voie sont trop peu avancés pour que nous en puissions parler. C'est sur les racines chimiques de l'atropine et de la cocaïne que s'est

exercée le plus la persévérance des auteurs.

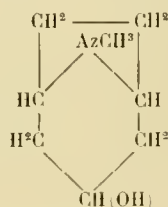
R. Willstätter¹, d'après quelques travaux synthétiques, voit dans ces bases des dérivés internes en Az — CH³ de la subérone :



Dès lors, la tropinone et la tropine deviennent :

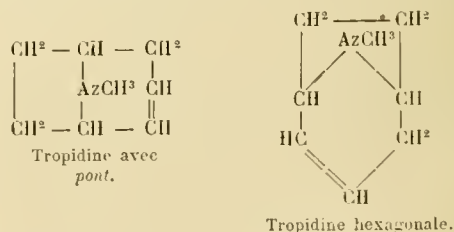


Par ce fait qu'il se forme un pont AzCH³ dans la formule de la subérone, il apparaît un hexagone. Ce groupement par six d'atomes plus ou moins hétérogènes est tellement fréquent en Chimie qu'il me semble qu'on doit le respecter comme une loi, surtout pour l'enseignement. L'hexagone mis en évidence par une simple transformation d'écriture, les parties complémentaires seront écrites en dérivation. Ainsi la formule de la tropine se représenterait, en respectant les relations de l'auteur, par :

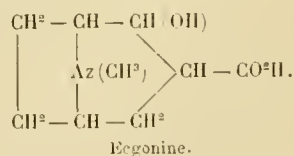


C'est alors une hydrométhylhydroxypyridine substituée par de l'éthylène. Ne voit-on pas souvent des substitutions par le méthylène ?

La tropidine mettrait encore mieux en évidence le caractère pyridique qu'ont en réalité ces bases :

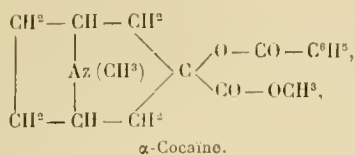


Les formules de l'ecgonine et de la cocaïne sont, d'après l'auteur :



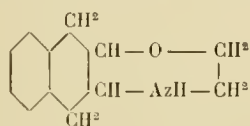
¹ Liebig's Ann. d. Chem., t. CCCL.

¹ Berichte, t. XXXI.



toutes deux faciles à écrire en hexagone afin d'unifier les expressions.

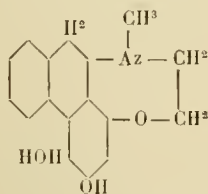
On sait, par l'exemple des matières colorantes, que des substitutions altèrent relativement peu les propriétés tinctoriales. C'est l'architecture générale qui a l'importance capitale. C'est peut-être ce dont s'est souvenu M. Ludwig Knorr¹, en construisant d'imagination, sur le *plan* grossièrement connu de la morphine, un dérivé naphthalique azoté :



la naphthalane-morpholine. Cette ébauche fruste de morphine, par son dérivé méthylique, a sur l'homme une action physiologique tout à fait comparable à celle de la morphine. Dans cet ordre d'idées, on peut espérer s'affranchir de la culture des plantes à alcaloïdes coûteux et créer même des agents thérapeutiques que la nature végétale n'a pas eus à créer, pour les maladies que l'homme tient de sa propre espèce et aussi de sa civilisation. Dès à présent, tel est le cas de l'antipyrine.

A ce point de vue, je suis frappé du trop faible nombre de physiologistes qui existent par rapport aux chimistes. Il n'est possible ainsi de porter un jugement physiologique fondé que sur une part minime de la production des laboratoires.

Après avoir parlé de cette simili-morphine, il convient d'ajouter que, d'après les expériences accumulées, L. Knorr² admet pour la morphine, qui est un dérivé phénanthrénique, la formule suivante :



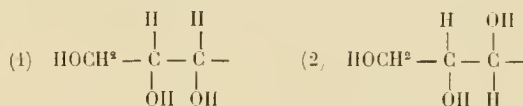
Ceci donne une idée très sensiblement exacte du point où l'on est arrivé progressivement dans la connaissance des alcaloïdes les plus importants. Dès à présent, on doit prévoir la fin du commerce de l'opium, au moins en Europe, pour un avenir peu éloigné.

La classification bien ordonnée du groupe pu-

rique, en corps méthylés ou oxydés dans des positions connues, a déjà donné l'idée de rechercher dans quels organes il y a maximum d'oxydation, de méthylation, ou bien quelles sont les combinaisons de position numérique les plus fréquentes. Cela est peu avancé. Cependant une intéressante analyse de la désassimilation a été faite sur l'urine. Krüger et Salomon¹ ont analysé le résidu de 10 mètres cubes d'urine. Voilà évidemment, par les grandes quantités, le moyen de scruter sérieusement les actions biologiques. Voilà une analyse d'urine. Cela représente 200 kilos d'urée. Du résidu on a retiré 3 gr. 5 d'adénine, 8 gr. 5 d'hypoxanthine, 10 grammes de xanthine, 45 grammes de paraxanthine, 31 kilos de méthylxanthine — 1.

Cela est l'analyse d'un acte biologique non provoqué. Si l'on veut espérer connaître le mécanisme de la nutrition et de la désassimilation, il est évident que ce ne sont pas les études *in vitro* qui nous apporтерont une grande clarté. Il faut faire travailler les cellules elles-mêmes, libres ou fixes, sur les combinaisons chimiques connues qu'elles peuvent supporter sans mourir. Dans cette voie, Pasteur le premier, puis son École — répandue dans le monde entier — ont déjà acquis les plus surprenants résultats théoriques et pratiques.

Cette année, M. G. Bertrand², agissant sur les cellules libres de la bactérie du sorbose, a montré qu'elles avaient le pouvoir d'oxyder les sucres disposés selon la symétrie (1), à l'exclusion de ceux contenant le groupe stéréoisomère (2) :



Albert Brion a agi sur les cellules d'un animal supérieur. Le chien, recevant des doses des différents acides tartriques, digère et brûle les acides lévo et mésotartriques; le dextrotartrique et le racémique traversent l'organisme sans altération notable.

Vis-à-vis des cellules animales, il semble que les alcaloïdes des végétaux, encore si utiles, seront considérés dans l'avenir comme des agents grossiers. Ce seront les antitoxines délicates de l'espèce attaquée qui devront empoisonner les ennemis de cette espèce. On sait dans cette voie quels bienfaits sont sortis des efforts combinés des pasteurs français, MM. Duclaux, Roux, Metschnikoff, Yersin, Martin.

A. Etard,

Examinateur à l'École Polytechnique,
Professeur à l'École de Physique
et de Chimie industrielles de la Ville de Paris.

¹ *Berichte*, 1899, t. XXXII.

² *Loc. cit.*

¹ *Zeitsch. für physiol. Chem.*, t. XXIV et XXVI.

² *Compl. rend.*, t. CXXVI.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Lafoige (Général). — *Essai synthétique sur la Formation du Système solaire. Première partie : FORMATION DU SYSTÈME.* — Un vol. in-8° de 256 pages avec figures. Gauthier-Villars, éditeur à Paris, et Martin frères, éditeurs à Châlons-sur-Marne. 1899.

Dans cet ouvrage, le système solaire est considéré comme résultant de la condensation d'une nébuleuse froide, de densité évanouissante à l'origine, et animée, dans toutes ses parties, d'un mouvement de rotation uniforme. L'auteur admet que, sous l'influence des attractions extérieures, la trajectoire du centre de gravité de la nébuleuse a dû acquiescer une forme courbe, avant la condensation, et regarde la rotation comme une conséquence de ces attractions. Avec le temps, la nébuleuse a perdu peu à peu son homogénéité première; un ou plusieurs centres attractifs se sont formés dans la masse, puis, successivement, des anneaux à des distances de plus en plus grandes du centre. Ces anneaux se sont décomposés plus tard, en donnant lieu à des tourbillons qui ont constitué les embryons planétaires; les globes en formation ont ensuite appelé à eux les matériaux qui les précédaient et les suivaient dans les anneaux. L'auteur cherche à expliquer les particularités que présentent les planètes (volumes, masses, excentricités, inclinaisons, etc.), puis s'occupe des satellites, considérés comme résultant de la destruction de petits anneaux, formés autour des planètes pendant la condensation. Les comètes, regardées comme provenant, en majeure partie, de la décomposition des anneaux planétaires, seront étudiées dans un second volume.

Les théories développées dans l'ouvrage ont quelques points de contact avec les systèmes de Laplace et de M. Faye; dans l'ensemble, elles ont un caractère de nouveauté bien marqué. On ne saurait d'ailleurs prévoir jusqu'à quel point les idées, souvent ingénieuses, émises par l'auteur, seront acceptées de ceux que la Cosmogonie intéresse.

M. II.

Bourlet (C.), *docteur es sciences, membre du Comité technique du Touring-Club de France.* — *La Bicyclette, sa construction et sa forme.* — 1 vol. gr. in-8° de 228 pages avec 263 figures. Le Génie civil et Gauthier-Villars, éditeurs. Paris, 1899.

Si paradoxale que cette affirmation puisse paraître, il n'est peut-être point exagéré de dire qu'aucune invention, parmi les plus grandes dont notre siècle a été prodigue, n'a transformé les conditions de l'existence dans la même mesure et surtout avec la même rapidité que la bicyclette. Sans doute, elle n'a pas l'importance internationale des chemins de fer; mais la vie de tous les jours, la vie de tout le peuple en est plus profondément affectée. Au siècle dernier, on n'entreprenait guère un voyage de quelques centaines de kilomètres sans faire son testament; grâce aux chemins de fer, nous sommes devenus plus mobiles, mais encore ne parlons-nous pas pour le moindre voyage sans avoir à consulter un indicateur et... notre bourse.

Objet de plaisir et de délassement pour le cycliste des dimanches, la bicyclette est aujourd'hui un instrument de première nécessité pour une fort intéressante population des grandes villes, employés ou ouvriers, patrons mêmes, dégagés de la servitude de loger leur famille dans les quartiers populeux où est leur travail, et pouvant, dès lors, leur faire goûter les bienfaits de

la campagne tout en s'assurant les emplois bien rétribués de la ville.

A ce point de vue, la bicyclette pourrait être considérée comme l'un des agents les plus puissants de la santé, et, par conséquent, de la moralité publique. Il y a plus: le cycliste ayant à chaque instant à compter sur lui-même, à prendre une décision rapide et à l'exécuter sans hésitation, en arrive peu à peu à une hardiesse plus grande dans l'entreprise, à une plus grande confiance en ses moyens; il devient homme d'initiative.

Voilà quels peuvent être les bienfaits lointains de l'usage constant de la bicyclette: une action permanente et salutaire sur les caractères généraux d'une nation.

Etant donné ce qu'est la bicyclette et ce qu'elle promet, on peut être surpris que sa littérature de librairie ne soit pas plus nombreuse. Peut-être craint-on que l'adepte de la pédale n'ait plus le loisir ou le goût de la lecture. Cependant, si, en été, il préfère la selle au meilleur fauteuil, l'hiver lui reste, et, s'il est un fidèle, il ne demandera qu'à mieux connaître la machine à laquelle il doit tant de bons moments.

D'ailleurs, l'expérience en est faite. M. Bourlet avait écrit, pour l'*Encyclopédie des Aide-Mémoire*, un traité de la bicyclette qui, certes, n'était pas d'une lecture facile pour la majorité des cyclistes; cependant, l'édition a été rapidement épuisée, et l'ouvrage en un volume a reparu sous une forme nouvelle, dédoublé et toujours avec le même succès.

Ne peut-on, dès lors, prédire un très grand nombre de lecteurs au nouvel ouvrage de M. Bourlet qui, sous sa forme entièrement descriptive, s'adresse indifféremment à tous, si rudimentaire que soit leur préparation mathématique, à la seule condition que les mécanismes aient pour eux quelque attrait.

L'ouvrage qui est, en effet, à quelques modifications près, la reproduction d'une série systématique d'études publiées dans le *Génie civil*, est entièrement consacré à la description minutieuse de toutes les variétés d'organes essentiels et de pièces détachées de la bicyclette, et à l'emploi pratique de cet instrument.

M. Bourlet distingue deux périodes dans le cyclisme. La première part de 1790 pour se terminer en 1883, époque où parut la bicyclette. La célérifère, la draisiennne, le petit et le grand bicycle, tels sont les instruments qui marquent les époques de la première période. La seconde débute en même temps que la multiplication et la diminution du diamètre de la roue motrice. Il a suffi de quatre ou cinq ans pour faire l'élimination de tous les types hybrides et peu viables, et, depuis 1890, le type définitif est fixé à quelques détails près.

Nous voyons successivement défilier et disparaître le kangaroo, le crypto, le rover, le pionier, la bicyclette à corps droit et à pivot, faisant place au cadre et à la douille. La jante aussi se modifie dans cette période ascendante, s'adaptant aux caoutchoucs de plus en plus gros jusqu'au pneumatique.

Nous voilà donc doués du type bicyclette à cadre et pneu, avec les tandems, triplets, quadruplettes, etc., enfin les grandes poutres en treillis montées sur roues que sont les quintuplettes. C'est là que commence la partie descriptive de l'ouvrage de M. Bourlet, les époques antérieures dont nous avons une vue en perspective n'occupant qu'une trentaine de pages.

Dans la suite, l'auteur prend chaque organe en détail, dans toutes ses variétés, le cadre, la direction, les roulements, les transmissions, les changements de vitesse, les roues et les bandages, etc., pour terminer par quelques conseils sur le choix de la machine et la ma-

nière de s'en servir. Enfin, un chapitre rédigé par le Dr Mally renferme tous les conseils pratiques concernant les soins hygiéniques du cycliste, fort ou faible, le costume, les étapes, la nourriture et les soins de la peau, bref tout ce qu'ont négligé les débutants que l'on voit les lundis, courbaturés et avec la langue blanche.

Ch.-Ed. GUILLAUME,

Physicien au Bureau international
des Poids et Mesures.

2° Sciences physiques

Lippmann (G.), *Membre de l'Institut. — Unités électriques absolues* — 1 vol. gr. in-8° de 240 pages avec figures. G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris, 1899.

Parmi les Maîtres qui surent mettre leur enseignement d'accord avec les besoins nouveaux, lorsque les méthodes utilisées en France pour l'étude de l'Électricité durent subir de profondes modifications, impérieusement commandées par les progrès de la science, M. Lippmann prit une place toute particulière. Chargé, à cette époque, du cours de Physique mathématique à la Sorbonne, l'illustre physicien n'était lié par aucun programme d'examen; il pouvait, par suite, donner libre cours à son esprit si profond et si original, et il ne craignait point de sortir un instant des sentiers tracés si quelque point de vue intéressant sollicitait sa curiosité en éveil.

Ces leçons, professées en 1884-1885, qui ont laissé un inoubliable souvenir dans l'esprit de ceux qui eurent la bonne fortune de les entendre, ont été recueillies par M. Berget. Elles constituent le fond du livre que vient de publier, avec de nombreuses et belles figures, la librairie Carré et Naud.

C'est la question, toujours primordiale, mais alors plus particulièrement à l'ordre du jour, des unités électriques qui fait l'objet principal du livre. Sans entrer dans le détail des descriptions de méthodes et d'appareils, l'auteur donne, à cet égard, des renseignements précis, mais il a surtout en vue les principes. Il montre comment, grâce à l'emploi des mesures absolues, se trouvent reliés plusieurs chapitres distincts de l'Électricité. Trois parties sont successivement traitées: dans la première, on étudie le système électrostatique; dans la seconde, le système électromagnétique; dans la troisième, enfin, la comparaison des deux systèmes conduit à la détermination du nombre V et à la théorie électromagnétique de la lumière.

Mais, en passant, combien d'idées originales, combien d'aperçus curieux sont rencontrés par le lecteur. Signalons, en particulier, les développements relatifs aux analogies entre l'Électricité et la Thermodynamique, qui conduisent au principe de la conservation de l'Électricité, et l'exposition très simple de la théorie électromagnétique de la lumière dans le cas d'une onde plane.

Les leçons de M. Lippmann fournissent à la fois, grâce à l'emploi très modéré de l'analyse, à la simplicité et à la clarté des méthodes, un excellent guide pour les jeunes physiciens et une lecture particulièrement suggestive pour ceux qui, plus avancés dans l'étude de la science, désirent cependant remonter parfois aux principes fondamentaux.

LUCIEN POINCARÉ,

Chargé de Cours à la Sorbonne.

Lévy (Lucien), *Professeur de Distillerie à l'École Nationale des Industries agricoles de Douai. — La Pratique du Maltage.* — 1 vol. in-8° de 248 pages avec 53 figures. (Vrte, cartonné: 5 fr.) G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris, 1899.

Malgré les ardentes recherches de nombreux savants, les diastases restent mystérieuses dans leur origine, leur être et leurs actions.

Aussi doit-on enregistrer avec reconnaissance tous les travaux publiés sur ce délicat sujet, toutes les études qui contribuent à éclairer de quelque lumière, même

pâle, ces phénomènes étranges, ces réactions énormes provoquées par de petits agents, à l'instar de ces châteaux de cartes, volumineux édifices, qu'un coup de doigt vient renverser.

M. L. Lévy traite de la fabrication du malt d'orge pour brasseries ou distilleries; le malt est de l'orge dans lequel on a développé, par la germination, la diastase qui est destinée, par la suite, à transformer l'amidon en matières sucrées solubles et plus ou moins fermentescibles.

Après avoir parlé du choix des orges, du nettoyage des grains, l'auteur aborde, dans un long chapitre fort bien traité, tous les phénomènes de la germination, mais sans jamais perdre de vue le titre de son livre, qui est *La Pratique du Maltage*.

Toutes les considérations théoriques ou scientifiques sont présentées en vue de la pratique même et toujours. C'est la première fois que l'on voit exposés, avec autant de méthode que de clarté, tous les différents procédés de germination: germination sur le sol, germinations pneumatiques diverses, et que ces procédés sont discutés dans leurs résultats. Puis nous arrivons à la dessiccation du malt.

L'auteur ne nous donne pas grands détails sur les tourailles; il n'en décrit que quelques types et encore assez sommairement, mais il sait indiquer, avec beaucoup de soin, toutes les conditions à remplir et les résultats des différents modes de dessiccation en tant que qualités et propriétés des malts obtenus.

Enfin, nous arrivons à un chapitre bien neuf et qui sera hautement apprécié des praticiens.

La dernière partie de l'ouvrage traite des méthodes d'analyse des malts et, en particulier, de la mesure du pouvoir diastasique; la méthode d'Esfont, entre autres, paraît appelée à rendre de grands services en brasserie en introduisant dans la pratique un nouvel élément de contrôle du travail, un complément de comptabilité des plus utiles.

On consultera avec fruit l'excellent livre de M. Lévy, on le lira avec plaisir même, car l'ordonnance générale en est claire et méthodique et beaucoup, dont je suis, souhaiteront que l'auteur complète par d'autres ouvrages sur les industries de fermentations, une œuvre qu'il a si bien commencée et dans laquelle sa compétence est connue.

R. LEZÉ,

Professeur à l'École d'Agriculture de Grignon.

3° Sciences naturelles

Beresford Lord Charles). — *The break up of China.* — 1 vol. in-8° de xviii-509 pages avec cartes. Harpers and Brothers, éditeurs, Londres et New-York, 1899.

Lord Charles Beresford, contre-amiral et membre du Parlement, fut, l'an dernier, chargé, par l'Union des Chambres de commerce de la Grande-Bretagne, d'une mission en Chine. Il devait étudier sur place la question suivante: L'administration et l'armée chinoises offrent-elles des garanties suffisantes de sécurité au commerce pour engager les négociants anglais à entreprendre des affaires nouvelles? Lord Beresford a séjourné en Chine de septembre 1898 à janvier 1899. Il a visité les localités où des maisons de commerce anglaises sont établies et recueilli les doléances des négociants. Il a été reçu à Pékin par le Tsung-li-Yamen et, sur huit vice-rois qui gouvernent les provinces, il en a vu six. Il a passé des armées en revue, et fait manœuvrer des troupes. Il a inspecté des navires de guerre et des arsenaux. Bref, il a déployé pendant quatre mois une activité toute anglo-saxonne.

De ses impressions personnelles, des conversations qu'il a entendues, des rapports qui lui ont été remis, il a composé un gros livre, touffu et confus, plein de redites et de digressions, désordonné à souhait pour faire souffrir un Français amoureux de clarté et de méthode, assez intéressant cependant, en tant que

description de la dissolution de la Chine. Personne au monde, pas même le Gouvernement, ne connaît actuellement la force réelle des armées chinoises. Les généraux avancent des chiffres d'effectif inexacts, et tel qui prétend commander 10.000 hommes en a réellement 800 sous ses ordres. Pas d'unité dans l'organisation des armées : les unes sont mandchoues et les autres chinoises; les premières ont des privilèges, inconnus des secondes. Pas d'unité dans l'armement : quatorze modèles de fusils sont simultanément en usage. Des corps d'archers subsistent encore, mais les soldats que Beresford a vu s'exercer cherchaient moins à atteindre la cible qu'à observer certaines attitudes conformes aux règlements. La Chine possède un beau réseau de voies navigables naturelles et de canaux, mais on ne l'entretient pas, bien loin qu'on pense à l'améliorer. Les finances sont dans la confusion. Il est impossible de se reconnaître au milieu des innombrables types de monnaies en circulation. Une concussion éhontée règne du haut en bas de la hiérarchie des mandarins. Des faits qu'il expose, lord Beresford tire cette première conclusion, que le commerce manque de sécurité en Chine, et que personnes et marchandises sont exposées à l'arbitraire des mandarins. Il conclut en second lieu à la nécessité de l'intervention des puissances européennes.

Cette intervention peut se manifester de deux façons : ou bien les puissances peuvent se partager la Chine, comme elles ont fait de l'Afrique, s'y tailler des protectorats, des zones d'influence, ou bien elles peuvent, d'un commun accord, étayer le vieil édifice vermoulu, maintenir la porte de la Chine ouverte à tous, y obtenir des concessions de douanes, de chemins de fer, de mines, substituer leurs nationaux instruits et intégrés aux fonctionnaires chinois, ignorants et corrompus. Chacune de ces politiques a déjà reçu un commencement d'exécution.

L'occupation de Hong-Kong et de Wei-Hai-Wei par les Anglais, celle de Kiao-Tchéou par les Allemands, celle de Port-Arthur par les Russes, constituent les actes préliminaires d'un partage éventuel de la Chine. Les concessions de voies ferrées accordées par le gouvernement chinois à des syndicats anglais, allemands, américains, russes, français, belges, appartiennent à la politique de la porte ouverte.

Lord Charles Beresford est un partisan résolu de la seconde méthode d'intervention européenne en Chine. A tout propos, il vante les avantages de la politique de l'*Open door*. Il déclare bien haut que chaque puissance y trouvera son compte; il déclare plus bas, mais encore assez haut pour qu'on l'entende, que la Grande-Bretagne y trouvera son compte plus que les autres.

Lord Charles Beresford, qui est un défenseur déterminé des idées impérialistes et même jingoïes, possède de l'influence. Ses opinions pourraient bien avoir leur contre-coup sur la politique britannique en Extrême-Orient. Tant à ce titre, qu'en raison des faits curieux qu'il renferme, son livre mérite de ne pas passer inaperçu.

HENRI DEHÉRAIN,
Docteur en lettres,
Sous-bibliothécaire de l'Institut.

Berthault (F.), *Professeur à l'École Nationale d'Agriculture de Grignon.* — **Les Prairies. Prairies naturelles : Pâturages. Feuillards et Ramilles.** — 1 vol. in-16 de 168 pages de l'*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.* Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 fr.) G. Masson et Gauthier-Villars, éditeurs. Paris, 1899.

Le livre que nous signalons aujourd'hui est le troisième ouvrage que l'auteur consacre à l'étude des prairies naturelles.

Les prairies naturelles, qu'il a très nettement définies et qu'il a ainsi séparées des prairies temporaires et des prairies artificielles, sont elles-mêmes divisées en prairies de fauche, examinées dans un premier volume, en prairies d'engraisement ou herbages qui font l'objet d'un second volume, et en pâturages qui ont été réserv-

vés pour le troisième. Ce dernier ouvrage, après quelques considérations générales, étudie les pâturages des diverses parties de la France et de l'Algérie, donne les modes d'entretien, d'amélioration, de création, d'exploitation des prairies naturelles; enfin, en terminant, il résume les notions acquises récemment sur la valeur des feuillards et ramilles, produits par nos plantations et forêts, ces prairies aériennes.

On retrouve dans ce livre toutes les qualités que M. Berthault a déjà montrées dans ses autres ouvrages et que nous avons signalées dans une précédente analyse. Les divers chapitres qu'il écrit contiennent un grand nombre de chiffres et de faits; on y reconnaît le savant qui a beaucoup voyagé, « beaucoup vu et beaucoup retenu », qui a étudié sur place tous les sujets dont il parle et qui tient à faire profiter ses contemporains des remarques qu'il a accumulées. C'est le meilleur éloge que l'on puisse faire d'un volume rédigé sur un pareil sujet, dans lequel le point de vue pratique est d'une importance primordiale et doit toujours accompagner les considérations théoriques. A. HÉBERT.

4° Sciences médicales

Premier (Léon), *Membre de l'Académie de Médecine, Pharmacien en chef des Hôpitaux, Professeur à l'École Supérieure de Pharmacie.* — **Les Médicaments chimiques. 2^e partie : Composés organiques.** — 1 vol. gr. in-8° de 832 pages avec 41 figures. (Prix : 15 francs.) G. Masson et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1899.

Ce volume est la seconde partie du Cours de Pharmacie chimique professé par l'auteur à l'École supérieure de Pharmacie de Paris; il fait suite à celui des composés minéraux publié en 1896 et, comme celui-ci, il constitue un excellent résumé de tous les documents qui, à des titres divers, se rapportent à l'étude chimique des composés organiques employés en Thérapeutique.

Pour l'ordre adopté dans la description des différents composés, l'auteur s'est inspiré de la classification par fonctions, introduite par M. Berthelot dans l'enseignement de la Chimie organique. Cette division par fonctions, qui présente de si grands avantages en ce qui concerne le groupement naturel des corps, permet, en outre, dans le cas présent, de laisser tout à fait au second plan certains composés dénués d'intérêt au point de vue médical.

Le plan suivi pour l'étude des différents corps est le même que pour les composés minéraux, c'est-à-dire qu'après avoir exposé le mode de préparation et la purification, s'il y a lieu, l'auteur décrit ses propriétés en insistant sur celles qui peuvent servir à le caractériser.

Passant ensuite à l'examen des impuretés et des falsifications, il indique les méthodes d'essai permettant d'effectuer le dosage du produit principal et des matières étrangères qui l'accompagnent. Enfin, pour un certain nombre de médicaments anciens ou nouveaux, dont la constitution n'est pas encore parfaitement établie, la description générale est le plus souvent suivie de l'exposé soit de quelques expériences inédites, soit de quelques discussions intéressantes au point de vue des relations générales de ces composés avec des corps de constitution connue.

En résumé, ce livre, qui témoigne d'un labeur considérable, est un exposé consciencieux et très clair des théories les plus récentes et de toutes les questions les plus délicates qui se rapportent à l'étude chimique des médicaments. Il est d'une utilité manifeste pour tous ceux qu'intéressent à un titre quelconque les progrès de la Thérapeutique, et nous ne doutons pas que ce second et dernier volume ne rencontre, auprès des étudiants en Pharmacie et en Médecine, un accueil aussi favorable que le premier.

H. GAUTIER,
Professeur agrégé
à l'École Supérieure de Pharmacie.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 4 Septembre 1899.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — MM. G. Rayet et A. Féraud communiquent leurs observations de la comète Swift (1899, a), faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux. Dans les derniers jours de mai, la partie brillante de la comète avait la forme d'un V, dont la pointe était dirigée vers le Soleil. En juin et juillet, la comète a progressivement faibli sans changer de forme; le 13 juillet, elle présentait une nébulosité ronde, avec noyau diffus excentré. — M. L.-J. Gruoy présente les observations de la planète EP (J. Mascart, 1899 août 26), faites à l'équatorial condé de l'Observatoire de Besançon par M. Chofardet. — M. D. Eginitis transmet ses observations des Perséides faites à l'Observatoire d'Athènes. Le maximum de la chute des météores a eu lieu le 10 août, de 12 h. à 14 h.; leur couleur était généralement jaune; presque tous étaient faibles et rapides. L'essaim des Perséides possède un grand nombre de points radiants. — M. Arthur Berry a trouvé trois nouvelles surfaces du quatrième degré qui admettent une intégrale de différentielle totale de première espèce. Ces surfaces, ainsi que les deux déjà signalées par MM. Picard et Simart, ont le genre numérique (p_n) négatif et égal à -1.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. James Dewar a solidifié l'hydrogène liquide en l'évaporant à une pression inférieure à 60 millimètres. La solidification se produit à la suite de la formation d'une petite quantité d'air solide; le liquide se prend alors en une écume mousseuse. On peut l'obtenir également sous forme d'une glace transparente. Son point d'ébullition est de 21° absolu sous 760 millimètres et de 16 à 17° sous 55 millimètres. Pour l'auteur, ces expériences semblent détruire l'hypothèse que l'hydrogène puisse être un métal.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. Edmond Bordage a signalé, chez les Insectes et les Arthropodes, le mode de croissance en spirale des appendices en voie de régénération après section. Mais ce fait ne se rencontre pas chez tous les Arthropodes; chez le homard, par exemple, les membres thoraciques en voie de régénération croissent d'une façon rectiligne. Il semble que le développement d'un membre se fait suivant le mode spiralé ou le mode rectiligne, selon qu'il y a eu flaccidité ou turgescence du rudiment de ce membre de remplacement dès le début de sa formation.

LOUIS BRUNET.

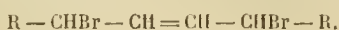
SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 28 Juillet 1899.

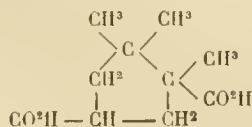
M. Hanriot présente une note de M. A. Gautier : Sur la répartition de l'iode dans l'eau de mer et sur la densité de cette eau à diverses profondeurs. — M. E. Charon a ouvert un pli cacheté déposé par lui le 24 mars 1899. Dans ce pli, il signale la généralité du fait suivant : Lorsque l'on sature partiellement deux doubles liaisons éthyléniques voisines dans les composés de la forme :



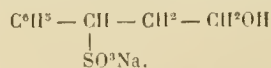
il y a déplacement de la double liaison et formation du dérivé symétrique. En bromant partiellement, on obtient par exemple :



M. Charon signale un certain nombre de cas où la réaction se passe d'une manière identique. — M. Blanc considère comme absolument inexacte la formule de l'acide camphorique donnée par M. W. H. Perkin junior, soit :



Il fait ressortir trois points importants : 1° L'acide isolauronique est inactif; en tout cas il ne pourrait être que racémique; or, lorsque l'on traite l'anhydride $\alpha\alpha$ racémocamphorique par le chlorure d'aluminium, on obtient un acide isolauronique identique à celui que l'on prépare par l'anhydride camphorique droit. Il en résulte que, purs, les dérivés isolauroniques de M. Perkin ne doivent pas avoir de pouvoirs rotatoires. 2° On obtient très facilement les acides $\alpha\alpha$ diméthylsuccinique et oxalique par l'oxydation de l'acide isolauronique à l'aide du permanganate de potasse; on n'obtient pas trace d'acide diméthylhexanoïque. 3° L'acide dénommé acide dihydro-isolauronique n'est pas un acide alcool, mais un dérivé cétonique. Il donne une oxime et une semicarbazone. On peut le réduire par l'amalgame de sodium; on obtient ainsi un acide fondant à 153° et donnant un lactone fusible à 53°-54°. — M. Guerbet a constaté que l'hydrogène naissant de l'action du sodium sur l'alcool amylique transforme le formamide, l'acétamide, le benzamide, en amines correspondantes. — M. Ponsot constate qu'une étude complète des anomalies de la cryoscopie serait très utile. — M. Georges Lemoine a étudié l'action du magnésium et de l'aluminium sur leurs solutions salines. L'hydrogène dégagé correspond à une quantité beaucoup plus considérable que celle qui devrait résulter du passage du métal en solution. Il y a donc une action de présence que l'on ne peut expliquer que par l'action due à la décomposition partielle, si faible qu'elle soit, de ces sels par l'eau. — MM. Ch. et G. Tanret, en hydrolysant par l'acide sulfurique étendu de la xanthorhammine, ont obtenu non pas du rhamnose pur, mais un mélange de 1 % de galactose et 2 % de rhamnose. Ces deux produits proviennent eux-mêmes de l'hydrolyse d'un polysaccharide encore à l'étude. — M. Labbé a constaté que les bisulfites alcalins se fixent sur les liaisons éthyléniques voisines d'autres fonctions que la fonction aldéhyde. La réaction marche à chaud. L'acide cinnamique donne ainsi le sel de sodium de l'acide hydrosulfocinnamique. Avec l'alcool cinnamique la réaction est beaucoup plus difficile; cependant, après huit à dix heures de chauffe, l'auteur aurait obtenu le composé :



Signalons encore : une note de M. Ph. Barbier : Sur le lémonal de l'essence de *Lippia citriodora*; une note de M. C. Lepierre : Sur l'action de l'aldéhyde formique sur les matières albuminoïdes. Transformation des peptones et albumoses en produits de régression albuminoïdes; une note de M. F. Chancel : Sur les cendres et la cellulose dans les *Posidonia caulini*; une note de M. Weisberg : Observations sur la solubilité de la chaux dans l'eau et dans les liquides sucrés; une note de M. Pierron : Sur la réduction électrolytique

des dérivés nitrés gras; une note de M. Nageli : Sur la préparation du diphénylméthylène aniline et sur la nitration à température élevée; une note de M. Duchemin : Sur les huiles d'acétone.

E. CHARON.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

T.-G. Bonney, V. P. R. S. : La roche-mère du diamant dans le sud de l'Afrique. — On sait que le diamant, découvert d'abord en 1867 dans des graviers du fleuve Orange, a été trouvé plus tard dans des dépôts particuliers, qui se présentent localement dans une région où la roche dominante est un schiste noir, intercalé de graviers durs ou associé à des roches ignées parentes du basalte. Ces dépôts constituent des surfaces rondes irrégulières, ressemblant d'une façon générale aux dômes volcaniques. La substance diamantifère, près de la surface, est meuble, jaunâtre, très décomposée; en profondeur, elle devient vert bleuâtre et plus dure. Elle possède un aspect bréchoïde; le ciment, finement granulaire, est composé en majeure partie de serpentine, puis d'un carbonate de chaux; il entoure des grains des minéraux suivants : olivine, enstatite, smaragdite, diopside chromifère, mica brun, grenat (surtout le pyrope), magnétite, chromite, ilménite, etc. Ces minéraux sont souvent accompagnés de fragments de roches, variables en quantité et en dimensions; ce sont quelquefois des morceaux des schistes noirs environnants; d'autres fois, ils sont grisâtres avec un aspect porcelainé, plus ou moins anguleux et bordés d'une teinte plus sombre. Des morceaux de roches cristallines ont été signalés, mais très rarement.

Quant à la genèse du diamant, les opinions varient. M. Lewis considère le ciment comme une forme porphyrique de la péridotite, une lave, maintenant serpentinisée, dans laquelle le diamant a été produit par l'action de la roche fondue sur une substance carbonifère. D'autres considèrent le ciment comme une vraie brèche, mais, parmi eux, les uns pensent que le diamant a été formé *in situ* par l'action de la vapeur ou de l'eau chaude, à une époque d'activité sulfatarique du volcan, tandis que les autres admettent que le diamant provient, comme les grenats, les pyroxènes, etc., d'une masse holo-cristalline profonde, amenée au jour par des explosions.

M. T.-G. Bonney a eu le privilège d'examiner récemment deux spécimens fort remarquables provenant des mines de Newland (West Griqualand). Les ouvriers de ces mines ont rencontré des masses rondes, en forme de noyaux, d'une roche cristalline plutôt grossière, garnies de grenats, et d'environ un pied de diamètre. Ces masses présentent quelques petits diamants à la surface; à l'intérieur, elles en contiennent d'autres. Un examen attentif a montré que ces roches ne sont pas une concrétion de la « roche bleue » (*blue ground*), mais qu'elles sont de nature holo-cristalline et parentes des éclogites. Un fragment pulvérisé de ces masses présente les mêmes caractères que le ciment pulvérisé de la « roche bleue ». Il semble donc que le diamant se trouve à l'origine associé au grenat dans des roches voisines des éclogites, lesquelles se décomposent ensuite pour former les couches diamantifères. L'auteur s'est livré à une étude détaillée de ces roches.

I. Galets d'éclogites contenant des diamants. — Le premier spécimen examiné est un fragment d'un noyau

ellipsoïdal, provenant probablement du roulage d'un bloc rectangulaire. La roche est à grains grossiers et composée apparemment de deux minéraux verts, l'un plus foncé que l'autre, et de grenats rouges de dimensions variables, dont plusieurs sont saillies. A la surface, on aperçoit dix diamants, de forme octaédrique, incolores et très brillants; ils sont implantés dans la partie verte. Examinée au microscope, en coupes minces, la roche présente les caractères suivants : Le grenat est généralement clair, avec des fissures fréquentes et irrégulières. Il est enveloppé d'une pellicule, plus épaisse vers l'extérieur. Dans ce dernier cas, elle est brune et plus cristalline et correspond à un mica du groupe de la biotite; vers l'intérieur, elle est verte et sous forme d'agrégat. L'auteur considère cette enveloppe comme due à la décomposition; c'est une forme de l'anneau de kélyphite, quelquefois un mica, quelquefois une chlorite, peut-être les deux, associés avec un peu de hornblende. Le second minéral important est le diopside chromifère (omphacite ou sahlite). Il se présente en plages vert pâle, avec deux clivages à angle droit, dont l'un est très marqué (clinopinacoïde). Sur ses bords et le long des fissures, le diopside se transforme souvent en un autre minéral, moins granuleux et même fibreux, qui offre quelques caractères de la hornblende. D'autre part, il renferme quelques inclusions d'olivine

ferrière. En résumé, cet échantillon de roche à l'état inaltéré est un mélange holo-cristallin grossier de grenat et de diopside chromifère, renfermant un peu d'olivine; en un mot, c'est une variété d'éclogite d'origine ignée.

Un deuxième spécimen examiné présente des caractères analogues au précédent. Sur la surface extérieure, près du point de rencontre de deux fractures, se trouve un diamant (fig. 2). D'un côté, il est fixé à un grenat pyrope, dont la surface adjacente est incurvée; il en est séparé par la bande verte de kélyphite. En coupe mince, les grenats présentent des traces de clivage parallèles; cette structure indique la pression. Les anneaux de kélyphite sont peut-être un peu plus larges, et le mica brun y passe à un minéral vert. Mais il n'y a pas de différence réelle avec l'éclogite.

II. Galets d'éclogite sans diamants. — M. Bonney a examiné quelques fragments de galets d'éclogite, présentant tous les caractères des précédents, mais ne renfermant aucun diamant. Plusieurs offrent, par contre, des particularités remarquables. L'un d'eux, déjà assez décomposé, semble, à l'œil nu, constitué par trois minéraux : du grenat, un peu plus pâle que dans les précédentes roches; un pyroxène vert émeraude, et un minéral jaunâtre ou verdâtre, en plaques ou fibreux, qui paraît être un second pyroxène plus altéré. En coupe mince, le grenat montre des clivages parallèles et des inclusions microolithiques d'un minéral prismatique; le premier pyroxène ne diffère pas sensiblement du diopside déjà décrit. Le troisième minéral est une enstatite altérée. En même temps, un quatrième constituant, très rare, apparaît : c'est un mica brun pâle, peut-être de la phlogopite. La présence de l'enstatite distingue cette roche de toutes les précédentes, en la rapprochant des eulysites à olivine. On pourrait en faire un type

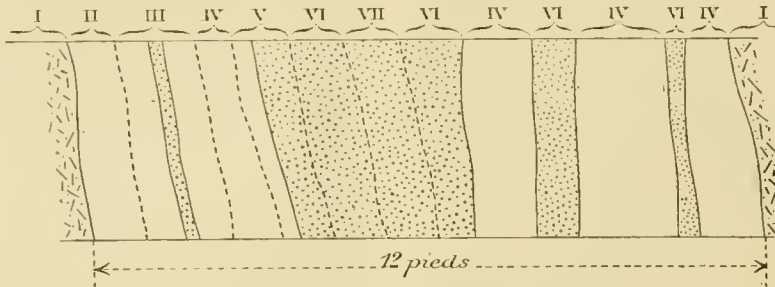


Fig. 1. — Coupe d'une cheminée diamantifère.

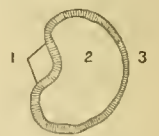


Fig. 2. — Fragment d'un galet d'éclogite. — 1, diamant; 2, grenat; 3, enveloppe de kélyphite.

nouveau, appelé *newlandite*; mais l'auteur préfère la rattacher aux *éclogites*, sous le nom d'*éclogite à enstatite*.

Un second spécimen de roche, trouvé dans l'étage jaune, est beaucoup plus décomposé, mais il offre néanmoins les mêmes constituants que le spécimen précédent.

Un troisième fragment de roche sans diamant offre un contour très irrégulier dû à la fracture de son principal constituant, un minéral semblable au diallage. Les cristaux de ce dernier sont gros, d'une couleur gris vert, à éclat submétallique, avec un clivage dominant et des clivages secondaires qui lui donnent un aspect fibreux. La roche renferme de nombreux petits grenats, mal définis. La nature de la roche empêchant d'en faire de bonnes coupes minces, l'auteur a détaché quelques plages de son constituant principal qu'il a examinées au microscope. Ce minéral appartient au groupe de la *bastite*. La roche serait donc une *bastite à grenats*.

III. *La roche bleue et les roches associées*. — L'exploitation diamantifère où ont été recueillies la plupart des roches décrites précédemment a une forme très exceptionnelle. La surface peut être comparée à un triangle aux angles arrondis, contre la base duquel est appuyée l'extrémité d'une navette plutôt courte; à une profondeur de 300 pieds, le triangle se resserre et la navette se termine en pointe. La roche bleue semble donc remplir une fissure, s'élargissant en deux endroits, et au travers de laquelle on peut faire une coupe comme celle de la figure 1.

Des deux côtés se trouve une roche ignée, compacte, appartenant au type des *diabases*, un peu *feldspathiques*. Entre les deux murs de *diabase*, un intervalle d'environ 12 pieds de largeur, est rempli par des couches alternées de « roche bleue » et de terrain meuble; les couches centrales sont les moins altérées. Les bandes V, VI et VII ont été examinées; la couche VII ressemble, comme texture, couleur et dureté, à une *serpentine* de *Cornouailles*; elle présente des taches rondes plus sombres, d'autres jaunâtres. La couche VI est analogue, mais plus décomposée. La couche V a un aspect stratifié, avec des bandes sombres *carbonifères*. La couche III est une couche meuble traversée par une veine d'étage bleu décomposée. La couche II, près du *diabase*, est une roche compacte, un peu *bigarrée*, ressemblant à la roche bleue, traversée par des veines de *carbonate*; la couche IV, du côté opposé, est analogue.

En coupe mince, le magma se trouve composé d'un mélange variable de grains de *calcite* ou de *dolomite*, de *serpentine*, de *pyroxène* et d'*oxydes* de fer, au milieu desquels on aperçoit des plages d'un mica brun; ce mica est un produit secondaire. Dans les couches épaisses, on trouve des grains et des fragments de roche; les premiers sont un mélange de deux minéraux fibreux: de l'*actinolite* et de la *serpentine*; ce fait et certaines structures caractéristiques conduisent à supposer qu'ils sont un produit d'altération du *diopside*. Dans les couches minces, les grains sont composés en partie d'un minéral fibreux comme ci-dessus, en partie d'un minéral clair, ressemblant au *quartz*. Les fragments de roche sont rares dans la couche VII; dans la couche VI, ils sont plus communs; ce sont surtout des *diabases*, dont plusieurs à structure *ophitique*; dans la couche V, il y a plus de *carbonates*. La veine de la couche III contient peu de fragments, généralement très altérés. Les couches II et IV sont à peu près semblables; la dernière contient quelques morceaux de *diabase* et d'un grès cristallin. Les veines sont remplies de *calcite* et d'autres minéraux secondaires, et bordées d'une mince couche d'un minéral micacé. Ces deux couches attestent des changements *minéralogiques* semblables à ceux produits par le passage de l'eau chaude.

M. Bonney a étudié d'autres fragments de roches sédimentaires situées au voisinage de la mine de diamants. Plusieurs contenaient des fragments de roches

ignées: *diabases*, *trachytes*, *andésite*, à un état de décomposition plus ou moins avancé.

IV. *Conclusion*. — La conclusion générale du travail de l'auteur est que le diamant accompagne une roche ignée. L'étage bleu n'est pas son lieu de naissance, non plus que celui des *grenats*, des *pyroxènes*, de l'*olivine* ou autres minéraux plus ou moins fragmentés qui l'entourent. Le diamant est un constituant de l'*éclogite*, comme le *zircon* peut être un constituant du granite ou de la *syénite*. Sa forme régulière montre qu'il a été le premier à cristalliser. Mais une difficulté se présente: le diamant n'a été trouvé jusqu'ici que dans le fer météorique; c'est le même métal qui a permis à M. Moissan et à d'autres de le préparer artificiellement. On a bien signalé le diamant dans des roches à forte teneur en silice (*itacolunité*, granite, etc.), mais cette indication a besoin d'être confirmée. Or, quoique l'*éclogite* ait une teneur en silice à peine aussi élevée que la *dolérite*, il est difficile de comprendre comment une si petite quantité de carbone a échappé à l'*oxydation*. L'auteur avait toujours pensé qu'une *péridotite* ou un magma encore plus basique, pouvait être le lieu d'origine du diamant. Le diamant a-t-il cristallisé dans ce milieu basique, lequel, encore fondu, a été injecté d'un magma plus acide, pour former l'*éclogite*. M. Bonney ne fait qu'indiquer la difficulté sans la résoudre; mais le fait en lui-même est indiscutable: le diamant existe, quoique plutôt sporadiquement, comme constituant de l'*éclogite*, laquelle roche doit être considérée comme son lieu de naissance.

Cette découverte met fin à une autre controverse, concernant la nature du « bleu dur » des mineurs (*Kimberlite* du prof. Lewis), dans lequel on trouve généralement le diamant. Les galets décrits dans le présent mémoire ont été roulés par l'eau; ils doivent provenir d'un *conglomérat* grossier, formés par l'action d'un fort courant ou des vagues d'un lac sur des fragments de roches cristallines plus anciennes. Les résidus minéraux du lavage de la roche bleue sont également constitués par des fragments roulés. La présence de ces derniers, en grande abondance, montre que la roche bleue est une vraie brèche, produite par la destruction de roches variées. Le nom de *Kimberlite* doit donc disparaître de la liste des *péridotites*, et même de la littérature *pétrologique*, à moins qu'il ne soit conservé pour désigner ce type remarquable de brèche.

Les galets décrits ci-dessus se trouvent probablement à la base de la série sédimentaire, à proximité du fondement cristallin. Les couches du Karoo, dans le sud de l'Afrique, sont soutenues à plusieurs endroits par un grossier *conglomérat*, très épais et très étendu, le *conglomérat* de *Dwyka*, qu'on suppose appartenir à l'âge permien ou *permo-carbonifère*. Il s'étend au-dessous des couches du Karoo non loin du district des diamants, et il se trouve aussi probablement au-dessous de ce dernier. Si c'est ce dépôt qui a fourni les galets d'*éclogite*, la date de la genèse du diamant doit être reculée au moins aux âges paléozoïques, et peut-être à une aire plus lointaine encore de l'histoire de notre Terre.

II. G. Plimmer: Note préliminaire sur certains organismes isolés du cancer et leurs effets pathogéniques sur les animaux. — L'auteur a étudié pendant les six dernières années les inclusions cellulaires¹ observées dans le cancer. Pour cela, il n'a pas examiné moins de 1.278 cancers d'organes divers. Parmi ce très grand nombre, il n'y en a eu que 9 présentant des inclusions cellulaires excessivement nombreuses, de telle façon que, sur le bord de croissance et même à l'intérieur de la tumeur, il y eut à peine une cellule sans inclusions, et que plusieurs cellules en renfer-

¹ M. Plimmer entend par inclusions cellulaires ces corps, trouvés dans les cellules cancéreuses, qui ne peuvent être considérés comme un produit de dégénérescence et qui ne constituent pas non plus une partie de la cellule.

maient jusqu'à 36. Ces corps sont similaires à ceux que Metschnikoff, Ruffer, d'autres et l'auteur lui-même ont considérés et décrits comme des parasites, ayant une relation de cause avec la maladie. M. Plimmer a réussi à isoler d'un de ces cancers un organisme, qui est pathogène, d'une manière particulière, pour certains animaux, et dont la virulence peut être conservée intacte pendant plusieurs mois.

Les seuls essais importants de reproduction expérimentale des tumeurs cancéreuses, chez les animaux, sont dus à Sanfelice et à Roncali. Sanfelice a produit des tumeurs chez les animaux avec des organismes qu'il isolait d'infusions de fruits variés; lui et Roncali ont aussi isolé des organismes du cancer. Mais l'organisme de Sanfelice semble très difficile à isoler du cancer humain à l'état virulent et à conserver de même. Aussi ce savant s'est-il borné à étudier l'effet, sur les animaux, des organismes dérivés des infusions de fruit. Plusieurs pathologistes allemands mettent en doute les résultats de Sanfelice; l'auteur lui accorde, au contraire, le plus grand crédit pour avoir, le premier, fait passer l'étude de l'étiologie du cancer du terrain histologique sur le terrain expérimental.

Le cancer, avec lequel l'auteur a fait ses expériences, avait été enlevé à la poitrine d'une femme de trente-cinq ans; il n'avait que deux mois de formation et était encore en état de croissance rapide au moment de l'opération. Immédiatement après l'enlèvement, en examinant une raclure fraîche, on constate une quantité extraordinaire d'inclusions dans les cellules. L'auteur coupa des tranches minces de la tumeur et les plaça avec un peu du liquide exprimé de la surface coupée dans une bouteille contenant le liquide suivant, soigneusement stérilisé : une infusion de cancer préparée comme le bouillon de bœuf ordinaire, et additionnée, après neutralisation, de 2 % de glucose et 1 % d'acide tartrique. Ce milieu empêchait la croissance d'autres bactéries. Comme, dans l'organisme, les corps sont placés à l'abri de l'air, on fit le vide dans les bouteilles, on y passa de l'hydrogène et on les scella. Par ces moyens, on conserve la virulence; les cultures sont aujourd'hui aussi actives qu'il y a quatre mois.

L'organisme, qui se développe au bout de trois à cinq jours dans les cultures, est apparemment un saccharomyces; mais, d'après certains auteurs, les Saccharomyces ne seraient que des stades de développement de champignons appartenant aux Phyco, Asco ou Basidiomycètes. On soutient même que, pour plusieurs champignons à mycélium, des organes simples, comme les conidies, peuvent croître sous la forme saccharomyces dans certains milieux nutritifs. Il faut donc renoncer pour l'instant à classer l'organisme de la culture. Sanfelice et Roncali ont rangé les organismes qu'ils ont isolés dans les Blastomyces.

Quand ils croissent dans le milieu décrit, les organismes produisent un trouble, qui devient visible au bout de quarante-huit heures et s'accroît jusqu'au sixième jour. La culture tombe alors au fond et le milieu devient clair; il ne se forme ni écume, ni pellicule. Poussant sur le même milieu solidifié avec de l'agar, les organismes produisent de petites colonies rondes, séparées, d'abord blanches, puis jaunes. La gélatine n'est pas liquéfiée, et la culture sur ce milieu n'est jamais belle. Sur la pomme de terre, il se forme une couche blanche épaisse, qui recouvre en deux semaines toute la surface en devenant d'un jaune brunâtre. Les organismes peuvent croître aérobiquement, mais jamais bien, et ils perdent rapidement leur virulence.

Microscopiquement, ce sont des corps ronds, croissant fréquemment en bouquets, avec une portion centrale qui se colore fortement et, dans la plupart des

cas, une capsule mince, très réfractile, généralement à double contour. Le diamètre varie de 0,004 millimètre à 0,04 millimètre. La reproduction paraît se faire par bourgeonnement. Ces corps correspondent morphologiquement à ceux trouvés dans la tumeur originale et aussi à ceux décrits par Ruffer et d'autres ayant étudié le cancer au microscope.

Les résultats de l'infection expérimentale par les organismes cultivés peuvent se résumer comme suit :

A) *Résultats négatifs*. 1° Des lapins ayant reçu des inoculations intra-veineuses et intra-péritonéales, et des lapins et des cobayes ayant reçu des inoculations sous-cutanées sont morts dans un délai variant de 15 jours à 14 semaines sans lésions.

2° D'autres animaux sont morts sans lésions visibles, mais on a pu faire des cultures pures de l'organisme avec quelques-uns de leurs organes; ce sont des lapins ayant subi la trépanation et chez lesquels les organismes avaient été placés sous la dure-mère. Après la mort, les organismes se trouvent dans le cerveau, la colonne vertébrale et les viscères.

3° Des lapins, ayant reçu une inoculation dans la cornée, présentent de vrais néoplasmes. Il y a une prolifération considérable de l'épithélium cornéen, dans toutes les directions à partir du point d'inoculation, soit intérieurement, soit entre les couches fibreuses du tissu cornéen. Les organismes se trouvent dans les cellules épithéliales.

B) *Résultats positifs*. 4° Les animaux meurent avec la production de nouvelles croissances; c'est le cas pour les cobayes avec inoculations intra-péritonéales. La mort arrive du 13^e au 20^e jour; le foie, les poumons et le péritoine sont remplis de nouvelles tumeurs de couleur blanche et de nature endothéliale. On peut en faire des cultures pures.

En résumé, on peut produire expérimentalement des tumeurs malignes chez les animaux par des organismes isolés d'une tumeur maligne de l'homme. Ces tumeurs expérimentales sont, à une exception près, d'origine endothéliale; cela provient du fait qu'il est difficile de mettre en contact les organismes avec l'épithélium; toutes les méthodes d'inoculation ci-dessus, excepté une, conduisent à des surfaces endothéliales. L'expérience sur la cornée est la seule dans laquelle une surface épithéliale ait été utilisée; dans ce cas, la grande prolifération de l'épithélium, l'apparence des organismes dans les cellules et l'irritation produite sont très frappantes.

De ces observations et de ces expériences, on peut conclure ce qui suit :

1° Il y a certains cancers, qui se présentent très rarement, dans lesquels existent un nombre considérable de corps intracellulaires du genre décrits par Ruffer et l'auteur. (De la rareté de ces cas et de leur marche relativement rapide, on pourrait déduire qu'ils ne sont pas dus à la même cause que le cancer ordinaire; mais il n'y a certainement pas plus de différence entre eux et les cancers ordinaires qu'entre les tuberculoses aiguës et chroniques.)

2° Les corps intracellulaires peuvent être isolés et cultivés en dehors de l'organisme humain ou animal.

3° Les cultures, introduites chez certains animaux, peuvent causer la mort avec production de tumeurs; celles-ci, à l'exception des croissances cornéennes, sont d'origine endothéliale. Des cultures pures peuvent être faites à partir de ces tumeurs, et, inoculées à d'autres animaux, reproduire des tumeurs semblables.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

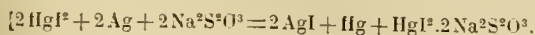
§ 1. — Chimie photographique

Emploi de l'iodure mercurique comme renforçateur des clichés photographiques.

— L'emploi de l'iodure mercurique comme renforçateur direct des phototypes aux sels d'argent a été signalé depuis longtemps. On le dissout, pour cela, dans l'hyposulfite de soude, dans la proportion d'une molécule d'iodure pour deux d'hyposulfite. L'intensification des clichés a non seulement lieu avec une grande énergie et peut être à volonté modérée par l'addition d'eau, mais encore on peut suivre directement le renforcement de l'image en l'examinant par transparence, ce qui n'est pas le cas dans l'emploi du renforçateur ordinaire au bichlorure de mercure, qui nécessite un deuxième bain d'ammoniaque pour ramener l'image à sa couleur et à son intensité finales.

Cette méthode de renforcement n'a cependant pas pu se généraliser jusqu'ici, car elle présente un inconvénient capital : les images renforcées manquent de stabilité; elles jaunissent à la longue et diminuent peu à peu d'intensité. MM. Lumière frères et Seyewetz se sont proposé de remédier à cet inconvénient. Pour cela, ils ont établi d'abord la théorie des opérations de renforcement.

L'hypothèse qui leur a paru la plus plausible entre beaucoup d'autres, c'est que la dissolution de l'iodure mercurique dans l'hyposulfite de soude a lieu par suite de la formation d'un sel double $HgI^2 + 2Na^2S^2O^3$. Sous l'influence de l'argent du cliché, l'iodure mercurique est réduit à l'état d'iodure mercurieux en même temps qu'il se forme de l'iodure d'argent; dans une seconde phase, l'iodure mercurieux, en présence de l'hyposulfite de soude, se décomposerait en mercure métallique et en iodure mercurique, qui se redissoudrait dans l'hyposulfite. La réaction totale serait exprimée par la formule :



L'intensification du cliché serait donc due au mélange de mercure et d'iodure d'argent qui prennent naissance dans la réaction. L'altération de l'image se pro-

duit lorsqu'on laisse à l'air les clichés renforcés, mais on peut l'obtenir beaucoup plus rapidement en plongeant ceux-ci dans l'eau pendant quelques heures. On en déduit que, sous l'influence de l'humidité et de l'oxygène, le mercure, en s'oxydant, forme, avec l'iodure d'argent, une combinaison, de couleur jaune, qui est peut-être HgO, AgI . Les réactions que l'on peut effectuer sur la plaque altérée confirment pleinement cette hypothèse.

Pour empêcher cette combinaison de se former, MM. Lumière frères et Seyewetz ont pensé à transformer l'iodure d'argent en argent métallique; ils y sont arrivés très facilement par l'emploi d'un des réducteurs photographiques ordinaires. Mais, en même temps, ils s'apercevaient que l'hyposulfite de soude peut être remplacé avantageusement par le sulfite de soude pour dissoudre l'iodure mercurique. Voici donc le nouveau procédé qu'ils proposent pour le renforcement des clichés par l'iodure mercurique, sans altération ultérieure possible.

Le sulfite de soude peut être employé en quantité quelconque par rapport à l'iodure, sans que le mélange perde ses propriétés renforçatrices. Cependant, on obtient les meilleurs résultats en se servant de 1 gr. d'iodure pour 10 gr. de sulfite dans 100 gr. d'eau. Plongée dans ce bain, l'image s'intensifie graduellement en prenant une teinte brun foncé. On peut suivre pas à pas les progrès du renforcement et l'arrêter au point voulu. L'opération peut avoir lieu directement après le fixage du cliché, un lavage sommaire étant suffisant. L'image obtenue est altérable et prend, dans la suite, une coloration jaune verdâtre identique à celle du procédé à l'hyposulfite et due probablement aux mêmes causes. On évitera complètement cette altération de l'image en la plongeant, au sortir du renforçateur, après un lavage sommaire, dans un des réducteurs de l'iodure d'argent : développeurs au paramidophénol, au diamidophénol, à l'hydramine, à l'acide pyrogallique, à l'hydroquinone, etc... Dans ces conditions, on arrive à transformer intégralement l'iodure d'argent en argent métallique et il ne reste plus d'iodure dans l'image. On peut alors conserver indéfiniment l'épreuve sans qu'aucun jaunissement se

produise. Des épreuves déjà altérées peuvent toujours être réduites par le bain développateur, en prolongeant l'action de ce dernier pendant un temps suffisant.

L'image renforcée peut être affaiblie de nouveau au moyen d'une solution d'hyposulfite de soude, qui dissout une partie de l'iodure d'argent. Cet affaiblissement ne peut évidemment être obtenu qu'avant la réduction de l'iodure d'argent par le développateur final.

On peut constituer d'autres renforçateurs à l'iodure mercurique, en le dissolvant dans des substances comme l'iodure de potassium, les chlorures d'ammonium, de sodium ou de potassium. Mais le renforçateur au sulfite de soude est encore celui qui présente les plus grands avantages et donne les meilleurs résultats.

§ 2. — Electro-métallurgie

Le four électrique Stassano pour l'obtention directe du fer et de l'acier. — Les applications de l'électricité à la Métallurgie sont à l'ordre du

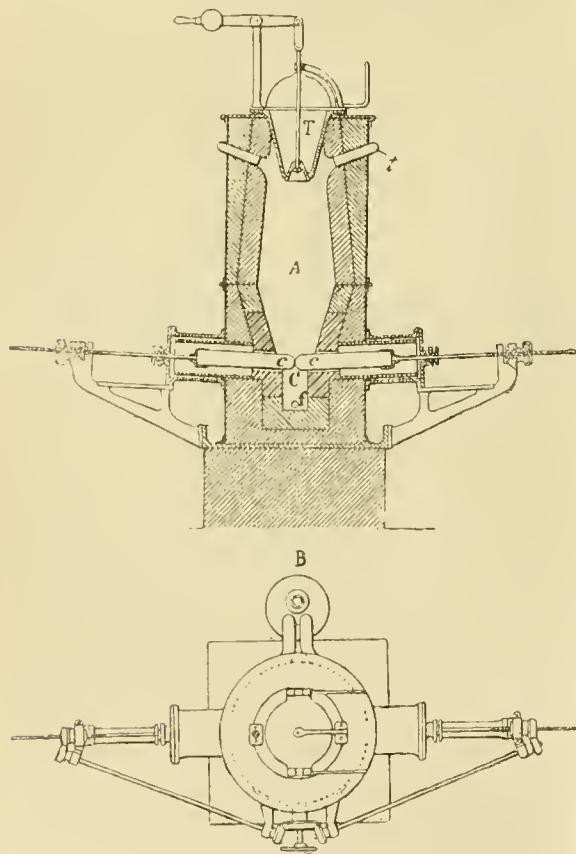


Fig. 1. — Élévation et coupe du four électrique Stassano. — A, chambre; B, soupape hydraulique; C, creuset; c, c, électrodes de charbon; l, l, prises du four; T, trémie.

jour : le prochain Congrès international des Mines et de la Métallurgie, qui se réunira à Paris du 18 au 23 juin 1900, traitera de la question. Les lecteurs de la *Revue générale des Sciences* doivent donc être mis au courant de tous les travaux ou essais qui s'y rapportent. C'est à ce point de vue que nous leur signalons le procédé proposé par un capitaine d'artillerie italien, M. Stassano, en vue de produire du fer et de l'acier au four électrique, en utilisant la chaleur de l'arc pour réduire les oxydes de fer et fondre la masse métallique qui résulte de l'opération. Les essais de ce pro-

cédé viennent d'avoir lieu à Rome et ont, paraît-il, donné plein succès.

Le four électrique employé a sensiblement la forme, en réduction, d'un haut fourneau ordinaire. Il se compose de deux troncs de cône juxtaposés par leur grande base et constituant la chambre A (fig. 1), où le minerai est réduit et se fond. Le métal fondu se rassemble dans le creuset C faisant suite au tronc de cône inférieur et s'écoule par le trou f. A la hauteur de l'ouvrage sont placées les deux électrodes en charbon cc, cylindres de 0^m,10 de diamètre et de 1 mètre de longueur, dont l'écartement est réglé au moyen d'un appareil actionné à la main, d'après les indications du voltmètre et de l'ampèremètre. Le laitier est extrait par un trou spécial pratiqué dans la partie supérieure du creuset, tandis que les gaz produits par les réactions s'élèvent dans la cuve, concourant ainsi à la réduction, et s'échappent par les prises ll du four.

Ces conduites peuvent être isolées de l'intérieur du fourneau par une soupape hydraulique B, afin d'éviter les rentrées d'air au moment de l'ouverture du gueulard : celui-ci est fermé par un appareil à trémie T, qui sert à l'introduction des charges.

Dans le procédé Stassano, il faut faire subir aux matières à réduire une préparation préalable. Les minerais de fer que l'on a à traiter sont des oxydes ou des carbonates, ces derniers après grillage. Ils sont d'abord finement pulvérisés et, autant que possible, séparés de leur gangue et enrichis par des procédés magnétiques ou autres. Alors, l'analyse permet de déterminer exactement les proportions de charbon, de chaux ou de silice nécessaires pour réduire le mélange, scorifier les gangues pendant la suite des opérations et obtenir un métal d'une composition donnée. Toutes ces matières sont, comme le minerai, réduites en poudre et intimement mélangées avec lui et avec 5 à 10 % de goudron agglomérant. Puis, la pâte résultante est soumise à une pression hydraulique de 2 à 300 kilos par centimètre carré et transformée dans un moulin à cannelures spéciales en briquettes de 0,04³ environ. Après séchage, ces briquettes sont chargées au four électrique. Lorsqu'il s'agit de préparer des alliages de fer contenant du manganèse, du nickel, du chrome, du tungstène, du molybdène, etc., on mélange au minerai l'oxyde des métaux en question. A la chaleur intense de l'arc (3.500°), les oxydes métalliques sont décomposés et forment, en présence du carbone, de l'acide carbonique qui, lui-même, est bientôt ramené à l'état d'oxyde de carbone combustible.

D'après *The Iron and Coal Trades Review*, à qui nous empruntons ces renseignements, l'énergie nécessaire pour la production de la tonne de métal est de 3.000 chevaux-heures. Voici par quelles considérations M. Stassano arrive à ce chiffre :

	HÉMATITE rouge Fe ² O ³	MAGNÉTIQUE ou carbonate grillé Fe ³ O ⁴
Quantité théorique de minerai pour produire 1 tonne de métal . . .	1.429 kil.	1.380 kil.
Quantité théorique de combustible pour produire 1 tonne de métal.	357 —	317 —
Chaleur nécessaire pour la réduction du métal.	1.797 cal.	1.600 cal.
Chaleur nécessaire pour la fusion du métal.	400 —	400 —
Chaleur développée par la transformation de C en CO	773 cal.	686 cal.
Chaleur restant à fournir pour obtenir les réactions	1.334 cal.	1.314 cal.
Puissance électrique en chevaux-heures	2.100 ch.	2.070 ch.
Quantité de CO produite par tonne de métal.	750 kil.	666 kil.
Quantité de chaleur en résultant .	1.826 cal.	1.622 cal.

Pour la réduction de Fe³O⁴, par exemple, il faut $\frac{1380 \times 48}{232} = 285$ kilos de C, soit 317 kilos de combustible contenant 90 % de C. S'il s'agit de produire

de l'acier, un peu plus de C est nécessaire, mais on peut remarquer qu'il n'est pas tenu compte du carbone contenu dans le goudron employé pour agglomérer les briquettes. Or, il faut 1.600 calories pour réduire les 1.000 kilos de métal de Fe^3O^4 et 400 calories pour fondre la masse résultante, soit au total 2.000 calories. En en déduisant la quantité de chaleur que développe l'oxydation du C, soit 686 calories, il reste 1.314 calories, qui doivent être fournies par l'énergie électrique et correspondent à 2.070 chevaux-heures, soit à $\frac{2070 \times 100}{75} = 2.760$ chevaux-heures effectifs, si

l'on évalue le rendement du four à 75 %. Les 3.000 chevaux-heures, dont on a parlé, paraissent donc suffisants dans tous les cas. Le prix de ces 3.000 chevaux serait de 18 *liras* seulement et, malgré le coût des opérations préliminaires, c'est-à-dire de la préparation des briquettes, dont on n'a pas à tenir compte dans le procédé ordinaire, malgré l'entretien du four et des électrodes, qui doit être certainement considérable, la très grande économie réalisée sur la fusion permettrait d'arriver à un prix de revient final très inférieur pour la production de la tonne de fer en barre, puisque, d'après l'auteur, celle-ci ne coûterait que 100 *liras* contre 160 *liras*. Ajoutons que, pour expliquer un tel écart, on fait intervenir aussi l'emploi de l'oxyde de carbone recueilli, qui peut être immédiatement utilisé au chauffage des fours de laminoir. Dans le cas du traitement de Fe^3O^4 , 666 kilos de CO se dégageraient, dont la combustion produirait 1.622 calories : ce chiffre dépasse celui des calories nécessaires pour les réactions (1.314 calories), par suite de la plus grande affinité de l'oxygène pour le carbone que pour le fer. Il s'ensuit donc que les éléments mis en présence passent dans une combinaison plus stable.

Les minerais italiens sont des hématites, magnétites et sphérosidérites. On trouve des hématites rouges et du fer oligiste dans l'île d'Elbe, du fer magnétique dans le val d'Aoste, dans le district d'Ivrea et au cap Calamite ; enfin des dépôts étendus de sphérosidérites existent dans la vallée de Camonica et dans le val Trompio (provinces de Brescia et de Bergame), où de nombreuses stations avec force hydraulique peuvent être installées économiquement. Un four d'essai de 100 chevaux de puissance a été établi à Rome pour traiter des minerais de Camonica : l'énergie était fournie par deux dynamos de 300 chevaux et le potentiel réduit par des transformateurs à 50 ou 60 volts. Après avoir fait passer le courant à vide pendant vingt minutes, on introduisit la charge graduellement et on la traita durant trente-cinq minutes ; de temps à autre, l'intensité du courant variait par suite de la résistance rencontrée par le passage de l'arc au travers du minerai. On obtint ainsi une scorie très fluide et 8 kilos de métal qui contenait 1,02 de manganèse et 2,06 de carbone. Ces teneurs élevées s'expliquaient, d'une part, par la forte proportion de manganèse des minerais de Camonica, et, d'autre part, par la détérioration des électrodes et du garnissage du creuset qui était en graphite. L'énergie dépensée était de 2,70 chevaux-heures par kilo de métal.

A la suite de quelques essais préliminaires, on se décida à incliner les électrodes pour faciliter le dégagement du métal fondu, à changer les supports qui, jusque-là, étaient en cuivre et fondaient trop facilement, enfin à remplacer dans le garnissage du creuset le graphite par de la magnésie. Les nombreux essais effectués dans ces conditions semblent avoir suffisamment convaincu les intéressés, puisqu'une société s'est formée pour l'exploitation du procédé et l'installation prochaine, dans la vallée de Camonica, de trois fours continus de 500 chevaux chacun, dont la production globale annuelle est évaluée à 4.000 tonnes.

Il est regrettable que les renseignements donnés sur le procédé soient trop vagues pour permettre de faire des comparaisons et de discuter, point par point, les éléments du prix de revient des produits obtenus.

On admettra difficilement que, pour la fabrication du fer ordinaire, l'emploi du four électrique soit plus économique que la mise en usage des procédés connus avec tous leurs perfectionnements. Il n'en est pas moins vrai que le procédé Stassano présente un certain intérêt pour le traitement des minerais où le fer est allié à d'autres métaux plus réfractaires et l'obtention de fers ou aciers spéciaux, notamment dans les pays où le combustible est cher et où la force hydraulique peut être utilisée sur une large échelle et à des prix très bas.

Emile Demenge,
Ancien élève de l'École Polytechnique.

§ 3. — Sciences médicales

L'Institut bactériologique de Constantinople. — Plusieurs personnes, parmi celles qui ont pris part à la récente croisade de la *Revue* à Constantinople, en Crimée et au Caucase, ayant visité l'Institut bactériologique de Constantinople, nous nous sommes, pour la circonstance, enquis de l'origine, de l'état actuel et des besoins de cet Etablissement. Nos lecteurs prendront sans doute intérêt aux renseignements recueillis à ce sujet.

1. *Historique.* — Le choléra ayant éclaté à Constantinople en août 1893, le Sultan s'adressa à Pasteur pour lui demander d'envoyer d'urgence un de ses élèves, afin de diriger les mesures sanitaires. Le Dr Chantemesse, désigné, se rendit à Constantinople, mena à bonne fin la tâche qui lui était confiée et fit ressortir la nécessité de créer un Institut bactériologique. Le Sultan approuva pleinement cette idée et accepta la candidature du Dr Nicolle, proposée par le Dr Chantemesse et appuyée par Pasteur. Le Dr Nicolle arriva en Turquie en novembre et se mit à l'œuvre. En attendant la construction d'un Laboratoire, dans l'enceinte de l'École de Médecine, il s'occupa de faire l'analyse des eaux et d'examiner les cas de choléra, qui se prolongèrent à l'état discret pendant longtemps encore. Le Laboratoire fut construit très lentement ; jusque à la fin de 1894, une installation des plus sommaires, dans le Service de Chimie de l'École de Médecine, dut suffire aux besoins urgents.

Le Laboratoire, une fois édifié, servit aux analyses et à l'enseignement. Bientôt il se trouva trop petit et, en 1895, l'Institut actuel fut installé dans une maison située à Nichan-Tach. La préparation du sérum antidiptérique fut en même temps confiée au Dr Nicolle. Depuis 1897, les études sur la peste bovine et la fabrication du sérum antipestique (dirigée contre cette affection) sont venues s'ajouter aux travaux habituels. Récemment, le Service antirabique vient d'être transféré dans l'Institut de Nichan-Tach. Enfin, d'autres applications bactériologiques sont imminentes, si bien que, dès aujourd'hui, l'Institut ne peut plus convenir aux nécessités des divers services. La création d'un vaste Institut s'impose d'urgence, si l'on veut éviter la perte d'un temps précieux.

2. *Services que rend l'Institut bactériologique.* — L'Institut fournit l'enseignement technique et pratique aux médecins et vétérinaires (militaires et civils). Les cours se font par séries, comme ceux de l'Institut Pasteur de Paris. Un Chef des travaux pratiques, assisté de deux préparateurs, dirige la préparation des leçons et les manipulations des élèves. L'enseignement est donné en français, langue familière aux médecins et aux vétérinaires. Grâce à l'application des élèves, les résultats n'ont jamais laissé à désirer. Malheureusement, — sans qu'on en connaisse bien la raison, — les médecins militaires n'ont pas été envoyés depuis deux ans à l'Institut ; c'est là un desideratum des plus regrettables.

Le Laboratoire est chargé des analyses médicales et vétérinaires, publiques et privées. Il prépare aussi, avon-nous dit, le sérum antidiptérique, dont l'emploi est absolument général dans l'Empire ottoman ; les résultats obtenus ont toujours été parfaits. Le sérum est

envoyé dans tous les vilayets sur la demande écrite ou télégraphique des Gouverneurs. Ceux-ci ont soin d'indiquer le nombre des doses gratuites et payantes qu'ils désirent. L'Institut a fait construire un modèle spécial de seringue, entièrement métallique, pour la sérothérapie. Ce modèle a rendu de grands services, surtout dans les régions éloignées du centre de l'Empire, où la perte des corps de pompe ordinaires (en verre) rendrait à chaque instant toute inoculation impossible.

Le Laboratoire prépare en grand le sérum antipestique (peste bovine). Ce sérum est livré au Ministère de l'Agriculture, qui en confie l'application à son personnel vétérinaire (personnel ayant fait un stage à l'Institut). Les résultats de la sérothérapie antipestique ont été des plus satisfaisants, soit préventivement, soit curativement. La peste bovine constitue une des plaies de l'agriculture en Turquie et les populations des campagnes ont accueilli avec reconnaissance la nouvelle application bactériologique. Cette reconnaissance se traduit constamment par des télégrammes de remerciements adressés au Sultan. Rien de plus naturel, si l'on songe que, parfois, dans un seul district, plus de 30.000 têtes de bétail étaient enlevées en deux à trois semaines. La sérothérapie antipestique est un exemple frappant des services que peut rendre le Laboratoire et qu'il rendra lorsque son extension aura été décidée.

Le Service de la rage, jadis confié à l'École de Médecine, vient d'être rattaché à l'Institut. Par iradé du Sultan, le Dr Marie, de l'Institut Pasteur, a été désigné pour prendre la direction de cet important Service, jusqu'à alors insuffisamment assuré.

En dehors des applications bactériologiques, le Laboratoire s'occupe de recherches d'ordre médical et vétérinaire. Celles-ci sont publiées au fur et à mesure des découvertes. Des travaux sur la technique générale, le choléra, la diphtérie, le bouton d'Alep, la peste bovine, la pneumonie des chèvres, la malaria des bovins, etc., ont été insérés dans les *Annales de l'Institut Pasteur*. Ces travaux sont l'œuvre du directeur et des divers chefs du Laboratoire.]

3. *Personnel*. — Le personnel de l'Établissement comprend : 1° un Directeur, le Dr Nicolle, qui s'occupe spécialement de la Bactériologie générale et vétérinaire (il est assisté d'un chef de Laboratoire particulier, Adil Bey, ancien préparateur à l'École d'Alfort); 2° un Sous-Directeur, le Dr Marie, qui s'est réservé la Bactériologie médicale et le Service antirabique (il est assisté du Dr Zia Bey, comme chef de Laboratoire particulier); 3° trois chefs de Laboratoire : le Dr Noury Bey (Service antidiphtérique); le Dr Réfik Bey et le vétérinaire Réfik Bey (Service antipestique); 4° un Chef des travaux pratiques, le Dr Rifat Bey; 5° trois préparateurs : le Dr Haïm Effendi et les vétérinaires Moustafa Effendi et Osman Noury Effendi; 6° un Administrateur-comptable, Yousouf Bey Chilha; 7° un Aide de Laboratoire, M. Piccini; 8° dix garçons, un palefrenier et un bouvier.

Le personnel ottoman ne mérite que des éloges pour son assiduité et son dévouement.

4. *Services que peut rendre l'Institut bactériologique*. — Pour répondre aux besoins du pays, la création de nombreux Services s'impose. Voici les plus importants : préparation des sérums antitétanique et antistreptococcique; préparation de la malléine et de la tuberculine; fabrication du vaccin charbonneux; ouverture d'un laboratoire de Chimie biologique et d'un laboratoire de Bactériologie agricole.

Une extension plus grande devra être donnée aux enquêtes et recherches sur les affections humaines et animales. Pour cela, la construction d'un nouvel Institut, largement doté, est absolument indispensable. Les sacrifices faits par le Gouvernement ottoman se trouveront d'ailleurs rapidement compensés, et au delà.

5. *Rapports avec les autorités ottomanes*. — Le Sultan a toujours porté le plus grand intérêt à l'Institut. Aucune demande émanée de cet Établissement n'a été repoussée. Bien au contraire, chaque iradé concernant les

applications bactériologiques a été rendu dans les termes les plus flatteurs pour le personnel du Laboratoire. Le secrétaire particulier du Sultan s'est toujours montré un intermédiaire bienveillant. Malheureusement, les Rapports ne constituent qu'un mode d'exposition sec et limité, et des explications orales avanceraient infiniment plus les choses. Présenter ces explications, ce serait, croyons-nous, plaider une cause gagnée d'avance.

L'Institut est sous la dépendance immédiate du Directeur général des Ecoles militaires, le maréchal Zéki Païcha, un des personnages les plus remarquables de la Turquie. Celui-ci a toujours fait preuve des meilleures dispositions vis-à-vis de l'Institut; son aide et ses encouragements n'ont jamais manqué. La récente nomination du Dr Marie est due à son initiative. On se plaît à reconnaître l'attitude cordiale de Zéki Païcha vis-à-vis des fonctionnaires français placés sous sa direction.

L'Institut est en rapport quotidien avec le Ministère de l'Agriculture, Sélim Païcha Melbamé, et le Directeur de l'Agriculture, Eram Effendi. Les études sur la peste bovine et la sérothérapie de cette affection ont été entreprises sur la demande du Ministère et grâce aux moyens matériels fournis par lui. Le Ministère a constamment prêté son concours moral et financier à l'Institut et se propose de favoriser encore davantage le développement des applications vétérinaires et agricoles.

L'Institut se trouve enfin en rapport avec les Ministères de la Guerre et de l'Intérieur et avec la Préfecture de la Ville. Le préfet de Constantinople, Redvan Païcha, a reporté sur le Laboratoire l'estime que lui avait inspirée le Dr Chantemesse, et son appui n'a jamais fait défaut pour toutes les questions intéressant l'hygiène publique.

En résumé, l'Institut n'a rencontré que des sympathies de la part des autorités ottomanes. Les services qu'il a rendus ont été unanimement appréciés. Avec l'appui de la France, — et nous savons qu'en France l'Institut Pasteur se fait un devoir de le soutenir, — il lui sera facile de continuer à s'étendre et même d'être traité en privilégié. Tout le monde en France comprendra le grand intérêt que nous avons de soutenir en Turquie une institution de fondation et d'esprit français, développée grâce aux solides qualités du personnel ottoman, particulièrement appréciée du Sultan et encouragée par les personnages officiels. N'oublions pas que la grandeur de l'Allemagne et son influence croissante en dehors de ses frontières ont pour base la foi en la science et le soin qu'elle a de soutenir partout ses savants.

6° *Conclusions*. — L'Institut constitue aujourd'hui l'unique poste scientifique (supérieur) d'où puisse s'exercer l'influence française. Voilà plus de quinze ans que le Gouvernement ottoman demande au Gouvernement français des médecins et des vétérinaires compétents. Il n'est que temps de répondre à ces avances, car déjà nous constatons la main mise par les Allemands sur l'enseignement médical en Turquie, en attendant qu'ils s'emparent de l'enseignement vétérinaire en ce pays. Forts de l'appui de leur Gouvernement, les Allemands conquièrent peu à peu toutes les chaires, toutes les situations où peut s'exercer leur influence; ne laissons pas leur autorité scientifique supplanter — et bientôt complètement écarter — la nôtre.

§ 4. — Enseignement

École municipale de Physique et de Chimie industrielles. — Le laboratoire d'Études et de Recherches de l'École de Physique et de Chimie industrielles sera ouvert, comme les années précédentes, le 2 novembre prochain. Depuis un an, une salle réservée à l'Electrochimie et à l'Electrometallurgie a été annexée à ce laboratoire.

Pour tous renseignements, s'adresser au Surveillant général de l'École, 42, rue Lhomond.

LES IDÉES NOUVELLES SUR LA THÉORIE DES PILES

Sous le nom d'*élément électrique*, on désigne tout système qui est susceptible de fournir de l'énergie électrique, à la faveur de réactions chimiques ou de phénomènes physiques, tels que la diffusion. Fréquemment aussi, on emploie le terme d'*élément galvanique*, qui rappelle le nom de Galvani, auquel nous en devons la découverte. C'est, en effet, dans l'expérience bien connue de Galvani, que nous trouvons le premier exemple d'un pareil système.

Galvani avait relié l'une à l'autre, au moyen du nerf sciatique et d'un muscle de grenouille disséquée, les extrémités d'un arc métallique formé de deux métaux. A la vérité il était lui-même bien éloigné de pressentir l'importance de sa découverte et de s'en faire l'idée que nous en avons aujourd'hui. A ses yeux, le courant électrique qui provoquait les contractions du muscle de la grenouille prenait son origine dans le tissu animal, qu'il comparait à une bouteille de Leyde : le muscle et le nerf constituaient les deux armatures, et le rôle de l'arc métallique se réduisait à celui d'un excitateur produisant la décharge. Il espérait même tirer parti de sa découverte pour éclaircir quelque peu l'énigme de la force vitale.

C'est Volta qui mit en évidence la fragilité de cette théorie. Par ses expériences, il établit que *toujours*, quand deux fils métalliques, plongés dans un liquide, sont réunis à l'extérieur du liquide par des contacts métalliques, il se produit un courant électrique : ce courant se forme à travers les deux fils et le conducteur liquide qui les unit. Il insista sur l'analogie de ce dispositif avec celui de l'expérience de Galvani : la grenouille disséquée, humide, n'est elle-même qu'un électroscope extrêmement sensible que les courants les plus faibles suffisent à faire se contracter. L'organisme de l'animal n'a par lui-même rien à faire avec la *production* de l'électricité.

Dès lors, se posait la question : Où l'électricité prend-elle en réalité naissance? Est-ce au contact des deux métaux avec le liquide? est-ce au contact direct des deux métaux? Volta se prononce pour cette dernière alternative, et, ce faisant, il jette les fondements d'une théorie, dont aujourd'hui encore nous n'avons pu nous affranchir complètement.

A cette époque, on n'avait pas encore énoncé le principe de la conservation de l'énergie, et Volta ignorait que l'énergie du courant électrique ne pouvait se produire qu'aux dépens d'une autre forme de l'énergie. Il croyait encore à la possibilité du mouvement perpétuel et pensait réussir à trou-

ver un système susceptible de fournir indéfiniment de l'énergie électrique sans s'user et sans être surveillé. Mais, vers le milieu de ce siècle, on énonça la loi de la conservation de l'énergie, et il fallut modifier la théorie de Volta.

Les réactions chimiques, qui se produisent entre les métaux et le liquide, considérées tout d'abord comme un phénomène accessoire, sont désormais regardées comme la source du courant : elles fournissent l'énergie nécessaire. Chose remarquable, on n'en continua pas moins à placer le siège de la force électromotrice au contact des deux métaux. On sent ici cette répugnance à l'égard de toute idée théorique nouvelle, qu'on rencontre maintes fois dans l'histoire de la science. Il ne serait pas logique cependant, sans raison péremptoire, de regarder les réactions chimiques qui se passent aux électrodes comme la cause du courant électrique et de placer, malgré cela, le siège de la force électromotrice en un autre endroit; nous pourrions tout aussi bien dire que, dans un circuit d'où se dégage de la chaleur en un point, la différence de température correspondante se produit en un autre point.

L'hypothèse la plus simple à faire, c'est que l'endroit où se produit l'énergie électrique est aussi l'endroit où se produit le saut de potentiel. C'est la seule hypothèse justifiée tant qu'on ne l'a pas mise en contradiction avec les faits. Elle permet, d'ailleurs, de grouper les phénomènes sans prêter à aucune objection, et actuellement la force électromotrice d'un élément est pour nous principalement la résultante des deux sauts de potentiel qui se produisent au contact des deux électrodes et du liquide.

I

Après avoir reconnu, dans les réactions chimiques qui se passent dans l'élément, la source de l'énergie électrique, il restait à chercher si la totalité de l'énergie chimique devenue libre est transformée en énergie électrique, ou si la transformation n'est que partielle. Cette vérification ne présente aucune difficulté. Considérons l'élément Daniell, formé d'une lame de zinc plongée dans une dissolution de sulfate de zinc et d'une lame de cuivre plongée dans une dissolution de sulfate de cuivre. La réaction chimique qui se produit quand l'élément entre en activité consiste dans la dissolution du zinc et la précipitation du cuivre. Nous pouvons déterminer le phénomène calorifique qui accompagne cette réaction en précipitant le cuivre d'une dissolution de son sulfate au moyen du

zinc métallique et mesurant la quantité de chaleur dégagée : cette quantité est de 25.050 calories pour un équivalent exprimé en grammes. Supposons maintenant que nous ayons placé l'élément dans un calorimètre, mais en laissant en dehors le fil qui réunit les deux pôles ; la résistance électrique de ce fil doit être choisie très grande, de sorte que l'énergie électrique se retrouve en totalité (pratiquement) sous forme de chaleur dans le circuit extérieur. Si réellement la totalité de l'énergie chimique se transforme en énergie électrique, le calorimètre ne doit éprouver aucun changement de température, ni élévation, ni diminution : en effet, grâce au dispositif employé, l'énergie mise en liberté par les réactions chimiques qui se produisent dans le calorimètre, n'apparaît sous la forme de chaleur qu'à l'extérieur de ce calorimètre.

En réalité, les choses ne se passent d'une manière aussi simple que dans un petit nombre d'éléments. La plupart du temps, on observe une élévation ou une diminution de la température du calorimètre ; en d'autres termes, les éléments ou bien transforment en énergie électrique une fraction seulement de l'énergie chimique, ou bien produisent une quantité d'énergie électrique supérieure à l'équivalent de l'énergie chimique. Dans ce dernier cas, c'est la chaleur empruntée au milieu ambiant qui fournit la différence, d'où le refroidissement du calorimètre. On s'explique ainsi ce fait, qui paraît d'abord paradoxal, que certains éléments ont un rendement qui atteint 100 % et même 120 %, si l'on prend comme unité l'énergie calorifique mise en jeu par le phénomène chimique.

Il n'y a pas très longtemps que les recherches de Gibbs, de Braun, de Helmholtz ont permis d'établir une relation entre l'énergie électrique, l'énergie chimique et la variation $\frac{d\pi}{dt}$ de la force électromotrice de l'élément avec la température. En possession de deux de ces grandeurs, on peut calculer immédiatement la troisième.

II

Tout récemment, en s'appuyant sur des vues théoriques particulières, on a pu se représenter les phénomènes qui se passent dans les éléments de pile sous une forme beaucoup plus complète et très exacte. Cette représentation repose sur la théorie de Van t'Hoff¹ et sur la théorie de la dissociation électrolytique d'Arrhénius². D'après Van t'Hoff, les substances dissoutes dans les dissolutions étendues se comportent comme les gaz et

suivent des lois analogues : d'après Arrhénius, tous les corps dont les dissolutions conduisent le courant électrique sont *dissociés en ions* ou particules chargées électriquement. Dans une dissolution de chlorure de sodium, par exemple, se trouvent les ions Na^+ et Cl^- à l'état libre. Comme encore aujourd'hui beaucoup de personnes éprouvent quelque difficulté à se figurer ces particules électrisées et qu'on entend souvent demander quelle est l'origine de ces charges électriques, je ne crois pas inutile de dire en quelques mots ma manière de voir sur ce sujet.

Considérons du sodium métallique et de l'iode métallique, si l'on veut me permettre cette dernière expression : ils possèdent une certaine somme d'énergie chimique ou énergie interne. S'ils s'unissent pour former de l'iodure de sodium, le dégagement de chaleur qui accompagne cette réaction indique que de notables quantités d'énergie s'éliminent.

Le système [iodure de sodium] renferme donc moins d'énergie que le système [sodium métallique + iode métallique]. Mais il n'en renferme pas moins encore une certaine quantité d'énergie, de la grandeur de laquelle nous n'avons aucune idée.

Mettons l'iodure de sodium dans l'eau : une partie de cette énergie se transforme en énergie électrique et nous trouvons là l'origine des charges électriques positives et négatives que possèdent les ions.

Les ions Na^+ et Cl^- se distinguent donc du sodium métallique Na et de l'iode métallique I d'un côté par la quantité d'énergie qu'ils renferment, laquelle est moindre dans le cas considéré, et, d'un autre côté, parce qu'ils possèdent cette énergie sous forme d'énergie électrique. On peut ramener facilement les ions à l'état métallique, en faisant traverser la dissolution, dans des conditions convenables, par un courant électrique. Dès que les ions ont récupéré la quantité d'énergie nécessaire, la transformation d'énergie électrique en énergie chimique a lieu et l'élément métallique se reconstitue et se dépose sur l'électrode.

On peut se demander encore : Pourquoi cette transformation de l'énergie chimique en énergie électrique au moment de la dissolution, et comment des particules électrisées positivement et négativement peuvent-elles subsister côte à côte dans la dissolution sans s'unir pour former des particules à l'état neutre ? La seule réponse possible à ces questions, c'est d'attribuer ces phénomènes à l'action propre du dissolvant, et c'est précisément en cela que consiste l'hypothèse de la dissociation électrolytique. La seule chose qui importe, c'est que cette hypothèse des ions soit utile au progrès de

¹ Voyez à ce sujet la *Revue* du 15 avril 1890, p. 193.

² Voyez à ce sujet la *Revue* des 15 et 30 mai 1898.

nos connaissances scientifiques. La réponse n'est pas douteuse : grâce à cette hypothèse, nous sommes en mesure aujourd'hui de grouper systématiquement quantité de faits jusqu'alors sans lien apparent entre eux : elle s'est toujours révélée comme un guide sûr vers les nouvelles découvertes.

Aussi ne peut-on qualifier cette hypothèse que de très féconde : quiconque renonce à s'en servir se prive d'une vue d'ensemble que seule actuellement elle peut lui donner. Dans ce qui va suivre, nous aurons lieu nous-même de nous convaincre de son utilité.

Imaginons que nous ayons dissous dans 1.000 litres d'eau une molécule, soit 58 gr. 35 de chlorure de sodium : nous aurons, à très peu près, dans la dissolution, un ion Na^+ (en grammes) et un ion Cl^- (en grammes). Ces deux ions exercent ensemble une pression osmotique précisément égale à la pression qu'exerceraient deux molécules d'un gaz enfermées dans le même volume. On attribue, de plus, aux substances susceptibles de former des ions, notamment aux métaux, une *tension de dissolution électrolytique*.

Cette dénomination a été suggérée par l'analogie qu'on peut établir entre le phénomène de la dissociation électrolytique et celui de la vaporisation. Un liquide (ou, d'ailleurs, tout autre corps) possède une certaine tendance à se transformer en vapeur ; cette tendance est une quantité mesurable, et le nombre qui l'exprime est la force élastique ou la tension de la vapeur du corps considéré. Pareillement, beaucoup de substances solubles possèdent la tendance à se décomposer, à se dissocier en ions, ce qu'on exprime en disant qu'ils possèdent une tension de dissociation électrolytique. C'est le rapport entre cette tension de dissociation et la pression osmotique que possède l'ion métallique correspondant dans la dissolution qui règle la différence de potentiel se produisant au contact de l'électrode métallique et de l'électrolyte dans un élément de pile. Nous pouvons, dès lors, nous représenter le fonctionnement de l'élément de la façon suivante :

Plongeons dans l'eau pure une lame de métal ; grâce à la tension de dissolution électrolytique, il va se produire quelques ions métalliques chargés positivement ; en conséquence, le métal se chargera négativement ; car, dans toute apparition d'énergie électrique, les deux sortes d'électrisation doivent se produire simultanément en quantité équivalente. La dissolution acquiert une électrisation positive, le métal une électrisation négative ; à la surface de contact prend naissance une *couche double*. Les ions positifs entrés en dissolution et le métal négati-

lif s'attirent, ou, en d'autres termes, il se produit entre eux une différence de potentiel.

La tension de dissolution électrolytique tend à faire entrer un nombre d'ions de plus en plus grand dans la dissolution ; l'attraction électrostatique tend à empêcher cette dissolution, et il est évident que l'équilibre s'établira quand ces deux causes opposées seront égales entre elles. Comme les charges liées aux ions sont très grandes, cet équilibre sera réalisé dès qu'une quantité imperceptible d'ions seront entrés en dissolution. Si nous avions affaire à de l'eau pure, la puissance de la couche double et la grandeur de la différence du potentiel ne dépendraient que de la tension de dissolution. Mais, si nous plongeons un métal dans une dissolution d'un de ses sels, il existe, dès le début, des ions libres dans la liqueur. La pression osmotique qu'ils exercent s'oppose à l'entrée des ions de même espèce dans la dissolution, et il peut arriver, dans ce cas, que la pression osmotique de ces ions métalliques fasse équilibre à la tension de dissolution du métal. Alors celui-ci ne peut plus émettre de nouveaux ions, il ne prendra plus de charge électrique : bref, dans ces conditions, il n'apparaîtra plus de couche double ou de différence de potentiel. Peu importe la nature des ions négatifs : ils ne jouent aucun rôle.

Si la pression osmotique des ions métalliques a une valeur différente de celle qui fait équilibre à la tension de dissolution, nous avons deux cas à distinguer suivant qu'elle est supérieure ou inférieure à cette valeur. Si elle lui est supérieure, les ions se sépareront du métal et entreranno dans la dissolution comme dans l'eau pure. A vrai dire, ils ne pourront se dissoudre en aussi grande quantité que dans l'eau pure, car la pression osmotique des ions déjà existants dans la dissolution contrarie la tension de dissolution.

Si la pression osmotique est plus faible que la tension de dissolution, les ions métalliques se sépareront de la dissolution et se déposeront à l'état de métal sur le métal lui-même en abandonnant à ce dernier leur électrisation positive. Le métal se charge donc positivement ; la dissolution, qui, dans son état primitif, renfermait en nombre égal les ions positifs et négatifs, se charge négativement.

Cette fois encore, il se forme une couche double, dont l'attraction contre-balance la pression osmotique d'abord prépondérante et s'ajoute à la tension de dissolution. Le phénomène se poursuit jusqu'à ce que l'équilibre soit atteint. La quantité d'ions qui doit se déposer pour obtenir ce résultat est ici encore imperceptible ; la puissance de la couche double et la grandeur de l'attraction électrostatique qu'elle exerce dépendent de la pression osmotique

des ions métalliques qui existent dans la dissolution.

En résumé, en désignant par P la tension de dissolution du métal, par p la pression osmotique des ions correspondants, nous aurons trois cas à distinguer :

1^{er} Cas : $P = p$. Il y a équilibre; pas de couche double, pas de différence de potentiel;

2^e Cas : $P > p$. Le métal est électrisé négativement; la dissolution positivement; l'attraction électrostatique contrarie la tension de dissolution;

3^e Cas : $P < p$. Le métal est électrisé positivement; la solution négativement; l'attraction électrostatique agit dans le même sens que la tension de dissolution.

Plongeons les divers métaux dans les dissolutions de leurs sels : les métaux dits communs, les métaux alcalins, etc., jusqu'au cadmium, au nickel, au cobalt, sont toujours négatifs; autrement dit, leur tension de dissolution est si grande que, même dans les dissolutions de leurs sels, les plus concentrées que nous sachions réaliser, la pression osmotique de leurs ions ne suffit pas à l'équilibrer. Avec les métaux dits précieux, l'argent, l'or, etc., c'est l'inverse qui a lieu d'habitude; le métal se charge toujours positivement, parce que la tension de dissolution est faible. C'est seulement dans les dissolutions très étendues, très pauvres en ions, que ces métaux se chargent négativement.

Les mêmes considérations s'appliquent aux substances susceptibles de fournir des ions négatifs : tels le chlore, l'oxygène, etc.

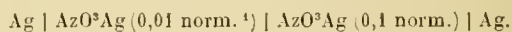
III

D'après ce qui précède, le saut de potentiel à la surface d'une électrode dépend donc de la tension de dissolution du métal et de la pression osmotique des ions métalliques correspondants. Un calcul assez simple, dans le détail duquel on ne peut entrer ici, conduit à l'expression suivante :

$$\frac{K}{n} \log \frac{P}{p} \text{ (Nernst),}$$

pour le saut de potentiel : K est une constante, n la valence de l'ion considéré, quantités connues toutes deux; la pression osmotique p se calcule facilement pour une dissolution dont la concentration est donnée. Il suffirait donc de connaître P pour être à même de calculer *a priori*, sans mesure directe, le saut de potentiel qui se produit à la surface d'un métal dans une dissolution. Comme la force électromotrice d'un élément de pile se compose essentiellement de deux pareils sauts de potentiel, on voit qu'elle est aussi immédiatement connue.

Il existe même toute une classe d'éléments de pile, les piles dites de *concentration*, dont nous pouvons calculer de prime abord la force électromotrice sans connaître la valeur des tensions de dissolution. Prenons deux lames d'un même métal plongées dans deux dissolutions d'un même sel de ce métal différemment concentrées et considérons en particulier le système suivant :



Le saut de potentiel à la première électrode est égal à

$$K \log \frac{P}{p},$$

P étant la tension de dissolution de l'argent, p la pression osmotique des ions d'argent dans la dissolution centinormale. A l'autre électrode, le saut de potentiel est de la même manière :

$$K \log \frac{P}{p_1},$$

p_1 étant la pression osmotique des ions d'argent dans la dissolution décinormale. La force électromotrice de l'élément est égale à la différence de ces deux sauts de potentiel, soit :

$$\pi = K \log \frac{p_1}{p}.$$

La force électromotrice est donc proportionnelle au logarithme du rapport des pressions osmotiques. Or, dans les dissolutions étendues, nous pouvons, sans grande erreur, remplacer le rapport des pressions osmotiques par le rapport des concentrations; nous aurons alors :

$$\pi = K \log \frac{C_1}{C}.$$

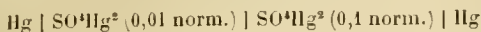
La constante K est égale à 0,058 pour les métaux monovalents, à 0,029 pour les métaux bivalents comme le zinc. Par suite, nous sommes à même d'écrire immédiatement la force électromotrice de tout élément disposé suivant le schéma ci-dessus, dès que les concentrations sont connues. L'élément considéré plus haut aura une force électromotrice

$\pi = 0,058$ volt, puisque $\log \frac{C_1}{C} = \log 10 = 1$. Si nous

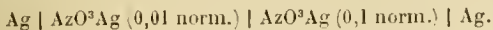
prenons, au lieu de la dissolution centinormale, une dissolution millinormale, π sera doublé et égal à 0,116 volt. Il est à remarquer que, dans les éléments de ce type, la nature des métaux ou des ions métalliques ne joue aucun rôle : tous

⁴ Une solution normale est celle qui renferme 1 ion-gramme d'argent, soit 107 gr. 938 par litre; une solution décinormale, centinormale..., celle qui renferme cette même masse d'argent dans 10, 100 litres.

les ions monovalents donnent le même résultat. Ainsi, par exemple, l'élément :



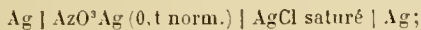
possède la même force électromotrice que l'élément



La nature de l'ion négatif est aussi indifférente.

Des mesures nombreuses ont vérifié l'exactitude de cette théorie.

Inversement, si nous avons mesuré la force électromotrice d'un semblable élément et que nous connaissions la concentration des ions dans l'une des dissolutions, nous pouvons calculer cette concentration dans l'autre dissolution. Ainsi, supposons que nous ayons construit l'élément :



sa force électromotrice sera :

$$\pi = 0,058 \log \frac{1}{10x},$$

x étant la concentration des ions d'argent dans la dissolution saturée du chlore. Ayant mesuré π^1 , nous pouvons immédiatement calculer x : nous trouverons $x = 0,000017$ normal, autrement dit, une dissolution saturée de chlorure d'argent renferme un *ion-grammes* d'argent dans 84.000 litres (en nombre rond). Comme il doit s'y trouver la même quantité d'ions de chlore, nous pouvons dire aussi bien que la dissolution renferme une *molécule-gramme* de chlorure d'argent dans 84.000 litres.

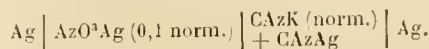
Nous avons ainsi un moyen facile de déterminer la solubilité de sels réputés insolubles, détermination qui défierait tous les procédés ordinaires d'analyse.

Remarquons encore que, dans les piles de concentration, le courant est toujours dirigé de la dissolution étendue vers la dissolution concentrée dans l'intérieur de l'élément. La raison en est évidente : les tensions de dissolution des deux électrodes sont les mêmes : la pression osmotique des ions est plus faible dans la dissolution étendue ;

¹ Par suite de la très faible conductibilité de la dissolution de chlorure d'argent, il faut, pour déterminer π , employer une voie détournée.

par suite, dans cette dernière, l'électrode doit abandonner des ions à la dissolution, et dans l'autre dissolution, les ions doivent se précipiter sur l'autre électrode; le courant durera jusqu'à ce que les deux dissolutions aient acquis la même concentration.

Certaines piles de concentration possèdent une force électromotrice très considérable; tel, par exemple, l'élément :



La quantité d'argent contenue dans la dissolution de cyanure de potassium doit être égale à celle que renferme la dissolution décimale d'azotate : la force électromotrice de cet élément est 1,3 volt environ. Il faut en conclure que la concentration des ions d'argent dans la dissolution de cyanure est extrêmement faible. En effet, le cyanure d'argent forme avec le cyanure de potassium des sels doubles, entre autres $(\text{CAz})^{\text{z}}\text{AgK}$, qui se sépare en ions $\overset{+}{\text{K}}$ et $(\text{CAz})^{\text{z}}\text{Ag}$. Ces derniers se dissocient ensuite, mais en très faible proportion, en $\overset{+}{\text{Ag}}$ et 2CAz^- . Aussi, bien que la masse totale de l'argent soit la même dans la dissolution d'azotate et dans la dissolution de cyanure, l'élément doit posséder une très grande force électromotrice, parce que, dans cette dernière dissolution, la concentration des ions d'argent — et c'est elle seule qui importe — est très faible.

Par des raisonnements analogues, on a déterminé aussi la concentration des ions d'hydrogène et d'oxydure dans l'eau. L'eau pure est quelque peu dissociée en $\overset{+}{\text{H}}$ et $\overset{-}{\text{OH}}$; 1 gramme d' $\overset{+}{\text{H}}$ et 17 grammes d' $\overset{-}{\text{OH}}$ sont contenus dans 11.000.000 de litres d'eau. D'autres méthodes, tout à fait indépendantes, conduisent à cette même valeur : cette coïncidence est l'un des plus brillants succès des théories modernes et une preuve de leur opportunité.

Je m'arrête ici, devant, faute d'espace, renoncer pour l'instant à entrer dans le détail des autres conquêtes des théories modernes sur le terrain de l'Électrochimie.

Max Le Blanc,

Professeur de Chimie, à Francfort-sur-le-Mein

LES CHEMINS DE FER DE L'INDOUSTAN

La péninsule indoue est sillonnée d'un réseau ferré dont les mailles sont passablement lâches encore, mais qui n'en pénètre pas moins de part en part cette masse continentale de 3.700.000 kilomètres carrés¹ et qui relie entre elles, quoiqu'elles en aient, des races et des sociétés étrangement diverses.

Les linéaments du réseau semblaient dessinés d'avance. L'Inde offre une simplicité de structure qui est comme le correctif de son énormité. Au nord, c'est la plaine extra-péninsulaire, jadis drainée par un seul courant collecteur de toutes les eaux himalayennes, dont les alluvions l'ont comblée, aujourd'hui partagée en deux bassins, dont la signification géographique est très différente. La lisière septentrionale de la plaine est marquée par une bande de terrains tertiaires et de dépôts fluviaux redressés lors du plissement de l'Himalaya et dont un des principaux fragments est constitué par les monts Siwalik. Le pied de cette chaîne est souligné par un chemin de fer qui coupe, à leur entrée dans la dépression, les cours d'eau montagnards. A chacun des systèmes hydrologiques de l'Indus et du Gange s'adapte un système ferré : le point de contact est Lahore. Mais aucun de ces systèmes ne possède, à vrai dire, de centre ; les pôles d'attraction sont situés à la périphérie : c'est Karachi, c'est Calcutta ; — et cette disposition se vérifie aussi pour la partie péninsulaire, où les foyers de vie, les têtes de lignes sont les ports de Bombay et Madras.

I. — LE RÉSEAU DE L'INDUS.

Le réseau de l'Indus forme un groupe dans un cadre bien délimité, jalousement isolé par la nature. A l'Ouest se hérissent la barrière sauvage des monts Suleiman ; à l'est s'étale une région désolée, le steppe du Tharr, bossuée de dunes et à peine tachetée de quelques plaques de verdure ; et, plus bas, une camargue marécageuse, saline et pestilentielle, le Rann de Catch, qui flanque le delta.

Les chemins de fer ici ont un double rôle, économique et militaire. Le réseau militaire, d'un développement total de 1.375 kilomètres, se compose d'un tronçon qui longe l'Indus plus ou moins fidèlement depuis Attok jusqu'à la hauteur de Dera Ghazi

Khan, où se resserre la Mésopotamie d'entre le grand fleuve et le Chinab. Sur ce tronçon se greffe, à l'extrême nord, un embranchement sur Peschawar. Beaucoup plus bas, vers Shikarpur, quand la ligne ferrée s'est aventurée sur la rive droite de l'Indus, se détache un tronçon hardi, d'allure offensive, qui est la route d'invasion vers l'Afghanistan. Ce railway diverge à Sibi, pour embrasser, comme un nœud coulant, un puissant massif, qu'il force sur la façade méridionale par la passe de Bolan, atteint Quetta, puis, par le col de Chaman, où la voie se double, menace Kandahar. A Sibi, s'amorceront tôt ou tard les rails qui ont pour objectif Kelat.

Assurément, ces outils de défense de l'Empire grèvent le budget de l'Inde d'une charge annuelle très lourde, et, bien qu'ils soient ouverts au trafic, coûtent plus qu'ils ne rapportent¹. Mais la frontière scientifique est ainsi protégée².

Quant au mouvement commercial du système de l'Indus, il aboutit à Karachi ; les railways qui drainent les vallées du Chinab, de la Ravi et du Satledj se raccordent sur l'artère maîtresse. Mais déjà un tronçon pousse sa pointe à travers le steppe pour rallier le réseau du Radjputana ; depuis 1892, il est ouvert jusqu'à Shadipalli (près d'Umarkot), sur 92 kilomètres ; de là jusqu'à Balotra (près de Pachpadra), les études sont achevées sur 330 kilomètres (voie d'un mètre) ; cette ligne apportera à ce pays désolé la vie et, en cas de famine, le salut. Si, dans l'avenir, un tracé direct réduisait à 1.200 kilomètres environ la distance, actuellement allongée jusqu'à 1.900, qui sépare Delhi de Karachi, une région peuplée de 20 millions d'hommes serait drainée, et le port aujourd'hui languissant et isolé connaîtrait des destinées prospères³.

¹ En 1895, le rapport centésimal des dépenses d'exploitation à la recette brute a été de 116,14 ; en 1896, de 97,77 ; ce dernier exercice dénonce déjà un infime bénéfice net, de 0,05 % par rapport au capital engagé. (*Administration, Report* 1, p. 107, § 14. Cf. II, p. 98, pour les résultats financiers, par suite de la campagne du Chitral.)

² Le *Report* donne (I, p. 72-5), sans crainte de divulguer un secret précieux, le nombre des wagons destinés au service militaire, ambulances, fourgons à chevaux, etc.

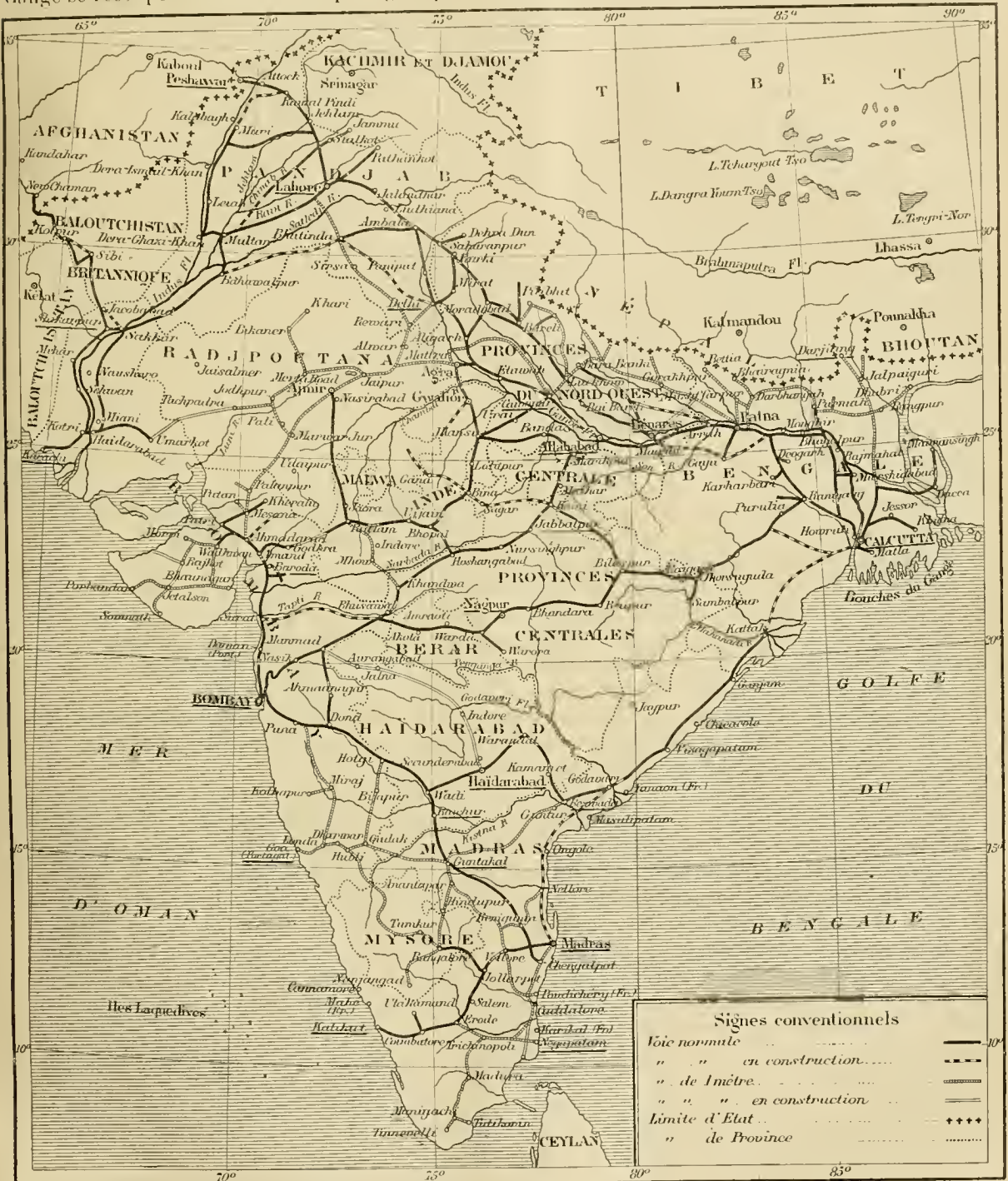
³ On fonde de grandes espérances sur Karachi, à condition que le tracé sur Delhi soit raccourci. Deux projets sont à l'étude. L'exécution de ce plan se butera à la jalousie de Bombay, qui perdrait la clientèle du Radjputana. On prétend qu'avec le tracé réduit, le gain serait de 1 shilling par *quarter* de blé exporté, et de 3 sh. 6 d. par halle de *grey shirtings* importée de Manchester. La fortune de Karachi a trouvé des champions exaltés. Sir Ch. Napier s'écriait : « Oh ! Karachi, that I might come again and see you in your glory, Empress of the East ! » (F. C. CONSTABLE : *The isolation of Karachi. An Imperial Mistake. Calcutta Review*, vol. 102,

⁴ Nous n'envisageons que la péninsule, retranchant les annexes qui figurent sur les tableaux officiels, l'Assam, les deux Birmanies, le Beloutschistan britannique et protégé, les Etats Shan, Aden, dépendance de Bombay, les îles Andaman qui relèvent de Madras.

II. — LES RÉSEAUX DU GANGE ET DE LA PÉNINSULE.

Les deux grands plans inclinés de l'Indus et du Gange se recoupent en un faite de partage à peine

tion de deux provinces naturelles et historiques. La vallée maîtresse, que forment la Jamna et le Gange, s'abaisse en pente douce, et entre les affluents du Nord ne courent que de faibles renfle-



Gravé par F. Borremans, 17 rue St-Sulpice, Paris.

Fig. 1. — Réseau des chemins de fer de l'Indoustan.

saillant, mais dont l'axe, malgré ses oscillations et l'insignifiance du relief, coïncide avec la démarca-

ments. C'est dans ce bassin empli d'une puissante couche d'alluvions, fertilisées par les eaux monta-

Avril 1896, p. 46, sq. . Tout récemment, on a agité en Angleterre le projet d'un railway de Calais à Karachi par Bakou,

le Transcaspien et l'Afghanistan; on évalue le tracé à 7.400 kilomètres qui seraient franchis en une semaine !

gardes ou par les ondées copieuses de la mousson humide, que les hommes se sont agglomérés, que les villes sont épanouies le long des fleuves sacrés. C'est donc là que les voies ferrées se multiplient et se croisent avec les canaux : le canevas est des plus compliqués¹. Chacune des grandes villes, Delhi, Agra, Lucknow est un foyer d'irradiation. Depuis Cawnpore, la ligne principale, doublant la route du *Grand Trunk*, se rapproche du Gange, qu'elle côtoie depuis Allahabad, par Bénarès et Patna, puis s'enfonce à travers le Bengale droit sur Calcutta. C'est sur cette métropole que converge tout le mouvement de la vallée du Gange, et celui du coin montagneux du Haut Bengale aux riches plantations. Darjiling, où le railway grimpe jusqu'à 2.450 mètres au seuil du massif des Sikkins, est la tête de ce trafic. Calcutta drainera aussi dans un avenir peu lointain le bassin du Brahmapoutre; déjà deux petits tronçons ébauchés semblent s'appeler à travers le Delta. On peut aujourd'hui évaluer le développement des rails, dans le domaine du Gange, à 9.000 kilomètres environ, sans les constructions projetées.

Par contraste avec la zone dont le plissement a bouleversé les traits primitifs, la péninsule proprement dite montre la physionomie d'un paysage très ancien et qui depuis longtemps a passé l'ère des agitations. Les saillies n'y sont plus que les témoins de plateaux tabulaires abrasés, découronnés; tels les Aravalli, dont les rampes bornent à l'Est la région désertique; tels ces escarpements qui, sous le nom de Vindyah, de Kaimur, surplombent les fossés de la Narbaddah et de la Sone. A travers ces socles, dont le plus ample est celui du Décan, couvert d'un manteau de trapp, les rivières ont creusé des sillons larges aux berges molles, au profil régulier : ce sont des chemins tout tracés. Seule la côte occidentale est dominée par une arête, celle des Ghâts; encore cette falaise est-elle percée de brèches, dont la plus connue est celle de Palghat, entre les Nilgirri et le pâté des monts de Travancore. Quant aux Ghâts orientaux, ce sont les talus par où retombent les plateaux de Mysore, de Caddapah, etc., et que franchissent en quelques bonds les rivières.

Le rôle des chemins de fer consiste ici à relier l'Inde péninsulaire avec les deux systèmes de l'Indus et du Gange, et à réaliser, à travers le triangle qui s'effile de plus en plus, la jonction d'une côte à l'autre. Le problème se simplifie encore, parce que tous les réseaux ont, si l'on peut dire, un lieu géométrique commun, Bombay.

Bombay est la tête de deux grands groupes, l'un

qui, à travers le Radjputana, plonge jusque dans le Pandjab et qui se déploie sur 4.500 kilomètres²; l'autre, dont les branches croisent la péninsule et dont l'artère maîtresse est le *Great Indian Peninsula*. Au premier de ces systèmes s'annexe celui de la presqu'île entre les golfes de Casch et de Cambay, région sucrière, parcourue par plus de 800 kilomètres de rails. Le *Great Indian Peninsula* bifurque en deux sections, l'une du N.-E. sur Jabalpur (990 kilom.), la seconde du S.-E. sur Raichur (660 kilom.). A Jabalpur a lieu la soudure avec l'*East Indian* sur Allahabad (306 kilom.).

A Raichur se raccorde la ligne de Madras, et à quelque distance au sud, Guntakal est le nœud de tous les systèmes méridionaux.

La première de ces voies unit, à travers les monts Satpura, les vallées de la Tapti² et de la Narbaddah; la seconde rejoint la Kistna; mais l'une et l'autre courent de préférence sur les hauteurs, au-dessus des aires d'inondations malsaines et dangereuses pour les travaux d'art. Chose unique, le sillon de la Godavery, longtemps évité, va être longé par une voie de Mammad à Haiderabad par Aurengabad et Indor (626 kilom.), grâce aux avances de fonds de sa Hautesse le Nizam.

Entre les deux branches principales du *Great Indian Peninsula* s'allonge une ligne d'une importance capitale; c'est celle qui, par Nagpur, rallie la grande voie du Bengale : c'est le lien entre Calcutta et Bombay (1.500 kilomètres).

C'est par le rameau méridional du *G. I. P.* que Bombay communique avec le midi et la côte de Coromandel.

Le réseau méridional a pour génératrice la ligne transversale de Goa à Bezwada (pointe du delta de Kistna (850 kilomètres), sur laquelle se greffent au nord des tronçons verticaux qui desservent les districts cotonniers de l'Etat, de Haïderabad et la bordure interne des Ghâts entre Goa et Bombay. A cette génératrice du *Southern-Mahratta* fait pendant, plus au sud, la bande ferrée qui se profile par l'isthme, entre Calicut et Nagapatam; tout le canevas intermédiaire a pour chevet Madras. Madras envoie, vers le N. O., sur Guntakal, un bras de 480 kilomètres; sur Calicut, au S. O., une ramure de 600 kilomètres, qui se prolonge jusqu'à Cannanore; au milieu de la fourche une section sur Bangalore et Maïssur.

Madras est aussi la tête du *South Indian*, qui des-

¹ Ce chiffre est celui que donne, pour cet ensemble (Home system), le tableau de la carte du volume II du *Report* (N° XIX).

² La vallée de la Tapti sera prochainement côtoyée par une section de 260 kilomètres, reliant le *Bombay Baroda* au *G. I. P.*

¹ Le *Constables Hand Atlas of India* consacre trois cartes aux railways et canaux navigables (Planches 18-20).

sert tous les havres de la côte : Pondichéry, Cuddalore, Karikal et la pointe extrême de la péninsule : Trichinopoli, Madura, Tuticorin; la longueur du réseau dépasse 1.700 kilomètres.

Mais la lisière littorale, au nord de Madras, est assez dépourvue. Entre Madras et Bezwada, la jonction n'est pas faite; par conséquent le grand port du sud est isolé de Calcutta; mais l'union par rails sera dans peu de temps un fait accompli.

Tels sont les linéaments, assez compliqués, du réseau ferré de l'Inde. On peut distinguer cependant quelques groupes géographiques : celui de l'Indus et celui du Gange; un trait de jonction de la Jamna à Bombay suivant l'orientation générale des coupures Sône-Narbaddah; des artères directrices transversales, d'une horizontalité plus ou moins parfaite, Bombay-Calcutta par Nagpur; Bombay-Bezwada, Goa-Bezwada, Calicut-Nagapatam, toutes reliées entre elles par des chaînons verticaux.

Ce dessin se moule assez bien sur le relief sans s'y adapter servilement. Il n'a rien de géométrique. Ce serait, d'ailleurs, faire violence à la réalité que d'établir un ordre dans un complexe aussi désordonné à tant de titres et dont l'incohérence est consacrée aujourd'hui — bien que déplorée — par l'administration de l'Inde.

III. — HISTORIQUE DE LA CONSTRUCTION DES CHEMINS DE FER.

Légendaire par ses richesses et sa fécondité, l'Inde resta misérable tant qu'elle manqua de routes. Le cultivateur ne savait comment écouler ses récoltes et vivait à la merci du courtier en grains. Pendant la saison des pluies, tout trafic était interrompu; par les beaux jours, les transports se faisaient à dos d'animal, avec lenteur et à gros frais¹. Les voies fluviales elles-mêmes étaient mal aménagées et impraticables lors des crues. La Compagnie des Indes avait régi son Empire à la façon des princes indigènes, c'est-à-dire sans aucun souci des travaux publics; elle redoutait de faciliter les communications entre ses sujets, toujours prêts à s'unir dans l'insurrection. « La Compagnie considérait la construction d'une route ou d'un canal à peu près du même œil qu'une guerre, c'est-à-dire comme un mal inévitable, qu'il faut subir². » Et, de fait, c'étaient là des entreprises ruineuses; en 1836, la route de Calcutta à Delhi, prolongée jusqu'à Peschawar, coûta 37 millions et demi de francs. En 1842, celle de Calcutta à Bombay, 15 millions³. De 1833 à 1849, l'ouverture des routes absorba 86 millions de francs⁴. Si les intérêts commerciaux seuls avaient été en jeu, on se fût longtemps contenté de cet effort. Mais des révoltes éclatèrent sur plusieurs points; on sentit la nécessité de porter rapidement des forces sur les lieux menacés et de relier les pays conquis au centre du gouvernement. Cette idée s'imposa particulièrement à l'homme d'État qui, en cette période critique, prit en mains les destinées de l'Inde.

Le marquis de Dalhousie⁵, nommé vice-roi en 1847, poursuivit d'abord une politique de conquêtes et d'annexions; le Pandjab, le Sikkim, la Basse-Birmanie, Nagpur et Oudh furent maîtrisés en peu de temps (1848-1852). Les quartiers militaires essayés à travers ces territoires ne pouvaient rester isolés et en l'air. Des chemins de fer seuls pouvaient assurer la sécurité de ces postes dispersés et, du même coup, le prestige de la domination britannique. Mais la pensée du marquis de Dalhousie dépassa d'emblée ce programme, exclusivement stratégique, trop étroit. A la tête du *Board of Trade*, en 1845, dans le ministère de Robert Peel, il avait présidé à l'œuvre des chemins de fer en Angleterre même, et s'était trouvé aux prises, dès le début, avec la *Railway Mania*. Il apporta donc dans l'Inde des idées mûries par l'expérience.

Partisan, dit-on, de l'exploitation des lignes ferrées par l'État en Grande-Bretagne⁶, il nourrit pour l'Inde une autre conception. Le programme qu'il esquissa en 1853 s'inspirait, en quelque mesure, du système français; l'exécution des travaux devait être confiée à des Compagnies garanties, avec retour des lignes à l'État au bout de quatre-vingt-dix-neuf ans⁷.

Ce programme a été fort discuté⁸. Mais il était alors, quoi qu'on en ait dit, le seul praticable. L'État ne pouvait assumer l'entreprise : les expéditions militaires qu'avaient nécessitées les derniers soulèvements, la réorganisation administrative qui

¹ Pour une longueur de 1.170 milles, environ 1.900 kilomètres, le prix kilométrique ressort à 80.000 francs.

² WILLIAM P. ANDREW : *Indian Railways as connected with British Empire in the East*, 4^e éd. avec carte. Londres, Allen, 1881, p. 41 et suiv.

³ EDWIN ARNOLD : *The marquis of Dalhousie's Administration of British India*, 2 vol., Londres, 1865.

WILLIAM WILSON HUNTER : *The marquess of Dalhousie. (Collection des Rulers of India. Oxford, Clarendon Press, 1890.)*

⁴ HUNTER, p. 27.

⁵ THORNTON : *Indian Public Werks*. Londres, Macmillan, 1875, p. 34.

⁶ ANDREW : Ouv. cité, où sont reproduits plusieurs articles d'ancienne date, par exemple, p. 102 : *Suggestions as to the mode of introducing the railway system into the India*. L'auteur était président du Conseil d'administration de la *Scind, Punjab and Delhi Railway Co.*

¹ Le transport du coton de la Narbaddah et de Nagpur à Mirzapur, sur le Gange, entre Allahabad et Bénarès (800 kilomètres) se faisait à dos de bœuf : chaque animal portant 160 livres et marchant 11 à 12 kilomètres par jour, le fret de la livre s'élevait ainsi à 2 pence et demi.

² STRACKEY : *L'Inde*. Trad. Harmand, 1892, p. 124.

s'imposait après le déplorable gouvernement de la Compagnie, absorbaient toutes les ressources. Quant au crédit, il était impossible de le solliciter dans l'Inde même : les princes indigènes, possesseurs d'immenses fortunes, les négociants Indous et Parsis avaient d'excellentes raisons de se défier d'une nouveauté qui devait être un instrument de domination et de concurrence au service de l'Étranger et du conquérant. C'est donc à la seule Angleterre qu'il fallait demander les capitaux. Mais ceux-ci allaient-ils s'aventurer sur un théâtre lointain, troublé, où la rémunération était douteuse¹ ?

Ils exigèrent un intérêt garanti. Le taux en fut fixé à 5 %, chiffre plus que médiocre à cette époque et au regard des risques encourus². Mais, la Cour des Directeurs de la Compagnie sut compliquer le projet raisonnable et discret de lord Dalhousie, au point de rendre l'opération singulièrement alléchante pour les actionnaires : ces messieurs avaient pour cela, soupçonna-t-on, des motifs qui les touchaient de près³. Les Compagnies de chemins de fer reçurent carte blanche pour leurs dépenses de premier établissement et un délai excessif pour la construction, sans parler du terrain qui fut gracieusement octroyé par l'État et qui fut, du coup, affecté d'une plus-value énorme. Ces « conventions scélérates » pesèrent sur les finances de l'Inde.

Elles contenaient encore une clause désastreuse. Comme type normal de la voie, fut adopté d'emblée l'écartement de 5 pieds 6 pouces (1^m.67), trop large pour le mouvement à prévoir et trop dispendieux pour les dimensions du matériel⁴.

C'est dans ces conditions que les travaux furent inaugurés. A la fin de 1853, les 32 premiers kilomètres du *Great Indian Peninsula* étaient construits ; à la fin de l'année suivante, les rails s'allongeaient sur 53 kilomètres seulement ; l'*East Indian* était

amorcé sur 60 kilomètres. Cette dernière ligne prit les devants : à la fin de 1857, elle avait posé 193 kilomètres de rails, le *G. I. P.* n'en exploitait encore que 140. Après la grande insurrection, éclata aux yeux la nécessité de jeter, à travers l'Inde, un lien matériel entre les foyers de la puissance anglaise : de vastes espaces furent, en un clin d'œil, zébrés d'un ruban de fer ; le *G. I. P.* fit un bond de 170 kilomètres, et l'*East Indian* de 150 en une année. Puis, entrèrent en activité le *Madras* qui, de 1859 à 1861, poussa de l'avant de 320 kilomètres (152 en 1859, 476 en 1861) ; cette même année 1861, s'ouvrent le *Scind, Pandjab and Delhi* (sur 177 kilomètres) ; le *Bombay-Baroda and Central India* (sur 240 kilomètres). Puis, peu à peu, trop lentement au gré des circonstances et des besoins, — guerre de Sécession qui provoque une recrudescence d'exportation cotonnière, famines qui exigeaient une prompt distribution de vivres pour inspirer aux populations, encore frémissantes de l'insurrection, le sentiment des bienfaits de la tutelle britannique, — le réseau s'agrandit, se tissa par tout le territoire. Cette lenteur s'explique par les lourds sacrifices du Trésor. Outre que les Compagnies avaient recouru sans vergogne à ce complaisant banquier, il faut rappeler que la construction d'une voie ferrée en Indoustan est entravée par une nature hostile : sous les ondées copieuses de la saison humide, le sol s'affaisse et se délite ; les cours d'eau, dans leurs crises, emportent les travaux d'art ; ouvriers et ingénieurs sont enlevés par les fièvres. C'est pourquoi, en 1869, lord Lawrence se décida pour la prise en charge des lignes nouvelles par l'État, par raison d'économie et aussi de politique : il importait, en effet, que le Gouvernement fût le maître direct des voies qui traversaient les territoires des princes indigènes. On se résigna à ne pas faire grand ; on ne construisit que des voies simples. Enfin, on réduisit, autant que possible, les sections neuves à la largeur de 3 pieds 3 pouces 3/8 (lisez : 1 mètre) et, parfois, à un module plus rétréci encore. Ce changement de type (*break of gauge*) fut une véritable calamité : il provoqua des transbordements longs et onéreux, des avaries, des déprédations⁵. Mais, les Indous sont gens patients et

¹ M. J. Chailley-Bert (Les travaux publics dans les colonies et l'intervention de l'État. Les chemins de fer de l'Inde anglaise. *La Quinzaine Coloniale*, 10 février 1899, p. 65 et suiv.) tire argument de l'exemple de l'Inde britannique en faveur de sa thèse sur la nécessité de l'intervention de l'État, métropolitain ou colonial. La comparaison avec l'histoire toute récente des chemins de fer de l'Indo-Chine est de mise et d'actualité (V. surtout le Rapport de M. de Lanessan, n° 489, annexe au procès-verbal de la séance de la Ch. des dép. du 8 déc. 1898, et le compte rendu de la séance du 15 déc.).

Il serait intéressant aussi d'exposer quelle a été la participation financière de la France à la construction des petites lignes qui desservent les territoires de Pondichéry et Karikal. On trouvera les origines de la question dans une étude de Ch. Ducos de la Haille : *Chemin de fer de Pondichéry au Madras Railway*, Paris, 1864.

² Andrew, p. 132. A Calcutta, les banques payaient alors 6 % pour les dépôts à trois mois.

³ Ce régime de la « soi-disant initiative privée » comportait, en effet, le partage des bénéfices au-dessus d'un certain taux (5 % du capital) entre actionnaires et amortissement.

⁴ Andrew loue le type large, bien plus favorable au confort des voyageurs.

⁵ Andrew, p. 61, énumère les conséquences du *break of gauge*. Le transbordement expose les marchandises à se détériorer ; par suite d'une averse en janvier 1877, l'*East Indian* a perdu 28.000 liv. st. En 1883, la Compagnie *Oudh and Rohilkand* a dû refuser du transport par suite d'encombrement à la gare terminus de Howrah, à la jonction de l'*East Indian* : d'où, perte de 25.000 liv. st. D'autre part, il s'est organisé des bandes pour piller les marchandises accumulées et mal surveillées aux points de transbordement. On prétend aussi que la voie étroite est impropre au transport de la grosse artillerie, de la cavalerie, des balles de coton et de jute. G. FURNWALL : *Railway Communications of India*. (*Journ. Manchester Geogr. Soc.*, VII, 1891, p. 216.)

fatalistes. La première ligne d'un mètre (Radjpoutana-Malwa) fut livrée au trafic en 1873; depuis cette date, au grand dam du service, les deux types ont progressé simultanément et se sont amalgamés tant bien que mal¹.

A la fin de 1897 étaient exploités :

RESTANT A ACHÉVER		
Voie normale .	19.250 kilom.	3.173 kilom.
— de 1 mètre.	13.330 —	3.230 —
— étroite . .	496 —	260 —
33.076 kilom., dont 1.900 à double voie ² .		

L'Inde n'a donc que 8 à 9 mètres de rails au kilomètre carré³. Les ingénieurs affirment que l'œuvre, au point de vue technique, est des plus honorables : elle ne pouvait être menée à la légère en un pays où les travaux humains sont menacés par des fléaux destructeurs, pluies torrentielles, crues énormes, cyclones⁴. Toutefois, on juge avec raison que l'Inde est encore trop pauvre en chemins de fer. En septembre 1896, une conférence s'est réunie à Simla sous la présidence du vice-roi pour arrêter un programme systématique⁵. Actuellement, plus de 16.000 kilomètres sont à l'étude ou projetés, dont quelques grandes artères à travers des régions ingrates qu'on rêve de vivifier⁶.

L'œuvre est loin d'être consommée. A-t-elle été féconde? Ce qui embarrasse les recherches, ici, c'est que l'état civil des chemins de fer des Indes est un des plus compliqués que l'on connaisse. On les classe ainsi : 1° lignes d'Etat exploitées par des Compagnies ; 2° lignes d'Etat exploitées par l'Etat ; 3° lignes exploitées par les Compagnies avec garantie d'intérêt (*guaranteed Co's*) ; 4° lignes des Com-

pagnies subventionnées (*assisted Co's*)⁴ ; 5° lignes possédées par les Etats indigènes, mais exploitées par des Compagnies ; 6° lignes des Etats indigènes exploitées par une administration déléguée de l'Etat (*State railway agency*) ; 7° tronçons possédés et exploités par un Etat indigène². Outre ce statut personnel, on groupe séparément, sous chaque rubrique, les sections à voie normale (*standard gauge*), les sections d'un mètre, les sections à voie étroite.

Il n'y a pas lieu d'insister ici sur les résultats financiers³. Indiquons seulement que les recettes ont suivi, sur tous les réseaux, de 1856 à 1896, une marche ascendante, malgré de rares dépressions.

L'exploitation est-elle économique et fructueuse? Elle mange sur la plupart des lignes plus de la moitié des recettes⁴ : le rapport varie entre 31 % sur l'*East Indian* à 94 % sur l'*Assam Bengal*, livré depuis peu, il est vrai, à la circulation. Sans doute, les circonstances climatiques ne sont pas étrangères à ce taux. La voie d'un mètre coûte plus cher que la voie large.

Si l'on se demande quelles lignes sont administrées avec le plus de succès, celles de l'Etat, celles des Compagnies garanties, celles des Compagnies assistées, il faut comparer le rendement net par rapport au capital engagé, mais avec cette réserve que le mouvement des chemins de fer dans l'Inde se ressent par contre-coup des phénomènes physiques, si extrêmes, dont la péninsule est le théâtre.

En général, le rendement net ressort, en regard du capital engagé, comme assez médiocre, si l'on considère le réseau dans son ensemble. Si l'on entre dans le détail (tableau I), on constate que les lignes d'Etat exploitées par les Compagnies ont produit, dans l'exercice 1896, 6,87 % sur la voie large, 5,14 % sur celle d'un mètre. Ce chiffre élevé n'est dû qu'à l'appoint de l'actif réseau de l'*East Indian*, qui donne 9,56 % (10,40 en 1897) et pour la voie d'un mètre par le *Radjpoutana Malwa*, qui donne 8,26 (7,29 en 1897).

¹ V. la carte du *Report*, vol. I^{er}. Sur le développement du réseau ferré de l'Inde, à la date de la modification du type de voie, on consultera E. DE VALBEZEN : Les progrès matériels de l'Inde (*Revue des Deux-Mondes*, 15 février 1875), et la substantielle étude de M. VIDAL DE LA BLACHE : Les voies de communication de l'Inde. *Rev. scientifique*, 7 avril et 14 juillet 1877.)

² Ce chiffre est une moyenne, que la statistique établit entre les deux semestres ; il arrive souvent que la longueur des sections exploitées soit réduite pendant le second semestre par suite d'accidents. A la fin de 1898, le réseau exploité s'est accru d'un millier de kilomètres.

³ La Belgique possède 200 mètres de voie ferrée par kilomètre carré ; l'Angleterre, 109 ; la France, 78 ; mais la Russie d'Europe, 7 mètres seulement.

⁴ Forniwall, p. 219. V. dans chacun des *Reports* le chapitre spécial consacré aux *flood-damages*. E. W. STONEY : Extraordinary floods in Southern India : their causes and destructive effects on Railway Works. *P. I. Civil Engineers*, vol. 434, p. 66-118, 1898. L'*Administration Report for 1897-1898* (Part. II. 60-69) donne un tableau des principaux ponts (61) et tunnels (43) avec détails et coût de la construction.

⁵ *Report*, 1896-1897, I, p. 6.

⁶ P. ex. une ligne de Jungshashi sur le delta de l'Indus à Wadhwan et Petlad sur le golfe de Cambay par la steppe bordière du Catch (plus de 600 kilom. standard) ; une ligne de Muttra (près d'Agra), à Nagda (près d'Indore) 570 kilom. standard ; une autre de Raipur à Vizagapatam, près des bouches de la Godveary, 480 kilom. standard, etc.

⁴ V. Andrew, p. LXXVIII, le contrat avec la première compagnie assistée *Bengal-Central* et avec la *Southern Mahratta* ; ces deux contrats sont de types très différents. Les contrats d'assistance offrent les clauses les plus variées.

² V. le tableau détaillé des lignes suivant leur état civil au 31 mars 1895 dans l'*Adm. Report for 1897-1898*. Appendice D, p. CXXXI-CCLXIII, et suivant leur distribution géographique. Appendice E.

³ Le calcul des dépenses de premier établissement serait des plus compliqués, car le taux de la régie a singulièrement varié. On trouvera *Report*, 1896, I, p. 98-100) un tableau instructif du coût par mille, d'après les types de voie et l'état civil des lignes. Mais pour donner aux chiffres, et surtout aux moyennes, leur véritable portée, il faut se souvenir que sur un territoire aussi vaste que l'Indoustan, les conditions d'établissement diffèrent d'une région à l'autre, et les conditions d'exploitation d'une saison à l'autre.

⁴ *Report*, I, p. 103 pour les exercices 1895-1896.

On ne saurait non plus discerner l'influence du type de voie sur le revenu net; d'après des moyennes — très générales — le revenu net de la voie

Tableau I. — Rendement des diverses Compagnies de chemin de fer de l'Indoustan.

DÉSIGNATION des Lignes et des Compagnies.	RENDEMENT NET % du capital engagé en 1896.	
	Standard	Mètre
I. Lignes d'Etat exploitées par les Compagnies	6,87	5,14
II. Lignes d'Etat exploitées par l'Etat.	3,20	7,90
III. Compagnies garanties	5,89	"
IV. Compagnies assistées.	4,90	4,29
V. Lignes des Etats indigènes	4,55	7,06

normale par train-mille serait de roupies 2,23, celui de la voie d'un mètre de 1,56; les frais d'exploitation sur le premier type se montent à 47,17% des recettes brutes, sur le second à 50,56 (Exercice 1896)¹.

Pour les dividendes, point d'uniformité encore; sur trois réseaux qui se touchent, *East Indian*, *Midland* et *Bengal Nagpur*, le premier rapporte, depuis 1892 jusqu'à 1896, de 9 à 10%; les deux autres oscillent autour de 2 à 3%. Mais certains chiffres permettent de voir où le mouvement est le plus intense, ou, pour mieux dire, le plus heureux: par exemple sur la ligne de Jodhpore, sur la section nord de l'*Eastern Bengal*, sur le *Radjputana-Malwa*, etc.

Nous nous dispenserons d'autres comparaisons, parce que l'interprétation risque d'être faussée; trop d'éléments sont impossibles à contrôler. Nous nous bornerons à indiquer le problème: les Compagnies administrent-elles mieux ou plus mal que l'Etat? On ne saurait invoquer les résultats de l'Inde à l'appui de solutions que l'on préconise ailleurs. Ajoutons que la question des chemins de fer de l'Inde se complique de la crise du change, de la dépréciation de l'argent; c'est une lourde charge que la dette à servir en Angleterre. L'histoire financière des chemins de fer de l'Inde, si accidentée déjà, quoique vieille à peine d'un demi-siècle, n'est pas close, et jusqu'ici, il ne s'en dégage, à l'usage des Européens, aucune leçon pratique.

¹ Les chiffres pour 1896, dans le *Report* de 1897-1898 (II, p. 70) diffèrent un peu, nous ne savons pour quelle cause. Les prix d'exploitation par rapport aux recettes brutes sont :

	1896	1897
Standard	46,73	47,50
Mètre.	49,86	50,92
Voie étroite.	54,55	60,19

IV. — RÔLE ÉCONOMIQUE DES CHEMINS DE FER INDOUS.

Les chemins de fer de l'Inde sont, au premier chef, les véhicules des matières premières destinées à l'exportation, à un moindre degré les distributeurs d'articles étrangers: en période de famine, ils ont pour mission spéciale de porter des vivres sur les régions en souffrance; ils sont des agents de salut public. Le trafic subit le contre-coup immédiat des fluctuations climatiques auxquelles sont soumises les cultures, et le choc en retour des mouvements économiques sur les marchés lointains¹. De 1890 à 1896, le transport des céréales a singulièrement oscillé, ainsi qu'il ressort du tableau suivant :

NOMBRE DE TONNES TRANSPORTÉES²
(en millions)

	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896
Great Indian Pen.	313	544	388	319	161	131	127
Bombay-Baroda.	40	215	140	49	60	107	54
North Western .	438	716	344	385	543	581	262 ³

L'exportation s'est ressentie des besoins du dehors et du dedans; l'on remarquera, entre les chiffres du trafic et le taux de l'exportation, un certain rapport :

RAPPORT % DE L'EXPORTATION ET DE LA PRODUCTION

1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896
11,43	20,45	16,74	7,99	5,60	7,88	2,31

Survienne une sécheresse, elle provoque une baisse sur les lignes exportatrices de céréales; sur les lignes pourvoyeuses, au contraire, une hausse. Ainsi, de 1895 à 1896, l'*East Indian*, le *North Western* ont perdu de ce chef; l'*Indian Midland* et le *Great Indian Peninsula* ont gagné.

Une répartition géographique rigoureuse du trafic de l'Inde exigerait une enquête aussi vaste que délicate. L'Administration a délimité un certain nombre de groupes ou de blocs, au nombre de seize: les quatre grands ports constituent individuellement un bloc. Quelques-uns de ces blocs correspondent à une province politique, telle que le Maissur, le territoire du Nizam, ou l'Assam; la plupart embrassent et les territoires britanniques et les territoires des États feudataires: ainsi en est-il du bloc de Madras, qui englobe, outre ce que l'on continue à appeler la Présidence (à l'exclusion du port), le Coorg, les États indigènes et les établissements français de l'Inde⁴.

¹ On pourrait citer, entre autres exemples, les variations dans le commerce de sacs et toiles de jute, suivant les besoins de l'industrie cotonnière des États-Unis ou de l'industrie lainière d'Australie.

² La tonne anglaise vaut 1.015 kilos.

³ *Administration Report for 1896-1897*, I, p. 120.

⁴ *Return showing the weights and values of articles carried by rail and river in British India during the year.*

Nous ne voulons pas étudier dans son ensemble le commerce intérieur de l'Inde. Nous nous bornons à rechercher comment il se distribue par réseaux

A considérer le tonnage total des chemins de fer indiens — abstraction faite des combustibles consommés par les locomotives et qui ne sont rien

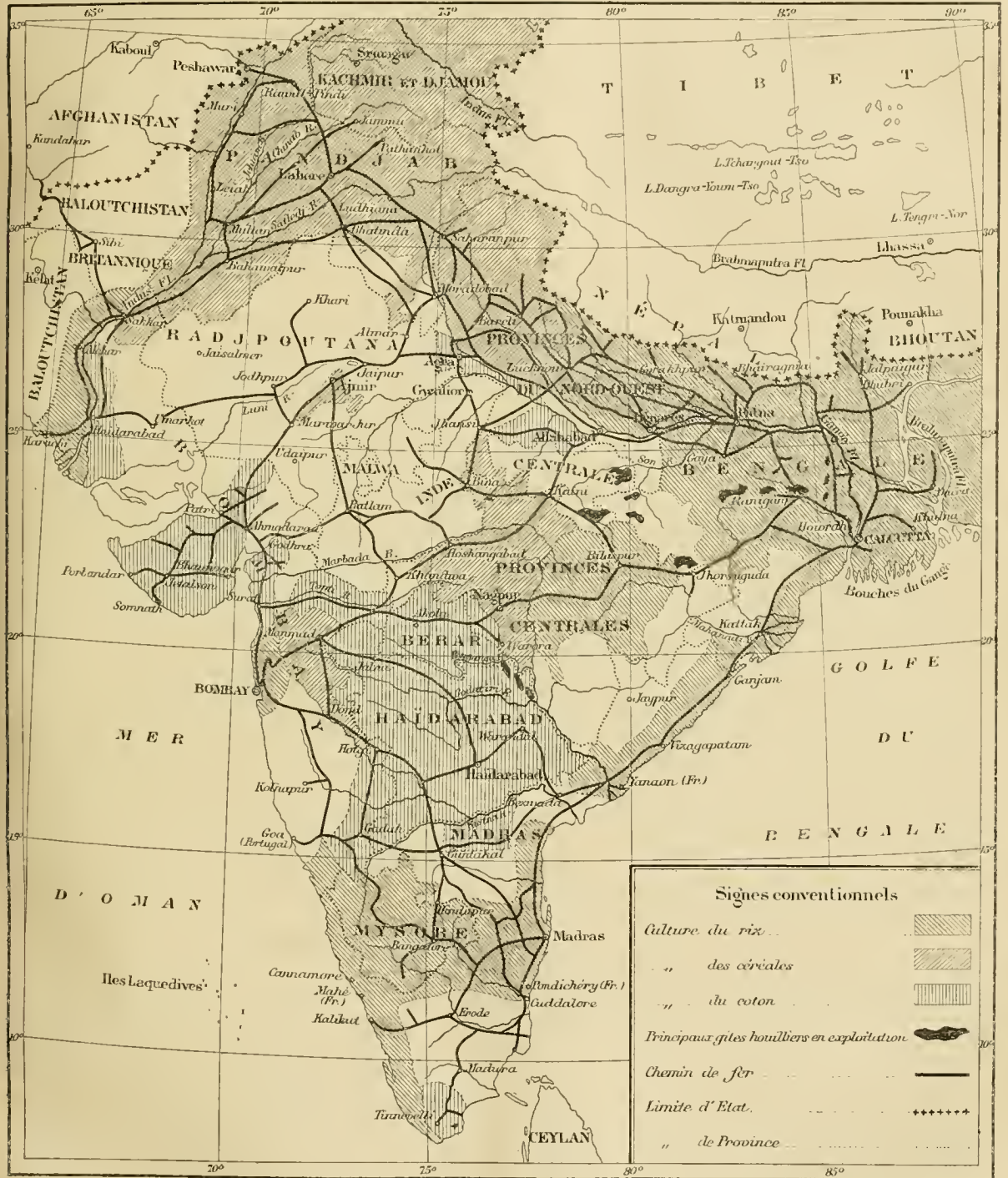


Fig. 2. — Rapports des chemins de fer avec les régions de grande culture et les gîtes d'exploitation minière.

et quelles matières alimentent plus particulièrement chaque réseau.

moins qu'un fret productif — les céréales et grains en prennent un quart. Les graines oléagineuses,

Publication annuelle, dont le volume pour 1892-1893 contient une carte des blocs. Ce document s'est amplifié dans ces dernières années et s'intitule actuellement : *Accounts of the*

Trade carried by rail and river in India. Le grand défaut de ce document est de ne pas distinguer le trafic des voies ferrées et celui des voies navigables.

le jute, le coton brut ou manufacturé, un autre quart; ces quatre ou cinq articles accaparent la moitié au moins du trafic, réparti sous trente-deux rubriques.

Le gros fret est fourni par les céréales; mais la direction et l'intensité changent avec les besoins locaux. Ainsi, en 1896-1897, les provinces du North West ont dû être secourues: le Bengale et le Pandjab leur ont expédié de forts approvisionnements de blé. Sur quelques sections, ce transport donne la principale recette. On nous dispensera d'aligner des chiffres. Cet article est si commun que, malgré son importance, il perd de son intérêt.

Le trafic du coton est commandé par Bombay: de tous les centres producteurs, la matière première y converge. De 1890 à 1895, 9 à 11 millions d'acres ont été plantés en coton. Le Bérar et la province de Bombay comprennent la plus grande étendue de *cotton ground* cultivée, de 2 à 3 millions d'acres. Dans les provinces de Madras et du North West, la surface cotonnière dépasse 1.200 mille acres, et par années, atteint 1.700 mille. Les grands transporteurs sont le *G. I. P.* et le *Bombay Baroda*, dont les wagons chargent plus de balles de coton que de houille: le *Radjputana Malwa* écoule la récolte du North West: le *Southern Mahratta* celle de la province de Madras. Comme récepteur du coton, Bombay éclipsé Calcutta et Karachi.

Le coton brut est ouvré dans les ports, converti en fils ou pièces de cotonnade. Les provinces du North West sont aussi manufacturières et exportent des indiennes. Comme de juste, l'*East Indian*, qui dessert la région la plus densément peuplée de l'Inde, tient la tête pour le chiffre du tonnage: il fait l'office de distributeur. Le *Radjputana Malwa* déploie son activité comme expéditeur.

Le jute a pour patrie le Bengale, où il prospère sur 2.200.000 acres; c'est dans ce pays qu'il est traité: la matière brute, aussi bien que les sacs et toiles (*gunny bags and cloths*), se dirigent sur Calcutta. Il en a circulé 23 millions et demi de maunds¹ en 1896-1897 (870.000 tonnes de 1.000 kilos). Le réseau de l'*Eastern Bengal* en a accaparé 520.000, l'*East Indian* une centaine de mille, et le *Bengal Central* plus de 50.000.

Entre autres produits naturels, le thé ne tardera pas à actionner le trafic des tronçons qui ont pénétré dans les pays de plantations, c'est-à-dire l'Assam avec les districts de Cachar et Sylhet et le Bengale: en dix ans, de 1885 à 1895, la surface cultivée en thé s'est accrue de 284.000 acres à 422.000, et la production de 32 millions à 61 millions de kilos. Cependant, à ce point de vue, la statistique du trafic et des voies ferrées réserve des surprises. En

1895, le système de l'*Assam Bengal* a transporté en tout une tonne; en 1896, 26 tonnes de thé; l'*Eastern Bengal* en a véhiculé environ 40.000 vers Calcutta, et le *Bombay-Baroda* à peu près la même quantité sur Bombay.

Sans entrer dans d'autres détails, on peut se rendre compte que certains réseaux se sont consacrés à une spécialité prédominante (paddy, coton, jute, thé): c'est là le trait le plus original des chemins de fer indiens.

Parmi les produits minéraux, il en est trois d'un intérêt plus particulier: un comestible, le sel, et deux combustibles, le charbon et le pétrole.

Le sel se tire de lieux de production divers: lacs salés de l'intérieur, mines, marais salants. Les lacs les plus renommés sont situés dans le pays de Radjputana au pied des Aravalli, à la bordure du steppe: c'est le Sambhar, long d'une trentaine de kilomètres, large de 3 à 11; ce sont les cuvettes du Pachpadra (Etat de Jodhpur). Le sel gemme est exploité surtout dans le Bengale, le long du Salt Range, entre Jhelam et Indus. Les salines maritimes bordent le Rann de Catch et la côte de Coromandel, vers Madras. La quantité de sel indigène extraite varie suivant l'état climatérique: de 1892 à 1896, entre 800.000 et plus de 1.200.000 tonnes; les fortes pluies tombées sur le Sambhar réduisent singulièrement la production; en 1892, celle-ci s'est abaissée à 32.000 tonnes, elle a sauté à 277.000 en 1894, après une sécheresse efficace. Les salines du littoral sont affectées par le même phénomène.

Le trafic local du sel sur chemins de fer et voies navigables — à l'exclusion de celui qui a pour origine les ports — ressort à 250.000 ou 300.000 tonnes: les grands foyers sont la province de Bombay et le Radjputana. Le gros mouvement se dénonce sur les réseaux *Radjputana Malwa* et *Bombay Baroda*. Le sel importé de l'étranger est distribué par Calcutta.

Le système des voies ferrées de l'Inde eût été condamné à l'atrophie si cette terre, jadis fameuse pour ses pierres rares, ne recélait un trésor plus précieux encore: la houille. La houille se rencontre un peu partout et dans des séries géologiques diverses, sauf celles de la période carbonifère, dans la plaine indo-gangétique aussi bien que dans la Péninsule. Cependant le Bengale tient la tête par le nombre des mines exploitées et le rendement. En 1878, les houillères indiennes livraient 1 million de tonnes; en 1896, 3.848.000 tonnes, dont 3.037.000 sont la part du Bengale; c'est le territoire du Nizam qui vient en seconde ligne avec 260.000 à 300.000 tonnes, *longo sed proximus intervallo*: cette région, exploitée depuis une dizaine d'années seulement, est pleine de promesses.

Les réseaux indiens peuvent se déployer sans

¹ Le maund vaut un peu plus de 37 kilos.

redouter l'indigence. Ils ont, en 1896, consommé 1.280.000 tonnes, quantité bien inférieure au rendement total; encore ces 1.280.000 tonnes ne sont pas toutes de provenance indoue, 106.000 sont de source anglaise. Il est naturel que les ports ou les lieux placés loin des centres d'extraction consomment le charbon d'Angleterre apporté à peu de frais par les navires; cependant le charbon indou évince peu à peu l'anglais.

Les chemins de fer ont eux-mêmes acquis et mis en œuvre des houillères. L'*East Indian* possède les gîtes de Karharbari et Serampur (Bengale)¹, d'où il tire près de 500.000 tonnes et où il emploie un personnel de 5.800 travailleurs; tout n'est pas consommé par ses machines; un fort contingent est vendu au public. Les chemins de fer de l'Assam ont trois gîtes qui leur ont fourni 176.000 tonnes en 1896. Certains réseaux sont intéressés dans des entreprises minières auxquelles ils assurent leur clientèle: ainsi le *North Western State* est le commanditaire de plusieurs bassins, entre autres ceux de Khost et Sharigh, en Beloutchistan, d'une valeur encore précaire.

L'Etat lui-même est grand propriétaire de mines: celles de Warora (au sud de Nagpur) dont la teneur est estimée à 1.700 millions de tonnes; celles d'Umari (Prov. Centrale) où s'approvisionnent le *Great Indian Peninsula*, l'*Indian Midland*, le *Bengal Nagpur*². Un des champs les plus considérables est celui de Singareni (Haiderabad, où puisent sept systèmes de voies ferrées; le charbon de Singareni, dès que les travaux commencés seront étendus, envahira le marché de Bombay et mettra en péril le charbon britannique.

Les différentes sections d'un réseau s'alimentent à des centres différents, méthode à la fois économique et rapide. Ainsi le *North Western*, pour les transports militaires du Beloutchistan, use de la houille; mais entre Kotri et le port de Karachi, il sollicite la houille ou la briquette anglaise.

Le *Great Indian Pen.* consomme 8 sortes, dont 2 étrangères, anglaise et japonaise; la première est de beaucoup le plus haut cotée, 17 roupies (18 fr. 56), au port de Bombay; la japonaise revient de 13 à 15 roupies; les indigènes (sauf celles qui sont transportées par mer du Bengale, et dont le prix flotte de 13 à 15 roupies) sont d'un prix beaucoup plus bas, 4 à 6 roupies³.

On comprend qu'avec ces ressources à peine entamées, l'industrie des chemins de fer, sans parler des autres, n'hésite pas à se déployer, et

qu'il s'élabore des programmes de constructions vastes et ambitieuses.

Certains réseaux de l'Inde trouveront un combustible autre que la houille, le pétrole. Deux provinces renferment des nappes de ce précieux liquide: la Birmanie, dont la production atteint déjà environ 68 millions de litres, et l'Assam, avec les bassins de Makum et de Digboi en pleine extension. La statistique ne signale encore qu'un emploi insignifiant du pétrole comme aliment des machines (14 tonnes sur le *North Western*), mais c'est une ressource d'avenir⁴.

V. — TARIFS ET MOUVEMENT DES VOYAGEURS.

Les Hindous sont de grands migrants, malgré leur attachement pieux au sol natal. Sans parler des expatriations définitives d'une province dans une autre, sur lesquelles les recensements fournissent de curieux détails⁵, des déplacements en masse se produisent dont profitent les chemins de fer. Des raisons climatiques, économiques, religieuses commandent ces mouvements. La première pousse à l'exode des populations qui vont chercher ailleurs subsistance et travail; les industries qui éclosent attirent des ouvriers qui, après une saison passée à l'atelier, retournent aux champs; les constructions de chemin de fer ou autres travaux publics provoquent un afflux de coolies; enfin les pèlerinages périodiques, les fêtes du culte⁶, les *marriage parties*, sont autant de causes de mobilisation. Le nombre des voyageurs s'est enflé énormément depuis quinze ou vingt ans. En 1880, il ressortait à 48 millions; cinq ans après, à 80 millions, et de 1885 à 1896, en dix ans, il a simplement doublé.

Ce qui montre bien que le chemin de fer n'est pas réservé aux Européens ou aux gens de distinction, c'est la progression des voyageurs par classes: la 3^e accapare 97,36 % (en 1896); la seconde 2,25;

¹ Il faut signaler aussi l'emploi du bois comme combustible; les contreforts de l'Himalaya, les Ghats de l'ouest, les crêtes du plateau central vers la dépression du Gange sont couverts de forêts. Aussi les locomotives brûlent par an plus de 300.000 tonnes de bois, dans les sections qui traversent ou frôlent ces régions forestières; ainsi le *North Western*, sur toute la ligne de l'Indus en amont de Kotri et jusqu'à Lahore, a consommé 99.000 tonnes de bois provenant du Pandjab et du Sind, contre 150.000 de houille; le Madras a brûlé 83.000 tonnes de bois et seulement 64.000 de houille; le *Southern Mahratta*, le *South Indian* sont en bonne partie encore approvisionnés par les Ghats. (*Report*, I, p. 178, § 14.)

² V. surtout *Report on the Census of British India* taken on the 17th February 1881, vol. I, chap. viii, p. 217 et suiv., à comparer avec le *General Report* de 1891, p. 68 et suiv.

³ L'éclipse de lune de mars 1896 a influé sur les recettes du *Bengal Central* (*Report*, I, p. 126). L'*East Indian* (p. 121), le *Jodhpore-Bikaner Railway* (p. 135) signalent l'accroissement de leur trafic grâce aux *marriage parties* et aux pèlerinages, etc. V. Les chemins de fer et les pèlerinages hindous (*A travers le Monde*, 27 mai 1899).

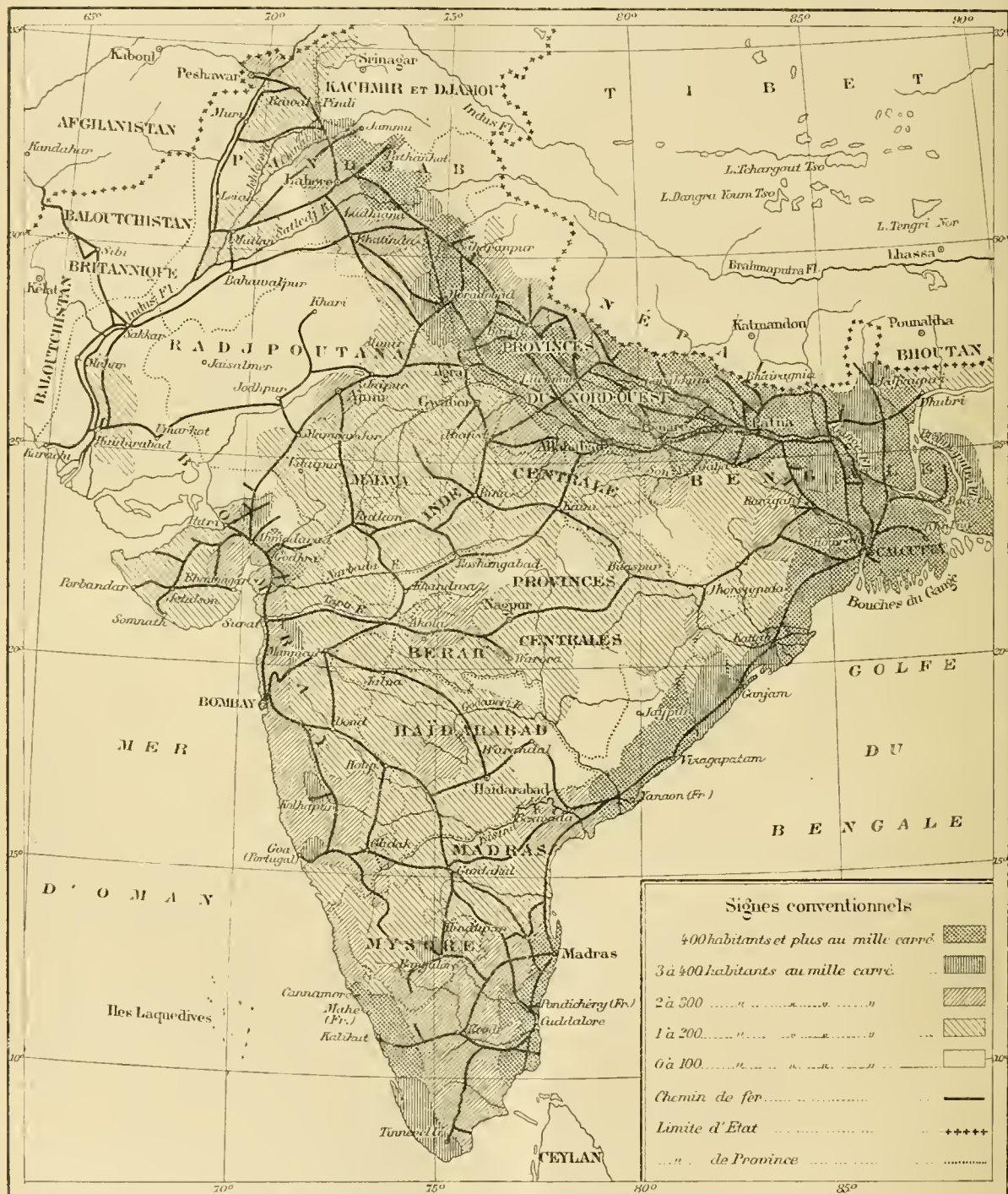
⁴ *Review of mineral production in India for 1896*, p. 17.

⁵ *Report*, I, p. 49. Cf. *Review*, p. 17.

⁶ V. Tableau *Report*, I, p. 182 où sont relevées les longueurs des sections sur lesquelles les différentes sortes de charbon sont employées.

la première, 0,39. La distance moyenne parcourue par chaque voyageur de 3^e classe est d'une soixantaine de kilomètres seulement.

13 millions. Mais, pour le nombre des voyageurs kilométriques, l'East Indian l'emporte sur les autres réseaux (1.121.613.000); le North Western,



Gravé par F. Borremans, 17 rue St Sulpice Paris

Fig. 3. — Rapports du réseau ferré avec la densité de la population.

Comme de juste, les plus grands réseaux sont les plus fréquentés; le Great Indian Peninsula et l'East Indian qui, en 1896, ont transporté chacun plus de 17 millions de personnes; puis le Bombay Baroda, plus de 16 millions, et le South Indian,

au second rang, ne donne que 700 millions et le Great Indian Peninsula moins de 700 millions.

Quelques réseaux ou sections¹ paraissent consacrer

¹ Report I. Tableau n° 30, p. 134 et suiv.

crés plutôt à la circulation des voyageurs qu'au trafic des marchandises. Les plus petits tronçons classés n'ont qu'un mouvement commercial insignifiant¹. Même le *Bengal Central* perçoit 65 % du transport humain et 35 % seulement du trafic des marchandises; le *South Indian* 54 % du premier chef contre 46 du second. Il semble, d'après la moyenne, que les voies d'un mètre soient parcourues par plus de voyageurs — relativement — que les voies normales; ici les routes ne représentent pas 35 % de l'ensemble; là elles montent à environ 44 %.

Si l'Indou voyage aisément pour affaires temporelles ou spirituelles, c'est que les tarifs sont bas; la dernière classe se paye 2 ou 3 *pies* par mille; l'avant-dernière ou intermédiaire, 3 ou 4 *pies*². La tarification n'est pas uniforme, surtout dans les classes supérieures; elle varie de 12 à 18 *pies*, au mille, et, comme de juste, sur les sections les plus coûteuses, telles que les chemins de fer de montagne, le taux s'élève; le parcours sur le *Durjeling-Himalayan* se chiffre à 72 *pies* au mille. Pour drainer la matière transportable, les compagnies ou administrations consentent à des réductions incessantes, qui s'imposent en temps de famine.

VI. — CONCLUSIONS.

Le chemin de fer est, à tous les titres, un instrument de vie. Son rôle dans l'Indoustan est moral autant que matériel. Il mêle les classes sociales; confond, dans une implacable promiscuité, les castes que la religion sépare; le brahmine, en wagon, s'habitue à la contamination d'êtres moins purs et subit la notion de l'égalité. De fait, les groupes, longtemps étrangers entre eux, se rapprochent d'un bout du monde indou à l'autre, se pénètrent. « Les chemins de fer, s'écrie un historien de lord Dalhousie, feront pour l'Inde ce que les dynasties n'ont jamais fait, ce que le génie d'Akbar le Magnifique n'a pu réaliser par son gouvernement, ni la cruauté de Tippou-Sahib par violence. Les chemins de fer feront de l'Inde une nation¹ ». Cette très vieille société se transforme, à l'heure présente, en un jeune peuple. Et en considérant leur œuvre, les Anglais prononceront bientôt peut-être le *sic vos non vobis*².

Bertrand Auerbach,
Professeur de Géographie
à l'Université de Nancy.

ÉMULSIONS ET CRISTAUX

Une émulsion est constituée par un corps ambiant dans lequel sont uniformément réparties de très petites particules d'un autre corps, non soluble dans le milieu.

En général, on restreint quelque peu cette définition: on admet que le corps émulsionné est liquide, ou a été liquide au moment de l'émulsion, de sorte que les particules sont sphériques.

Partons de cette définition et étudions les conditions d'existence de cet ensemble complexe: une multitude de petites sphères dans un milieu enveloppant.

Une des constantes caractéristiques de cette émulsion est le rapport du volume du corps divisé en sphères au volume total.

Lorsque l'on considère l'émulsion limite, composée de particules sphériques tangentes entre elles, laissant le moins de vide possible, on peut se proposer de rechercher s'il n'existe pas un rapport limite des pleins au volume total, rapport qui apparaîtrait lorsqu'un vase de forme quelconque serait rempli d'un nombre considérable de petites billes

aussi rapprochées que possible les unes des autres.

Or, si l'on calcule le rapport cherché dans le cas d'une pile de boulets à base triangulaire ou à base carrée, d'un cube rempli de boulets, et en supposant que le nombre de boulets très petits soit énorme, on trouve dans tous les cas et toujours que le rapporte limite égale $\pi \frac{\sqrt{2}}{6}$.

¹ EDWIN ARNOLD: *Ouvr. cité*.

² Est-ce pour ce motif que l'on a si parcimonieusement abandonné aux Etats indigènes la propriété et l'exploitation de leurs chemins de fer? La plupart des voies qui traversent ces Etats appartiennent aux Compagnies ou à l'Etat. (*Table of railways constructed in, or traversing native states*. Adm. Report, 1897-8, II, Appendice F.) Les réseaux possédés et exploités par les feudataires — réseaux à voie étroite — se déploient dans la principauté de Morvi, sur 150 kilomètres; dans celle de Gwalior, sur 120 à peu près. Les princes ne sont maîtres que nominalement de quelques lignes dont la longueur totale ne dépasse pas 300 kilomètres (The Gaekwar, Dabhoi, Rajpipla, Rewa, Cooch Behar). Il semble que le gouvernement écarte de parti pris, de ces territoires jalousement gardés, les initiatives trop vivifiantes. (EDW. DICEY: *Railways in Native states. Nineteenth Century*, 1892, XXXII, p. 752-62.) C'est ainsi qu'on hésite à jeter des rails dans le Kachmir, dont le Maharadjah et le peuple appellent le chemin de fer; les trains de Wazirabad et de Jammeu s'arrêtent net à la frontière; outre que le Kachmir abonde en ressources minérales et en territoires fertiles, ce tracé est d'intérêt stratégique, car, au bout de cette voie, c'est le Thibet qui s'en-tr'ouvre. (DIPLOMATICUS: *The Kashmir Railway*, in *Asiat. Quarterly Rev.*, Avril 1891, p. 275-82.)

RECETTES DES VOYAGEURS

Tarkessur	92 % du trafic total.
Deoghur	87 % —

² 4 pie = 0 d. 083 = 0 fr. 0087.

Proposons-nous de chercher ce rapport dans le cas où l'on voudrait remplir de très petites billes, avec le moins de vides possibles, un vase de forme cubique à parois légèrement déformables. Nous pouvons admettre deux modes différents de remplissage, ou d'arrangement. On va, par exemple, ranger les billes en files parallèles de n billes, les centres formant deux systèmes de lignes droites orthogonales, puis étaler sur ce fond une deuxième rangée horizontale dans les vides. On forme ainsi des files parallèles aux premières, dans un plan horizontal, dont la distance au premier égale $\frac{2r}{\sqrt{2}} = r\sqrt{2}$; un 3^e plan de billes, toujours au nombre de n^2 , peut suivre chacun de ces plans, rentrant sur le précédent suivant certaines lignes, le dépassant suivant d'autres, de sorte qu'en somme on a un cube gaufré.

Désignons par n' le nombre des billes en hauteur dans le cube; on a :

$$n'r\sqrt{2} = 2nr \quad \text{d'où} \quad n' = n\sqrt{2}.$$

Le nombre total des billes est : $n^2 \times n\sqrt{2} = n^3\sqrt{2}$.

Leur volume est : $n^3\sqrt{2} \cdot \frac{4}{3}\pi r^3$. Le volume du cube est $8n^3r^3$. Le quotient, rapport cherché = $n^3\sqrt{2} \cdot \frac{4}{3}\pi r^3 \cdot \frac{1}{8n^3r^3}$. C'est bien $\pi \frac{\sqrt{2}}{6}$.

Prenons une autre disposition possible : une rangée de n billes, puis une autre rangée parallèle, mais dont les billes sont logées dans les vides de la première; une autre rangée reproduisant la première, etc. :

En verticale, une rangée de n billes dans les premiers interstices les billes étant tangentes à trois billes horizontales, etc. :

- 1^{re} rangée : n billes.
- 2^e rangée perpendiculaire en plan $n' = \frac{2n}{\sqrt{3}}$.
- 3^e rangée en hauteur $n'' = \frac{3n}{\sqrt{2}\sqrt{3}}$.
- Le nombre total $n n' n''$ = $n \frac{2n}{\sqrt{3}} \cdot \frac{3n}{\sqrt{2}\sqrt{3}} = n^3\sqrt{2}$.
- Leur volume = $n^3\sqrt{2} \cdot \frac{4}{3}\pi r^3$.
- Le volume du cube = $8 n^3r^3$.
- Le rapport = $\pi \frac{\sqrt{2}}{6}$.

Si l'on avance un peu plus et que l'on recherche la structure moléculaire de ces édifices, il est facile de s'apercevoir que, dans ces deux derniers cas, qui résument toutes les combinaisons possibles, une bille quelconque est entourée de douze billes tangentes géométriquement réparties.

Il existe :

Quatre groupes de trois billes ;

Ou bien, trois groupes de quatre billes ;

Ou, enfin, quatre systèmes de six billes avec une bille commune à deux systèmes.

Il y a donc dans l'ensemble :

Trois axes quaternaires ;

Quatre axes ternaires ;

Et si, dans les deux cas, on mène les plans tangents aux douze sphères aux points de contact, ces plans découpent dans l'espace un polyèdre qui est le dodécaèdre rhomboïdal. Ce solide peut être construit de la manière suivante :

Du centre d'un cube, on mène des arêtes aux huit sommets, on découpe le cube en six pyramides identiques, et si, maintenant, l'on retourne chacune de ces six pyramides sur la face correspondante, si l'on construit sa symétrique, on forme précisément le dodécaèdre cherché, dont le volume est, d'après la construction même, égal au double du volume primitif. Soit a l'arête du cube générateur; le volume du dodécaèdre est $2 a^3$. La sphère inscrite est tangente aux arêtes; son rayon est $\frac{a\sqrt{2}}{2}$; son volume : $\frac{4}{3}\pi a^3 \frac{2\sqrt{2}}{8}$; son rapport au polyèdre enveloppant est : $\frac{4}{3}\pi a^3 \frac{2\sqrt{2}}{8} \cdot \frac{1}{2a^3} = \pi \frac{\sqrt{2}}{6}$.

Il est bien facile de démontrer que tout l'espace peut être subdivisé, sans vides, en dodécaèdres rhomboïdaux juxtaposés, de sorte que, d'après cette construction, on retrouve le rapport-limite $\pi \frac{\sqrt{2}}{6}$ pour les pleins au volume enveloppant.

Ces résultats évoquent l'idée d'une cristallisation avec cohésion maxima; il y a un rapprochement curieux à établir entre cet arrangement de molécules sphériques tangentes avec le minimum de vides et la cristallisation de corps tels que le diamant, les grenats, etc.

Dans le carbone, on semble entrevoir quelque rapprochement entre l'atomicité de 4 et le dodécaèdre du diamant, l'hexagone du graphite; dans les grenats, la formule trahit cette structure de dodécaèdre : R^3, R'^2, Si^3, O^6 R' étant un radical comme l'Aluminium ou le Fer.

On remarque, dans cette hypothèse de la cohésion maxima, l'apparition du prisme hexagonal avec deux pointements qui ne sont pas identiques; d'où tendance à l'hémiédrie, aux stries dans les cristaux (Quartz). Ces stries doivent peut-être se retrouver parfois dans la cristallisation en cube; et, en effet, elles sont fréquentes dans les pyrites.

Enfin, cette structure si intéressante de dodécaèdre nous fait soupçonner l'existence de certains plans de cohésion minima, la tendance à des cliques, celui de l'octaèdre entre autres, si net et si facile dans la fluorine.

R. Lezé,

Professeur à l'École Nationale d'Agriculture de Grignou.

LES DIARRHÉES GOUTTEUSES

Les manifestations de la goutte sont loin d'être suffisamment connues, et si certaines d'entre elles ont attiré l'attention des cliniciens, en revanche les diarrhées goutteuses sont passées à peu près inaperçues. Ayant eu précisément l'occasion d'étudier de près ces dernières chez trois sujets arthritiques, j'ai résolu de pousser mes recherches en ce sens, et j'ai pu être assez heureux pour en noter les moindres particularités symptomatologiques.

Parmi les travaux publiés jusqu'à ce jour sur la goutte, un seul mentionne nettement ce symptôme. Voici, en effet, ce qu'en dit M. Létienne dans le chapitre « Goutte » du *Manuel de Médecine*, publié sous la direction de MM. G.-M. Debove et Ch. Achard : « L'entéralgie peut revêtir deux formes : se manifester par des coliques spasmodiques très violentes, parfois avec rétraction du ventre, plus souvent avec météorisme abdominal, ou bien constituer une entérite vraie avec diarrhée dysentéiforme¹. »

C'est exclusivement de cette dernière que je vais m'occuper ici.

I

L'étiologie est des plus simples : il suffit d'être arthritique pour être atteint. Je n'ai donc pas à m'étendre sur les signes qui révèlent un tempérament arthritique : l'hérédité, bien entendu, doit entrer en ligne de compte ; les migraines, les épistaxis, les éruptions eczémateuses, les hémorroïdes, la dyspepsie sont autant de signes précurseurs.

J'ai remarqué, de plus, chez les sujets étudiés, que tous étaient des nerveux, et j'ai tiré de là certaines conclusions fort intéressantes pour la pathogénie, sur laquelle je reviendrai tout à l'heure.

L'âge ne joue aucun rôle, pas plus que le sexe ; mes trois sujets comprenaient deux hommes et une femme, les deux premiers de vingt-quatre et trente-deux ans, la dernière de soixante-quatorze ans.

Les saisons, au contraire, doivent exercer une légère influence sur l'apparition des symptômes, puisque c'est habituellement à l'automne et au printemps qu'ils se sont manifestés.

Le climat humide prédispose également.

Il n'est pas nécessaire d'avoir ressenti auparavant l'accès de goutte aiguë, pour voir l'entérite survenir. La véritable cause immédiate de la diarrhée goutteuse est la *fatigue* et le *surmenage*. Ceci est indiscutable. Toutes les crises, si je puis me servir de cette expression, sont déterminées par une surexcitation musculaire trop intense, par des soucis moraux ou des travaux intellectuels prolongés.

J'avais longtemps pensé que l'alimentation pouvait avoir quelque action sur la genèse de la diarrhée. J'ai donc soumis un sujet à des repas d'épreuve composés exclusivement d'œufs, d'eau rougie, de bière légère ou de viande crue ; tout cela a été impuissant à éviter la diarrhée, le sujet s'étant surmené ce jour-là. Je considère donc la fatigue comme le seul facteur de cette débâcle intestinale.

La pathogénie est assez intéressante à étudier de près, par ce fait que je n'ai observé l'entérite que sur des sujets nerveux. Cela confirmerait à merveille la théorie attribuant la goutte à l'épuisement de l'énergie nerveuse, théorie défendue par Braun, Copland et Cullen. On sait que, tout récemment, en 1880 et 1892, sir Dyce Duckworth soutenait que la goutte se rattache à une maladie nerveuse¹, et je suis d'avis d'admettre, dans le cas qui nous intéresse, que les lésions porteraient sur les nerfs viscéraux influençant la sécrétion.

II

Les symptômes sont toujours les mêmes et apparaissent dans l'ordre suivant : quelques heures avant d'être atteint, le malade *sent sa crise venir* ; il se montre inquiet et triste, car il sait quelles souffrances l'attendent. Cette crise se produit *toujours la nuit*. Le malade se couche avec la quasi-certitude qu'il se réveillera au bout de peu de temps. En effet, il éprouve bientôt un impérieux besoin de déféquer. Quand l'attaque de goutte est violente, le patient compte jusqu'à onze ou quinze selles par nuit, chaque fois accompagnées de violentes coliques, de ténésme douloureux au point d'arracher parfois des cris.

Le pouls est petit, une sueur profuse couvre le visage du malade, la température axillaire peut monter jusqu'à 38°9 ; lorsque le patient se recouche, un refroidissement général se produit, mais le réchauffement s'opère, de courte durée il est vrai, puisque, au bout d'une demi-heure environ, le malade doit se relever pour une nouvelle selle.

La nature des excréta varie en l'espace de quelques heures. Au début ils sont assez durs, puis ils se ramollissent, et finalement c'est une véritable lientérie. Abondantes au commencement de la nuit, les selles sont minimales vers le matin.

Quand vient l'aurore, une légère amélioration se manifeste, le patient se lève plus rarement et peut même reposer, mais il sort de son lit complètement abattu, parfois dans un tel état de fai-

¹ Tome VII. *Maladies générales toxiques et dyscrasiques*. Paris, 1897, p. 541.

¹ *Traité de la goutte*; traduit de l'anglais par le Dr Paul Rodet, Paris, F. Alcan. 1892.

blesse qu'il ne peut se tenir longtemps debout.

Le décubitus latéral favorise singulièrement les selles, le décubitus dorsal a une action moins prompte, mais certaine. Aussi le malade, ennuyé de se relever constamment, prend-il parfois le parti de dormir dans un fauteuil; par ce moyen, il diminue la fréquence des évacuations.

Les complications ne sont pas à craindre, la seule véritable consiste dans l'apparition du flux hémorroïdal : aussi ne faut-il pas s'étonner de voir les déjections souillées de sang, ce dernier ne provenant pas de l'intestin, mais de l'anus.

Dans l'intervalle des crises, le sujet est bien portant, quelquefois constipé, mais plus souvent bien réglé. Cet état de tranquillité peut durer trois, quatre, cinq ou six semaines, deux mois, même plus, selon les occupations, les habitudes et le genre de vie.

La durée de la crise dépasse rarement une nuit. Le jour, tout rentre dans l'ordre; il n'y a plus qu'un peu de courbature ou de migraine. Parfois cependant, la nuit suivante la diarrhée reparait, mais moins douloureuse et moins forte. Le pronostic est donc favorable.

A mon avis, ces crises d'entérite remplacent l'accès de goutte aiguë, et ce qui m'autorise à le penser et même à l'affirmer, c'est que les individus qui souffrent d'entérite n'ont jamais ressenti de douleurs au gros orteil. De plus, les caractères sont à peu près identiques. Dans chacun des deux accès, la période prodromique est courte, les douleurs vives et nocturnes, elles durent cinq à six heures et diminuent *sub galli cantu*, comme disait Sydenham.

Le diagnostic est assez délicat tout d'abord, surtout si le médecin est appelé pour la première fois, et s'il ne connaît pas le tempérament de son client.

L'idée d'empoisonnement viendra tout d'abord à son esprit, mais elle devra être rejetée, en l'absence de nausées, de vomissements; d'ailleurs, les commémoratifs seront là pour l'aider. La dysenterie aiguë a quelque analogie, mais les signes prémonitoires et les selles bilieuses n'existent pas dans l'entérite arthritique, et, de plus, l'aspect des évacuations est différent, les lambeaux charnus manquant presque totalement dans celle-ci.

- On ne confondra pas, non plus, la diarrhée goutteuse avec l'entéro-colite membraneuse, les masses glaireuses faisant défaut.

Enfin, dans l'entérite urémique, des désordres gastriques accompagnent presque toujours les troubles intestinaux, tandis que, chez les goutteux, l'estomac reste indemne.

III

Le traitement doit être à la fois préventif et cura-

tif. Le régime devra être sévère et le malade s'appliquera à l'observer en tous points.

Comme moyen préventif, le médecin recommandera aux goutteux une vie sobre et paisible. Les excès de toute nature seront évités, les bals, les soirées, les réunions mondaines complètement bannis, les travaux qui nécessitent une dépense de forces excessives et de surmenage intellectuel rigoureusement défendus. Le froid humide devra être combattu par l'usage des vêtements de flanelle, ou mieux de laine.

L'alimentation sera celle du goutteux : peu de viandes rouges, mais plutôt grillées, rôties, bouillies ou étuvées; les graisses seront absorbées en petite quantité; les légumes verts, au contraire, primeront sur la table, les fruits cuits seront préférés aux non cuits; quant à la boisson, elle consistera en vin additionné d'eau, en bière française, c'est-à-dire légère; le lait et le cidre sont généralement mal supportés.

La bicyclette est permise aux goutteux diarrhéiques, à la condition qu'ils n'en fassent point abus; dans ce cas, loin de leur profiter, cet exercice rappellerait les accidents.

Au sujet du traitement de l'accès, je serai pessimiste, car l'emploi des divers médicaments que j'ai essayés ne m'a guère donné de résultats favorables. L'opium calme, il est vrai, les douleurs, mais ne diminue pas la fréquence des selles. Le perchlorure de fer et surtout les préparations de tannin sont les seuls remèdes vraiment sérieux sur lesquels il soit permis de compter.

Le perchlorure agit, d'ailleurs, très efficacement sur les hémorroïdes. On l'administrera surtout en lavements :

Perchlorure de fer à 30°	2 gr.
Eau	500 gr.

On peut également l'absorber en potion :

Perchlorure de fer	15 gr.
Sirop de sucre	985 gr.

Quant au tannin, la solution suivante me paraît la meilleure :

Alcool	10 gr.
Glycérine	300 gr.
Tannin à l'alcool	30 gr.

Une cuillerée à bouche toutes les trois heures dans de l'eau ou du vin.

En résumé, l'entérite arthritique a une importance de premier ordre pour servir à l'établissement du diagnostic de goutte, et son apparition exclusive chez les *nerveux* réclame une étude plus approfondie, dont les résultats seraient de jeter un jour nouveau sur les théories encore si controversées de la pathogénie de la goutte.

D^r Ed. Spalikowski.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Engel (Friedrich) et **Stäckel** (Paul). — *Urkunden zur Geschichte der nichteuklidischen Geometrie. I. Nikolaj Iwanowitsch Lobatchefskij. 1^{re} partie : Traduction de ses œuvres. 2^e partie : Remarques sur la vie et les travaux de Lobatchefskij, par M. F. ENGEL. — 1 vol. in-8° de 476 pages avec figures et 1 portrait. (Prix : 17 fr. 50.) B.-G. Teubner. Leipzig, 1899.*

MM. Engel et Stäckel ont entrepris une publication qui rendra les plus grands services à tous ceux qui voudront se livrer à une étude approfondie des théories de la Géométrie non euclidienne¹. Ils se sont proposé de publier, en langue allemande, les travaux fondamentaux relatifs à ces théories et d'y joindre les annotations que pourrait exiger la clarté du texte. Leur publication, une fois terminée, constituera une importante contribution à l'histoire de la Géométrie non euclidienne.

Au premier volume, paru en 1895 et comprenant la *Théorie des parallèles depuis Euclide jusqu'à Gauss*, vient se joindre aujourd'hui un fort volume entièrement consacré à Lobatchefskij. C'est M. Engel qui s'est chargé de cette publication, tandis que M. Stäckel prépare en ce moment le volume relatif aux recherches de J. et de W. Bolyai.

Le présent volume est divisé en deux parties bien distinctes. La première partie contient la traduction de deux mémoires qui, jusqu'ici, n'étaient guère accessibles aux mathématiciens. C'est dans ces recherches que le savant géomètre de Kazan a établi les fondements de sa théorie. Le premier travail (p. 1-66), intitulé *Sur les éléments de la Géométrie*, est extrait du *Courrier de Kazan* (1829-30); le second, de beaucoup le plus étendu (p. 67-236), a été publié dans les *Mémoires de l'Université de Kazan*; il a pour titre : *Nouveaux éléments de Géométrie*.

Ces deux mémoires présentent les éléments de la géométrie non euclidienne sous une forme systématique; ils constituent un véritable traité qui pourra être adopté avec succès pour une première étude des éléments. Une place importante a été accordée aux exercices : calculs de longueurs d'arcs, d'aires et de volumes.

La seconde partie débute par un chapitre très remarquable, comprenant une série de notes (p. 237-345) rédigées par M. Engel dans le but de faciliter la lecture des deux mémoires cités. Puis vient (p. 345-349) le tableau des formules qui jouent un rôle fondamental dans la Géométrie de Lobatchefskij. L'auteur consacre ensuite une centaine de pages à la biographie du célèbre géomètre russe. On y trouve une foule de détails du plus grand intérêt sur l'activité déployée par Lobatchefskij dans les domaines les plus divers.

H. FEHR,

Privat-docent de l'Université de Genève.

De Graffigny (H.), *Ingénieur civil*. — *Les Moteurs légers*. — 1 vol. gr. in-8° de 333 pages, avec 246 fig. (Prix : 10 fr.) E. Bernard et C^o, éditeurs. Paris, 1899.

Le développement remarquable de l'automobilisme a produit une floraison extraordinaire d'ouvrages traitant de la question; la liste des livres consacrés au sport à la mode s'allonge, en effet, chaque jour. Si l'on doit juger de la demande par l'offre, on peut croire que les éditeurs vendent rapidement ces petits traités,

qui diffèrent les uns des autres plutôt par le titre et la couverture que par le fond. Mais quels sont donc les acheteurs de cette littérature toute spéciale? Je crains que les vrais chauffeurs ne lisent peu; c'est dès lors aux automobilistes en chambre qu'il faut s'adresser surtout pour écouler ce flot de livres sortant des presses de nos éditeurs parisiens.

M. de Graffigny a donc écrit pour eux cet ouvrage, dans lequel sont signalés plutôt que décrits à fond tous les moteurs à vapeur, à pétrole, à essence, à gaz et électriques, répondant à la spécification de moteurs légers. L'énumération est fort complète et le lecteur du livre y puisera des notions variées sur les divers types de machines utilisables à la traction mécanique.

Soyons indulgents pour quelques définitions inexactes ou quelques données erronées qui seront signalées à l'auteur avant qu'il donne le bon à tirer de sa seconde édition; fermons les yeux sur quelques figures que l'éditeur fera graver à nouveau et souhaitons à tous les deux cette réédition, qui est le critérium des bons livres.

AIMÉ WITZ,

Professeur à la Faculté libre des Sciences de Lille.

Bazin (H.), *Inspecteur général des Ponts et Chaussées*. — *Expériences nouvelles sur l'écoulement en déversoir (exécutées à Dijon de 1886 à 1895)*. — 1 vol. in-8° de 200 pages avec 75 figures et planches. (Prix 12 fr. 50.) Veuve Ch. Dunod, éditeur. Paris, 1899.

Cet ouvrage est un résumé méthodique de six articles publiés de 1888 à 1898 dans les *Annales des Ponts et Chaussées*, qui contenaient eux-mêmes les éléments détaillés de 205 séries d'expériences faites à Dijon, avec l'appui du Ministère des Travaux publics, par M. Bazin, aidé de M. Hégly, ingénieur des ponts et chaussées.

Ces longues recherches ont montré que l'écoulement en déversoir n'est pas un phénomène nettement défini : les nappes fluides peuvent prendre sur un déversoir plusieurs formes distinctes, qui constituent en réalité des modes d'écoulement différents, exigeant chacun une étude particulière. D'un autre côté, lorsque la nappe n'est pas en communication avec l'atmosphère sur sa face inférieure, il existe une étroite corrélation entre la valeur du coefficient de débit et la pression de l'eau qui reste enfermée au-dessous, sans participer au mouvement de translation de la veine : l'importance de cette pression a d'ailleurs été mise en relief par les études théoriques récentes de M. Bousinesq.

Le cas le mieux défini est celui d'une nappe s'écoulant sur un seuil en mince paroi, sa surface inférieure restant soumise à la pression atmosphérique : les nappes correspondant à différentes charges ont alors comme profils des courbes presque semblables. C'est à ce type, parfaitement défini par des opérations de tarage spéciales, que M. Bazin a rapporté tous les autres, et il a déterminé les coefficients propres à chacun d'eux en faisant passer un même volume d'eau sur un déversoir étalon et sur celui qu'il était en train d'étudier. Le simple rapport des charges correspondantes lui a ainsi fourni des séries de coefficients entièrement comparables.

Le chapitre I est consacré à la définition des différentes espèces de nappes, et à l'étude des phénomènes qui se produisent, lors du passage d'une forme à une autre. Les procédés d'expérimentation employés, et les opérations de tarage du déversoir type font l'objet du chapitre II.

Dans les chapitres III, IV, V, sont exposées les expé-

¹ Le tome II (1891) de la *Revue* contient (p. 769 à 774) un article dans lequel M. H. Poincaré a exposé d'une façon remarquable les caractères essentiels des *Géométries non euclidiennes*.

riences sur l'écoulement en mince paroi. Les chapitres vi et vii sont relatifs aux déversoirs à poutrelles, si usités dans la pratique à cause de leur facilité d'installation, mais sur lesquels les lois de l'écoulement sont si compliquées.

Les chapitres viii à x donnent les résultats fort variés obtenus avec des déversoirs de profils divers, à talus inclinés vers l'amont ou vers l'aval, crêtes plus ou moins larges, seuils arrondis... Dans les chapitres xi et xii, l'auteur s'occupe du cas, encore peu étudié, où le déversoir est noyé par une retenue d'aval s'élevant au-dessus du seuil. Les deux suivants montrent de nombreux profils de nappes. Les chapitres xv à xvii donnent les résultats des recherches faites sur la répartition des pressions et des vitesses dans l'intérieur des nappes déversantes. Le chapitre xviii est un résumé des études théoriques de M. Boussinesq, dont nous avons parlé en commençant. Enfin le chapitre xix est consacré à quelques considérations générales sur l'emploi des déversoirs comme moyen de jaugeage.

Cette nomenclature, forcément un peu sèche, montre du moins l'importance de ces recherches, bien faites pour augmenter la juste réputation que M. Bazin s'est depuis longtemps acquise comme hydraulicien.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Beaulard (F.), *Professeur adjoint à l'Université de Grenoble.* — **La décharge électrique dans les gaz raréfiés (Rayons de cathode et rayons de Röntgen).** — 1 vol. gr. in-8° de 364 pages avec figures. Imprimerie Allier frères, Grenoble, 1899.

La littérature relative aux rayons cathodiques et aux rayons X est déjà énorme, mais je ne crois pas qu'il existe un autre livre aussi complet et aussi au courant que celui de M. Beaulard. L'auteur a fait un travail historique et bibliographique considérable. On trouvera, rassemblés dans son ouvrage tous les documents relatifs à ces questions et à l'étude de la décharge électrique dans les gaz raréfiés.

Certes, dans l'avenir, un très grand nombre des mémoires que l'auteur a pris la peine d'étudier et d'analyser disparaîtront dans l'oubli, mais l'heure de la critique n'est pas encore venue pour ces questions neuves, et, en laissant de côté des recherches qui paraissent mal conduites, on risquerait peut-être de passer sous silence l'origine de futures et importantes découvertes. M. Beaulard a donc probablement visé à être complet avant tout, et ce but il l'a atteint. Les analyses qu'il donne sont faites avec la plus grande clarté, la plus grande impartialité : on sent qu'il a voulu tout lire lui-même; aussi son livre est-il indispensable à tous ceux qui travaillent dans ces régions aujourd'hui si fréquentées de la Science; il dispensera souvent de recherches laborieuses et difficiles. L'auteur a, d'ailleurs, pris soin de donner partout des indications bibliographiques complètes et exactes.

LUCIEN POINCARÉ,
Chargé de Cours à la Sorbonne.

Jarry (R.), *Préparateur de Chimie à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Recherches sur la Dissociation de divers composés ammoniacaux au contact de l'eau.** (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.) — Brochure in-8° de 64 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1899.

La dissociation des chlorures d'argent ammoniacaux a été étudiée autrefois par Isambert. Ce travail, publié dans les *Annales de l'École Normale Supérieure*, fut très remarqué. Aux phénomènes de dissociation, hardiment découverts par Henri Sainte-Claire-Deville, son collaborateur Delbray avait donné la première mesure numérique, en étudiant le carbonate de chaux; Isambert, avec son étude sur les chlorures d'argent ammoniacaux, apportait une confirmation des mêmes lois, plus com-

plète encore que la première, puisque deux combinaisons successives des mêmes matières, toutes deux en proportions définies, se dissociaient l'une après l'autre. Le soin avec lequel ces recherches avaient été conduites, et la netteté des résultats acquis devaient, semblait-il, laisser peu de chose à trouver à des recherches entreprises sur le même sujet.

M. Jarry a repris le travail d'Isambert, mais dans des conditions toutes différentes. Isambert avait eu soin, dans ses expériences, d'exclure totalement la présence de l'eau à l'état liquide, admettant que la présence de ce corps aurait pu modifier singulièrement le phénomène. Les expériences de M. Jarry sont faites, au contraire, presque toutes, en présence de l'eau. Les combinaisons du chlorure d'argent avec l'ammoniaque, obtenues par lui à l'état cristallisé, ce qui n'avait pas été fait antérieurement, sont soumises à la dissociation à des températures maintenues constantes, et leurs tensions de dissociation sont soigneusement mesurées. Ces combinaisons se dissocient dans l'eau comme dans le vide. La tension du gaz ammoniac présent au-dessus de la liqueur aqueuse lorsque la décomposition s'arrête est la même que la tension de gaz ammoniac qui limite la décomposition de la combinaison anhydre dans une atmosphère sèche.

L'auteur a fait d'utiles vérifications des résultats obtenus par lui. L'examen de la solubilité du chlorure d'argent dans les liqueurs ammoniacales montre qu'il y a des discontinuités. Ces discontinuités s'expliquent facilement si l'on admet que les liqueurs faiblement ammoniacales contiennent en dissolution du chlorure d'argent, que celles dont la teneur est moyenne contiennent en dissolution la combinaison $\text{AgCl}, 1,5 \text{AzII}^2$, enfin que les liqueurs riches en ammoniaque contiennent à l'état dissous la combinaison $\text{AgCl}, 3 \text{AzII}^2$.

Cette étude de la solubilité a été faite par des moyens à la fois très simples et très précis, dont on aime à lire le détail dans le mémoire de l'auteur.

Les méthodes qui ont fourni, pour les combinaisons du chlorure d'argent, les résultats exposés plus haut, ont été appliquées par l'auteur, avec le même succès, d'une part au bromure et à l'iodure d'argent, remplaçant le chlorure, d'autre part aussi à la monométhylamine, remplaçant l'ammoniaque.

Ce mémoire ne doit pas être jugé sur l'étendue, assez limitée, du sujet : la sûreté des méthodes expérimentales employées par l'auteur, l'élégance et la simplicité des appareils, la rigueur et la concision avec lesquelles les résultats sont exposés, font honneur au jeune chimiste qui nous a donné ce bon travail.

LÉON PIGEON,
Professeur adjoint à l'Université de Dijon.

Girard (Ch.), *Directeur du Laboratoire municipal de Paris,* et **Cuniasse (L.),** *Chimiste expert de la Ville de Paris.* — **Manuel pratique de l'analyse des alcools et des spiritueux.** — 1 vol. in-8° de 443 pages. (Prix cartonné : 7 francs.) Masson, éditeur, Paris, 1899.

Le volume de MM. Girard et Cuniasse résume les études qui ont été poursuivies depuis une quinzaine d'années et qui ont permis d'établir des méthodes d'analyse des spiritueux et des bases de comparaison pour la détermination des fraudes dont ils sont l'objet.

Un premier chapitre est consacré à la dégustation des spiritueux, qui précède généralement l'analyse chimique et qui en est, en tous cas, le complément presque indispensable.

Les auteurs étudient ensuite le dosage de l'alcool. Je regrette qu'ils n'aient pas suivi, dans l'exposition des modes de dosage de l'alcool, un ordre méthodique, et qu'ils aient intercalé dans cette partie de l'ouvrage les méthodes d'essai de l'alcool au point de vue de ses impuretés, essais qui, logiquement, auraient dû trouver leur place dans un chapitre spécial faisant suite à la recherche qualitative des impuretés. Les méthodes de dosage de l'alcool n'en sont pas moins énumérées fort complètement. Les auteurs passent d'abord en revue

les appareils qui ont été proposés pour effectuer le dosage direct de l'alcool, et qui sont basés sur diverses propriétés physiques : les ebullioscopes, le dilatomètre, le vaporimètre, l'alcoomètre Perrier (basé sur la comparaison des tensions de vapeur), le capillaromètre et le réfractomètre. Ces méthodes physiques ne sont pas applicables au dosage de très petites quantités d'alcool. Celui-ci peut s'effectuer par des méthodes chimiques (méthodes de Nicloux, de Bordas et Raczkowski, de Cotte), qui sont décrites à la suite des procédés physiques. Le dosage de l'alcool par la distillation vient ensuite. Il est décrit avec soin; les auteurs indiquent les précautions à prendre pour éviter les causes d'erreur et unifier les résultats obtenus. De nombreuses tables très complètes accompagnent ces différents chapitres. Les tables de comparaison entre les étalons français et les alcoomètres étrangers, usités dans les transactions commerciales, ont été vérifiées et sont exactement reproduites.

L'examen des substances fixes que l'on rencontre dans les spiritueux fait l'objet d'un chapitre. Le dosage des divers sucres, qu'il est nécessaire d'effectuer dans les liqueurs pour y déceler l'addition de glucose, est traité avec tous les détails nécessaires pour la pratique de ces recherches.

La recherche qualitative des impuretés de l'alcool fait l'objet du chapitre suivant.

C'est à la suite de ce chapitre que les auteurs auraient dû placer les méthodes quantitatives générales permettant d'évaluer *en bloc* les impuretés des alcools (méthode de Rose, de Barbet, de Savalle, etc.).

L'analyse des alcools peut être faite à deux points de vue différents : on peut se proposer de classer les alcools industriels par qualités; dans ce cas, l'essai de Barbet au permanganate, ou l'emploi d'une méthode globale de dosage des impuretés, seront utilement appliqués. S'il s'agit, au contraire, de juger des eaux-de-vie de consommation (cognacs, rhums, etc.), l'essai global sera de peu d'utilité et il sera préférable d'adopter une méthode telle que celle employée par le Laboratoire municipal de Paris. C'est cette méthode qui est décrite dans le chapitre suivant, à mon avis, l'un des plus intéressants du volume. Cette méthode, qui a fait, depuis une douzaine d'années, l'objet de travaux de M. Ch. Girard et de ses collaborateurs, me paraît, dans l'état actuel de nos connaissances, la plus pratique et la meilleure pour remplir le but que doit poursuivre le Laboratoire municipal, c'est-à-dire pour caractériser les diverses eaux-de-vie naturelles et les eaux-de-vie de fantaisie (c'est-à-dire celles à base d'alcool d'industrie).

Cette méthode a été critiquée à plusieurs reprises; néanmoins, elle présente les avantages suivants :

1° Elle a d'abord le grand avantage pratique de ne pas exiger une quantité considérable de liquide; un demi-litre d'eau-de-vie suffit pour toutes les recherches;

2° Elle n'est ni trop longue, ni trop délicate; à ce point de vue, son application dans les laboratoires n'est pas plus difficile que celle des méthodes d'analyse du vin, de la bière, etc.;

3° Elle fournit l'évaluation des diverses impuretés par groupes, ce qui donne plusieurs éléments d'appréciation pour fixer le jugement à tirer des résultats analytiques. A ce point de vue, les résultats qu'elle fournit sont plus instructifs que ceux qui sont donnés par l'application des méthodes globales;

4° Enfin, si cette méthode ne fournit pas des chiffres *absolus*, c'est-à-dire donnant la teneur *reelle* et exacte en aldéhydes, éthers, etc., elle fournit des chiffres *relatifs*, toujours comparables entre eux. Ce sont, en somme, des données analytiques conventionnelles, comme on est souvent obligé d'en adopter dans l'analyse si complexe et si délicate des matières alimentaires. Le dosage de l'extrait sec d'un vin et celui de l'acidité volatile d'un beurre, pour ne prendre que ces deux exemples, ne sont-ils pas de simples données analytiques conventionnelles? Le premier n'indique pas la quantité absolue de matières solides contenues dans le vin, et le

second la proportion exacte d'acides volatils renfermés dans un hectolitre. Néanmoins, ces chiffres sont fort utiles à l'analyste et lui fournissent de précieux renseignements sur la composition des produits qu'il examine. Ce qu'il faut, avant tout, demander à ces procédés conventionnels, c'est de donner des résultats *constants* et *comparables*. C'est le cas des procédés analytiques dont nous parlons.

De nombreux documents analytiques figurent dans le volume de MM. Ch. Girard et Cuniasse, et permettent de tirer des conclusions des analyses. Les auteurs indiquent les bases sur lesquelles on peut établir ces conclusions.

Enfin, un chapitre est consacré à l'essai des alcools dénaturés et des méthylènes.

Les auteurs ont donné une bibliographie de l'alcool et ils reproduisent textuellement, en appendice, les circulaires émises récemment par la Direction des Contributions indirectes pour la réglementation fiscale des alcools et spiritueux.

Le volume de MM. Ch. Girard et Cuniasse sera donc consulté, avec un grand intérêt, par les chimistes qui s'occupent de l'analyse des eaux-de-vie et liqueurs.

X. ROCQUES,

Ex-chimiste principal
du Laboratoire municipal de Paris.

3° Sciences naturelles

Perrier (Rémy), *Maitre de Conférences à la Faculté des Sciences de Paris. — Cours élémentaire de Zoologie.*

— 1 vol. in-8° de 774 pages avec 693 figures. (Prix : 10 fr.) G. Masson et C^o, éditeurs. Paris, 1899.

M. R. Perrier est chargé, à la Faculté des Sciences de Paris, du cours de Zoologie pour le certificat P. C. N. Bien qu'il ne le présente pas comme tel d'une manière explicite, son ouvrage est évidemment le résumé des leçons qu'il professe et il est destiné aux candidats à ce certificat. Cette remarque pourra paraître quelque peu naïve, mais que l'on compare le livre de M. R. Perrier au programme officiel de la Zoologie pour le certificat P. C. N., et l'on constatera qu'il ne s'y adapte en aucune manière. Et ceci est très heureux, car, sans vouloir critiquer ce programme, il est permis de constater que les professeurs chargés de donner l'enseignement de la Zoologie pour le P. C. N. dans nos Universités ne le suivent guère. M. R. Perrier a pensé, avec quelque raison, que dans un enseignement de Zoologie on devait surtout enseigner de la Zoologie et que, puisque le cours était élémentaire, il devait comporter des notions élémentaires d'Anatomie comparée, d'Embryologie et de classification. L'étude préalable, et forcément très sommaire, de l'anatomie de l'homme ne serait d'aucune utilité à des jeunes gens qui, à la sortie du P. C. N., devront apprendre cette anatomie avec la précision et la minutie que l'on sait. Quant à la Physiologie, elle est aussi enseignée d'une manière très complète et très savante dans les Facultés de Médecine et son étude peut être différée, sans aucun inconvénient, d'une ou de deux années.

L'étude comparative des animaux doit logiquement précéder celle de l'homme, car, sans compter les connaissances utiles qu'elle fournit, elle seule permet de comprendre, par les gradations qu'elle fait suivre, une organisation aussi compliquée que celle de l'homme.

L'ouvrage de M. R. Perrier répond donc entièrement à l'idée qu'il a eue, et que ses collègues des autres Universités ont eue avec lui, de la direction à donner aux études zoologiques pour le certificat P. C. N. Indépendamment d'ailleurs du but spécial pour lequel il a été écrit, ce livre répond à un besoin et il comble une lacune. Il préparera les futurs naturalistes à la lecture des grands ouvrages qui sont maintenant entre les mains des candidats à la licence : *Anatomie comparée*, de R. Perrier; *Traité de Zoologie*, d'Ed. Perrier; *Anatomie comparée et Embryologie comparée*, de Roule. Le *Cours élémentaire de Zoologie* ne fait pas non plus double

emploi avec le seul ouvrage élémentaire de Zoologie que les étudiants du P. C. N. possédaient jusqu'à maintenant : je veux parler du *Cours de Zoologie générale et médicale*, de Roule. Le premier, en effet, plus descriptif, prépare plus spécialement à l'étude de l'Anatomie comparée et de la Zoologie pure ; le second reste plus général et prépare aux études embryogéniques.

Les quelques lignes qui précèdent indiquent suffisamment dans quel esprit le livre de M. R. Perrier a été écrit ; il me reste à énumérer succinctement les différentes parties qui le composent.

Dans une première partie, ou livre I, intitulée : *Zoologie générale*, l'auteur, après avoir posé quelques définitions, indique les caractères généraux des êtres vivants, puis il aborde l'étude de la cellule et de sa division en insistant sur l'importance du noyau comme substratum des propriétés héréditaires. Il s'occupe ensuite de questions générales, telles que l'hérédité, les croisements, la valeur et la variation de l'espèce, les systèmes de classification, le mimétisme, etc., et il expose enfin dans ses grands traits la théorie du transformisme. Ces questions sont traitées d'une manière succincte, mais néanmoins très suffisante et surtout très claire.

Après l'étude des Protozoaires, qui font l'objet du livre II, l'auteur consacre le livre III à des généralités sur les Métazoaires, qui trouvent nécessairement leur place après les Protozoaires et ne pouvaient être données dans le livre I, puisqu'elles se rapportent exclusivement aux êtres pluricellulaires. Un premier chapitre traite de la reproduction des Métazoaires et comprend l'étude de la multiplication asexuée et de la reproduction sexuée, de la fécondation et des premiers développements de l'embryon. Les chapitres suivants sont consacrés à des notions sommaires d'histologie et à l'étude comparée des principaux tissus des animaux.

L'étude spéciale des Métazoaires fait l'objet du livre IV, qui occupe naturellement la plus grande partie de l'ouvrage. L'auteur, suivant l'exemple de son frère, divise les Métazoaires en Phytozoaires et Artizoaires. Je n'ai aucune remarque à faire sur la classification des premiers, qui renferment les Spongiaires, les Coelentérés et les Echinodermes. Quant aux seconds, ils sont divisés par M. R. Perrier en sept embranchements qui sont : les *Monomérides* (*Rotifères*, *Bryozoaires* et *Brachiopodes*), les *Vers* (*Annelés* et *Plathelminthes*), les *Némathelminthes*, les *Arthropodes*, les *Mollusques*, les *Protochordés* et les *Vertébrés*. On remarquera que les Mollusques sont complètement séparés des Monomérides qui ne comprennent que des formes simples et primitives. M. R. Perrier admet, en effet, que les Mollusques dérivent des Vers annelés, qui ont été également le point de départ des Plathelminthes, manière de voir déjà soutenue par M. Ed. Perrier. Les Chordés dérivent aussi des Vers annelés. Quant aux Némathelminthes, leurs affinités restent toujours très douteuses ; M. Perrier les rapproche volontiers des Arthropodes, mais sans les réunir à ces derniers en un même groupe de Chitini-phores.

Les derniers chapitres du livre, qui traitent des Chordés (Protochordés et Vertébrés), présentent peut-être plus d'intérêt encore que les autres pour de futurs étudiants en médecine. Certes, ce n'est pas une introduction à l'anatomie humaine qu'il faudra chercher dans ces chapitres ; j'ai dit plus haut que l'ouvrage de M. R. Perrier était un ouvrage de Zoologie. Les généralités sur les Vertébrés et sur les différentes classes de cet embranchement renferment des notions d'Anatomie comparée et d'Embryologie dont la connaissance est d'autant plus indispensable aux médecins que de nombreuses particularités anatomiques de l'homme, organes rudimentaires ou autres, susceptibles d'ailleurs de subir des transformations pathologiques, restent incompréhensibles pour celui qui n'a pas suivi l'histoire de leur évolution phylogénétique. L'embryologie de l'homme demande à être expliquée par l'anatomie

comparée des Vertébrés et il n'y a pas lieu de regretter l'époque, bien peu éloignée encore, où la majorité des médecins terminaient leurs études sans connaître ni l'une ni l'autre.

La lecture de l'ouvrage de M. R. Perrier ne sera pas seulement utile aux élèves du certificat P. C. N. ; elle est à recommander également aux candidats à la licence ès sciences naturelles — ou plus exactement au certificat supérieur de zoologie — qui abordent la préparation à cet examen sans posséder le diplôme P. C. N. et qui, par une anomalie singulière, sont autorisés à s'inscrire dans nos Universités sans présenter d'autres titres qu'un baccalauréat d'où l'histoire naturelle est exclue.

D^r R. KÖHLER,
Professeur de Zoologie
à la Faculté des Sciences de Lyon.

4^o Sciences médicales

Le Dantec (F.), Docteur ès sciences. — La Bactéridie charbonneuse (Assimilation, Variation, Sélection). — 1 vol. in-18° de 200 pages de l'*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*, publiée sous la direction de M. H. Léauté, de l'Institut (Prix : broché, 2 fr. 50 ; cartonné, 3 fr.) G. Masson et Gauthier-Villars, éditeurs. Paris, 1899.

Le livre que M. Le Dantec a consacré à l'étude de la bactériologie charbonneuse est une étude de biologie générale et non la monographie d'une espèce pathogène déterminée. Aussi ne faut-il point y chercher les caractères biologiques particuliers au *Bacillus Anthracis*, qui n'y sont que très brièvement indiqués. A cet égard, la magistrale monographie de Straus, quoique vieille de dix ans, est de beaucoup plus documentée et plus complète. M. Le Dantec a choisi, se plaçant à un point de vue différent, la bactériologie charbonneuse comme thème pouvant servir au développement d'aperçus généraux sur l'assimilation, la variation et la sélection.

Dans la première partie, après avoir établi par analogie avec la Chimie « l'équation de la vie manifestée », l'auteur étudie les termes de cette équation. Ce sont les conditions nécessaires au développement de la bactériologie et les produits de cette assimilation.

Puis il passe en revue les effets que produisent, sur la vitalité et le développement de la bactériologie, les différents agents physiques ou chimiques, les conditions nécessaires à la production des spores, les causes de la virulence chez les différents animaux.

Dans la deuxième partie, après avoir présenté des considérations générales d'ordre purement mathématique, M. Le Dantec décrit le mode de formation du charbon asporogène (variation morphologique) et les causes de diminution de virulence des cultures (variation physiologique).

Enfin, dans la troisième partie, il étudie la lutte pour l'existence : d'abord entre les variétés d'une même espèce, dans les cas où il y a variation morphologique (bactériologie à spores et bactériologie asporogène), puis dans les cas où il existe des différences physiologiques, atténuation et exaltation des virus. Ces variations dans la virulence peuvent tenir, soit à la lutte des microorganismes entre eux, soit à des passages successifs à travers l'organisme d'animaux réceptifs.

Les conditions de concurrence vitale entre espèces et races microbiennes, et de lutte entre microbes et éléments histologiques sont ensuite passées en revue.

Un appendice intéressant traite de la structure et du mode de nutrition de la *Gromia fluvialis*, où M. Le Dantec expose les expériences de nécrotomie qu'il a faites pour étudier l'action digestive du protoplasma.

Il termine par un résumé en langage biologique ordinaire et le soumet à la comparaison avec un résumé formulé en langage purement clinique. C'est à ce dernier qu'il donne toutes ses préférences.

R. WURTZ,
Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Paris.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 11 Septembre 1899.

SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. C. Flammarion présente les observations des Perséides faites à l'Observatoire de Juvisy les 11, 12 et 13 août. Le maximum de l'averse a eu lieu dans la seconde moitié de la nuit du 11, vers 2 heures du matin, lorsque la moyenne horaire s'est élevée à 36. La comparaison de la position du radiant dans les quatre nuits (y compris le 10) accuse un léger déplacement vers l'est. — M. Bouquet de la Grye fait remarquer que les Perséides sont des signaux presque instantanés, se passant à de grandes hauteurs. Elles pourraient servir aux géodésiens à déterminer des différences de longitude, dans des régions dépourvues de télégraphe, en utilisant des étoiles filantes partant d'un même radiant. — M. S. Mangeot étudie quelques dépendances géométriques entre deux systèmes de points définis par des équations algébriques. — M. P. Appell résume par le théorème suivant la forme nouvelle des équations de la Dynamique, qu'il a précédemment donnée : Soit un système à liaisons données, soumis à des forces pouvant dépendre des positions, des vitesses et du temps; désignons par J l'accélération d'un point quelconque du système, par m sa masse et par F la force donnée qui lui est appliquée; puis formons la fonction :

$$R = \frac{1}{2} \sum m J^2 - \sum F J \cos \widehat{F, J};$$

à un instant quelconque, la position du système et l'état des vitesses étant regardés comme déterminés, les accélérations ont des valeurs rendant la fonction R minimum.

Séance du 18 Septembre 1899.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Renaux étudie le développement d'une fonction holomorphe à l'intérieur d'un contour en une série de polynômes. — M. Considère a déterminé les variations de volume des mortiers de ciment de Portland, résultant de la prise et de l'état hygrométrique; il a expérimenté simultanément sur des prismes armés et non armés, placés dans l'air ou dans l'eau. Le mortier de ciment pur non armé, conservé dans l'eau douce, s'allonge de 0,5 millimètre en moins d'un mois, de 1 millimètre en moins d'un an et tend vers la valeur de 1,5 à 2 millimètres; le mortier de ciment mélangé de sable siliceux se dilate beaucoup moins; l'armature réduit également la dilatation du ciment. A l'air, les ciments et mortiers non armés se contractent d'une façon irrégulière; les prismes armés, au contraire, ont une contraction continue et régulière, quoique beaucoup plus faible; mais cette contraction aboutit à la formation de fissures.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. W. de Nikolaiève décrit diverses expériences destinées à confirmer l'hypothèse d'Ampère, relative à la direction de l'action élémentaire électromagnétique; toujours les phénomènes se produisent comme si les champs magnétiques de tous les courants linéaires d'un système solénoïdal subsistaient indépendamment les uns des autres, malgré l'absence de force magnétique à l'extérieur du solénoïde. — M. H. Le Chatelier est arrivé à reconstituer les statuettes funéraires de l'ancienne Egypte, à pâte sableuse et éclatante couverture bleue. Il a employé pour la pâte un mélange de 5 parties d'argile et 95 de sable broyé, et pour la couverte un mélange de 20 parties de sable broyé et 80 parties d'un verre bleu ayant la composi-

tion $4\text{SiO}_2.0,33\text{CuO}.0,67\text{Na}_2\text{O}$. La couverte est glacée en la badigeonnant avec une solution de carbonate de soude et en chauffant quelques instants vers 800° .

Séance du 23 Septembre 1899.

M. Mascart rend compte à l'Académie de la cérémonie organisée à Côme pour fêter le centenaire de la découverte de la pile par Volta.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. Guillaume envoie ses observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brunner) pendant le premier trimestre de 1899. Les taches ont beaucoup diminué, surtout dans l'hémisphère boréal; le nombre des groupes de facules a un peu augmenté au sud de l'équateur et diminué au nord. — M. Ch. André a comparé, pour les éclipses partielles de Soleil, les heures de contact données par l'observation directe à celles que l'on déduit d'une série de mesures de longueurs de la corde commune faites au voisinage de chacun d'eux. A l'entrée, les deux nombres obtenus coïncident; à la sortie, l'accord est moins satisfaisant; il semble néanmoins que les mesures de la corde commune ont une importance réelle et ne doivent pas être négligées.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. A.-B. Chauveau a étudié les variations diurnes de l'électricité atmosphérique au Bureau central et au sommet de la Tour Eiffel. Il conclut : 1^o qu'une influence du sol, maximum pendant l'été, et dont le facteur principal, suivant les idées de Peltier, est peut-être la vapeur d'eau, intervient comme cause perturbatrice dans l'allure de la variation diurne; 2^o que la loi véritable de cette variation, celle dont toute théorie, pour être acceptable, doit rendre compte, se traduit par une oscillation simple, avec un maximum de jour et un minimum (d'ailleurs remarquablement constant) entre 4 et 5 heures du matin. — M. H. Le Chatelier rappelle que certaines transformations réversibles des corps s'effectuent intégralement à pression et température invariables; il ne faudrait pas conclure de là à l'existence constante de points fixes de transformation. En effet, si l'on applique la théorie des équilibres chimiques de Gibbs au cas des transformations, on constate qu'il n'y a plus de raisons pour que le point de transformation soit plutôt fixe que variable. — M. M. Berthelot a fait diverses expériences sur le triméthylène et le propylène, corps isomériques gazeux à la température ordinaire. L'auteur a d'abord constaté que le triméthylène produit par la méthode ordinaire contient un peu de propylène; mais on obtient du triméthylène pur si l'on rejette les premiers produits de la réaction. Les deux isomères sont absorbés par le brome, mais le propylène plus rapidement que le triméthylène; de sorte que, si un mélange des deux est soumis un instant à l'action du brome, le propylène est absorbé avec un peu de triméthylène et il reste du triméthylène pur. L'action du chlorure de zinc ou de l'acide sulfurique sur l'alcool propylique normal, engendré par le triméthylène, régénère du propylène exempt de triméthylène. Le chlorure de zinc transforme lentement le triméthylène en propylène à une température élevée; la chaleur seule agit de même. L'action du zinc sur les bromures de propylène et de triméthylène produit, dans le premier cas, du propylène pur; dans le second, du triméthylène mélangé de propylène. En résumé, le triméthylène est moins stable que le propylène et se transforme facilement en son isomère.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. Edmond Bordage a constaté que, chez les Insectes, lorsque la régénération d'un membre a lieu à la suite d'une section artificielle, la partie en voie de croissance peut demeurer entière-

ment cachée jusqu'à la plus prochaine mue par suite d'un déplacement plus ou moins accentué des muscles sectionnés, qui remontent à l'intérieur du fourreau chitineux du membre. Chez les Phasmites, la croissance se fait avec la plus grande lenteur, et ce n'est souvent qu'après deux ou trois mues que le membre mutilé se trouve complété. — M. N. de Zograf a étudié les organes céphaliques latéraux des *Glomeris*. La combinaison des cellules glanduleuses et sensibles et la structure des cellules rappellent beaucoup les organes olfactifs; il est donc possible d'attribuer cette fonction à ces organes. Dans ce cas, les organes céphaliques des *Glomeris* seraient homologues et peut-être même analogues à ceux des Annelides. — M. Vital Boulet a étudié les premiers phénomènes de la désorganisation cellulaire sur une feuille d'Elodée, détachée de sa tige à l'état de vie manifeste et abandonnée dans l'eau même où vivait la plante. Ils consistent en un accroissement considérable de la pression osmotique, et l'apparition, dans le contenu de l'hydroleucite, de nombreux éléments bacilliformes, qui sont des cristaux d'oxalate de calcium, et en une modification de la structure du protoplasme. — M. Ed. Heckel établit qu'il existe, dans les Guttifères, deux catégories de graines dépourvues de canaux sécréteurs : les unes (*Garcinia*) n'en forment jamais pendant la période germinative; les autres (*Allonblackin*) en forment de nombreux et par un processus tout différent de celui qui est admis comme unique jusqu'ici. Ce processus se retrouve dans *Ochrocarpus*. — M. Albert Gaudry donne quelques renseignements sur la découverte du *Néomyiodon*, nouvel animal fossile trouvé dans une grotte de la Terre de Feu par M. O. Nordenskiöld. On a découvert des ossements, encore garnis de muscles desséchés, recouverts d'une peau, consolidée par de nombreux ossicules et pourvue de poils; à côté, il y avait encore des croûtes et de la paille hachée menue. Il n'est pas impossible que cet animal n'existe encore à l'état vivant.

Séance du 2 Octobre 1899.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. Comas Sola a observé le 24 août, à Català (Espagne), un bolide d'un éclat supérieur à dix fois au moins celui de Vénus; il fit son apparition dans le Serpente et disparut, après dix secondes environ, près de l'étoile du Capricorne. Sa vitesse relative était de 24 kilomètres par seconde, sa vitesse absolue de 50 kilomètres. — M. Georges Poisson, s'appuyant sur une remarque de M. Maurice Lévy, d'après laquelle, dans les problèmes d'élasticité à deux dimensions, la répartition des pressions est indépendante de la valeur des coefficients d'élasticité, montre que, dans ce cas, la recherche des pressions peut souvent se ramener à l'étude du mouvement permanent d'un liquide.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Gustave Hermitte décrit l'ascension qu'il a exécutée le 16 septembre avec M. Maurice Farman. Partis du Landy (Saint-Denis), les deux aéronautes sont atterri le lendemain matin sur les bords de la Méditerranée, près de l'embouchure du Rhône. Ils ont jeté en route dix mille feuilles questionnaires, qui leur ont été renvoyées en grande partie et qui leur ont permis de reconstituer non seulement leur trajectoire, mais aussi toutes les variations de leur vitesse horizontale. — M. A. Poincaré étudie les écarts barométriques sur le méridien du Soleil aux jours successifs de la révolution tropique de la Lune. — M. Ed. Defacqz n'a pu préparer l'hexabromure de tungstène par l'action de l'acide bromhydrique liquide sur l'hexachlorure en tube scellé vers 70°, mais il a obtenu deux chlorobromures: l'un, le plus stable, qui se forme vers 70°, est l'hexachlorotrihexabromure $TuCl^3TuBr^3$; l'autre s'obtient vers 15° et a pour formule $TuCl^2TuBr^2$; c'est l'hexachlorobromure. Ces deux composés sont les premiers chlorobromure de tungstène connus. — M. R. Engel a obtenu l'hypophosphite de baryum, molécule à molécule. Le sulfate de baryum se dépose et peut être séparé par filtration; en ajoutant ensuite de l'alcool

fort, il se forme un précipité cristallin blanc d'hypophosphite de cuivre qu'on recueille et dessèche. Le palladium fraîchement précipité décompose à froid l'hypophosphite de cuivre en cuivre métallique, hydrogène et acide phosphoreux; la chaleur le décompose actuellement. — MM. Delépine et Rivals ont déterminé à nouveau les chaleurs de formation de l'acide et de l'aldéhyde salicyliques, puis celles de l'aldéhyde paraoxybenzoïque et du salicylhydramide. Quelques réactions de contrôle, comme la transformation du salicylhydramide en paraoxybenzoate de potasse, et celle de ce dernier en aldéhyde salicylique, réalisées à titre de vérification, ont donné des résultats concordants.

3^o SCIENCES NATURELLES. — MM. Bonmariage et Petrucci ont observé, sur un blastoderme d'œuf de poule, un monstre double sternopage en voie de formation, fait jusqu'à présent unique chez l'oiseau. L'œuf avait été mis à incuber dans une atmosphère d'oxygène; c'est cette condition anormale qui est certainement la cause de la production du type monstrueux. — M. Stanislas Meunier a étudié une coupe faite au travers d'un placage de terrains caillouteux, dans la direction de plus grande pente, par suite de travaux exécutés entre Bonay et Charnex (Vaud). L'examen de cette coupe a confirmé son hypothèse d'après laquelle les stries des galets de calcaire polis renfermés dans ce terrain ne sont pas dues à l'influence des glaciers, mais se rattachent au mécanisme de la dénudation souterraine.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 19 Septembre 1899.

M. le Secrétaire annuel donne lecture des procès-verbaux des séances de la Commission permanente, qui s'est réunie chaque semaine pendant les vacances de l'Académie. Les notes suivantes ont été présentées: M. Bernard: Sur la gymnastique pulmonaire M. le lieutenant-colonel A. Baudouin: Etude sur la strychnine, ses effets curatifs dans les accidents tétaniques; l'antidote de la strychnine; M. F. d'Hérèlle: Sur un procédé de stérilisation du lait; MM. G. Schneider et Buffard: Contribution à l'étude de la dourine.

M. le Président annonce le décès de MM. R. W. Bunsen, associé étranger, et Mauriceet, correspondant national. — M. Chauvel lit un rapport sur le concours du Prix Daudet. — M. Moncorvo a constaté que l'action antithermique du gaïacol synthétique (α), employé sous la forme de badigeonnages cutanés, très active et très prompte contre la fièvre et la tuberculose, reste, presque sans exception, nulle dans les cas de fièvre palustre. Cette diversité d'action du gaïacol lui prête une valeur incontestable pour éclairer le diagnostic différentiel entre la tuberculose et la malaria aiguës. — Le même auteur signale un cas d'abcès du foie chez un enfant de deux ans, survenu à la suite d'un traumatisme violent; l'intervention chirurgicale fut suivie d'une guérison complète. Ce cas est excessivement rare dans le jeune âge. — M. Gaube lit un travail sur la reminéralisation appliquée au traitement des rhumatisants chroniques. — M. Le Damany donne lecture d'un mémoire sur une épidémie d'angines streptococques.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES

Ch. Godfrey: Sur l'application des intégrales doubles de Fourier aux problèmes d'optique. — La perturbation provoquée par un corps lumineux en un point quelconque est un vecteur, variable avec le temps. Il peut être défini par ses résolvantes le long de trois axes rectangulaires; soit $f(t)$ l'une d'entre elles. En général, $f(t)$ ne sera pas une fonction périodique, même si la lumière est approximativement monochromatique.

D'après le théorème de Fourier sur les intégrales doubles, on a :

$$f(t) = \int_0^{\infty} C \cos ut + S \sin ut, du,$$

où

$$C = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} f(v) \cos uv dv \quad \text{et} \quad S = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} f(v) \sin uv dv.$$

Cela est toujours exact, pourvu que $f(t)$ satisfasse à certaines conditions, qui se rencontrent d'ailleurs dans tous les problèmes de physique. Au moyen du théorème ci-dessus, l'auteur cherche alors à prouver si nous sommes fondés à considérer un mouvement lumineux plan polarisé comme équivalent à la combinaison de vibrations harmoniques simples, de périodes variant de 0 à ∞ . Les éléments de l'intégrale suggèrent une vibration d'amplitude $du \sqrt{C^2 + S^2}$, de phase $\tan^{-1} \frac{C}{S}$ et de période $\frac{2\pi}{u}$. L'auteur trouve que cette interprétation est possible, notamment dans certains cas très généraux, comme celui de la lumière « constante », qui présente une apparence régulière.

Les calculs permettent de déterminer la largeur des lignes dans le spectre d'un gaz incandescent, en prenant en considération non seulement la vitesse des molécules, mais encore l'effet des collisions sur l'amortissement relatif des vibrations moléculaires.

2^e SCIENCES PHYSIQUES.

J.-A. Ewing et W. Rosenhain : La structure cristalline des métaux (Bakerian Lecture). — Dans une précédente communication¹, les auteurs ont exposé déjà quelques-uns des résultats auxquels ils sont arrivés en étudiant les métaux par les méthodes microscopiques, préconisées d'abord par Sorby, puis par Andrews, Arnold, Behrens, Charpy, Osmond, Roberts Austen, Stead et autres. Le présent mémoire contient la suite de leurs recherches.

On sait que l'attaque de la surface polie d'un métal révèle, en général, une structure consistant en grains de formes irrégulières, avec des contours bien définis. Chaque grain est un cristal, dont la croissance a été arrêtée par sa rencontre avec les grains voisins. Cette conception est confirmée par l'apparence de la surface attaquée en lumière oblique; les grains réfléchissent la lumière comme s'ils étaient composés d'une multitude de facettes d'orientation définie, la même pour un grain particulier, mais différente de grain à grain. Cette formation est semblable à celle qu'offre, sur une échelle infiniment plus grande, la surface interne d'une masse de bismuth qui se solidifie, lorsqu'on enlève le métal encore fondu. L'acier à 4 à 2 % de silicium constitue un exemple également remarquable de cette structure; lorsqu'on le brise, il présente sur la cassure de grands cristaux, et, en attaquant fortement sa surface polie, on observe un développement magnifique des éléments régulièrement orientés, sans qu'il soit besoin d'un fort agrandissement.

Cette structure est typique pour la plupart des métaux, et il est même fort peu probable qu'un métal existe à l'état non cristallisé. Le caractère cristallin des barres ou plaques de fer forgé s'observe, sur une surface polie et attaquée, non pas tant à l'apparence des grains en lumière oblique, mais surtout au développement de cavités géométriques sur la surface. Ces cavités ont une orientation définie sur chaque grain, et l'orientation change d'un grain à l'autre. Ordinairement, dans le fer commercial le plus pur, leur contour est celui de sections planes d'un cube, incidemment d'un octaèdre. Dans certains cas, on n'observe que quelques cavités isolées relativement grandes; dans d'autres, toute la surface des grains est couverte de cavités petites et grandes.

Pour produire des surfaces métalliques unies sans

les polir, les auteurs versèrent des métaux fondus sur des plaques de verre. La surface produite montrait bien les limites des grains, et, dans certains cas, témoignait de leur nature cristalline par des cavités géométriques, formées à la surface par suite de la présence de petites bulles d'air ou plutôt d'un gaz dégagé par le métal pendant la solidification. Le cadmium offre particulièrement bien cet aspect, ainsi que l'étain et le zinc. Ces cavités à air, grossies mille fois, ressemblent à des cristaux négatifs, orientés similairement sur chaque grain, ayant pour le cadmium un contour hexagonal.

Les auteurs ont observé les effets de la tension sur la structure en se servant soit de surfaces polies, soit de surfaces coulées sur une plaque de verre. La tension, au delà de la limite d'élasticité, produit sur chaque grain l'apparition de systèmes de lignes droites et parallèles, de direction différente de grain à grain. Ces lignes augmentent avec la tension, deviennent de plus en plus larges, et il peut se former plusieurs systèmes croisés. Leur nature a été élucidée dans un mémoire précédent. Ce sont des bandes le long de plans de clivage ou de glissement des cristaux; l'effet de chaque glissement est de produire une marche d'escalier sur la surface polie. Ces bandes sont vues sombres ou brillantes suivant la direction de l'illumination.

Les auteurs ont développé ces bandes dans le fer, le cuivre, l'or, l'argent, le platine, le plomb, l'étain, le bismuth, le cadmium, l'aluminium, le nickel, ainsi que sur l'acier, le laiton, le bronze et d'autres alliages. Elles sont, par elles-mêmes, une preuve de la structure cristalline, et elles montrent comment cette structure se comporte vis-à-vis de la plasticité, et comme elle persiste après la tension plastique. L'écoulement, ou extension non élastique d'un métal, a lieu par des glissements nombreux et finis dans chacun des grains cristallins dont le métal est un agrégat. Les parties élémentaires qui glissent les unes sur les autres gardent leur caractère cristallin; leur mouvement étant un mouvement de translation, leur orientation reste la même. En effet, lorsqu'on examine des métaux ayant été soumis à des déformations violentes, leur surface polie et attaquée présente toujours des grains cristallins. Leur forme est passablement modifiée, mais s'ils sont soumis à une tension additionnelle, on voit se développer des bandes comme précédemment. L'attaque produit également des cavités géométriques semblables et orientées de la même façon sur chaque grain, malgré la distorsion que celui-ci a subie.

Les bandes des métaux qui ont une structure cristalline sont quelquefois parallèles, mais le plus souvent inclinées par rapport aux faces des cubes, apparemment suivant le plan de l'octaèdre. On voit fréquemment des lignes en gradin, et aussi des lignes qui paraissent courbes parce qu'elles n'ont pu être résolues en gradins, même aux plus forts grossissements. Dans les métaux très plastiques, comme le plomb, le cuivre et l'or, les lignes sont particulièrement droites.

Pour plusieurs métaux, des mâcles apparaissent dans la structure cristalline après la tension. Le cuivre, qui ne montre pas de mâcles à l'état ordinaire fondu, en apparaît rempli lorsqu'il a été forgé; elles ne disparaissent pas quand on le recuit. L'or et l'argent offrent des mâcles analogues après forgeage et recuit. Le nickel, le cadmium, le plomb, le zinc en présentent également, soit à l'état brut, soit après tension.

A la demande de MM. Heycock et Neville, les auteurs ont cherché l'effet de la tension sur les alliages eutectiques. La structure de ces alliages déjà été décrite par Osmond. L'alliage présente généralement des grains plus larges, dont la structure est très différente de celle des métaux purs, car elle consiste en un mélange intime des deux constituants, dont l'un apparaît en cristaux séparés ou dendritiques dans un champ formé par l'autre constituant. La tension a pour effet de rendre cette structure intime plus apparente, en produisant des glissements qui provoquent des différences de niveau entre les deux constituants.

¹ Voir la *Revue gén. des Sciences* du 15 sept. 1899, p. 682.

L'étude de la structure microscopique des alliages suggère une explication possible des particularités qu'ils présentent en ce qui concerne la variation de la conductibilité électrique avec la température. Les deux constituants peuvent se comporter individuellement comme des métaux purs, mais, si leurs coefficients de dilatation sont différents, le serrage de leurs joints dépendra de la température. Si le métal le plus dilatable existe à l'état de particules de forme quelconque dans l'autre, l'effet d'une élévation de température sera de serrer les contacts, ce qui aura pour effet de réduire l'augmentation de résistance que produit généralement la chaleur; dans des cas extrêmes, on aura même un coefficient de température négatif. La haute résistance des alliages peut être attribuée d'une façon générale au grand nombre de joints par lesquels le courant doit passer.

3° SCIENCES NATURELLES

H. Marshall Ward : Sur un champignon détruisant la corne : l'*Onygena equina* (Willd.). — Le genre *Onygena* comprend une demi-douzaine d'espèces de champignons, très imparfaitement connus, remarquables par leur propriété de croître sur les plumes, les poils, les cornes, les sabots, sur lesquels leurs sporocarpes apparaissent comme des corps en forme de baguette de tambour, hauts de 5 à 10 millimètres. L'auteur a récemment étudié d'une façon complète une de ces espèces, croissant sur les cornes de vache, et a pu, non seulement vérifier le peu que l'on connaissait de sa structure, mais encore la cultiver, suivre son cycle vital et donner quelques détails relatifs à son action sur la corne.

Les points nouveaux mis en lumière concernent le développement des sporophores, qui se présentent comme des masses d'hyphes en forme de dôme ou de massues, se recouvrant à l'air d'une poudre blanche brillante. Une recherche plus avancée montre que cette dernière est constituée par une forme de spores non encore reconnue pour le champignon : des chlamydo-spores, qui se développent aux extrémités libres des hyphes. La nature de ces spores a été prouvée par leur culture dans des gouttes suspendues. La germination, la croissance en un mycelium et la biologie particulière de ces spores a été suivie en détail, et, dans certains cas, de nouvelles moissons de chlamydo-spores ont été obtenues directement de ces cultures. Le développement du péridium, des ascus et des ascospores a été également étudié en détail.

Jusqu'à présent, on n'avait pas pu observer la germination des ascospores, — les seules spores primitivement connues chez ce champignon, — et de Bary lui-même avait échoué dans ses recherches. M. Ward a reconnu que ces spores doivent d'abord être digérées par le suc gastrique. En employant du suc gastrique artificiel, et, comme milieu, de la glu ou d'autres produits d'hydrolyse de la corne, l'auteur a suivi sous le microscope tous les détails de la germination de ces spores et de la formation d'un mycelium capable d'infecter la corne. Il a également constaté que la digestion gastrique provoque, d'une façon analogue, la germination des chlamydo-spores, et que le jeune mycelium formé, transporté sur des rognures de corne, les infecte également.

Il est donc évident que les spores d'*Onygena* passent à travers le corps d'un animal avant de servir à une nouvelle infection; l'extrait de fumier d'animaux constitue un bon milieu de culture pour ce champignon. Il est probable que les bestiaux lèchent les spores d'*Onygena* sur leurs propres poils, cornes ou sabots, ou sur ceux des autres, ce qui explique pourquoi le champignon est si rarement observé sur l'animal vivant.

La constitution de la corne est encore peu connue, et de nouvelles recherches sont nécessaires pour déterminer l'action qu'exerce sur elle le champignon. Ces recherches seront en même temps une contribution utile à la question de la décomposition des débris animaux employés comme engrais en agriculture.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 27 Mai 1899.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. H. G. van de Sande Bakhuyzen communique un travail de M. H. J. Zwiers : Le système de Sirius, d'après les observations les plus récentes. Dans le numéro 3336 des *Astronomische Nachrichten*, l'auteur a donné les éléments de l'orbite de l'astre qui accompagne Sirius. Les observations qui servaient de base au calcul dataient de 1860 jusqu'à 1890, époque où l'on aperçut cette compagne pour la dernière fois à Lick-Observatory. Après s'être cachée pendant six années dans les rayons de l'astre principal, la compagne reparut en 1896, et l'on put l'observer de nouveau à Mount-Hamilton. Maintenant l'auteur, en se servant de ces nouvelles observations, cherche à corriger les éléments des orbites du système double intéressante. D'après les mesures héliométriques de MM. Gill et Elkin sur la parallaxe de Sirius, la masse des deux corps célestes équivaut à 3,51 fois la masse du Soleil; d'après Auriers, plus des deux tiers de cette masse appartiennent à Sirius. — M. P. H. Schoute présente, au nom de M^{me} A. Bool Stott : On certain series of sections of the regular four dimensional hypersolids. Sont nommés rapporteurs MM. Schoute et J. Cardinaal. — Nomination d'une Commission pour l'observation de l'éclipse totale du Soleil en 1901 aux Indes Orientales; sont nommés : MM. H.-G. van de Sande Bakhuyzen, E. F. van de Sande Bakhuyzen, W. H. Julius, J. C. Kapteyn et J. A. C. Oudemans.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Kamerlingh Onnes présente une communication de M. L. H. Siertsema, intitulée : Mesures de la polarisation rotatoire magnétique de l'oxygène à des pressions différentes. L'auteur s'est servi de la même méthode que dans les mesures antérieures du même genre. Seulement la détermination de la pression est améliorée à l'aide d'un manomètre à hydrogène. Les rotations à des pressions de 97, 73, 49 et 38 atmosphères sont trouvées proportionnelles à la densité du gaz. — M. J. M. van Bemmelen présente un travail de M. F. A. H. Schreinemakers, intitulé : Le système eau-phénol-acétone. L'apparition ou la disparition de points de plissement sur la surface ζ , c'est-à-dire sur cette feuille de la surface ζ qui se rapporte à l'état fluide, se fait de deux manières différentes : 1° au bord de la surface; 2° quelque part sur la surface elle-même. Le premier cas a été réalisé en plusieurs communications précédentes; le second se sous-divise encore en deux : d'abord il arrive qu'un pli se fend en deux, de même que la ligne conodale qui fait connaître les équilibres des deux phases liquides, ce qui se présente très probablement chez le système eau-alcool-nitrile d'acide succinique à 4° (voir *Rev. gén. des Sciences*, t. X, p. 84). Mais il existe encore une autre possibilité que M. Schreinemackers vient de découvrir. Supposons que la surface ζ soit convexe-convexe à une température donnée T et qu'un changement de température fasse apparaître quelque part un point de plissement; alors ce point de plissement peut se transformer en un pli, de manière qu'on obtient des lignes conodales à deux points de plissement. Alors on trouve que les trois composantes sont parfaitement mélangeables, deux à deux, à la température T, quoique cela ne soit pas le cas dans les mélanges ternaires. Ce cas se réalise dans le système eau-phénol-acétone, examiné récemment par l'auteur. — M. C. A. Lobry de Bruyn présente, au nom de M. A. F. Holleman : Nitration de l'acide benzoïque et de quelques-uns de ses éthers.

3° SCIENCES NATURELLES. — Rapport de MM. J. M. van Bemmelen et H. W. Bakhuis Roozeboom, sur un travail de M. J. Lorie : Nos eaux de sol salées, alcalines et ferrugineuses. P.-H. SCHOUTE.

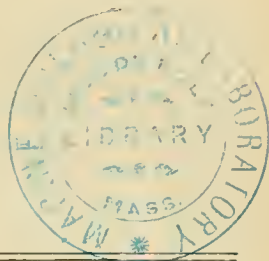
Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER



CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Aug. Scheurer-Kestner. — La science et l'industrie viennent d'être de nouveau cruellement frappées : après Schützenberger et Friedel, voici Scheurer-Kestner qui nous est enlevé; la disparition de ces trois grands chimistes, de ces trois nobles représentants de l'Alsace, laisse dans nos cœurs une douloureuse émotion.

Scheurer n'a pas été seulement un savant et un industriel éminent, il fut un grand citoyen. Après l'avoir prouvé pendant la guerre, il le prouva encore au lendemain de la guerre : la France avait besoin, pour se relever, du concours de tous ses enfants; sans hésiter, il sacrifia ses occupations préférées pour entrer dans la vie publique. Là, comme partout, l'élévation de son caractère, la fermeté de ses opinions, la clairvoyance de son esprit le portèrent aux premiers rangs; s'il rencontra un jour des amertumes et des injustices odieuses, il eut du moins la rare satisfaction de se sentir estimé, même par ses adversaires. Nous, ses amis, nous pleurons sa perte et nous honorons sa mémoire comme celle d'un homme juste et bon. Il aimait la justice et la vérité jusqu'à leur sacrifier sa vie.

Auguste Scheurer-Kestner est né à Mulhouse le 11 février 1833, dans une de ces vieilles familles alsaciennes chez lesquelles le patriotisme, l'amour du travail, le respect du devoir, l'affection pour les humbles, sont considérés comme des dogmes intangibles. Il fut élevé dans ces nobles pensées et toute son existence en porta l'empreinte.

A sa sortie du Collège de Thann, en 1848, il entra au gymnase protestant de Strasbourg pour terminer ses études; là, sous la direction de maîtres distingués, il se confirma dans l'amour des sciences, auxquelles il devait se donner tout entier; mais il ne goûta pas moins l'éducation classique et en sentit toute la valeur : « Sans l'étude du latin et du grec, me disait-il souvent, je n'aurais pas développé mes facultés intellectuelles. »

De retour à Thann, en 1851, il passa une année dans la fabrique de son père et pensa faire sa carrière dans l'industrie des toiles peintes; mais il reconnut bientôt

que ses connaissances chimiques étaient insuffisantes, et vint à Paris. Wurtz l'accueillit dans son laboratoire de la rue Garancière, où il resta dix mois, de novembre 1852 au mois d'août 1853, et l'emmena ensuite au laboratoire de l'École de Médecine. De cette époque date l'amitié qui unit ces deux hommes et qui prit un caractère de grande intimité; jusqu'à la mort de Wurtz, Scheurer resta en correspondance suivie avec notre cher grand maître; lors de ses voyages à Paris, il ne manquait jamais d'aller s'entretenir avec lui.

En même temps qu'il travaillait au laboratoire, il poussait avec ardeur ses études théoriques, sous la direction de Nicklès; cet homme excellent lui prodigua ses conseils et ses leçons sans vouloir jamais en recevoir le prix, et Scheurer aimait à répéter que c'était dans son enseignement qu'il avait pris la passion de la Chimie et qu'il lui en devait une éternelle reconnaissance.

En 1854, il rentra dans la fabrique de son père; il y resta jusqu'en 1857, sauf quelques mois qu'il passa, en 1856, au laboratoire d'Emile Kopp, rue Monsieur-le-Prince.

A la suite de son mariage avec M^{lle} Céline Kestner, il quitta définitivement l'industrie des toiles peintes pour diriger les importantes fabriques de produits chimiques de son beau-père, qui prirent, entre ses mains, une grande extension. Après la guerre, la maison de M. Charles Kestner fut transformée en Société par actions, et Scheurer fusionna ces établissements avec la fabrique d'aniline de M. Courtois, de Mulhouse, sous la raison : *Fabriques de produits chimiques de Thann et de Mulhouse*. Il en conserva la direction technique jusqu'à sa mort.

De 1869 à 1872, il fut secrétaire du Comité de Chimie de la Société industrielle de Mulhouse; en 1878, il obtint l'un des grands prix de l'Exposition universelle; plus tard, la Société industrielle de Mulhouse lui décerna sa grande médaille d'or; en 1889, il fut élu président du jury des récompenses; en 1894, la Société Chimique de Paris l'appela à diriger ses travaux. Sa place était indiquée à l'Académie des Sciences, mais sa modestie et l'indépendance de son caractère l'empêchèrent toujours de faire les démar-

ches qu'un usage antique impose aux candidats.

Les fonctions qu'il remplit n'ont point été, pour lui, des sinécures flatteuses ou agréables : il avait la volonté d'agir et de laisser derrière lui la trace de son passage. Je n'en citerai qu'un exemple : lorsque les suffrages des membres de la Société Chimique l'appelèrent à la présider, il usa de sa haute situation industrielle et de toutes les séductions de son esprit pour réunir les ressources financières qui faisaient défaut à la Société et il assura ainsi son existence pour de longues années.

Le rôle politique qu'a joué Scheurer-Kestner ne doit pas être passé sous silence, même dans un recueil scientifique. Républicain convaincu, il lutta courageusement sous l'Empire et paya par six mois de prison, en 1862, l'ardeur de ses manifestations ; il profita d'ailleurs de cet éloignement forcé de ses usines, pour écrire une brochure lumineuse sur la Théorie des types. En décembre 1870, il fut nommé directeur de l'Établissement de Pyrotechnie de Cette, où il rendit à la Défense nationale de signalés services ; le 6 février 1871, il fut envoyé par le département du Haut-Rhin à l'Assemblée nationale de Bordeaux, qu'il quitta avec ses collègues de l'Alsace-Lorraine après le vote des préliminaires de la paix ; le département de la Seine le renomma représentant du peuple le 2 juillet 1871 ; en 1873, il fut élu sénateur inamovible par l'Assemblée nationale, puis, en 1876, secrétaire du Sénat ; il occupa ce poste pendant plusieurs années ; en 1895, il devint vice-président du Sénat.

Au cours de cette vie si occupée, il fit partie d'un grand nombre de Commissions importantes, dans lesquelles sa voix autorisée était toujours écoutée avec respect et avec profit. Bien qu'il ait refusé, à diverses reprises, d'entrer dans des combinaisons ministérielles, les relations intimes qui le liaient aux chefs du Gouvernement lui permirent fréquemment de les éclairer de ses conseils et de sa grande expérience des affaires. Il ne cessa, pendant ces longues années, de mener de front ses travaux parlementaires avec la direction de ses usines, et il donna ainsi la mesure de sa prodigieuse activité et de la fécondité de son intelligence.

Les deux dernières années de sa vie ont été consacrées à une œuvre de justice : il avait acquis la certitude qu'une grande erreur ou une grande iniquité avait été commise, qu'un officier alsacien, condamné comme traître, n'était pas coupable du crime qu'il expiait. Scheurer-Kestner en fut remué jusqu'au fond du cœur ; son amour de la vérité, l'horreur du supplice infligé à un innocent, la honte qui rejaillissait sur sa chère Alsace, le déterminèrent à sacrifier sa tranquillité, ses intérêts personnels, sa situation politique, à la réparation de cette iniquité. La France, le monde entier furent secourus par son appel. Chacun connaît les péripéties de ce drame, dont on attend encore le dernier acte.

Scheurer, hélas ! n'a pas assisté au triomphe définitif de la cause qu'il avait prise en mains ; sa santé, si vigoureuse cependant, n'a pu résister à tant d'épreuves. Il est mort le 19 septembre 1899 ; il laisse derrière lui le souvenir d'un grand serviteur de la justice, d'un ardent patriote, d'un savant éminent.

L'œuvre scientifique de Scheurer-Kestner est exposée dans environ 150 mémoires ou notes qui ont paru dans les *Annales de Physique et de Chimie*, les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, les *Bulletins de la Société Chimique de Paris* et de la *Société industrielle de Mulhouse*.

Elle comprend : d'une part, l'exposé de ses travaux personnels ; d'autre part, des monographies dans lesquelles il a présenté, avec une rare lucidité, les progrès successifs des principales industries chimiques. Ses écrits portent l'empreinte de son caractère : finesse d'observation, patience, loyauté absolue ; les résultats qu'il a fait connaître sont restés définitivement acquis à la science.

Les circonstances dans lesquelles s'écoula la carrière de Scheurer-Kestner expliquent la nature spéciale de ses travaux. Bien qu'il eût un goût prononcé pour les spéculations théoriques, il fut naturellement entraîné par ses occupations journalières vers l'étude des questions industrielles. Il avait, pour débrouiller une question complexe, un *flair* merveilleux. « Je ne suis pas un inventeur, me disait-il, mais je me sens capable d'éclaircir les questions les plus obscures de notre industrie ».

Nous ne pouvons donner ici qu'une analyse très succincte des travaux de Scheurer-Kestner ; nous avons condensé en quelques lignes son œuvre considérable et nous présentons ce résumé en donnant un aperçu, d'abord, de ses recherches personnelles, découvertes, analyses, etc., puis de ses publications et de ses monographies.

I. — RECHERCHES.

1. *Pouvoir calorifique des combustibles solides, liquides et gazeux.* — Scheurer-Kestner a consacré de longues années de sa vie à l'étude du pouvoir calorifique des combustibles ; ses premières expériences datent de 1868 ; le volume qui les résume a été publié en 1896. Elles ont été entreprises par Scheurer seul ; il les a continuées et terminées avec la collaboration de M. Ch. Meunier-Dollfus. Elles ont en pour objectif la détermination de l'énergie totale que peut développer un combustible sous forme de chaleur, et l'étude des méthodes les plus pratiques pour cette détermination.

Puis il a fixé et fait connaître les règles à suivre dans les *expériences industrielles*, qui ont pour but de fixer le pouvoir calorifique d'un combustible : il ne suffit pas de savoir quel est l'effet utile d'une houille lorsqu'elle sert à la production de la vapeur ; il faut encore connaître le rapport qu'il y a entre la chaleur totale qu'elle est susceptible de dégager en brûlant et celle qui est réellement utilisée. Cette comparaison seule permet à l'ingénieur de se rendre compte de l'étendue et de la nature des pertes éprouvées pendant l'opération industrielle et, par conséquent, des remèdes à y apporter.

Deux méthodes sont usitées pour déterminer la puissance calorifique d'un combustible. L'une est basée sur la composition chimique de ce combustible (Dulong), l'autre repose sur sa combustion dans un calorimètre.

Après avoir démontré que l'application de la loi de Dulong conduit à des résultats erronés, Scheurer a adopté nettement la seconde méthode : il a étudié tous les calorimètres connus, depuis celui de Favre et Silbermann, avec lequel ses expériences ont été faites pendant longtemps, jusqu'à la bombe de M. Berthelot, qu'il a employée jusqu'à ces dernières années ; c'est de tous les calorimètres, dit-il, celui qui offre le plus d'avantages, tant au point de vue de la facilité des opérations qu'au point de vue de la précision des résultats.

Il a fait, ainsi, un nombre considérable de déterminations calorifiques : les houilles de France, d'Angleterre, de Russie, d'Allemagne, d'Autriche, etc., ont été successivement étudiées. Toutes ses expériences prouvent qu'il est impossible de se rendre compte de la valeur des houilles par la connaissance de leur composition élémentaire ; il y a des houilles dont la chaleur de combustion dépasse celle des éléments ; d'autres se rapprochent de la loi de Dulong ; d'autres enfin ont une chaleur de combustion inférieure à ce que donne la loi de Dulong. Il n'est pas possible de déterminer autrement que par une expérience calorimétrique le pouvoir calorifique d'un combustible minéral.

Ses expériences ont porté non seulement sur les houilles, mais encore sur tous les combustibles : ligneux, schistes et pétroles, coke, charbons, gaz de toutes provenances.

Dans la partie du travail de MM. Scheurer-Kestner et Meunier-Dollfus, qui a trait à l'étude du pouvoir calorifique de la houille brûlée sur un foyer de chaudière à vapeur, les auteurs indiquent toutes les précautions à prendre pour arriver à des déterminations rigoureuses :

pesées, prise d'essai, analyse de la houille et des cendres, mesure de la quantité d'eau vaporisée, de la température de la vapeur, analyse des produits gazeux de la combustion, détermination du noir de fumée, etc.

Le résumé de leurs observations est le suivant : la vapeur d'une chaudière à trois bouilleurs suivie d'un réchauffeur à bouilleurs absorbe 58 à 67 % des calories totales fournies par la houille; 3,8 à 7,7 % sont entraînées par les produits gazeux de la combustion; 2,4 à 9,7 % sont perdues par la production des gaz combustibles; 0,3 à 0,75 % sont perdues par suite de la formation du noir de fumée; 2 à 3,7 % sont absorbées par la formation de la vapeur d'eau dans les produits gazeux de la combustion. Les calories non retrouvées ont varié de 19,4 à 24,7 %; elles doivent être considérées comme résultant du rayonnement des appareils par leurs surfaces inutilisées pour la production de la vapeur.

2. *Travaux divers sur l'acide sulfurique.* — L'analyse des gaz provenant de la combustion des pyrites a constamment donné à l'auteur un déficit d'oxygène; d'autre part, tous les fabricants avaient noté la formation d'abondantes fumées blanches accompagnant l'acide sulfureux dans la combustion des pyrites, et ils l'attribuaient à la présence d'acide sulfurique. Scheurer a établi qu'elles sont constituées par de l'anhydride sulfurique, provenant non d'une décomposition de l'acide sulfureux ou de l'oxydation de cet acide par l'air, comme on aurait pu le penser, mais bien de l'action du peroxyde de fer des pyrites sur l'acide sulfureux en présence de l'air, cet oxyde ferrique servant de moyen de transport entre l'air et la substance oxydable.

C'est à la formation de cet anhydride, dont la proportion peut atteindre 8 à 9 % de l'acide sulfureux, qu'est dû le déficit de l'oxygène constaté dans les analyses des gaz. L'anhydride est transformé en acide sulfurique, qui se condense dans la tour de Glover; de là, en partie du moins, l'augmentation de rendement due à l'emploi de cet appareil : on sait qu'il atteint 13 à 20 % de la production des chambres de plomb.

Scheurer-Kestner a signalé et a fait adopter par l'industrie l'emploi des appareils Kœrting pour provoquer l'aspiration, dans les chambres de plomb, des gaz, qui, depuis l'application des condenseurs Gay-Lussac, du Glover et des fours à pyrites, rencontraient une force de résistance très nuisible à la marche de la fabrication. On peut les placer en tête de la première chambre de plomb ou après les appareils dénitrants.

Le platine est attaqué par l'acide sulfurique : l'auteur a montré que la perte en platine, qui est, selon la concentration de l'acide, de 1 à 9 grammes par tonne d'acide produit, peut aller jusqu'à 1.000 grammes par tonne d'acide sulfurique fumant. Il a, pour éviter ces pertes, proposé de commencer seulement la concentration de l'acide sulfurique dans le platine et de la terminer dans des cuvettes en fonte.

3. *Sur le chlorure de chaux.* — 1° La chaleur due à la combinaison du chlore et de la chaux est favorable à l'absorption du gaz; elle peut impunément atteindre 55°; 2° il faut éviter l'envoi dans les chambres à chloruration d'un excès de chlore, qui abaisserait le degré chlorométrique du produit lorsque le maximum a été atteint; 3° lorsque l'hydrate de calcium renferme un excès d'eau, cette eau est déplacée par la chloruration.

4. *Sur la soude Leblanc.* — La théorie de la formation de la soude par le procédé de Leblanc a été l'objet de nombreuses controverses; elle a été établie définitivement par Scheurer-Kestner.

Dumas avait admis que, dans les fours à soude, le sulfate de sodium est décomposé par la craie avec formation de carbonate de sodium et de sulfate de calcium; ce dernier serait réduit par le charbon à l'état de sulfure qui, lui-même, se combinerait à la chaux pour former un oxysulfure de calcium.

Scheurer a prouvé, à la suite d'une longue étude et

de nombreuses analyses, que la réaction est autre, et il a fait connaître tout le mécanisme des réactions complexes de cette fabrication. Le sulfate de sodium est transformé en sulfure par le charbon, et c'est ce sulfure qui, au contact de la craie, donne du carbonate de sodium. La soude brute renferme du carbonate et du chlorure de sodium, de l'oxyde, du sulfure et du carbonate de calcium, du charbon; par l'action de l'eau, ces différents corps réagissent les uns sur les autres : la chaux transforme une partie du carbonate en soude caustique; le sulfure de calcium donne naissance au sulfure de sodium. Ces deux corps se retrouvent, en effet, dans les lessives de soude.

La pratique a jugé indispensable de mettre dans le mélange initial un excès de calcaire; Scheurer a montré que cette pratique est justifiée, d'abord parce que, pendant la cuite, une partie de la craie est transformée en chaux et que la chaux ne réagit pas sur le sulfure de sodium, ensuite parce que l'on évite ainsi la formation de sulfures colorés qui jaunissent la soude; enfin, parce que l'on obtient ainsi un dégagement d'oxyde de carbone, qui donne à la masse la porosité nécessaire à sa dissolution ultérieure.

Le carbonate de sodium obtenu par le procédé Leblanc ne renferme pas tout le sodium contenu dans le sulfate mis en œuvre; les praticiens admettaient que la perte est due à la volatilisation d'une partie du sodium, qui se serait produit pendant la réaction. Scheurer a prouvé qu'il n'en est rien; cette perte (qui est d'environ 5 %) est due, sans doute, dit-il, à la formation d'une combinaison insoluble de carbonate de soude et de chaux (plus tard, on a constaté, en effet, la formation de la gay-lussite dans la réaction); l'hydrate de calcium retient aussi de la soude interposée, que les lavages les plus prolongés ne peuvent enlever.

Il a indiqué comme moyen de désulfuration des lessives de soude brute l'emploi de l'hydrate de zinc; le sulfure de zinc obtenu est redissous ensuite et rentre dans la fabrication.

5. *Sur le silicate de sodium.* — On prépare ce silicate par la fusion d'un mélange de quartz et de carbonate de sodium, et on prend de ces substances des quantités relatives telles qu'on obtienne un produit aussi peu alcalin que possible, qualité exigée par des indienneurs. Le silicate sortant des fours à pour composition $3SiO_2 \cdot Na_2O$; mais la dissolution et l'évaporation le décomposent partiellement avec dépôt de silice; aussi convient-il de ne pas dépasser la concentration à 20° AB; si on la pousse jusqu'à 50° AB, le produit obtenu est un bisilicate $2SiO_2 \cdot Na_2O$.

Scheurer-Kestner a cherché, mais inutilement, à éviter la fusion, toujours dispendieuse, en remplaçant la silice par diverses roches facilement attaquées, comme la gaize, et en les traitant soit à air libre, soit sous pression par des dissolutions de soude; les produits obtenus sont toujours restés trop alcalins pour les besoins de l'industrie.

Les réactions qui se passent dans les fours à verre ou dans les fours à silicate n'avaient pas été étudiées d'une manière spéciale. On admettait que le sulfate alcalin mis en œuvre se transforme en silicate en même temps que le soufre s'en dégage à l'état d'acide sulfureux. En fait, la silice décompose le sulfate avec formation d'anhydride sulfurique, qui est de suite décomposé en oxygène et en acide sulfureux; le charbon réagit sur ce produit, donne de l'oxyde de carbone, de l'acide carbonique et du soufre libre; ce n'est qu'après avoir subi l'action de la flamme oxydante du foyer que ce soufre est transformé en acide sulfureux.

6. *Recherches sur les sels de fer.* — On sait que les sels de fer sont employés en très grandes quantités, comme mordants, dans les industries de la teinture et de l'impression. L'examen des divers composés du fer a été pour Scheurer-Kestner l'occasion de nombreux et importantes découvertes : il a préparé et étudié de nouveaux nitrates ferriques, a publié des observations

intéressantes sur l'oxydation des sels ferreux, et signalé l'existence d'une classe nouvelle de sels de fer : ces sels ont été obtenus soit en faisant agir les acides monoatomiques ou les hydracides sur l'hydrate ferrique, et faisant intervenir le temps et la chaleur, soit en oxydant par l'acide nitrique un sel ferreux additionné d'acides différents de celui qu'il renferme : il a préparé ainsi des acétonitrates, des acétochlorures, des formioacétates, etc., etc., tous corps bien cristallisés et dont il a fait connaître les propriétés et la composition. Ces recherches, outre l'intérêt pratique qu'elles présentent, ont confirmé les vues théoriques de Wurtz, qui considérait le ferrium comme hexatomique.

Ces sels ferriques polyacides sont très avantageux comme mordants : les analyses qu'a faites Scheurer d'un grand nombre de mordants du commerce préparés empiriquement, ont montré que ces mordants sont des sels polyacides, analogues à ceux qu'il avait découverts.

Il a fait connaître également des faits intéressants sur la dialyse des sels ferriques et l'obtention d'une modification soluble de l'oxyde de fer hydraté.

7. *Sur les sels d'étain et le stannate.* — L'action de l'oxygène sur le chlorure stanneux a donné lieu aux observations suivantes : en faisant passer un courant d'oxygène dans une dissolution concentrée de chlorure stanneux, il n'y a pas d'oxydation ; de même, l'oxygène est sans action sur l'hydrate stanneux. Ce n'est qu'en présence de solutions étendues de chlorure stanneux que l'oxydation a lieu. Pour doser l'étain avec le permanganate, il faut opérer avec de l'eau bien purgée d'air par l'ébullition.

Scheurer a obtenu, par la cristallisation à basse température d'une dissolution peu concentrée de stannate de sodium pur, des cristaux prismatiques de plusieurs centimètres de longueur, auxquels il a reconnu la composition suivante : $\text{SnNa}^2\text{O}^3 + 10\text{H}^2\text{O}$.

8. *Sur le vert Guignet.* — La composition de cette couleur très importante était indéterminée. Il s'agissait de déterminer si ce vert était un hydrate de chrome, un borate de chrome, ou un composé complexe de chrome et de potasse, hypothèses qui avaient été successivement émises. Scheurer a prouvé, par ses analyses et par des expériences directes, que le vert Guignet est de l'hydrate de chrome ; il se forme par l'action de l'eau sur le borate de chrome, qui résulte lui-même de la réaction de l'acide borique sur le bichromate de potassium ou sur l'acide chromique.

Nous groupons ici un certain nombre de travaux moins importants, mais qui présentent cependant un réel intérêt :

9. *Acide arsénieux.* — L'acide arsénieux s'obtient sous forme de prismes rhomboïdaux droits lorsqu'il cristallise par voie sèche et dans un courant d'acide sulfureux ; on n'a pu les obtenir, en effet, dans un tube de verre hors du contact de cet acide. De tels cristaux ont été recueillis dans le canal qui conduit l'acide sulfureux des fours à pyrites à la chambre de plomb.

L'auteur a constaté que l'acide arsénieux a une grande affinité pour certaines matières colorantes : une dissolution de cet acide dans CHI bouillant, additionnée de teinture de bois colorant ou d'acide sulfindigotique, dépose, par refroidissement, des cristaux d'acide arsénieux colorés en rouge ou en bleu. Du chlorure ou du sulfate de sodium, ajouté à ces solutions et cristallisant en même temps que l'acide arsénieux, se dépose à l'état incolore.

10. *Nitrobenzine et aniline.* — La réduction de la nitrobenzine par l'acide acétique et le fer donne, si elle est conduite trop vivement, de la benzine et de l'ammoniaque.

Pour la fabrication des matières colorantes, on peut réduire la nitrobenzine par l'étain et l'acide chlorhydrique, déplacer l'étain par le zinc et opérer directement sur ces solutions sans isoler l'aniline.

Les anilines du commerce renferment, à côté de

$\text{C}^m\text{H}^n\text{Az}$, d'autres amines, utiles ou nécessaires à la formation des matières colorantes. On sait que ce fait important a été confirmé ultérieurement.

11. *Saponification par les carbonates.* — Les corps gras neutres chauffés à 250° au contact des carbonates alcalins ou du carbonate de calcium, forment des savons ; la glycérine se décompose et disparaît entièrement.

12. *Huile pour rouge.* — Cette huile, employée dans la fabrication du rouge turc, a été étudiée par Scheurer, qui l'a préparée par l'action de l'acide sulfurique sur l'huile de ricin ; il se forme des acides sulfonés en même temps que des acides ricinoléiques polymérisés ; ces deux acides ont des propriétés différentes dans l'avivage du rouge turc.

13. *Abrastol.* — La substance vendue sous ce nom est du naphtylsulfate de calcium ; elle est employée pour clarifier le vin et l'empêcher de tourner. Scheurer en a étudié les propriétés et a démontré qu'elle ne saurait, comme on l'a affirmé, donner naissance à de l'acide sulfurique au contact du vin ; en conséquence, ses propriétés antiseptiques très énergiques peuvent être utilisées pour la conservation des vins.

II. — ANALYSES.

1° Dosage industriel de l'albumine (par le permanganate de potasse).

2° Titration de l'acide pyroligneux : il convient de le distiller sur de l'acide phosphorique à $45^\circ\text{A}3$ et de titrer le produit de la distillation.

3° Dosage de l'acide tartrique dans les tartres : méthode à suivre en présence de tartrate et de sulfate de chaux.

4° Analyse du violet d'aniline au chromate.

5° Dosage du stannate de sodium : dissoudre, filtrer, traiter par l'acide chlorhydrique, puis par le zinc ; redissoudre l'étain et titrer le chlorure d'étain par le manganate. La soude est titrée alcalimétriquement.

6° Analyse de certains résidus de grillage de pyrites de Saint-Bel : ces pyrites renfermaient 46 % de soufre, de l'arsenic, du sélénium. Les résidus contiennent des quantités variant de 3 à 40 % de soufre.

7° Analyse d'ossements fossiles des environs de Colmar.

Ces ossements renferment, outre l'osséine, une substance azotée qui en dérive. Si la teneur des os en azote permet d'en tirer des indications sur les âges respectifs de ces ossements, cette donnée devient encore plus précise du moment où l'azote peut être partagé entre deux composés dont l'un est plus soluble que l'autre.

L'auteur a constaté à cette occasion que l'osséine ordinaire est soluble dans l'acide chlorhydrique faible (HCl étendu de huit fois son poids d'eau) ; mais elle est insoluble dans l'acide étendu de quarante fois son poids d'eau.

8° Analyse de produits réfractaires.

III. — PUBLICATIONS.

Parmi les monographies les plus importantes publiées par Scheurer-Kestner, il convient de citer celles qu'il a écrites :

Pour le *Bulletin de la Société Chimique*, sur l'industrie de la soude Leblanc et de la soude à l'ammoniaque, sur les fours à pyrites, sur l'outremer artificiel, sur les matières colorantes dérivées de la naphthaline ;

Pour le *Dictionnaire de Wurtz*, sur l'acide sulfurique et sur l'acide tartrique ;

Pour la *Revue Alsacienne* (1884), sur Gerhardt et Laurent ;

Pour le *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse* (1896), sur son père Scheurer-Rott.

Deux conférences faites l'une à la Société d'Encouragement en 1886 sur Nicolas Leblanc et la soude artificielle ; l'autre à la Société Chimique en 1888 sur la combustion de la houille.

Il a publié en outre deux volumes, l'un en 1862 sur les Principes de la théorie chimique des types; l'autre en 1896, sur le Pouvoir calorifique des combustibles solides, liquides et gazeux.

Charles Lauth,
*Directeur de l'École municipale de Physique
 et de Chimie industrielles.*

§ 2. — Astronomie

Éléments approchés des comètes pour 1900. — M. G. Fayet, assistant à l'Observatoire de Paris, vient de terminer le tableau des éléments approchés des comètes pour 1900¹, complétant ainsi le célèbre relevé d'Oppolzer, qui s'arrêtait à 1869. Désormais, lors de l'apparition d'une nouvelle comète, les astronomes, après en avoir déterminé approximativement l'orbite, auront immédiatement la possibilité d'en comparer les éléments à ceux des comètes déjà classées.

M. G. Fayet énumère, dans son Tableau, 105 comètes elliptiques, 207 paraboliques, 51 dont les éléments sont encore incertains. Pour plusieurs de celles-ci, il a donné, d'après les relevés de M. Galle², les deux systèmes d'éléments les plus écartés.

§ 3. — Métallurgie

Les arrêts momentanés des hauts fourneaux. — Lors des récentes grèves du Creusot, plusieurs journaux ont discuté sur la possibilité d'arrêter momentanément les hauts fourneaux en pleine marche, sans que la reprise du travail soit la cause d'une démolition complète de l'appareil. Il n'est pas inutile de rappeler à nos lecteurs que l'on arrive très bien à boucher un fourneau et à y maintenir la fonte liquide pendant un certain nombre de mois, et que, en prenant toutes les précautions nécessaires, on peut éviter que des désordres graves se produisent au moment de la remise en marche.

Lorsque des circonstances particulières, telles que guerres, grèves, disette de combustibles ou de minerais, mévente des produits, etc., obligent à suspendre la marche d'un haut fourneau, on diminue progressivement les charges de minerai pour les remplacer par quelques charges blanches, ne comprenant que des combustibles et la quantité de castine nécessaire à la fusion des cendres. Le creuset est complètement vidé de laitier et de fonte, et le vent arrêté; on retire alors les tuyères, on bouche hermétiquement avec de l'argile les ouvertures et l'on supprime toutes les causes extérieures de refroidissement. On charge, d'autre part, à la partie supérieure du fourneau, une certaine quantité de sable; puis l'appareil de chargement est fermé et les conduites de gaz réunies directement à la cheminée. Pour remettre en marche, on souffle d'abord à vent froid avec une très faible pression, ou mieux après avoir préalablement réchauffé de l'extérieur les appareils à air chaud, lorsque cela est possible. La pression est ensuite augmentée, tandis que l'on charge soit uniquement, en premier lieu, du coke mouillé, si les conduites de gaz sont encore légèrement chaudes, soit immédiatement ou ensuite des charges de minerai un peu plus faibles que celles qui existaient avant l'arrêt. Dans ces conditions, il ne se produit aucun accrochage; le creuset reprend sa température, et la sole, qui s'était surélevée par suite du refroidissement, est ramenée à sa hauteur antérieure, dès que les charges blanches y parviennent.

M. Lurmann cite un haut fourneau dans une usine voisine de la frontière franco-allemande où, en 1870, à l'approche de l'armée française, les ouvriers construisirent à la hâte une maçonnerie autour du creuset et

tassèrent de l'argile dans l'espace annulaire ainsi formé: le travail y put être repris trois mois après sans inconvénients. Nous connaissons, d'ailleurs, des fourneaux dans la région de Longwy, pour lesquels la période d'arrêt fut encore beaucoup plus longue.

Wagons pouvant transporter 50 tonnes de minerai de fer. — Un des principaux facteurs de la réduction des prix de revient de la fonte, permettant à la concurrence américaine de venir s'affirmer de plus en plus en face de la production européenne, c'est l'économie considérable réalisée de l'autre côté de l'Atlantique sur les frais de transport. Sans nous arrêter aux abaissements de tarif et aux facilités de manutention et de raccordement aux canaux que présentent les multiples réseaux de chemins de fer, nous signalerons seulement la transformation du matériel et l'augmentation colossale de capacité des wagons, en vue de réduire l'influence des poids morts. Depuis deux ans, les grands chemins de fer de Pensylvanie employaient, sur leurs lignes, des wagons de 45 tonnes, mesurant 9 mètres de longueur, destinés au transport des minerais. Aujourd'hui, pour répondre aux exigences du trafic toujours croissant, la *Caledonian Railway Company* vient de mettre en construction, dans ses usines de Saint-Rollox, un wagon contenant 50 tonnes de 2.240 livres anglaises (50.800 kilos) et susceptible de passer par toutes les courbes: il mesure exactement, entre tampons, 11^m,70 de longueur et se compose d'un châssis tout en acier, porté sur deux boggies; de chaque côté, trois portes facilitent le déchargement. Les dimensions de la caisse sont 10^m,300 × 2^m,300 × 1^m,220; la distance entre les roues extrêmes est de 8^m,90 et celle entre les deux roues d'un même boggie 1^m,75. Il est à remarquer que ce wagon pourra transporter la même quantité de minerai que 7 wagons ordinaires de 7 à 8 tonnes et que son poids mort, par rapport à celui de ces 7 wagons, sera à peu près réduit de moitié. De plus, le chargement de ces wagons moindres pouvant être effectué très rapidement, le rendement du matériel s'en ressentira nécessairement. Ce sont là deux points capitaux dans l'économie des transports. Comme autre conséquence, les convois ne seront plus formés que d'énormes wagons, en petit nombre, qui encombreront beaucoup moins les voies, et cela permettra un mouvement intensif et d'une ponctualité absolue.

§ 4. — Géographie et Colonisation

Nouvelles plantes à gutta-percha. — La gutta-percha est fournie par des arbres du genre *Palaquium* (famille des Sapotacées), dont l'aire de dispersion paraît limitée à la Malaisie. L'exploitation barbare des arbres qui produisent cette précieuse substance en a réduit considérablement le nombre, et les bonnes sortes de guttas deviennent de plus en plus rares. Toutes les tentatives qu'on a faites pour substituer d'autres substances à la gutta-percha ont échoué plus ou moins complètement, et le problème actuel paraît être d'assurer pour l'avenir la production de la gutta-percha plutôt que d'en rechercher des succédanés. C'est pour obéir à cette préoccupation que le Ministère des Colonies chargeait, il y a trois ans, le pharmacien en chef Raoul d'aller à Sumatra rassembler un lot des divers *Palaquium* producteurs de gutta, et qu'il a fait distribuer à nos colonies tropicales les plants rapportés par le dévoué chef de mission¹.

La gutta-percha diffère bien plus du caoutchouc par ses propriétés physiques que par sa composition chimique, et, de ce fait, il résulte naturellement qu'il est plus difficile de la caractériser que si elle présentait des réactions très nettes et des propriétés chimiques bien déterminées. Cependant, on peut indiquer quel-

¹ *Bulletin Astronomique*, t. XVI, 1899, n° 8.

² *Verzeichniss der Elemente der bisher berechneten Cometenbahnen nebst Anmerkungen und Literatur-Nachweisen*, Leipzig, 1894.

¹ Le pharmacien en chef Raoul est mort à son retour en France, victime d'une maladie contractée pendant son séjour dans les forêts de Sumatra.

ques différences essentielles : *La gutta est plastique, mais dépourvue d'élasticité; le caoutchouc, au contraire, est élastique, mais privé de plasticité. Le caoutchouc se combine au soufre pour donner un produit homogène et élastique; la gutta est réfractaire à cette combinaison.*

Certains caoutchoucs chargés de résines présentent, au premier examen, quelques caractères de la gutta, et tous les voyageurs qui ont eu l'occasion de faire coaguler les nombreuses sortes de latex qu'on peut se procurer dans les forêts tropicales, ont obtenu, avec quelques-uns de ces latex, des substances présentant la couleur de la gutta et possédant sa plasticité. Mais ces analogies, pour importantes qu'elles soient, ne suffisent pas pour caractériser le produit. Pour se rendre compte de sa valeur, il convient de ne pas se borner à un examen superficiel, et, alors même que l'analyse chimique viendrait confirmer les analogies extérieures, il faudrait encore réserver son opinion, car des essais d'ordre industriel peuvent seuls trancher une question aussi délicate. C'est assez dire que la préparation de quelques grammes d'une substance analogue à la gutta, si elle constitue une indication précieuse, ne saurait cependant donner prétexte à une appréciation définitive.

A ce propos, signalons, en passant, un article que vient de publier la *Revue Coloniale* du Ministère des Colonies¹, et qui se trouve être le complément d'un Rapport du même auteur, dont le *Journal officiel* du 14 septembre 1896 publiait déjà des extraits étendus. L'auteur, M. Sarrazin, vétérinaire en premier au Soudan, dit avoir découvert une liane produisant de la gutta; il lui a décerné le nom de *Lytophilum alba* (sic), et la range dans la famille des Caprifoliacées (?), bien que les caractères indiqués dans la note ne soient pas ceux de cette famille. La substance, obtenue par coagulation du latex, contiendrait 10,2 à 13,2 % de gutta ou de produit analogue, d'après l'Administration des Postes et Télégraphes; des analyses de M. Sarrazin portent cette proportion à 62,9 %. De telles contradictions nous imposent une certaine prudence, et, pour juger le produit annoncé, nous attendrons de le voir faire ses preuves industrielles, tout en exprimant dès aujourd'hui les réserves les plus expresses au sujet des caractères botaniques de la plante et des quelques détails fournis par l'auteur sur la nature du latex.

D'autre part, MM. Dybowski et Fron viennent de communiquer à l'Académie des Sciences² une note très intéressante sur la production d'une gutta-percha par l'*Eucommia ulmoides*, plante du sud de la Chine (et non du nord, comme il est dit dans la note), qui pourrait être acclimatée dans les pays d'Europe et qui se trouve rattachée par Oliver à la famille des Euphorbiacées.

A vrai dire, ce rattachement un peu arbitraire du genre *Eucommia* à la famille des Euphorbiacées ne nous paraît pas définitif, si nous en croyons Chimari³, qui signale chez cette plante des laticifères très différents de ceux des Euphorbiacées.

L'*Eucommia* est cultivée dans les districts de Chang-jang et de Patung, et la description en a été donnée dans *Hooker's Icones Plantarum*⁴. Les Chinois l'utilisent surtout à titre de médicament.

Le latex contenu dans les nombreux vaisseaux laticifères de la tige, des feuilles et du fruit se coagule spontanément, et, si l'on vient à déchirer, avec quelque précaution, une feuille sèche ou une branche ou, mieux encore, un fruit, on voit les deux parties réunies par une multitude de filaments nacrés. Cette particularité ne manqua pas de frapper les botanistes anglais, et, dès 1892, F.-Ernest Weiss publiait une étude de la plante et de son produit⁵; d'après lui, l'*Eucommia* contiendrait une forte proportion de caoutchouc mélangé de résine.

Nous savons de bonne source que des observateurs français, auxquels le Muséum avait communiqué des fragments d'herbier, n'ont pas trouvé autre chose que les résultats signalés par l'auteur anglais.

MM. Dybowski et Fron, ayant repris cette question à l'aide de matériaux prélevés sur un plant provenant de la maison Vilmorin et C^{ie}, ont extrait le produit à l'aide du toluène (méthode Jungfleisch); le tableau I ci-dessous résume leurs résultats :

Tableau I. — Analyses du latex des *Eucommia*.

ORGANES	QUANTITÉS traitées	POIDS de substance soluble dans le toluène.	RENDEMENT %
Feuilles sèches.	20 gr.	0 gr. 45	2,25
Fruits.	15	4 gr. 09	27,34
	14	4 gr. 12	

« Le produit obtenu, disent MM. Dybowski et Fron, est de couleur brune, avec des reflets métalliques. Plongé dans l'eau chaude, il se ramollit, s'étire en feuilles minces analogues à de la baudruche et prend bien, sous la compression, l'impression d'une médaille. En se refroidissant, il perd de la souplesse et devient résistant. »

Il nous paraît évident que les faibles quantités obtenues n'ont pu permettre d'apprécier la valeur du produit; ce n'est pas avec 8 grammes de substance qu'on peut poursuivre des essais industriels. D'autre part, la présence du caoutchouc nous paraît incontestable et ferait alors ranger le produit entre le caoutchouc et la gutta-percha, ce qui en limiterait singulièrement l'emploi.

Nous nous permettrons, d'ailleurs, de signaler à MM. Dybowski et Fron un moyen très simple de se procurer le produit de l'*Eucommia* sans aucune dissolution : il suffit de piler, avec quelque précaution, des feuilles bien sèches, dans un creuset. Les tissus végétaux desséchés se brisent en fragments très petits, qu'on peut facilement éliminer, du moins en grande partie, et les filaments produits par le latex coagulé forment un réseau très fin. Ce procédé se rapproche beaucoup de celui qu'on emploie pour teiller le chanvre et le lin.

Souhaitons, en terminant, que la « gutta » annoncée par MM. Dybowski et Fron ne subisse pas le sort des nombreux produits analogues qu'on nous annonce depuis quelques années et qui disparaissent aussi rapidement qu'ils prennent naissance.

Les concessions au Congo. — Les lecteurs qui s'intéressent au mouvement actuel de colonisation ne seront peut-être pas fâchés de connaître le nombre et l'étendue des concessions accordées au Congo français, depuis le 28 mars jusqu'au 29 août 1899. La surface totale accordée aux concessionnaires s'élève à 475.000 kilomètres carrés et représente la superficie d'un carré ayant environ 690 kilomètres de côté. Cet énorme territoire est divisé en 38 lots, dont le plus important ne compte pas moins de 53.000 kilomètres carrés (carré de plus de 230 kilomètres de côté). Les capitaux engagés dans ces entreprises (au moins nominativement) s'élèvent à environ 50 millions de francs. Il nous faut peut-être regretter la concession immédiate de territoires situés dans l'intérieur, sans communication actuelle avec la côte. Les Sociétés concessionnaires, si elles ne réussissent pas à créer ces voies de communication, seront fatalement amenées à abandonner leurs territoires sans y avoir fait œuvre utile et sans avoir fait fructifier leurs capitaux. De tels échecs, qu'il faut prévoir, ne sont pas faits pour diminuer la réserve avec laquelle les capitaux français ont, jusqu'à ces derniers temps, affronté les entreprises coloniales.

¹ 8 octobre 1899, p. 590.

² Séance du 9 octobre 1899.

³ *Bot. Centralblatt*, vol. LXI, n° 13.

⁴ Vol. X, 2^e partie, planche 1950. (Septembre 1890)

⁵ *Transact. of the Linn. Soc.*, 2^e série, vol. III, 7^e partie, p. 243, avec 2 planches.

LA LOI DES PHASES

Parmi les applications de la Thermodynamique aux phénomènes chimiques, la *loi des phases* du Professeur J. Willard Gibbs occupe une place à part. Son succès est dû, en grande partie, aux remarquables recherches expérimentales dont elle a été le point de départ. Son interprétation par le Professeur Van der Waals a inspiré à un petit groupe de chimistes hollandais, — MM. Bakkhuis Roozeboom, Schreinemakers, Stortenbeker, — un ensemble de travaux d'une importance capitale. Il ne sera peut-être pas inutile de faire aux lecteurs de la *Revue* un exposé de cette loi, dépouillé de l'appareil mathématique dont le Professeur J.-W. Gibbs l'a entourée.

1

La loi des phases, comme toute la théorie des équilibres chimiques de J.-W. Gibbs, repose sur un postulat qui ce savant n'énonce nulle part, mais introduit au cours de ses développements mathématiques d'une façon progressive. Que vaut alors, objectera-t-on, une loi qui repose sur une hypothèse indémontrable? Elle ne vaut ni plus ni moins que les lois de la Mécanique rationnelle, appuyées sur une série de postulats échappant à toute démonstration directe, et ne tirant leur justification que de la vérification expérimentale de conséquences multiples, mais souvent lointaines. Cette justification, estimée aujourd'hui plus que suffisante pour les postulats de la Mécanique rationnelle, n'est guère moins complète pour le postulat fondamental de la Mécanique chimique. Si, pourtant, quelques chimistes se refusent encore à en admettre la rigueur absolue, ils ne peuvent cependant lui refuser un degré de probabilité très grand et ils doivent accorder la même confiance à toutes les conséquences de ce postulat. Toute expérience contradictoire avec la loi des phases doit, en conséquence, être tenue pour suspecte, parce que la probabilité d'une erreur expérimentale n'est jamais nulle.

Voyons maintenant en quoi consiste le postulat fondamental. L'idée directrice de W. Gibbs a été que toutes les formes de l'énergie sont régies par des lois similaires; cela est certain pour le travail, la chaleur, l'électricité; pourquoi en serait-il autrement de l'énergie chimique?

Certains changements des systèmes matériels susceptibles de se produire spontanément, comme la descente d'un corps pesant, la chute de chaleur d'un corps chaud à un corps froid, la dissolution

d'un métal dans un acide, ont la propriété de pouvoir, dans certaines conditions convenables d'utilisation, provoquer dans d'autres systèmes matériels des changements similaires, mais de sens inverse: tels, l'élévation d'un corps pesant, le passage de la chaleur d'un corps froid à un corps chaud, la décomposition d'un sel métallique. Ces nouveaux systèmes acquièrent alors la propriété que les premiers possédaient primitivement et qu'ils ont perdue, de pouvoir se transformer spontanément, de pouvoir provoquer des changements contraires aux leurs. Cette propriété, cette *puissance* que possédaient les premiers systèmes s'est ainsi transmise aux seconds. On mesure la puissance cédée par un système matériel dans l'un de ses changements, par la grandeur d'un changement inverse produit dans un autre système matériel, — le système et le changement, arbitrairement choisis pour la mesure, restant toujours les mêmes, — par exemple, par l'élévation d'un poids de 1 kilo.

Si l'on compare la mesure, ainsi obtenue, de la puissance à la grandeur des phénomènes développant cette puissance, on arrive à des relations d'une simplicité remarquable.

La puissance *mécanique* est reliée aux déplacements dx_1, dx_2, \dots , de chacun des corps et aux forces f_1, f_2, \dots , qui sollicitent chacun d'eux, par la relation:

$$d\omega = f_1 dx_1 + f_2 dx_2 + \dots + f_n dx_n = \Sigma f dx.$$

Chacun des termes de cette somme ne renferme que des grandeurs relatives à un seul des corps du système. C'est-à-dire que chaque corps intervient dans la valeur de la puissance totale pour une part qui ne dépend que de son état et de ses changements particuliers, qui est absolument indépendante de ce qui se passe dans les autres parties du système; un corps, sollicité par une même force et prenant un même déplacement, développera une même quantité de puissance motrice, quel que soit le système matériel plus ou moins complexe dont il fasse partie.

Le même fait se reproduit avec les autres formes de la puissance motrice.

La puissance *élastique*, mise en jeu dans le changement de volume de corps différents soumis chacun à des pressions uniformes, donne lieu (en appelant: dv le changement de volume; p , la pression) à la relation:

$$d\omega = p_1 dv_1 + p_2 dv_2 + \dots + p_n dv_n = \Sigma p dv.$$

La puissance *cinétique*, en appelant u la vitesse,

et mdu la variation de la quantité de mouvement, donne lieu à la relation :

$$d\omega = u_1 m_1 du_1 + u_2 m_2 du_2 \dots = \Sigma u dm.$$

La puissance *calorifique*, en appelant t la température absolue, et $ds = \frac{dq}{t}$ la variation d'entropie :

$$d\omega = t_1 ds_1 + t_2 ds_2 \dots = \Sigma t ds.$$

La puissance *électrique* peut encore être exprimée de la même façon, si l'on admet l'existence de tensions électriques absolues, bien que nous ne sachions mesurer que des différences de tension. Si e est la tension électrique et di la variation de la quantité d'électricité, on a :

$$d\omega = e_1 di_1 + e_2 di_2 \dots = \Sigma e di.$$

L'identité de ces relations pour toutes les formes de la puissance motrice permet d'admettre, avec beaucoup de vraisemblance, l'existence d'une relation semblable pour la puissance chimique. C'est le postulat de Gibbs :

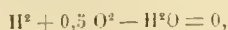
$$d\omega = \mu_1 dm_1 + \mu_2 dm_2 \dots = \Sigma \mu dm,$$

dans laquelle dm est le changement de masse d'un corps donné, et μ une grandeur dépendant de de l'état actuel de ce corps, qui peut être prise pour la mesure de sa *force chimique*, ce que Gibbs appelle le *potentiel* du corps considéré.

L'existence d'une semblable relation n'est pas évidente *a priori*; on ne peut pas non plus la soumettre à un contrôle expérimental direct, parce qu'il n'existe aucun moyen de mesurer la force chimique d'un corps, comme on sait mesurer son poids, par exemple. Il est facile de voir, en procédant par analogie, que la mesure directe de la force chimique nécessiterait la transmutation des corps les uns dans les autres, ou tout au moins leur transmutation en l'un d'entre eux que l'on prendrait comme étalon de force chimique.

Nous admettrons donc comme un postulat que l'expression de la puissance chimique peut se diviser en une somme de termes dont chacun d'eux ne dépend que de l'état actuel et du changement de masse d'un corps donné.

Dans la suite de cet article, les symboles $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ seront rapportés à l'unité de masse de chaque corps, et cette unité de masse sera le poids moléculaire. Les symboles dm , représentant les changements de masse, exprimeront donc le nombre de molécules qui apparaissent ou disparaissent soit par le fait d'une réaction chimique, soit par le fait d'un échange entre deux parties différentes d'un même système. Prenons comme exemple la puissance mise en jeu dans la combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène pour former de l'eau suivant la formule de réaction :



on aura, d'après les conventions admises :

$$dm_1 = 1 \quad dm_2 = 0,5 \quad dm_3 = -1,$$

et, par suite, pour l'expression de la puissance :

$$d\omega = \nu_1 + 0,5\nu_2 - \nu_3.$$

ou, d'une façon plus générale, pour une formule de réaction :

$$a_1 \Lambda_1 + a_2 \Lambda_2 \dots - a_n \Lambda_n = 0,$$

où Λ sont les symboles des différents corps rapportés à leurs poids moléculaires, l'expression de la puissance motrice sera :

$$d\omega = a_1 \nu_1 + a_2 \nu_2 \dots - a_n \nu_n.$$

Dans le cas d'un corps échangé entre deux parties d'un système, de l'eau par exemple passant d'une dissolution liquide dans une atmosphère de vapeur, la diminution de la masse du corps dans une des parties est égale à son augmentation dans l'autre partie. Si l'on prend :

$$dm_1 = 1,$$

on aura :

$$dm'_1 = -1,$$

et, par suite :

$$d\omega = \mu_1 - \nu'_1.$$

Ces formules conduisent à une première application importante du postulat de Gibbs pour les systèmes chimiques en *équilibre*. — Le principe fondamental de la science de l'énergie : « *Il est impossible de créer de rien de la puissance motrice* » — généralisation du vieux principe mécanique de l'impossibilité du mouvement perpétuel — exige que toute réaction infiniment petite, s'effectuant à partir d'un état d'équilibre, mette en jeu une quantité de puissance infiniment petite, du second ordre, c'est-à-dire que la différentielle première soit nulle :

$$d\omega = 0,$$

et, en se reportant à l'expression de $d\omega$ donnée plus haut, on aura :

$$a_1 \nu_1 + a_2 \nu_2 \dots - a_n \nu_n = 0,$$

pour chaque réaction chimique intervenant dans l'équilibre considéré; et

$$\nu_1 - \mu_1 = 0$$

pour chaque échange possible d'un corps entre deux parties distinctes du système en équilibre entre elles.

Ce que l'on peut énoncer d'une façon générale en disant que, dans un système en équilibre chimique, tous les corps ou ensembles de corps pouvant se transformer l'un dans l'autre ont des potentiels égaux, étant entendu que ces potentiels sont rapportés à des quantités pondéralement équivalentes de matière.

II

Le postulat de Gibbs formulé et ses premières conséquences établies, arrivons à la *loi des phases*. Qu'est-ce d'abord qu'une *phase*? Voici la définition qu'en donne le Professeur Gibbs dans son ouvrage sur l'équilibre des systèmes hétérogènes¹ :

« Dans l'étude des différentes masses homogènes qui peuvent être obtenues avec un même groupe de substances constituantes, il est commode d'avoir un terme qui vise seulement la composition et l'état thermodynamique de chaque masse, abstraction faite de sa grandeur et de sa forme. On appellera de semblables masses, envisagées seulement au point de vue de leur différence de composition et d'état, des *phases* différentes de la matière considérée, en envisageant toutes les masses qui diffèrent seulement par la grandeur et la forme, comme des exemples différents d'une même phase ». D'après cette définition, deux cristaux différents de glace sont deux exemples d'une même phase parce qu'ils ne diffèrent que par la grandeur, la forme et la position dans l'espace. De la vapeur d'eau et un mélange d'hydrogène et d'oxygène sont, au contraire, deux phases chimiquement différentes, formées des mêmes substances constituantes ; de même encore, deux polymères : la benzine et l'acétylène, deux isomères, deux variétés dimorphiques : l'iodure rouge et l'iodure jaune de mercure sont deux phases différentes d'une même substance ; la glace, l'eau liquide et la vapeur sont trois phases physiquement différentes ; de la vapeur d'eau prise à des températures et pressions différentes constitue une série de phases thermodynamiquement différentes.

La prise en considération des phases, au lieu des corps homogènes réels avec leur masse actuelle, est motivée, dans l'étude des phénomènes chimiques, par ce fait que la grandeur de la masse des différentes parties d'un système n'intervient en aucune façon dans la détermination des conditions de l'équilibre. A un morceau de glace de 1 gramme en équilibre avec une certaine quantité d'eau liquide on peut ajouter 1 kilo de glace sans modifier aucunement l'état d'équilibre. C'est là une loi expérimentale tout à fait générale, dont la loi des tensions fixes de vapeur ou de dissociation n'est qu'un cas particulier.

Nous avons maintenant toutes les données nécessaires pour établir la loi des phases. La définition d'une phase exige la connaissance de la grandeur des diverses quantités qui la caractérisent soit chi-

miquement, soit physiquement, soit thermodynamiquement. Ce sera d'abord la quantité des diverses substances constituantes, ou, plus exactement, leur rapport à l'une d'entre elles, puisque la phase est indépendante de la masse totale, puis la grandeur des différents paramètres qui définissent l'état thermodynamique (pression, température, force électromotrice, etc.). Si la phase renferme m substances différentes et si elle est soumise à p influences thermodynamiques distinctes, il faudra pour sa définition connaître la mesure de :

$$m - 1 + p$$

grandeurs distinctes.

Si, au lieu d'envisager une phase unique, c'est-à-dire une seule masse homogène, on considère un système hétérogène composé de r phases distinctes, par exemple un sel cristallisé, une dissolution de ce sel et de la vapeur d'eau, il faudra, pour définir le système total,

$$(m - 1 + p) r$$

grandeurs distinctes. Un semblable système pourrait éprouver un nombre égal de variations indépendantes, si chacune de ces phases n'avait aucune relation entre elles, si les corps qui la composent ne pouvaient se transformer les uns dans les autres.

Dans le cas d'un système en équilibre chimique, ces différentes grandeurs ne peuvent plus être considérées toutes comme des variables indépendantes ; il existe entre elles un certain nombre de relations nécessaires pour l'équilibre.

L'équilibre thermodynamique des différentes phases entre elles exige que leurs tensions d'énergie (pression, température, force électromotrice) soient égales entre elles, c'est-à-dire, en indiquant par une même accentuation les grandeurs se rapportant à une même phase, que :

$$\begin{aligned} \mu^i &= \mu^{\prime\prime} \dots = \mu^n \\ t^i &= t^{\prime\prime} \dots \\ e^i &= e^{\prime\prime} \dots \\ &\dots \dots \end{aligned}$$

soit en tout $p(r - 1)$ relations semblables. Pour l'équilibre chimique des phases entre elles, il faut que le potentiel de chaque corps soit partout le même :

$$\begin{aligned} \mu_1^i &= \mu_2^{\prime\prime} \dots = \mu_1^n \\ \mu_2^i &= \mu_2^{\prime\prime} \dots \\ &\dots \dots \end{aligned}$$

soit en tout $m(r - 1)$ relations.

Enfin, si les différentes substances peuvent se transformer les unes dans les autres par suite des réactions chimiques, on aura entre les potentiels autant de relations de la forme

$$a_1 \mu_1 + a_2 \mu_2 \dots + a_n \mu_n = 0$$

qu'il y a de réactions chimiques différentes en jeu

¹ *Equilibre des systèmes chimiques*, par J.-W. Gibbs, traduction par H. Le Chatelier, p. 68. Carré et Naud, éditeurs, Paris, 1899.

dans le phénomène d'équilibre considéré. Soit q le nombre de ces relations. Pour avoir le nombre des variations indépendantes dont un système est susceptible quand il est et reste en équilibre, il faudra diminuer le nombre des variations possibles en dehors de tout état d'équilibre d'une quantité égale au nombre des relations qu'entraîne l'état d'équilibre. Cela donne :

$$(m-1) + p - r - p(r-1) - m(r-1) - q = m + p - q - r,$$

expression dans laquelle :

m est le nombre des substances différentes ;

p , le nombre des actions physiques influant sur le système ;

q , le nombre des réactions chimiques intervenant dans l'équilibre ;

r , le nombre des phases du système.

Si quelques-unes des m substances n'existaient pas dans quelques-unes des r phases, le nombre des variations totales et celui des équations des conditions seraient diminuées de la même façon, de telle sorte que leur différence ne serait pas changée.

On remarquera que le nombre m n'est pas déterminé, parce que l'on peut de plusieurs façons différentes exprimer la composition d'un même mélange. Soit, par exemple, une masse de vapeur d'eau à l'état de dissociation partielle : on pourra exprimer sa composition au moyen des quantités totales de H et O libres ou combinées qu'elle renferme, et alors $m=2$. Ou bien on pourra exprimer cette composition au moyen des quantités de H, O libres et H²O qu'elle renferme, et alors $m=3$. Mais, en même temps, la grandeur de q variera. Dans le premier cas, $q=0$ et dans le second $q=1$, de telle sorte que, dans les deux cas, $m-q=2$. Si donc m et q sont isolément indéterminés, leur différence $m-q$ est au contraire entièrement déterminée pour un système donné, c'est-à-dire indépendante de l'ensemble des substances arbitrairement choisies pour représenter la composition du système.

Si l'on pose :

$$m - q = n,$$

n représente ce que Gibbs appelle le *nombre des constituants indépendamment variables* du système ; il exprime le nombre des variations chimiques différentes que l'on peut faire subir au système sans porter atteinte à l'état d'équilibre. Soit, par exemple, le mélange fondu des quatre sels KCl, NaCl, KBr, NaBr. Dans ce système, $m=4$. Les proportions relatives des différents sels peuvent changer, mais ne peuvent pas éprouver simultanément de changements quelconques sans que l'équilibre cesse.

Il doit exister entre les potentiels la relation :

$$\mu_1 + \mu_2 - \mu_3 - \mu_4 = 0,$$

qui découle, comme on l'a vu plus haut, de l'équation chimique :



de telle sorte que :

$$m - q = 4 - 1 = 3 = n.$$

Le nombre des constituants indépendamment variables n'est que de trois, bien qu'il soit impossible d'exprimer la composition d'un semblable mélange avec moins de quatre variables, soit les quantités des quatre sels, soit les quantités des quatre corps simples qu'ils renferment.

En introduisant la grandeur n à la place de la différence $m-q$ dans l'expression qui donne le nombre de variations indépendantes possibles d'un système donné, ce que nous appelons son degré de liberté, en ne considérant, ce qui est le cas le plus fréquent, que les systèmes influencés par les seules actions mécaniques et calorifiques, pour lesquels $p=2$, on a, pour le degré de liberté d'un système composé de p phases et renfermant n constituants indépendamment variables, la valeur :

$$\text{Degré de liberté} = n + 2 - r.$$

C'est-à-dire que le degré de liberté d'un système matériel dont toutes les parties sont en équilibre chimique et physique est égal à l'excès du nombre des constituants indépendamment variables sur le nombre des phases, augmenté de deux unités.

III

Tel est l'énoncé de la loi des phases de Gibbs.

Il reste maintenant à faire voir quel intérêt une semblable loi présente pour l'expérimentateur. On peut formuler cet intérêt en deux mots : Il existe, entre tous les systèmes chimiques possédant le même degré de liberté, des analogies profondes, qui permettent, en partant de la connaissance des cas les plus simples, d'aborder fructueusement l'étude des cas les plus complexes et qui permettent ensuite de grouper les faits connus de façon à en rendre l'intelligence générale plus facile. Les travaux de recherches de MM. Bakkhuus Roozeboom et Schreinemakers, l'ouvrage didactique de M. W. Bancroft, intitulé : *La loi des phases*, donnent une démonstration saisissante de ce double intérêt. Quelques exemples isolés suffiront pour faire comprendre ce double rôle de la loi des phases.

1. *Systèmes invariants* : $n + 2 - r = 0$. — Dans ces systèmes, le degré de liberté est nul ; il est impossible de faire varier aucune des grandeurs dont dépend l'état du système sans détruire l'équilibre. Celui-ci ne peut exister que pour une seule température, une seule pression, une seule proportion

relative des constituants dans chaque phase.

Passons successivement en revue des systèmes de plus en plus complexes, c'est-à-dire renfermant de plus en plus de constituants et, par suite aussi, de plus en plus de phases.

Pour $n = 1$, c'est-à-dire pour une seule substance, il faudra trois phases, c'est-à-dire $r = 3$. Dans le cas de l'eau, le système invariant est composé des trois phases : glace, liquide et vapeur, prises à la température de fusion de la glace sous une pression égale à celle de la tension de la vapeur saturée, c'est-à-dire au voisinage de 0° et d'une pression de $4^{\text{mm}},6$ de mercure.

Une seule substance pourra donner plus d'un système invariant si elle peut se présenter sous plus de trois états physiques différents; tel le soufre qui, à l'état solide, possède deux variétés dimorphes. Il peut donner lieu aux quatre systèmes invariants suivants :

Soufre prism, soufre oct., vapeur, à	$95^\circ,4$
Soufre prism, liquide, vapeur, à	120°
Soufre oct., liquide, vapeur, à	$114^\circ,5$
Soufre oct., soufre prism, liquide vers	135°

D'une façon générale, le nombre des systèmes invariants sera égal au nombre des combinaisons arithmétiques triples des divers états physiques de la substance.

Pour $n = 2$, on devra avoir $r = 4$. — Ce sera le cas, par exemple, d'un sel avec de l'eau —. Prenons tout de suite un système un peu complexe, le sulfate de soude et l'eau, qui, par leur mélange ou leur combinaison, peuvent donner naissance à un grand nombre de phases chimiquement distinctes, entre autres :

Le sulfate anhydre α .	La dissolution.	La glace.
Le sulfate anhydre β .		
Le sel à $7H^2O$.		
Le sel à $10H^2O$.		
		La vapeur d'eau.

Autant de fois on pourra grouper quatre de ces phases différentes, autant il y aura de systèmes invariants théoriquement possibles. On n'a jusqu'ici réalisé expérimentalement que les suivants :

Vapeur, glace, solution, sel décahydraté, vers	0°
Vapeur, solution, sel à $7H^2O$, sel anhydre α à	$24^\circ,2$
Vapeur, solution, sel à $10H^2O$, sel anhydre α à	$32^\circ,4$
Vapeur, solution, sel anhydre α , sel anhydre β , vers.	200°

Pour $n = 3$, il faudra avoir $r = 5$. De nombreux exemples de semblables systèmes invariants ont été observés dans la dissolution des sels doubles et des sels acides en présence d'un excès de l'un ou de l'autre des constituants du sel complexe; tels les systèmes $FeCl^3$, HCl et H^2O ou $FeCl^3$, AzH^4Cl et H^2O étudiés par M. Bakkhuis Roozeboom.

Dans tous les procédés de représentation géométrique des systèmes chimiques, les systèmes invariants sont représentés nécessairement par des

points, puisque leurs coordonnées sont invariables. Dans les courbes de tension de vapeur de l'eau, le point invariant est le point où se coupent les deux courbes de tension de vapeur de l'eau liquide et de la glace. Dans les courbes de solubilité du sulfate de soude, les points invariants correspondent aux points d'intersection, deux à deux, des courbes de solubilité du sel anhydre, des deux hydrates à 7 et $10H^2O$, de la glace, etc.

Tous les systèmes invariants peuvent fournir, pour la thermométrie, des points fixes aussi rigoureusement déterminés que le point de fusion de la glace, point invariant de l'eau. On a, dans ces derniers temps, proposé un certain nombre de points fixes semblables empruntés à des systèmes binaires ou ternaires, dont quelques-uns ont le grand avantage de se trouver au voisinage immédiat de la température ambiante.

Dans les systèmes binaires, on peut citer les points suivants dont la température a été repérée avec le thermomètre à hydrogène par M. Richards. Ils sont constitués par un hydrate cristallisé stable à la température ordinaire, l'hydrate suivant obtenu par une élévation de température, la dissolution saturée et la vapeur :

Chromate de soude.	$19^\circ,85$
Sulfate de soude.	$32,38$
Carbonate de soude	$35,1$
Ilyposulfite de soude.	$48,0$
Bromure de sodium	$50,7$
Chlorure de manganèse.	$57,8$
Chlorure de strontium	$61,0$
Phosphate de soude	$73,4$
Hydrate de baryte	$77,9$

Comme point fixe emprunté à un système ternaire, on peut citer le point invariant d'un système composé de $NaCl$, SO^3Na^2 , SO^3Na^2 , $10H^2O$, solution saturée et vapeur, en tout cinq phases dont la température a été fixée à 18° , par MM. Meyerhoffer et Saunders.

La détermination expérimentale de ces systèmes invariants présente une très grande importance au point de vue de l'étude des équilibres chimiques, parce qu'ils constituent des points singuliers autour desquels se groupe tout l'ensemble du phénomène. Sur la représentation géométrique, ils consistent les sommets de surfaces polyédriques, et, souvent, ces sommets sont assez rapprochés pour que leur détermination suffise sans autres expériences pour donner une idée assez précise des faces et arêtes de la surface représentative; on le montrera plus loin par un exemple. Pour cette détermination expérimentale, on peut partir d'un système toujours facile à obtenir, qui renferme une phase de moins. On ajoute alors progressivement une nouvelle phase; celle-ci disparaît d'abord au fur et à mesure de son introduction; mais si l'on

s'oppose en même temps à tout changement de volume, à tout échange de chaleur avec l'extérieur, la pression et la température changeront en même temps que la composition de certaines phases, jusqu'au moment où le système invariant sera réalisé. C'est ainsi qu'en prenant, à la température ordinaire, le système : eau, vapeur, et y ajoutant progressivement de la glace, on arrivera, par suite de l'abaissement de température dû à la fusion de la glace, au système invariant : glace, eau, vapeur. De même, en ajoutant du sulfate anhydre de soude au système : sel décahydraté, solution, vapeur, l'hydratation du premier sel élèvera peu à peu la température jusqu'au point invariant de $32^{\circ}, 4$, où elle se fixera.

2. *Systèmes monovariants*: $n + 2 - r = 1$. — Dans tous les systèmes satisfaisant à cette condition, on peut fixer arbitrairement une des variables définissant l'état du système; mais, par cette fixation, toutes les autres grandeurs sont déterminées. Si l'on prend, par exemple, la température comme variable indépendante, à chaque température correspondra une pression déterminée du système, une composition déterminée de chaque phase. Toutes les représentations géométriques des propriétés du système, ne possédant ainsi qu'un degré de liberté, seront nécessairement des lignes, et ces lignes aboutiront aux points invariants, où, en dehors des cas de sursaturation, elles seront limitées. Telles sont, par exemple, les courbes de tension de vapeur, de tension de dissociation, de solubilité, etc.

Pour $n = 1$, on a $r = 2$. Par exemple : eau liquide et vapeur, ou eau solide et vapeur ou eau liquide et eau solide. Les trois courbes représentatives de chacun de ces systèmes monovariants se coupent au point triple qui représente le système invariant.

Pour $n = 2$, on a $r = 3$. Par exemple : sulfate de soude décahydraté, solution saturée et vapeur. A chaque température, la composition de la solution (courbe de solubilité) et la pression (courbe des tensions de vapeur) ont des valeurs entièrement déterminées. Les liquides incomplètement miscibles en sont encore un exemple. Les deux couches liquides superposées et le mélange de vapeurs constituent trois phases. A chaque température la pression, la composition de la vapeur et celle des deux couches liquides sont entièrement déterminées. S'il n'y avait qu'une phase liquide, sa composition ne serait plus déterminée. On peut, à une même température, mêler l'eau et l'alcool en toute proportion; il n'en est pas ainsi pour les deux couches superposées d'eau et d'éther.

La dissociation du carbonate de chaux donne

un autre exemple de système monovariant; il y a trois phases en contact : deux solides : CaO et CaO. CO²; une gazeuse, CO². Par conséquent, à chaque température correspond une tension déterminée. Ce fait est généralement connu sous le nom de *loi des tensions fixes de dissociation*; cette loi de correspondance des pressions et des températures a été découverte d'une façon purement empirique et indûment généralisée à un grand nombre de cas dans lesquels elle est inexacte. Si le nombre des phases tombe au-dessous de trois, la pression n'est plus déterminée par la température. Le carbonate de baryte, par exemple, est fusible et peut dissoudre une certaine quantité de baryte, il ne présentera pas de tension fixe à une température donnée tant que la décomposition n'aura pas fourni une quantité de baryte assez grande pour saturer le carbonate fondu et en laisser un excès à l'état solide qui constituera alors la troisième phase. Il n'y a pas davantage de tensions fixes dans la dissociation des hydrures alcalins et de bien d'autres composés semblables.

Pour $n = 3$, on doit avoir $r = 4$. Soit, par exemple, la décomposition du sulfate mercurique par l'eau; il y a trois constituants indépendants : acide sulfurique, oxyde de mercure et eau. L'état du système n'est complètement déterminé par la fixation de l'un de ses éléments variables, la température, par exemple, que s'il y a quatre phases en présence : le sulfate mercurique cristallisé, le sous-sulfate insoluble, la solution et la vapeur. Tant que la solution n'est pas saturée de sulfate mercurique, l'état du système, par suite la quantité d'acide sulfurique libre, dans la dissolution, n'est pas déterminée par la température seule.

Quand on fait varier une des grandeurs du système en l'isolant, la température, par exemple, à volume constant, l'équilibre peut se rétablir sans disparition d'une phase, par un simple changement de la pression. En chauffant de l'eau enfermée dans une capacité de volume invariable, la pression croîtra avec la température; de même, en chauffant une dissolution au contact d'un excès de sel solide, l'équilibre se rétablira par un changement de concentration. Par ce procédé, on fera donc parcourir au système une série d'états monovariants, dont la représentation géométrique sera une ligne, et on arrivera finalement au point terminal de cette ligne, qui est le point représentatif d'un système invariant. Au delà de ce point invariant, on passera sur une autre ligne représentant une autre série d'états monovariants; le nombre des phases sera le même que dans la première série, mais les phases ne seront pas toutes les mêmes, certaines auront permuté au moment du passage par le point invariant. Il résulte de ce fait un procédé très sim-

ple pour la détermination expérimentale des systèmes invariants.

Soit le système sulfate de soude décahydraté, solution et vapeur; par échauffement, on arrivera au point invariant, on le dépassera, et au delà on retombera sur un nouveau système monovariant différent du premier par la substitution du sulfate de soude anhydre au sulfate décahydraté. Ce changement, accompagné d'une grande absorption de chaleur et d'une grande variation de volume, s'est entièrement produit à la température fixe du point invariant. L'observation de la marche du thermomètre ou celle d'un dilatomètre permettra très aisément de reconnaître le passage par le point invariant, pourvu que la masse relative des deux phases qui s'échangent soit un peu considérable. Cette méthode d'observation a été employée avec grand succès par M. van t'Hoff et ses élèves.

Si, dans un système monovariant, toutes les grandeurs qui définissent l'état du système sont déterminées, quand on se donne l'une d'entre elles, il n'en résulte pas que nous connaissions dans tous les cas la forme des fonctions qui rattachent ces grandeurs les unes aux autres. La relation entre la pression et la température est seule connue d'une façon rigoureuse; son expression, donnée par J.-W. Gibbs¹, est la suivante :

$$\begin{vmatrix} v', m'_1, m'_2, \dots \\ v'', m''_1, \dots \\ v''', m'''_1, \dots \\ \dots \end{vmatrix} dp = \begin{vmatrix} \tau'_1, m'_1, m'_2, \dots \\ \tau''_1, m''_1, \dots \\ \tau'''_1, \dots \\ \dots \end{vmatrix} dt$$

dans laquelle $v', v'', \dots, \tau'_1, \tau''_1, \dots$, sont les volumes et entropies des différentes phases en présence. Cette expression, pour $n=1$, se réduit, en tenant compte de la relation entre les différences d'entropies et les chaleurs latentes de réaction, à la formule bien connue de Clapeyron-Carnot.

3. *Systèmes divariants*: $n+2-r=2$. — On peut, dans ce cas, se donner arbitrairement deux des grandeurs qui déterminent la phase: la pression et la température, par exemple. Les autres grandeurs sont alors déterminées. La représentation géométrique d'une de ces grandeurs en fonction des deux variables indépendantes sera nécessairement une surface. L'intersection de deux surfaces semblables sera une ligne représentative d'un système monovariant.

Soit $n=1$, on aura alors $r=1$. De la vapeur, de l'eau liquide, prises isolément, peuvent être portées à une température et une pression choisies arbitrairement: mais alors toutes leurs autres propriétés seront déterminées.

Si $n=2$, on doit avoir $r=2$. Par exemple: une

dissolution saline au contact de sa vapeur; un sel cristallisé au contact de sa dissolution. Dans le premier cas, une fois la pression et la température déterminées, la composition de la dissolution le sera également: elle arrivera, par suite d'un changement de pression, de température, à cette composition nécessaire soit par une évaporation, soit par une condensation de vapeur d'eau.

Si $n=3$, on devra avoir $r=3$, et ainsi de suite. On peut, dans un système divariant, faire varier une seule des grandeurs déterminantes sans amener la disparition d'aucune phase; il y aura seulement des phases qui pourront changer de composition. Ainsi, dans l'exemple précédent d'une solution saline surmontée de sa vapeur, un changement de pression ou de température n'amènera généralement qu'un changement de composition de la dissolution.

4. *Systèmes trivariants*: $n+2-r=3$. — Il n'existe aucun système semblable avec un seul constituant, puisque alors le nombre des phases est égal à zéro. Avec deux constituants, — vapeur d'eau à l'état de dissociation, par exemple, — le système trivariant sera composé d'une seule phase, et ainsi de suite. Il est inutile de continuer cette énumération qui amènerait à étudier des cas trop complexes pour être abordés expérimentalement.

IV

Il ne suffit pas, pour établir l'exactitude d'une théorie, d'exposer les arguments qui lui sont favorables; il faut encore discuter les objections qui peuvent lui être opposées.

Dans bien des cas, il semble que le degré de liberté ne soit pas celui auquel conduit la formule $n+2-r$. En ne retenant que les faits précis et correctement interprétés, il est facile de montrer que le désaccord provient d'une fausse interprétation de la formule.

Dans les piles, l'expérience montre que le degré de liberté est d'une unité inférieur à celui de la formule: cela tient, ainsi que l'a fait remarquer M. W. Bancroft, à ce que l'établissement de la formule suppose expressément l'absence de tout phénomène électrique. Le nombre 2, qui correspond aux différentes actions physiques qui influencent le système, doit être porté à 3 quand il y a des phénomènes électriques en jeu.

Dans certains mélanges solides, alliages, — roches cristallisées, — les nombres des éléments différents, c'est-à-dire des phases distinctes, est tel qu'au moment de la solidification finale le nombre des phases en présence a dû être supérieur à celui d'un système invariant, c'est-à-dire supérieur à sa plus

¹ *Equilibre de système chimique*, de J.-W. Gibbs. — Traduction par Le Chatelier, p. 71.

grande valeur possible. Pour expliquer cette anomalie, il suffit de remarquer que l'établissement d'un état d'équilibre exige un temps souvent très long, surtout quand il entre en jeu de gros cristaux, et que le refroidissement a pu être trop rapide pour permettre le rétablissement continu de l'état d'équilibre. Soit, par exemple, une solution bouillante de borax que l'on fait refroidir; il va d'abord se déposer des cristaux à 5 molécules d'H₂O, qui pourront devenir assez volumineux. En passant par le point invariant, voisin de 60°, ces cristaux devraient tous disparaître pour faire place à des cristaux à 10 molécules d'H₂O. Mais, en général, il n'en sera rien: une quantité parfois importante des premiers cristaux subsistera. Après refroidissement jusqu'à congélation complète, on aura ainsi trois espèces de cristaux différents, au lieu de deux, c'est-à-dire qu'au dernier point invariant, où se fait la solidification finale, on a eu en présence 5 phases: glace, sel à 5H₂O, sel à 10H₂O, dissolution, vapeur, tandis qu'il n'aurait dû y en avoir que quatre. Mais cela n'est pas un phénomène d'équilibre, et il n'y a plus à parler d'une formule exclusivement applicable au cas d'équilibre.

Dans l'étude des dissolutions, des mélanges fondus, un examen superficiel peut conduire à penser que le degré de liberté est d'une unité inférieur à celui de la formule. On considère, en effet, généralement que la solubilité d'un sel est entièrement déterminée par la température. Cependant, avec deux phases seulement, — solution et sel, — un système formé de deux constituants devrait être divariant; il l'est bien en réalité, car la solubilité varie non seulement avec la température, mais encore avec la pression; seulement, les variations de solubilité dues aux changements de la pression atmosphérique sont des infiniments petits qui échappent à tous nos procédés d'observation. Pratiquement, tout se passe comme si la pression était nulle, c'est-à-dire s'il n'y avait aucune intervention d'actions mécaniques; dans ce cas, le nombre 2, se rapportant aux actions physiques, devrait être remplacé, dans la formule, par 1. Dans tous les systèmes où il n'existe pas de masses gazeuses et que l'on étudie au voisinage de la pression atmosphérique, on peut faire abstraction de celle-ci et prendre pour expression du degré de liberté la formule :

$$n + 1 - r.$$

Cela dispense de faire intervenir dans les systèmes de corps non volatils une phase vapeur plus ou moins fictive.

Mais la véritable difficulté, longuement discutée par le professeur J.-W. Gibbs, se rapporte aux systèmes dans lesquels la transformabilité réversible de certaines substances les unes dans les autres

reste douteuse; le nombre des équations de condition est alors également douteux, et par suite aussi celui des constituants indépendamment variables, et en conséquence celui du degré de liberté du système. Soit un mélange de H₂O et H₂O₂. A la température ordinaire, il y a évidemment trois constituants indépendants, parce que l'hydrogène et l'oxygène ne peuvent pas se transformer en eau, ni réciproquement. Aux températures élevées, à 2.000°, par exemple, il n'y a certainement, au contraire, que deux constituants indépendants. Mais, dans l'intervalle, que se passe-t-il? On peut supposer qu'à certaines températures les réactions se produisent complètement, mais avec une extrême lenteur. On devra alors prendre trois constituants dans le cas de variations très rapides du système, et deux dans le cas de variations infiniment lentes. Un cas semblable, très intéressant, a été étudié par M. Bancroft et ses élèves: celui des oximes, qui présentent deux variétés allotropiques pouvant exister aussi bien à l'état cristallisé qu'à l'état solide et qui se transforment l'une dans l'autre avec une extrême lenteur.

Dans les variations rapides de température, le mélange fondu se comporte comme un mélange de deux constituants, analogue à une dissolution; dans les variations lentes, il se comporte comme un corps unique fondu. Mais il peut arriver, et c'est là le point compliqué, que les transformations des corps ne soient que partiellement possibles, et s'arrêtent avant d'avoir atteint l'état d'équilibre. Ce serait, d'après MM. Gautier et Helier, le cas des mélanges d'hydrogène et d'oxygène entre 200 et 500°; ce serait, d'après les recherches de M. Osmond, le cas de toutes les transformations du fer et des aciers. Il n'y a pas, dans les cas semblables, d'ailleurs très peu nombreux jusqu'ici, d'équilibre proprement dit; il ne faut pas leur appliquer la loi des phases, qui vise seulement les phénomènes d'équilibre nettement caractérisés.

V

Pour terminer cet exposé, nous résumerons deux exemples d'équilibre chimique dont l'étude a été faite en se laissant guider par la loi des phases: la dissociation des chlorures d'iode étudiée par M. Stortenbeker, les équilibres entre l'eau, l'acide chlorhydrique et le chlorure ferrique, par M. Bakkhuis Roozeboom.

1. *Chlorures d'iode.* — Les phases solides possibles sont au nombre de cinq. L'équilibre de chacune d'elles avec une phase liquide et une phase vapeur constituent cinq systèmes invariants distincts:

	TEMPÉRATURE	PRESSION
N° 1. — Cl ²	- 102°	41 atm.
2. — I ²	+ 114,2	91 m/m de Hg.
3. — ICl ₂	+ 27,2	37 m/m de Hg.
4. — ICl ₃ (instable)	+ 13,9	"
5. — ICl ³	+ 101	16 atm.

Il existe, en outre, cinq autres systèmes invari-

les autres. Les numéros inscrits sur les courbes sont ceux des différents systèmes invariants. On a laissé de côté la région voisine du chlore solide qui n'a pas été l'objet d'expériences précises.

2. Chlorures ferriques. — L'exemple du sys-

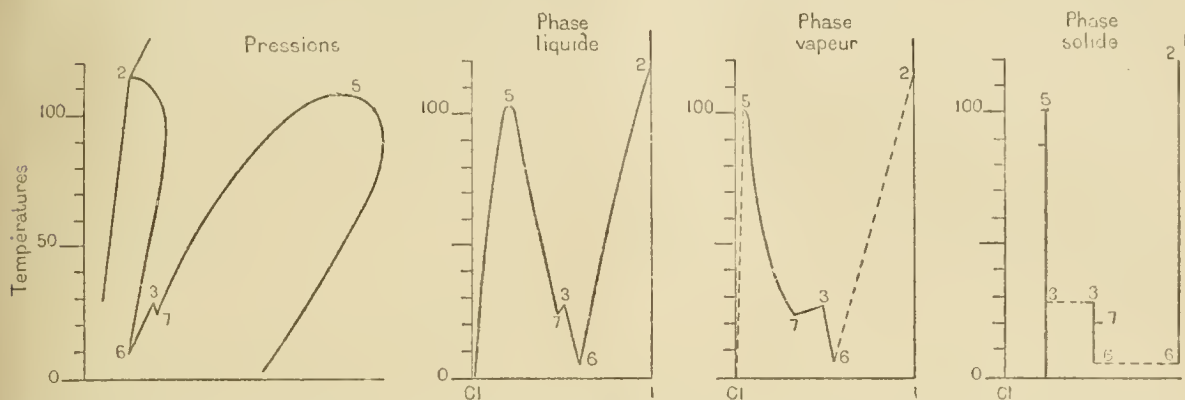


Fig. 1. — Dissociation des chlorures d'iode. — On a porté partout la température en ordonnée. Pour les diagrammes des phases liquide, vapeur et solide, on a porté en abscisses les proportions de chlore et iode en molécules. Les chiffres se rapportent aux points invariants désignés dans le texte.

riants composés de deux phases solides réunies aux phases liquide et vapeur :

N°s	DÉSIGNATION	t	p	PHASES	
				liq.	vap.
6	I ² — ICl ₂ , liq., vap.	7° 9	11 m/m	0,66 Cl ²	0,92 Cl ²
7	ICl ₂ — ICl ² — —	22° 7	42 m/m	1,19 Cl ²	1,75 Cl ²
8	I ² — ICl ³ — —	0° 9	"	0,72 Cl ²	"
9	ICl ₂ — ICl ³ — —	12°	"	1,10 Cl ²	"
10	Cl ² — ICl ² — —	< - 102°	"	"	"

La détermination de ces dix points invariants suffit pour se faire une idée très précise de l'ensemble du phénomène, comme on peut en juger par les graphiques de la figure 1. Chaque courbe représente une des grandeurs déterminant le système rapprochée de la température, qui est partout portée en ordonnée; ces grandeurs sont la pression et la composition de chacune des phases; celles-ci sont exprimées par le nombre des molécules d'iode sur 100 molécules de mélange. Le diagramme des pressions n'est pas du tout à l'échelle,

parce qu'il eût été impossible de représenter à la fois des pressions se comptant les unes par atmosphères, les autres par millimètres de mercure, c'est-à-dire 1.000 fois plus grandes les unes que

l'autre. Le système FeCl³, HCl, H₂O est peut-être plus probant encore pour montrer l'intérêt de la loi des phases; sa complexité est telle qu'il eût été impossible de s'y reconnaître sans un guide théorique. Le mode de représentation géométrique employé dans ce cas, connu sous le nom de *diagramme triangulaire*, est encore dû à Gibbs. La composition d'un système ternaire est représentée par un point pris dans l'intérieur d'un triangle équilatéral: la distance de ce point à chacun des côtés du triangle représente la proportion centésimale de chaque corps, si l'on convient que la hauteur du triangle vaut 100. En élevant en chacun des points ainsi déterminés une perpendiculaire d'une longueur égale à la grandeur d'une des propriétés,

la température, par exemple, on obtiendra une surface représentant une certaine propriété d'une phase en fonction de la composition de celle-ci.

La figure 2 représente la projection horizontale de la surface représentative des températures rapprochée de la composition de la phase liquide. Le diagramme triangulaire, donnant la composition de la phase liquide, a été tracé en portant les

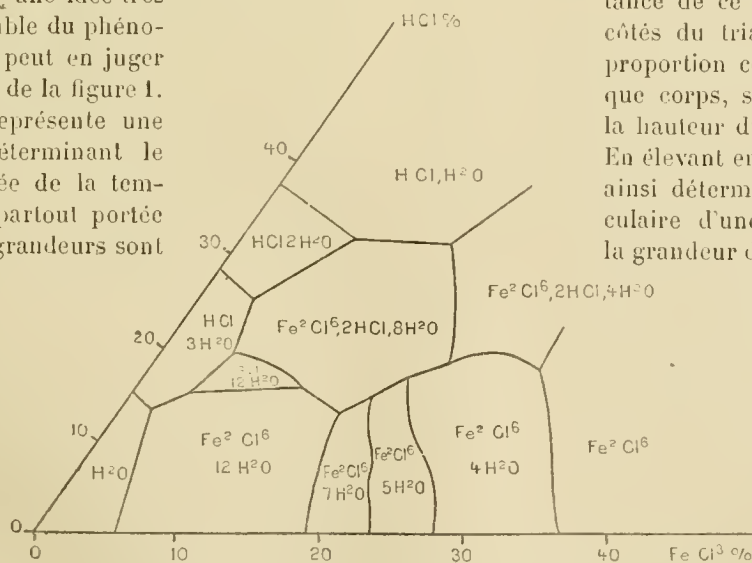


Fig. 2. — Représentation des équilibres entre l'eau, l'acide chlorhydrique et le chlorure ferrique.

quantités de chaque corps (nombre de molécules), non pas suivant la direction des hauteurs, mais suivant celle des côtés, ce qui donne le même résultat.

Les points invariants qui ont permis de définir cette surface sont au nombre de 31, dont 12 sont les points de fusion des composés définis (ils n'ont pas été indiqués sur la figure ; ils ne comprennent chacun qu'une phase solide ; 8 sont des invariants binaires ne renfermant qu'un corps avec l'eau : soit le chlorure de fer, soit l'acide chlorhydrique, et 12 sont des invariants ternaires renfermant, par conséquent, 3 phases solides en plus de la dissolution et de la phase vapeur. Sur le diagramme triangulaire ainsi obtenu, les points se trouvent

sur une nappe donnée de la surface, représentent un système divariant comprenant vapeur, dissolution et un corps solide cristallisé. La nature de ce dernier est inscrite sur chaque nappe, et la composition de la solution est indiquée par la position du point dans le triangle. Les points situés sur les arêtes représentent des systèmes monovariants à deux phases solides appartenant aux deux nappes adjacentes. Et, enfin, les points de rencontre de ces arêtes correspondent aux systèmes invariants à trois phases solides appartenant chacune à l'une des trois nappes adjacentes.

H. Le Chatelier,
Professeur de Chimie minérale
au Collège de France.

LES APPLICATIONS BIOLOGIQUES DE LA THÉORIE DES IONS

La théorie des ions est aujourd'hui suffisamment répandue pour qu'il soit superflu d'en rappeler ici les grandes lignes¹. Nous la supposons établie et bonne, autant d'ailleurs que peut l'être une théorie jeune encore et souvent inachevée, mais ingénieuse, satisfaisante et féconde. Laisant de côté les profits qu'en retireront la Chimie générale et la Physique, nous appellerons seulement l'attention sur les services que les sciences physiologiques sont en droit d'en espérer.

I

S'il est vrai que l'étude des principaux types de réactions a permis d'attribuer aux ions nombre de propriétés chimiques importantes comme l'acidité ou l'alcalinité, il paraît évident que les phénomènes de la Chimie biologique doivent se ressentir grandement de l'action des ions libres. Mais je tiens à préciser le problème : la question n'est point de savoir si une réaction chimique de l'organisme sera influencée, dirigée ou même déterminée par le nombre et la nature des ions en présence. Poser cette question, c'est la résoudre ; accepter le rôle des ions en Chimie générale, c'est le reconnaître en Chimie biologique, et l'hésitation ne serait permise qu'à un vitaliste irréductible de la vieille École, si tant est qu'il pût encore en exister.

Cependant la vérification devient indispensable lorsqu'il s'agit, non plus d'une réaction, mais de l'ensemble de toutes celles dont la résultante constitue la vie d'une cellule organisée. La variable introduite par le degré d'ionisation d'une des substances réagissantes aura sûrement son effet

dans la réaction considérée ; mais il n'est pas prouvé que cet effet trouvera sa répercussion tangible dans la vie totale de la cellule, plutôt que d'être compensé, effacé, noyé dans la foule des autres réactions si nombreuses et si variées dont la même cellule peut devenir le siège. Un organisme entier, avec ses multiples fonctions et l'énergie potentielle d'un système nerveux régulateur, peut se montrer plus réfractaire encore à la traduction des effets primitivement causés par l'ionisation variable d'un corps quelconque.

L'expérimentation seule peut élucider le problème, ramené à la recherche de substances suffisamment puissantes pour qu'une variation, même faible, de leur intensité d'action produise une variation sensible dans la vitalité du sujet d'expérience : les phénomènes toxicologiques sont tout indiqués. Prendre un poison en solution titrée, étudier *quantitativement* ses effets physiologiques, les comparer simultanément avec la concentration brute du toxique et la concentration de ses ions : telle est la marche à suivre.

Les chances de succès seront d'autant plus grandes que l'organisme choisi sera moins complexe et plus homogène au point de vue fonctionnel ; les bactéries et surtout les champignons inférieurs sont à recommander pour les premières expériences, tant pour ce motif que pour leur manipulation facile et leur grande résistance.

II

Les recherches se heurteront néanmoins à une grave cause d'erreur, sur laquelle j'insisterai parce qu'elle jette une forte suspicion sur les travaux des premiers expérimentateurs : je veux parler des

¹ Voyez à ce sujet : HOLLARD : Les théories modernes de l'Électrolyse, dans la *Revue* des 15 et 30 mai 1898.

phénomènes osmotiques, doublement dangereux par la plasmolyse et par les vitesses de diffusion¹.

La *plasmolyse*, bien connue des botanistes avant qu'elle eût suggéré à van't Hoff les éléments de son théorème célèbre assimilant les solutions aux masses gazeuses, est un phénomène en relation seulement avec les valeurs de la pression osmotique, mais pas avec la nature des corps qui la produisent. Plongée dans une solution qui n'a pas la même pression osmotique, qui n'est pas isotonique à la cellule vivante, celle-ci se voit forcée de chercher l'équilibre; elle subit une perte ou un gain d'eau, une contraction ou une dilatation, qui peuvent désorganiser irrémédiablement la structure protoplasmique: c'est la mort de la cellule. Mais, cet effet funeste ne dépend pas de la nature du liquide: toxique ou nutritif, ionisé ou non dissocié, peu importe le corps; le nombre seul des particules dissoutes entre en jeu, et l'eau distillée tue la cellule aussi sûrement que les poisons les plus violents. D'où la nécessité d'une sévère critique des essais où l'organisme, plongé dans un liquide toxique, peut traduire aussi bien l'effet banal de la pression osmotique que l'action spécifique d'un ion.

Ce n'est pas tout; la vitesse de diffusion de l'ion expérimenté à travers les différentes zones protoplasmiques n'est pas déterminée, et, pour bien faire comprendre son importance, il est nécessaire d'entrer dans quelques détails.

Le meilleur moyen d'étudier le rôle d'un ion consiste à essayer une série de solutions, identiques par la concentration brute de l'élément susceptible de constituer cet ion, mais différentes quant au degré de dissociation. Soit une solution² de chlorure mercurique $HgCl_2$; ajoutons-y du chlorure de sodium $NaCl$; si le nombre des ions Cl^- qui peuvent exister libres n'est pas indéfini, les deux chlorures contribueront à en produire, et le sublimé en fournira moins *pour sa part* que lorsqu'il était pur. Il en résulte une baisse de la teneur en ions Hg^+ . Or, Paul et Krönig³ ont trouvé que le sublimé, à la dilution de 16 litres, est 50 fois moins toxique pour les spores de *Bacillus anthracis*, lors-

qu'il est additionné de son poids de sel marin, cela pour une immersion de 6 minutes. Merveilleux résultat, preuve éclatante de la toxicité du mercure ionisé et de lui seul! Malheureusement, c'est une illusion. Au moment de l'immersion, les pressions s'égalisent par toutes les espèces de particules présentes, et, comme dans le second cas les ions Hg^+ sont en infime minorité, ils ne prennent qu'une petite part à cette égalisation. L'ion Hg^+ pénètre la bactérie plus lentement en solution salée qu'en solution pure; quand on retire la bactérie après quelques minutes, elle a reçu moins de mercure: quoi d'étonnant à ce qu'elle ait mieux résisté? Plus l'immersion se prolonge, plus la cause d'erreur s'atténue en même temps que la différence osmotique. Lorsque l'expérience dure une demi-heure, Paul et Krönig eux-mêmes trouvent la toxicité diminuée seulement d'un tiers de sa valeur et non plus 50 fois. Le dernier chiffre seul est acceptable, et l'importance de l'écart excusera auprès du lecteur cette digression longue, mais nécessaire.

III

Les botanistes américains furent les premiers à s'attaquer au problème. L. Kahlenberg et R. H. True¹ ont essayé, dès 1896, de déterminer la concentration de divers réactifs nécessaires pour tuer des plantules de lupin blanc. Pour la série des acides minéraux, par exemple, le classement des pouvoirs toxiques était le même que celui des coefficients de dissociation, d'où attribution à l'ion H^+ de la toxicité des acides. Pour les différents sels d'un même métal, les plus ionisés étaient aussi les plus toxiques. Mais, outre que la durée des expériences est trop faible pour éliminer le rôle des différences osmotiques, les dilutions des sels sont aussi trop espacées pour déterminer la dose toxique avec la précision qu'exige la délicatesse des résultats cherchés.

F. D. Heald² reprit les mêmes travaux en s'adressant à d'autres graines. F. L. Stevens³ publia, à la fin de 1898, des recherches identiques faites sur des champignons inférieurs. Enfin J. F. Clark⁴ tenta de déterminer la toxicité relative des différents ions. Tous ces travaux ne sont que la continuation de ceux de Kahlenberg et True, et souffrent des mêmes défauts: ils ont donné bon

¹ TH. PAUL u. B. KRÖNIG: Ueber das Verhalten der Bakterien zu chemischen Reagentien. (*Zeit. f. physikal. Chemie*, 1896, t. XXI. — B. KRÖNIG u. TH. PAUL: Die chemischen Grundlagen der Lehre von der Giftwirkung und Desinfektion. *Zeit. f. Hygiene*, t. XXV, p. 1, 1897.)

² Pour l'historique et la discussion complète des expériences, voir: L. MAILLARD, De l'intervention des ions dans les phénomènes biologiques. Recherches sur la toxicité du sulfate de cuivre pour le *Penicillium glaucum*. *Journ. de Physiol.*, n° 4, juillet 1899, p. 651 et p. 673.

³ Je cite le sublimé, parce qu'il a servi aux expériences de Paul et Krönig; ce n'est cependant pas un bon exemple, à cause de la faible dissociation des sels mercuriques et de leur propension à former des sels doubles qui peuvent compliquer le problème.

¹ L. KAHLBERG u. R. H. TRUE: On the toxic action of dissolved salts and their electrolytic dissociation. (*The Botanical Gazette*, t. XXII, n° 2, p. 81, août 1896.)

² F. D. HEALD: On the toxic effects of dilute solutions of acids and salts upon plants. (*The Botanical Gazette*, t. XXII, n° 2, p. 125, août 1896.)

³ F. L. STEVENS: The effect of aqueous solutions upon the germination of fungusspores. (*The Botan. Gazette*, t. XXVI, n° 6, p. 377, décembre 1898.)

⁴ J. F. CLARK: Electrolytic dissociation and toxic effect. (*The Journ. of physical Chem.*, t. III, n° 5, mai 1899.)

espoir et fortifié la conviction *a priori* des chercheurs, mais ils n'ont pas apporté la certitude qu'on a coutume d'exiger dans les sciences physiques.

Les expériences de J. Loeb¹ offrent beaucoup plus de précision dans les chiffres, car le critérium physiologique choisi est, d'une part, l'absorption de l'eau par un muscle de grenouille aux dépens de la solution ambiante, et d'autre part la limite d'excitabilité du muscle par les courants induits. Les résultats numériques ont établi des séries instructives dans les différents groupes chimiques : acides, bases, sels d'un métal donné, séries parallèles, d'ailleurs, à celles des ionisations. Mais, *comme une augmentation de la dissociation augmente aussi la pression osmotique*, on ne sait trop auquel des deux facteurs attribuer les variations de phénomènes aussi suspects que l'imbibition d'un muscle.

En même temps que Kahlenberg et True, et d'une manière indépendante, Paul et Krönig² avaient fait à Leipzig des essais aussi nombreux qu'intéressants sur l'action des antiseptiques sur les bactéries. Nous avons déjà cité l'un d'eux ; il est inutile d'insister sur la discussion des expériences, que j'ai exposée longuement ailleurs³.

Ces trois dernières années ont donc vu s'effectuer un grand nombre d'essais. Par suite du défaut de précision numérique, ou de l'intervention malencontreuse des phénomènes osmotiques, *aucun* n'a pu fournir une *preuve*; mais aucun n'a jamais rien présenté qui fût en contradiction avec le rôle spécifique des ions en matière de toxicologie.

Ces conclusions m'ont indiqué la marche à suivre. Dès 1897, j'avais abordé la question, que je croyais alors neuve⁴. Mais je m'étais bien vite convaincu qu'une seule expérience, pour offrir des garanties, devait durer des mois entiers. Je me suis alors attaché à l'étude approfondie d'*un seul cas pris pour type*, estimant qu'une solution rigoureuse donnerait par extension aux travaux de Kahlenberg et de Paul la précision qui leur manque, et pourrait, à son tour, leur emprunter un caractère de généralité.

Je me suis adressé à un organisme remarquable pour sa vigueur et sa docilité, le *Penicillium glaucum*, que j'ai soumis à l'action du sulfate de cuivre en modifiant à volonté l'ionisation du sel par des additions convenables de l'anion SO_4 , c'est-à-dire

par des sulfates alcalins. Les conidies de la mucédinée ramenée à un type biologique certain par de nombreuses générations en milieux définis, étaient transportées dans les ballons d'expériences dès qu'elles avaient formé de petits flocons mycéliens assez visibles pour être isolés un à un. Chaque pied *séjournait* pendant 1, 2, 3 ou même 4 mois dans un liquide nutritif analogue au liquide Raulin⁵, mais additionné de sulfate de cuivre et de sulfates alcalins. De la sorte, l'équilibre osmotique, atteint dès les premières heures, restait inaltéré pendant des mois, et n'influa pas sur le poids de la récolte.

Les sulfates alcalins ont produit une baisse remarquable de la toxicité du sulfate de cuivre. Je citerai seulement une série de 14 expériences simultanées, ayant duré 35 jours à la température constante de 18°. Le tableau ci-dessous indique les concentrations en CuSO_4 et Na_2SO_4 , puis les poids de récolte séchée à 110° :

N ^o des cultures	NORMALITÉ des solutions	POIDS de récolte ²
1.	$\frac{\text{CuSO}_4}{3}$	0,0116
2.	$\frac{\text{CuSO}_4}{4}$	0,0442
3.	$\frac{\text{CuSO}_4 + \frac{1}{2} \text{Na}_2\text{SO}_4}{4}$	0,0488
4.	$\frac{\text{CuSO}_4}{5}$	0,0505
5.	$\frac{\text{CuSO}_4 + \frac{1}{2} \text{Na}_2\text{SO}_4}{5}$	0,0542
6.	$\frac{\text{CuSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4}{5}$	0,0710
7.	$\frac{\text{CuSO}_4}{8}$	0,0495)
8.	$\frac{\text{CuSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4}{8}$	0,0697
9.	$\frac{\text{CuSO}_4 + 2 \text{Na}_2\text{SO}_4}{8}$	1,0403
10.	$\frac{\text{CuSO}_4}{10}$	0,0646
11.	$\frac{\text{CuSO}_4 + \frac{1}{2} \text{Na}_2\text{SO}_4}{10}$	0,0679
12.	$\frac{\text{CuSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4}{10}$	0,0727
13.	$\frac{\text{CuSO}_4 + 2 \text{Na}_2\text{SO}_4}{10}$	1,5582
14.	$\frac{\text{CuSO}_4 + 3 \text{Na}_2\text{SO}_4}{10}$	2,4771

Non seulement les cultures prospèrent mieux en présence de Na_2SO_4 , mais il suffit de comparer les numéros 6 et 10 pour voir qu'un liquide deux fois plus

¹ J. LOEB : Physiologische Untersuchungen über Ionenwirkungen. (Arch. f. ges. Physiol., t. LXIX, p. 1, 1898.)

² Loc. cit.

³ Journ. de Physiol., juillet 1899, p. 651.

⁴ Voir L. MAILLARD : Rôle de l'ionisation dans la toxicité des sels métalliques; sulfate de cuivre et *Penicillium glaucum*. (Bull. Soc. chim. de Paris, t. XXI, p. 46, 5 janv. 1899.) — Du rôle de l'ionisation dans les phénomènes vitaux. C. R. Soc. Biol., 4 janv. 1899.)

⁵ Les liquides de ce genre, ne contenant que des sucres et de très faibles quantités de sels, peuvent être considérés comme sans influence sur l'ionisation des sulfates. Je m'en suis assuré par des expériences cryoscopiques.

² Un seul résultat, le n° 7, concorde mal. Pour les nos 9,

riche en cuivre peut être moins toxique si l'apport d'un autre sulfate a diminué assez son ionisation.

Il y a plus. En calculant autant que possible le poids de Cu à l'état d'ions pour chaque culture, on trouve que le produit du poids des ions Cu^+ par la récolte de *Penicillium* est à peu près constant. Si donc on admet que la récolte soit en raison inverse de la toxicité du liquide¹, on arrive à cette loi presque exacte : *La toxicité du sulfate de cuivre pour le Penicillium est proportionnelle au nombre des ions Cu^+ de la solution.* Le problème est résolu.

IV

Le cas si frappant que je viens de citer est choisi au hasard : nous pouvons légitimement croire qu'il en est de même pour tous les sels et pour tous les organismes. Les recherches déjà faites se sont adressées aux colonies bactériennes, aux mycéliums immergés des champignons inférieurs, au tissu musculaire des Batraciens. Tous ces objets, *homogènes* au point de vue structural comme au point de vue fonctionnel, ont manifesté le rôle prépondérant des ions dans les phénomènes vitaux. Là s'arrête aujourd'hui l'expérimentation : il reste à la poursuivre dans un organisme complexe aussi élevé que possible. Nous avons montré que l'empreinte donnée par les phénomènes d'ionisation à une réaction de la cellule survit à l'antagonisme chimique des autres réactions du même tissu ; il reste à montrer qu'elle survit encore à l'antagonisme fonctionnel des différents tissus.

Mais, dès aujourd'hui, nous sommes en droit de mettre en œuvre les résultats acquis. Demeurons d'abord sur le terrain toxicologique : nous sommes désormais avertis de tenir compte, non seulement de la dose totale du corps, mais aussi de son degré de dissociation. « *Corpora non agunt, nisi soluta* », disaient les alchimistes : Arrhénius nous a donné l'explication de ce vieil axiome, mais il nous a appris encore que la dilution, la température, les corps dissous accessoirement jouent un rôle important. Le mode d'administration d'un toxique, le véhicule employé sont des causes chimiques à joindre aux variations physiologiques individuelles qui rendent parfois si flottante la détermination d'une dose toxique. La théorie des ions sera peut-être d'un grand secours pour aborder les problèmes de la toxicité, surtout quand la Chimie physique aura élucidé les modes de réaction encore obscurs de tant de molécules organiques.

La dissociation électrolytique peut aussi fournir

à l'organisme des moyens de défense automatiques. On sait qu'il est difficile de déterminer exactement l'isotonie des globules sanguins ; l'injection d'eau dans les veines d'un animal ne produit pas toujours une extravasation immédiate de l'hémoglobine : il y a un *retard à la plasmolyse* de l'hématie. Or, l'injection des premières quantités d'eau augmente l'ionisation des sels du plasma, c'est-à-dire le nombre des particules dissoutes, ce qui empêche la pression osmotique de baisser autant : il y a un *retard à l'abaissement de la pression osmotique*. Sans vouloir rien affirmer encore, n'est-on pas tenté de chercher là une relation de cause à effet ? Dans tous les cas, ce rôle régulateur des sels du plasma sanguin (surtout le chlorure de sodium) semble bien prouvé déjà par les travaux de M. Winter sur le point de congélation des liquides de l'organisme, travaux qui ont conduit à l'analyse cryoscopique des laits et amené M. Bouchard à l'étude cryoscopique des urines pathologiques.

Cette régulation de la pression osmotique par la dissociation permet jusqu'à un certain point de comprendre l'*acclimatation* des animaux marins à l'eau douce et *vice-versa*. Les variations osmotiques internes sont bien moindres qu'on ne serait tenté de le croire, et pourraient même s'annuler dans des circonstances favorables.

On saura de même que l'emploi des antiseptiques exige certaines précautions, et qu'il faut se garder surtout des mélanges hasardeux. D'autant plus que, dans ce cas, la baisse de dissociation s'aggrave d'une augmentation de la pression osmotique, très funeste dans les désinfections rapides, telles qu'on les fait dans la pratique chirurgicale. Je rappelle qu'on diminue *cinquante* fois la valeur du sublimé lorsqu'on le met en pastilles avec son poids de NaCl, sous prétexte d'activer sa dissolution.

On pourrait chercher et trouver une liste interminable d'applications physiologiques de la théorie des ions, car l'emploi des phénomènes toxicologiques n'a eu pour but que de faciliter les recherches, et les conclusions que nous avons obtenues s'appliquent évidemment aux processus normaux de la Chimie biologique. L'avenir montrera quels sont les cas où l'emploi judicieux des théories physico-chimiques pourra conduire à des interprétations nouvelles et à des résultats heureux. J'ai pensé qu'il n'était pas inutile d'attirer dès maintenant sur ce point l'attention des physiologistes, en leur prouvant que des variations quantitatives des ions d'un seul corps *peuvent* avoir une répercussion intense sur le fonctionnement des tissus, et probablement aussi sur la vie des organismes les plus élevés.

L. Maillard,

Préparateur de Chimie
à la Faculté de Médecine de Nancy.

¹³ et ¹⁴, la culture s'est développée si bien qu'elle a pu émerger en partie et croître alors bien plus rapidement.

¹ Cette hypothèse n'est évidemment qu'approximative, ce qui empêche d'aboutir à une loi mathématique.

L'ÉTAT ACTUEL

DE LA CULTURE ET DE L'INDUSTRIE DU TABAC

Le tabac est, non seulement en France, mais aussi dans la plupart des autres pays, une des sources les plus importantes de revenu pour le budget de l'État. Cette source s'est accrue considérablement d'année en année, tant par le développement de la consommation, que par l'abaissement des prix de revient, obtenu, malgré l'élévation des salaires, par les progrès de l'outillage mécanique. Certes, ce serait, entre tant d'autres, une cause de grand étonnement pour un fabricant de tabac du siècle dernier de voir ce qu'est devenue dans une de nos manufactures actuelles la fabrication de la poudre par exemple. Sans doute, le dernier mot n'est pas dit : en dépit des tentatives qui ont été et qui sont encore faites, certaines mains-d'œuvre, toute une fabrication même, celle des cigares, sont restées jusqu'à présent rebelles à l'introduction de la machine. Mais on peut regarder avec satisfaction ce qui a été fait et il est permis d'espérer que de nouveaux progrès ne tarderont pas à être réalisés.

I. — CULTURE.

§ 1. — Nomenclature des principales espèces de tabac.

Dans presque tous les pays, on a essayé de cultiver le tabac. On n'a pas partout réussi. Au Portugal, par exemple, où la *Compagnie fermière* est obligée par son contrat avec l'État d'acheter aux planteurs indigènes tout le tabac qu'ils produisent, les feuilles sont de si médiocre qualité que la plus grande partie ne peut être utilisée dans aucune fabrication.

Les pays où l'on cultive un tabac marchand sont disséminés un peu partout sur le globe. Les plus riches, en quantité comme en qualité, sont ceux-là mêmes d'où nous est venu le tabac : les pays du Nouveau-Monde; et de ces contrées favorisées la première est, sans contredit, Cuba. Le tabac de la Havane est, en effet, sans rival pour l'arome, cet arôme si agréable qui le fait aimer de tous, même de ceux qui ne fument pas.

L'île de Cuba ne produit pas tout entière ce précieux tabac; c'est seulement une assez petite région située près de la Havane, et appelée la *Vuelta-Abajo*. Le tabac des autres parties de l'île, *Partidos* ou *Vuelta-Arriba*, est de qualité inférieure; certains fabricants étrangers ne se font du reste aucun scrupule de l'employer sous le nom de tabac de la Havane.

Le prix des feuilles de Havane, dans l'île même, varie de 6 francs à 50 francs le kilogramme, suivant les qualités. Les Havanais ne distinguent pas moins de dix-sept qualités, depuis le petit tabac grossier et déchiré, qui ne peut être utilisé qu'après hachage pour faire des cigarettes, jusqu'aux feuilles de grandes dimensions, de belles couleurs, bien élastiques, destinées à la couverture des cigares chers.

Les feuilles de chaque récolte, ou *véga*, sont minutieusement classées dans les différentes qualités, suivant les dimensions, la finesse et la couleur. Après séchage, elles sont réunies en manques homogènes, et les balles sont composées régulièrement de quatre-vingts manques. Le tabac est protégé dans la balle par une enveloppe en feuilles très épaisses de palmier. Cet emballage est un modèle qui devrait bien être suivi pour d'autres tabacs, fragiles et d'un prix élevé, tels que le Sumatra, insuffisamment protégés par l'enveloppe extérieure.

Les voisins des Cubains ont tenté d'obtenir un tabac semblable : Porto-Rico, Saint-Domingue, la Floride ont fait des essais. Mais, jusqu'à présent, leurs produits sont loin de pouvoir rivaliser, quant à l'arome, avec ceux de la *Vuelta-Abajo*. N'a-t-on pas vu d'ailleurs que dans l'île même de Cuba une petite région seulement donne de bon tabac?

Le Mexique produit un tabac développé, quelquefois trop épais et à nervures trop saillantes, mais qui cependant offre des ressources assez considérables pour la couverture des cigares imitant le Havane. Les Belges font un grand usage de cette espèce. Le goût en est un peu pâteux, parfois amer et généralement peu aromatique.

Le Brésil fournit le marché de Bahia d'une grande quantité de tabac, généralement trop petit et à nervures trop crispées pour qu'on en puisse tirer des robes de cigares, mais d'un goût droit et d'un arôme fin qui le font apprécier comme tabac d'intérieur; son prix est de 3 francs le kilogramme environ pour la moyenne des qualités employées par la France.

Les États-Unis sont un des grands pays producteurs du tabac : le Maryland et l'Ohio donnent des tabacs légers, d'un arôme franc, très goûtés du fumeur français dans le scaferlati ou la cigarette; les feuilles de Virginie et de Kentucky, grasses et corsées, sont employées dans la poudre, le tabac à cliquer et les cigares à un sou. Un essai très intéressant d'acclimatation des graines de Havane

a été fait dans le nord des États-Unis : il en est résulté un tabac spécial, connu sous le nom de *Seed-leaf*, dont on récolte une grande quantité et qu'on emploie à l'étranger concurremment avec le Havane, bien qu'il n'ait avec cette espèce qu'un rapport lointain au point de vue des qualités essentielles.

Java et surtout Sumatra produisent un tabac très fin, dont la couleur blonde est recherchée de la plupart des consommateurs : aussi cette espèce est-elle, malgré son goût amer et piquant, le tabac par excellence pour robes de cigares. Le prix du Sumatra peut s'élever jusqu'à 24 francs le kilo : il est en moyenne de 11 à 12 francs pour les tabacs ordinairement employés à la couverture de nos cigares français : londrecitos et londrés.

Le tabac de Manille n'arrive en France que sous forme de cigares, dont il est importé un peu plus de deux millions et demi par an. Ces cigares, bien inférieurs comme goût aux Havane, sont appréciés d'une certaine catégorie de fumeurs.

La Turquie et l'Asie Mineure fournissent un tabac d'une espèce toute particulière, à feuilles très petites, de couleur jaune clair, d'un arôme spécial très prononcé, qui le fait goûter d'un assez grand nombre de fumeurs de cigarettes.

Tous les pays d'Europe, sauf l'Angleterre et l'Espagne où la culture est prohibée, produisent chacun une certaine quantité de tabac, utilisée pour la consommation intérieure. Ces tabacs sont généralement de médiocre qualité.

§ 2. — Procédés de culture.

Les procédés de culture et de séchage des feuilles varient suivant les pays. Nous décrirons la culture du tabac en France. Elle y est soumise à une réglementation sévère. Les surfaces maxima à cultiver sont fixées chaque année par le Ministre des Finances. La répartition de ces surfaces est faite entre les planteurs, sur la proposition du Directeur des tabacs de chaque circonscription, par une Commission spéciale. Les terrains doivent être désignés d'avance et ne peuvent être changés ensuite sans autorisation ; on n'accepte d'ailleurs que les terres légères et sablonneuses, dont la nature est reconnue propice à la culture du tabac. Les graines sont distribuées aux planteurs par l'Administration, qui fait cultiver avec des soins spéciaux, par des planteurs choisis et sous la surveillance de ses employés, les plantes porte-graines. La graine du tabac est extrêmement petite : un centimètre cube en contient de 4.000 à 10.000. On la tamise et on la passe au soufflet pour éliminer les graines trop petites ou trop légères, qui ne donneraient pas des plants vigoureux.

Chaque planteur fait son semis proportionné à

la surface de culture qui lui a été attribuée. Le terrain du semis doit être particulièrement soigné, et protégé contre le soleil, les gelées, le vent. Généralement on le fait sous châssis.

Lorsque le plant a atteint 0^m,10 de hauteur environ, on le repique sur le terrain destiné à la culture. La compacité est déterminée par l'Administration suivant les départements et la nature des tabacs : elle varie de 10.000 à 45.000 pieds à l'hectare. La plantation est faite au cordeau, à intervalles réguliers, de façon à faciliter la vérification : car les planteurs doivent justifier du nombre de feuilles, déterminé par le nombre de plants, chaque plant devant porter le même nombre de feuilles.

Il est interdit de planter du tabac sur une terre déjà cultivée dans l'année. Dans certains départements, les plants doivent être protégés, soit par des haies, soit par des plantations de vigne ou de maïs, en particulier dans le département de Vaucluse, où l'action du mistral pourrait être dangereuse.

Lorsque le bouton du haut qui donnerait la fleur apparaît, le planteur l'enlève avec l'ongle ; c'est l'écimage. Il enlève de même les bourgeons qui poussent ensuite sous l'aisselle des feuilles, avant qu'ils aient pris un trop grand développement, préjudiciable à celui des feuilles qu'on veut conserver. Le planteur soigne sa terre ; il a à faire le sarclage, le binage, le buttage, puis il procède à l'épamprement. La culture est surveillée par les vérificateurs ; les mauvais planteurs, outre l'infériorité du classement de leur récolte, s'exposent à voir diminuer l'année suivante l'importance de la surface à cultiver.

Quand les feuilles sont mûres, ce qui se reconnaît aux marbrures jaunâtres apparaissant sur le parenchyme, on procède à la cueillette. En France, la cueillette se fait feuille à feuille ; dans d'autres pays, on coupe la tige au pied ; dans d'autres, on sectionne la tige en plusieurs tronçons, pour obtenir des couples de deux feuilles. A la Havane, où ce dernier mode est employé, on laisse ensuite pousser sur le pied une nouvelle tige, qui fournit bientôt des feuilles de regain. On obtient de même un second et quelquefois un troisième regain.

Les feuilles récoltées sont ensuite séchées. Lorsqu'on les a cueillies une à une, on les enguirlande en les enfilant, par une fente pratiquée dans le pédoncule, sur une ficelle ou sur une baguette de bois. Lorsqu'on les récolte avec la tige, on les met à cheval sur des perches, soit en les réunissant deux à deux par le pied, soit en se servant du pédoncule d'une des feuilles inférieures.

La dessiccation doit être suivie de près. On l'opère à l'air libre, ou de préférence dans des séchoirs aménagés de manière qu'on puisse les

aérer ou les fermer suivant l'état de l'atmosphère et celui des feuilles mêmes.

Aux Etats-Unis, on emploie une méthode de séchage au feu très pratique, mais qui demande beaucoup d'expérience. Il s'agit, là-bas, d'obtenir le maximum des feuilles jaune clair, très recherchées par les Américains et qui se vendent 30, 40 et même 50 % plus cher que les tabacs rouges et bruns. La température est portée progressivement, et suivant certaines règles, de 32° à 76°. Ce mode de séchage a l'avantage de ne durer que 4 ou 5 jours, tandis que le séchage à l'air libre dure 2 ou 3 mois.

En France, les tabacs après séchage sont triés par les planteurs, conformément aux types donnés par l'Administration, mis en manoques de 25 ou 50 feuilles, puis en ballots de 100 manoques. Ils sont alors transportés aux magasins où une Commission d'expertise les classe.

En 1897, les prix payés aux planteurs pour les différentes catégories de classement ont été les suivants :

Surchoix	140 à 160 fr.	les 100 kilos.
1 ^{re} qualité	130 à 150 fr.	—
2 ^e —	100 à 120 fr.	—
3 ^e —	80 à 90 fr.	—
Non marchands.	20 à 70 fr.	—

La même année, 57.970 planteurs ont livré 26.433.097 kilos de tabac pour une surface cultivée de 16.489 hectares, soit un rendement moyen de 1.600 kilos à l'hectare. Le prix moyen a été de 90 fr. 30 les 100 kilos.

Dans les magasins, les tabacs sont mis en masses pour produire une fermentation. La température s'élève vers 40°. On retourne alors les feuilles et on construit de nouvelles masses. Lorsque la fermentation est achevée, on met le tabac en balles de 1 mètre cube environ, pesant 400 kilos, à l'aide de presses hydrauliques.

La culture est autorisée en France dans 25 départements, produisant les uns des espèces corsées, les autres des espèces légères. La carte de la figure 1 indique l'importance de la culture du tabac dans les divers départements.

En Algérie, la culture est libre. Elle a fourni en 1897, à la régie française, 1.851.799 kilos de feuilles.

§ 3. — Composition du tabac.

L'étude de la composition du tabac, intéressante au point de vue scientifique, n'est pas inutile au point de vue de l'amélioration des procédés de culture et des qualités du tabac.

Le tabac renferme des composés minéraux et des composés organiques. Les composés minéraux entrent pour environ 22 % dans le poids du tabac sec ; ce sont les acides nitrique, chlorhydrique,

phosphorique, l'ammoniaque, la potasse, la chaux, la magnésie, le fer, le manganèse, la silice et le sable.

Le taux d'ammoniaque, nul dans les feuilles vertes, varie de 0,25 à 0,75 % dans les feuilles séchées. L'ammoniaque est un produit de la fermentation, et provient de la décomposition de la matière azotée. Lorsque des feuilles ont commencé à fermenter dans les balles, elles dégagent, lors de l'ouverture de celles-ci, une forte odeur ammoniacale.

Le taux d'acide nitrique est très variable ; il est plus élevé dans les côtes que dans le parenchyme ; dans les feuilles écôtées, il peut aller de 0,02 à 2 % suivant les espèces ; dans les côtes, il va de 0,15 à 6 %. Le taux de nitrate n'a aucune relation avec la combustibilité des tabacs, comme on pourrait se l'imaginer *a priori*. Cette qualité essentielle du tabac dépend, sans lui être proportionnelle, de sa teneur en potasse, qui varie de 0 à 3,5 %. Les expériences décisives faites par M. Schlœsing ont établi ce fait.

La potasse est fournie tout entière aux plantes par le sol : il convient donc de cultiver de préférence le tabac là où elle abonde. Le tabac emporte annuellement 100 kilos de potasse à l'hectare, tandis que le blé n'en prend guère que 15 kilos. La production continue de potasse dans un sol s'explique par la décomposition lente des minéraux ; mais cette production assez régulière ne dépasse pas un certain chiffre par an. Il faudra donc, avant d'établir la culture du tabac dans une terre, examiner si l'entretien d'un taux convenable de l'alcali y est assuré, en analysant les fumiers qui s'y produisent. On utilisera le principe des assolements, en faisant succéder au tabac des cultures qui permettent à la terre de récupérer la potasse perdue. Au reste, l'emploi comme engrais du sulfate de potasse, dont le prix n'est pas aujourd'hui très élevé, permet de donner à la terre ce qui pourrait lui manquer et de cultiver sur la même terre le tabac sans interruption.

La combustibilité du tabac ne résulte pas de la présence de la potasse même, mais des sels organiques de potasse, qui produisent un charbon poreux, où le feu se propage facilement. Lorsque la potasse est combinée à des acides minéraux, elle n'a pas d'effet sur la combustibilité. Ainsi, les tabacs renfermant une trop forte proportion d'acide chlorhydrique, qui accapare la potasse au détriment des acides organiques, sont peu combustibles. Les terres riches en chlore ne sont donc pas convenables à la culture du tabac, car l'acide chlorhydrique est assimilé par la plante en même temps que la potasse, et neutralise celle-ci. Des essais concluants à cet égard ont été faits en Algé-

rie. Un procédé a été proposé, dans ce cas, comme équivalant à l'augmentation de la dose d'engrais potassés, c'est la déchloruration du sol, au moyen de plantes avides de chlore, comme la ficoïde glaciale.

Parmi les sels de potasse, le sulfate convient

moins que le sulfate, mais mieux que le chlorure.

Les composés organiques du tabac sont nombreux. Ce sont les acides malique et citrique, entrant chacun dans la proportion de 5 à 6 %, l'acide oxalique, l'acide pectique (4 à 6 %).

Le tabac contient encore de l'acide acétique,

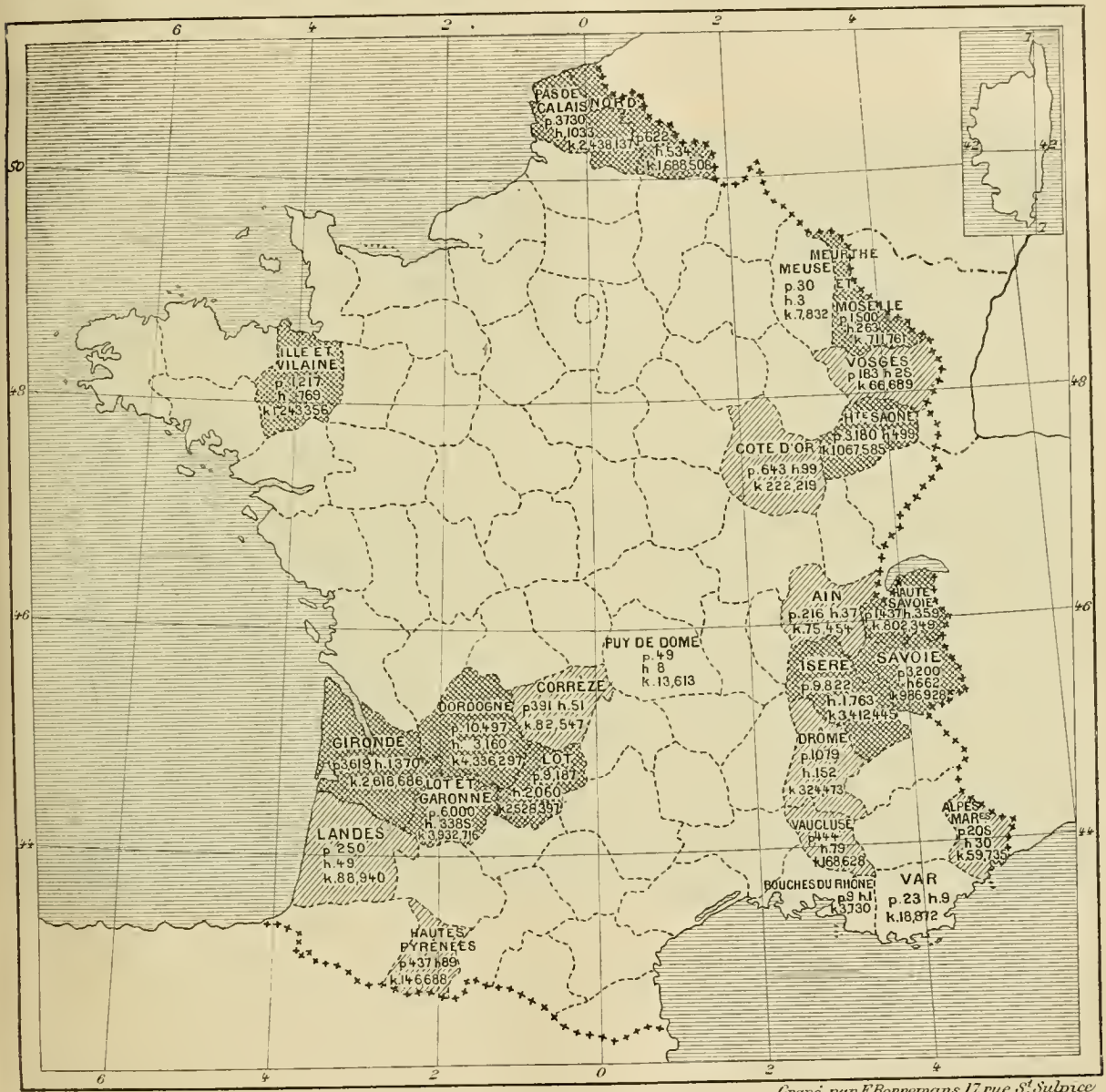


Fig. 1. — Répartition de la culture du tabac en France.

- Départements où la culture n'a qu'une très faible importance et n'atteint pas 20,000 kilogrammes.
- ▨ — — — — — , d'importance moyenne, est comprise entre 60,000 et 300,000 kilogrammes.
- ▩ — — — — — est très développée et atteint de 700,000 à 4,300,000 kilogrammes.

p, nombre des planteurs; h, nombre d'hectares cultivés; k, nombre de kilogrammes récoltés en 1897.

très bien comme engrais, parce que la base seule de ce sel est assimilée par la plante, tandis que l'acide, qui serait nuisible à la combustibilité, est éliminé. Le carbonate et le nitrate conviennent

dont la proportion ne dépasse pas 0,25 % dans les feuilles, mais atteint 3 % dans le tabac à priser, avec de petites quantités d'acide butyrique et d'acide valériannique. Comme principes hydrocar-

bonés, citons: l'amidon, qui existe dans le tabac vert, mais a disparu dans le tabac sortant des magasins: le sucre, en très faible quantité et seulement dans le tabac vert: la cellulose, comme dans tous les végétaux, constitue les enveloppes des cellules et concourt à la rigidité et à la fermeté du tissu avec le pectate de chaux, qui forme le squelette de la feuille dans les côtes et les nervures. La proportion de cellulose est de 5 à 8 %; les tabacs fins, comme le Maryland, en contiennent le plus, surtout dans les parties rigides.

Le tabac renferme 5 à 6 % de résines vertes, huiles, graisses et essences, dont l'analyse immédiate n'a pas encore été faite, et qui contiennent 80 % de carbone. 300 à 400 kilos de tabac traité par distillation ont donné une quinzaine de grammes d'essence, ayant une odeur de vieux cuir si persistante qu'une seule goutte jetée dans un litre d'eau, dont on renouvelle quatre ou cinq fois le contenu, suffit pour communiquer encore au liquide du dernier lavage son odeur très caractéristique. L'analyse de cette essence n'a pas été faite. Du reste, cela a peu d'importance au point de vue pratique, car elle n'entre que pour une faible part dans le parfum de la fumée, résultant d'une foule d'odeurs: ammoniacque, nicotine et produits volatils prenant naissance pendant la combustion des principes immédiats.

En traitant du jus de tabac par l'acétate de cuivre, on obtient une poudre brune très combustible, qui, déduction faite du poids de l'oxyde de cuivre, contient 12 % d'azote. Or, l'albumine végétale, d'où provient cette matière azotée, en contient 16,5 %. Il y a donc eu une altération profonde pendant la dessiccation et la fermentation des feuilles. On n'obtient pas ainsi un principe immédiat défini. Il serait intéressant d'examiner la matière azotée telle qu'elle existe dans le tabac vert. Le dosage direct de la matière azotée du tabac n'a pas été réalisé. On la dose indirectement en déduisant du poids total d'azote, déterminé par l'analyse élémentaire du tabac, l'azote nicotinique, l'azote ammoniacal et l'azote nitrique: la différence représente le poids d'azote contenu dans la matière azotée proprement dite, dont on calcule le poids en admettant pour les feuilles vertes le taux de 16,5 %, qui est celui de l'albumine végétale; pour les feuilles séchées, il convient de prendre le chiffre de 12 %, comme nous l'avons vu plus haut.

Il faut encore ajouter aux éléments déjà cités, 10 % de principes extractifs, matières indéterminées, solubles dans l'eau et non encore séparées par l'analyse immédiate.

J'ai gardé en dernière ligne le principe caractéristique du tabac: la nicotine. Le taux de cet alcaloïde varie de 2 à 9 %, suivant les espèces; il a une

influence considérable sur la force du tabac. Le taux de nicotine dépend non seulement des variétés de tabac, mais encore des conditions climatériques particulières à chaque année, de la nature des terrains et des procédés de culture. Le taux de nicotine croît graduellement pendant la végétation. Il varie dans les différentes parties de la même feuille, augmente à mesure qu'on s'éloigne de la côte.

Des recherches ont été faites sur l'acclimatation des variétés étrangères: question du plus haut intérêt. Les essais exécutés par M. Schloësing sur différentes espèces, et en particulier sur le Havane, ont démontré que les produits issus de graines étrangères conservent fidèlement, au moins pendant un certain nombre d'années, les caractères physiques et même le taux de nicotine des plantes-mères venues dans les pays originaires. Il n'en est malheureusement pas de l'arôme comme des autres qualités du tabac. Il ne suit pas la plante dans les divers pays où elle est cultivée; bien au contraire, il semble appartenir au sol et au climat des régions productives. « Il en est du tabac comme du vin: tel coteau, tel cru¹. »

II. — FABRICATION.

Les formes sous lesquelles est consommé le tabac sont au nombre de cinq: tabac à priser ou *poudre*, tabac à chiquer (*rôles*, *carottes*), tabac à fumer ou *scaferlati*, *cigarettes*, *cigares*.

§ 1. — Tabac à priser.

La fabrication du tabac à priser en France peut être considérée comme parvenue au plus haut degré de perfection, tant au point de vue de la qualité des produits obtenus qu'à celui de la simplification des mains-d'œuvre, devenues presque toutes mécaniques et ne nécessitant qu'un très petit nombre d'ouvriers.

Les espèces de feuilles employées dans la fabrication du tabac à priser sont corsées, pour donner du montant au produit, et capables de résister aux fermentations, de manière à fournir un grain régulier. On choisit les espèces riches en nicotine. La composition de la poudre ordinaire comprend du Virginie, des indigènes (Lot, Nord, Ille-et-Vilaine, Lot-et-Garonne), et des débris non utilisables dans d'autres fabrications.

Les tabacs destinés à la poudre sont mouillés avec de l'eau salée; les feuilles reçoivent un excédent de 15 %, dont 3 de sel. Il existe pour cette fabrication une humidité absolue maxima, au delà de laquelle on s'expose à des accidents (mauvaise fermentation, mauvais grain). On doit donc calculer

¹ TH. SCHLÖESSING: *Cours de Chimie organique*.

soigneusement les taux de mouillade des diverses matières, en particulier si l'on mouille avec des jus, de manière que, dans l'ensemble, la quantité totale d'eau introduite ne dépasse pas le taux voulu en tenant compte de l'humidité naturelle des feuilles.

La mouillade des feuilles se fait encore dans quelques manufactures, — bien que cet appareil d'un entretien difficile et coûteux tende à disparaître, — à l'aide du mouilleur mécanique. Le mouilleur est constitué par un grand cylindre en

de laquelle le tabac est entraîné entre deux rouleaux cannelés. Un hachoir peut couper de 1.000 à 1.200 kilos à l'heure. A la manufacture de Pantin, les manques sont hachées au sortir même de la balle. Pendant le transport aux masses, qui se fait automatiquement à l'aide d'une vis sans fin, le tabac reçoit, par un procédé également automatique, et analogue à celui qu'on verra plus loin employé pour le râpé sec, l'eau nécessaire à la mouillade.



Fig. 2. — Atelier de râpage (fabrication du tabac à priser) à la Manufacture de Pantin. — Le tabac, après avoir passé dans le blutoir qu'on aperçoit dans la cage du haut, est amené, par une vis sans fin régnant dans toute la longueur de l'étage supérieur, au-dessus des moulins, dans lesquels il se déverse par des gaines en toile. Après avoir subi l'action des moulins, le tabac est repris au-dessous et transporté par une noria, qui est derrière la figure, dans le blutoir du haut, qui sépare le tabac bien râpé du tabac trop gros, lequel repasse aux moulins. Le cycle est ainsi fermé, et il suffit d'alimenter de tabac nouveau un ou deux moulins de la rangée.

bois, animé d'un mouvement de rotation continue autour de son axe, et muni à l'intérieur de deux nervures hélicoïdales, qui, par leur mouvement même, font avancer les matières sur lesquelles une pompe à débit réglable a déversé la quantité d'eau déterminée, et, en les brassant, répartissent l'eau très uniformément. On mouille avec cet appareil 1.300 à 1.400 kilos à l'heure.

A la sortie du mouilleur, les tabacs sont hachés en lanières d'un centimètre de largeur, au moyen d'un appareil formé d'un tambour porte-lames tournant en face d'une contre-lame fixe, en avant

Les tabacs subissent ensuite la fermentation en masses. L'étude chimique et microbiologique de cette fermentation a été faite par M. Schlœsing et a permis d'apporter dans les anciennes pratiques d'importants perfectionnements. Il se produit dans les masses une combustion très nette, aux dépens de l'oxygène de l'air, entraînant un dégagement d'acide carbonique. Il se développe en outre, aux dépens des acides organiques et de la nicotine, une quantité notable d'huile essentielle aromatique d'une part, d'acide acétique et d'ammoniaque d'autre part. Le taux de nicotine est réduit dans

une très forte proportion : il tombe de 6 % à 2 ou 3 %. L'ammoniaque formée se dégage et disparaît.

La fermentation microbienne n'intervient pas sensiblement pour produire les modifications indiquées. Celles-ci proviennent de réactions chimiques, s'effectuant sans le concours des ferments à des températures relativement élevées. Mais les ferments jouent dans la pratique de l'opération un rôle très important : ils élèvent progressivement la température, par le dégagement de chaleur auquel donne lieu leur travail préliminaire, à un point où les réactions chimiques peuvent se continuer d'elles-mêmes.

Au laboratoire, les modifications chimiques et physiques que le tabac doit subir en masses s'accomplissent en fournissant par jour à la masse un volume d'air égal au sien, en 2 mois à la température de 70°, en 10 à 12 jours à 100°. Dans la pratique, la fermentation part doucement jusqu'à 20° ou 25° sous l'action des ferments. A partir de là, elle marche franchement et peut s'élever jusqu'à un degré dangereux. Quand elle dépasse 80°, il y a lieu de faire une tranchée, pour éviter la production du rûti ou même un incendie. Cet accident est devenu fort rare, depuis qu'en aérant les masses par le pied on est devenu, pour ainsi dire, maître de la fermentation, dont la durée a été réduite d'un an à 4 mois.

Les masses sont formées entre des panneaux en bois. Leurs dimensions sont d'environ 6^m × 4^m × 3^m ; elles contiennent 40.000 kilos de tabac. Le tabac sortant du hachoir est amené mécaniquement, au moyen d'une noria et d'une vis sans fin, au-dessus de la masse à construire ; cinq thermomètres placés un à chaque coin et un au centre donnent des indications sur la fermentation.

Lorsque les masses sont arrivées au point voulu, elles sont démolies, et le tabac est transporté au *rapage* (fig. 2), qui a pour but de lui donner la forme de poudre à grain régulier sous laquelle on livre au public le tabac à priser. Le rapage se fait dans des moulins, dont la noix en fonte, partiellement équilibrée de façon à exercer sur les matières une pression convenable, est armée de lames en acier ; elle est animée mécaniquement d'un mouvement de rotation alternatif dans une cuvette tronconique, armée également de lames en acier suivant les génératrices. Après le rapage, le tabac est tamisé dans des blutoirs mécaniques, d'où le tabac trop gros est ramené aux moulins par une vis sans fin.

Le tabac convenablement râpé est repris par un système de vis sans fin et de noria, qui le transporte dans des cases dites de râpé sec, où il séjourne un mois : il n'y subit pas de fermentation appréciable.

On le mouille ensuite, de façon à lui donner une

humidité absolue de 33 %, avec une solution salée. Cette mouillade, qui doit être très régulière, se fait dans un triturateur, constitué par deux plateaux en fonte verticaux garnis de dents en cormier, l'un fixe, l'autre animé d'un mouvement de rotation. Le tabac est amené par une vis sans fin, après avoir reçu d'un auget à niveau constant la quantité d'eau salée nécessaire, au centre du plateau mobile, et, projeté par la force centrifuge, subit l'action des dents qui brisent les mottes.

Après la mouillade, le râpé subit la fermentation en cases. Au cours de ces fermentations apparaît le montant, c'est-à-dire l'odeur piquante que possède le *râpé parfait*, due à un dégagement de vapeurs ammoniacales et nicotineuses. L'arôme, qui tient aux substances essentielles produites dans la fermentation en masses, n'est pas modifié dans les cases. La fermentation en cases, bien que celles-ci soient fermées, ne s'opère pas comme en vase clos à l'abri de l'air. L'oxygène intervient, mais à un degré beaucoup moindre que dans les masses. Pendant cette opération, les taux d'ammoniaque et de nicotine demeurent à peu près invariables : le dégagement d'alcali est dû à la destruction d'acides organiques, en partie contrebalancée par une abondante production d'acide acétique. A mesure que la fermentation avance, le caractère alcalin du râpé, c'est-à-dire le montant, se manifeste davantage. L'humidité du tabac reste sensiblement la même pendant cette transformation.

Bien que l'étude microbiologique de cette fermentation n'ait pas précisé jusqu'ici le rôle des microorganismes qu'on y rencontre, il est fort probable qu'elle est due à de véritables ferments cryptogamiques. Cette hypothèse a fait concevoir diverses mesures sanctionnées par l'expérience.

Tels sont l'emploi d'eau chaude pour la mouillade, l'addition, comme réchauffant, de râpé en pleine fermentation dans les cases de formation, les transvasements successifs des râpés d'une case dans une autre. Les deux premières opérations ont pour but, en élevant la température d'origine, de surexciter la vie des organismes microscopiques, et de faciliter ainsi le départ de la fermentation. On doit cependant éviter la température de 70° dans la crainte de coaguler les ferments. La seconde a, en outre, pour effet d'introduire dans le mélange les ferments qui pourraient y manquer. La troisième est destinée à renouveler les surfaces de contact ; elle déplace des organismes peu mobiles, qui finissent par épuiser les parties de la case dans lesquelles ils se développent et se multiplient ; elle les transporte dans les régions encore intactes, susceptibles de leur fournir un nouvel aliment ; elle ameublît le râpé, qui se tasse avec le temps et devient probablement trop compact pour permettre

aux ferments de le pénétrer; enfin, elle éloigne de ceux-ci des produits d'excrétion qui leur sont nuisibles.

La fermentation en cases dure 11 mois et nécessite trois transvasements. En ajoutant à cette durée celle de la fermentation en masses et du séjour en cases de râpé sec, ainsi que des différentes mains-d'œuvre, on arrive à une période de 17 mois comme nécessaire pour la fabrication du tabac à priser. Cette fabrication est, au point de vue scientifique, la mieux étudiée et la plus intéressante.

rouet Andrews, marchant mécaniquement, et donne une corde de 18 millimètres de diamètre. Le rôlage qui suit le filage consiste à enrouler le filé en hélices aussi serrées que possible, de manière à faire des paquets, analogues aux pelotes de ficelle, de 100 grammes ou de 500 grammes. Les rôles, après avoir été ou non trempés dans du jus de tabac, sont soumis à l'action d'une presse hydraulique qui a pour effet d'extravaser le jus et d'en retirer l'excès. Ils sont ensuite séchés et emballés.

Les *carottes*, qui peuvent être utilisées comme

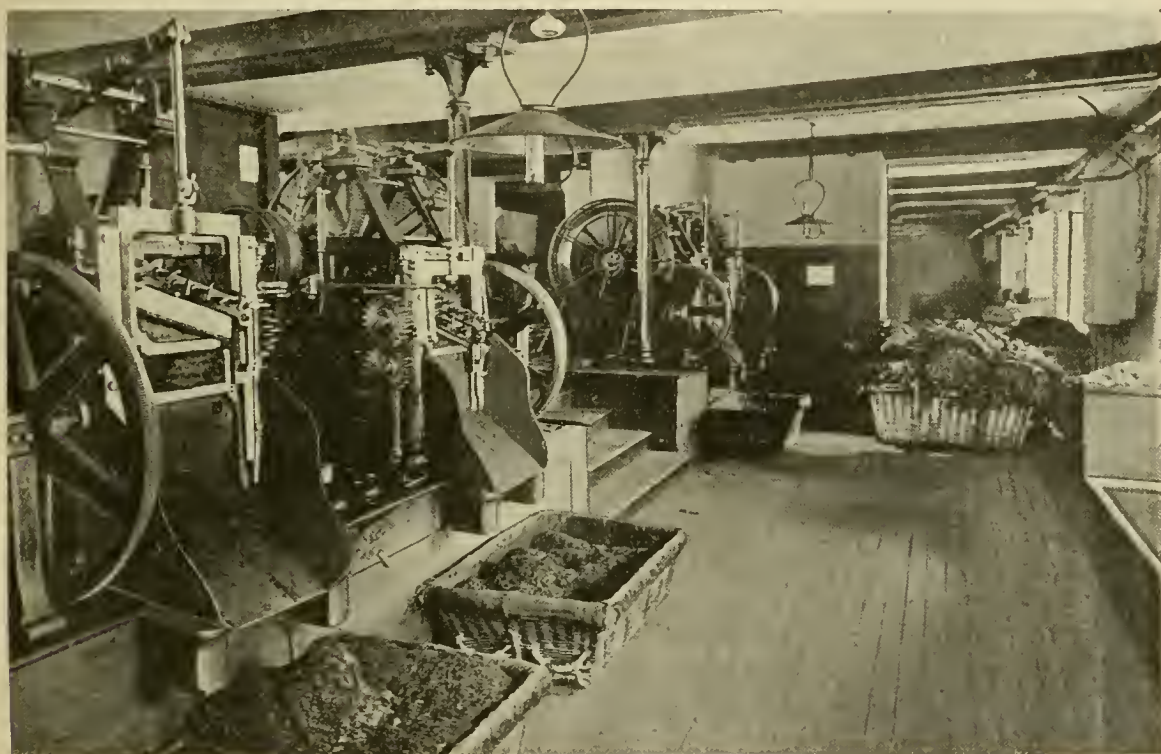


Fig. 3. — Atelier de hachage dans la fabrication du tabac à fumer à la Manufacture de Dieppe. — Le panier-chariot qui se voit au fond contient des feuilles de tabac allongées, prêtes à entrer dans le hachoir. L'appareil de gauche, dont le couteau est au haut de sa course, laisse voir le gâteau de tabac se présentant à l'embouchure; le couteau en s'abaissant en découpe une tranche, qui tombera dans la manne placée au-dessous.

§ 2. — Tabac à chiquer.

Les qualités recherchées dans les feuilles pour tabac à chiquer sont: une bonne consistance et un développement suffisant, une couleur foncée, un bon arôme, la richesse en gomme et en nicotine. Les tabacs de Virginie et de Kentucky, les indigènes du Nord, Lot, Ille-et-Vilaine, Lot-et-Garonne, répondent à ces conditions et sont employés dans les trois variétés de tabac à chiquer: *rôles menu-filés*, *gros rôles* et *carottes*.

La confection de ces divers produits comprend une moullade à l'eau salée, un écôtage, un filage qui, pour les menu-filés, se fait à l'aide d'un rouet mû à la main et donne une corde de 5 millimètres de diamètre; pour les gros rôles, se fait à l'aide du

tabac à fumer, à chiquer ou à priser, sont obtenues en réunissant par des ficelles huit bouts de 45 centimètres du filé de gros rôle, et en les soumettant, d'abord entre des plateaux puis dans des moules, à l'action de presses hydrauliques très puissantes, pouvant donner une pression de 150 atmosphères. Cette pression a pour effet de faire adhérer les brins de filé entre eux, de les souder et de les transformer en une masse compacte, dont la forme, bien connue, sert encore d'enseigne à beaucoup de débits de tabac, bien que ce produit, autrefois très en faveur¹, soit devenu d'une vente restreinte.

¹ L'adoption de ce produit par la Ferme, en 1726, fut la cause d'une augmentation considérable des recettes du

§ 3. — Tabac à fumer.

On emploie dans la composition des tabacs à fumer des espèces légères et aromatiques. Il y a des variétés de scaferlati en tabac d'Orient pur, en Maryland et autres. Mais la plus grande partie du scaferlati français est fabriquée avec un mélange de feuilles des différentes espèces : Samsoun, Kentucky léger, Maryland, indigènes légers, Algérie.

On distingue le scaferlati supérieur vendu 16 fr. le kilo, le scaferlati ordinaire vendu 12 fr. 50, et les scaferlati de troupe, de zone ou d'hospice vendus à prix réduits : ces trois variétés ne diffèrent guère que par la finesse de la coupe et la proportion plus ou moins grande de côtes qu'ils contiennent.

La moullade se fait à l'eau salée, en deux fois, généralement, pour éviter la formation des débris. On a soin, pendant cette opération, de mélanger aussi intimement que possible les feuilles des différentes espèces entrant dans la composition du scaferlati, afin d'assurer l'homogénéité du produit final. Les feuilles sont ensuite *capsées*, c'est-à-dire allongées dans le même sens ; puis elles sont portées au hachoir.

Le modèle de hachoir généralement employé dans les manufactures françaises est constitué ainsi qu'il suit (fig. 3). Une sorte de caisse, formée par deux flasques entre lesquelles sont montés des rouleaux, a pour fond et pour dessus des toiles sans fin qui passent sur les rouleaux et forment un peu l'entonnoir. C'est entre les deux rouleaux d'arrière que se fait la charge du tabac, dont l'avance est obtenue par le mouvement des toiles. Les rouleaux d'entraînement sont actionnés par un rochet dont le nombre de dents détermine la largeur de la coupe. Le gâteau de tabac arrive ainsi sous les organes de hachage qui comprennent une embouchure bien dressée formant contre-lame, et un couteau mobile dans des glissières verticales, recevant d'un balancier commandé par un vilebrequin un mouvement alternatif. La lame est montée comme un fer de rabot, entre deux traverses en fonte ; elle est inclinée de 22° sur la verticale, et le tranchant fait un angle de 20° avec l'horizontale ; c'est l'angle de cisaillement reconnu le plus favorable pour la matière dont il s'agit. On coupe avec ce hachoir 100 kilos de scaferlati ordinaire à l'heure ; les lames doivent être changées toutes les heures.

On emploie aussi pour le tabac d'Orient le hachoir anglais Legg. Dans cet appareil, l'entraînement du tabac se fait entre un tambour de gros diamètre garni de bois et deux rouleaux supérieurs animés

chacun d'un mouvement de rotation. Le couteau, à mouvement alternatif, au lieu de se mouvoir sur directrices rectilignes, décrit un arc de cercle de grand rayon, grâce à une bielle oscillant autour d'un axe fixé à la partie postérieure du bâti.

L'excédent d'eau, introduit dans le tabac pour permettre le hachage, doit être enlevé, car il nuirait à la conservation et à la combustion du tabac. La dessiccation doit, d'ailleurs, s'opérer dans des conditions assez délicates : si le tabac était chauffé à plus de 110°, il prendrait un goût de four désagréable, et cependant il faut qu'il soit soumis à une température suffisamment élevée pour arrêter les mouvements de fermentation qui ont pu commencer. La limite minima est de 70°. La torréfaction se fait dans un appareil fermé pour que cette opération ne soit pas insalubre. Le torréfacteur est un grand cylindre en tôle, muni d'hélices intérieures qui, par le mouvement de rotation imprimé au cylindre, font avancer le tabac ; ce cylindre tourne au-dessus d'un feu soigneusement surveillé. Il est parcouru intérieurement par un courant d'air chauffé par les gaz du foyer et dont l'intensité est réglable au moyen de valves. L'entrée et la sortie du tabac sont réglées automatiquement et de façon à laisser le moins d'accès possible à l'air froid extérieur.

La torréfaction ne permet pas de sécher complètement le scaferlati. On achève la dessiccation à l'air froid au moyen du sécheur mécanique, qui a aussi pour effet de refroidir le tabac et d'en extraire les poussières. C'est un grand cylindre en bois, analogue au mouilleur mécanique, tournant autour de son axe. Un courant d'air froid appelé par un ventilateur le parcourt en sens inverse du mouvement du tabac, comme il est rationnel : en effet, l'air, à mesure qu'il se charge d'humidité, rencontre des matières de plus en plus humides, et rend ainsi le maximum d'effet utile.

Le tabac séché est mis en masses. Le séjour en masses a pour résultat de faire disparaître le goût de four qui reste toujours après les opérations de séchage ; il dure un mois environ. On observe la température des masses avec des thermomètres placés au centre. La température ne doit pas trop s'élever, sinon on fait une tranchee et on repasse le tabac au sécheur ou même au torréfacteur.

Au sortir des masses, les tabacs sont paquetés en 40, 50, 100 ou 500 grammes. Le système de paquetage en usage dans la plupart des manufactures françaises consiste à former une poche de papier autour d'une douille à entonnoir et à comprimer dans cette poche la quantité de tabac pesée préalablement. La pression est donnée à l'aide d'une petite presse hydraulique. On a cherché à réaliser mécaniquement les opérations qui, dans le paque-

monopole, ce qui donna lieu à cette époque au dicton : « Ilors la carotte, point de salut ».

tage hydraulique, se font à la main. M. Belot, ingénieur à la manufacture du Gros-Caillou, a construit une machine à faire les sacs et une machine à paqueter, dont les résultats paraissent satisfaisants.

Le scaferlati supérieur est protégé contre les variations du taux d'humidité extérieure par un papier doublé d'une feuille paraffinée, qui a remplacé les feuilles d'étain autrefois employées à cet usage. La préparation et le découpage du papier paraffiné se font entièrement à la machine de M. Cahen, ingénieur.

mités du moule fermé. Le bouquin, formé d'un carton roulé en spirale, est introduit, s'il y a lieu, dans la partie du tube laissée vide. Les tubes sont fabriqués soit à la main autour d'un mandrin, soit à la machine Decoullé. Cette machine, très ingénieuse, produit des tubes non collés, mais agrafés. Le papier d'une bobine continue, dont la largeur correspond à la circonférence du tube à faire, augmentée de la couture, vient envelopper progressivement une broche d'un diamètre convenable placée parallèlement à la longueur. Il passe d'abord



Fig. 4. — *Atelier de confection des cigares à la Manufacture de Reuilly.* — Au premier plan et au milieu, on aperçoit les deux parties. — mâle et femelle, — d'un moule-bloc. Les alvéoles de la partie femelle sont remplies par les poupées de cigares. En dehors des tables, des ouvriers donnent avec des presses à bras la pression nécessaire à un groupe de cinq blocs. Entre les poteaux, on voit les poêles à vapeur servant au chauffage de l'atelier.

Enfin, le poids des paquets est soigneusement vérifié, de façon à assurer au consommateur le poids minimum de tabac qui lui est dû. Cette vérification s'opère soit à l'aide d'une balance oscillant seulement lorsque le poids du paquet est en dehors des limites, soit à l'aide de la machine très curieuse imaginée par M. Dagnies, directeur, qui classe automatiquement les paquets de tabac en trois catégories : légers, bons et lourds.

§ 4. — Cigarettes

Les cigarettes de luxe sont faites à la main. La dose de tabac est introduite dans un moule à charnière, puis refoulée dans le tube en papier dont l'ouvrière a préalablement coiffé l'une des extré-

entre la broche et une bague qui lui fait faire l'anneau, puis ses deux bords, guidés par une rainure de la broche et un onglet viennent s'engager dans la fente d'une pièce dite escargot, encastrée dans la broche et dont le profil détermine les plis et l'agrafage des deux bords. Cette jonction est ensuite rendue stable par un sertissage entre deux mollettes, l'une petite, intérieure à la broche, l'autre, extérieure à la broche actionnée par le mécanisme, qui produit l'entraînement du papier et dont la circonférence détermine la longueur du tube. Celui-ci est coupé par des ciseaux et rangé dans une boîte.

Les cigarettes ordinaires sont entièrement faites à la machine. Le problème de la confection méca-

nique des cigarettes a beaucoup occupé les inventeurs et les occupe encore, bien qu'on soit déjà arrivé à un très haut degré de perfection.

Les machines Durand, Lejeune et Leblond fabriquaient des cigarettes avec tubes collés. La machine Decoullé, qui les a remplacées dans la plus grande partie dans nos manufactures, a eu beaucoup de succès par l'innovation des tubes sans colle. Elle est constituée par la réunion de la machine à tubes décrite plus haut, et d'une machine à faire les boudins de tabac, qui ne diffère pas notablement de la machine Leblond : cuirs sans fin entraînant sous une glace une couche uniforme de tabac jusqu'à un couteau, qui découpe la quantité voulue pour faire la cigarette et la transporte dans un compresseur, où elle prend la forme cylindrique; une broche pousse le boudin de tabac ainsi formé dans le tube en papier, amené et maintenu en regard du boudin.

Ces machines font toutes des cigarettes par le procédé du *bourrage*, qui donne quelquefois des produits durs et qui, en tout cas, oblige à l'emploi de tabac un peu sec. Le consommateur préfère les cigarettes qu'il *roule* lui-même avec du tabac frais. Aussi, dans les dernières années, a-t-on commencé à fabriquer les cigarettes roulées dites à la main. On a d'abord utilisé pour cette fabrication de petits moules comme ceux qu'on vend dans le commerce, puis on a construit des appareils pouvant rouler plusieurs cigarettes à la fois. Enfin, l'adaptation mécanique du roulage a été faite par M. Belot, dont la machine en service à la manufacture du Gros-Caillou fabrique des cigarettes roulées, avec tubes collés, il est vrai, mais dont le recouvrement à la couture est plus faible que dans les tubes agrafés et qui donne, par conséquent, des produits contenant moins de papier que les machines Decoullé.

Les boudons en papier dans lesquels on met les cigarettes sont fabriqués et imprimés à la machine Belot.

En dehors des cigarettes à tubes de papier, la Régie française livre à la consommation des cigarettes sans papier, Ninas, Damitas, Senoritas, qui sont plutôt de petits cigares. L'intérieur est en tabac haché, Brésil et Havane; le tube en papier est remplacé par une cape, ou lanière de tabac enroulée en spirale autour du boudin de tabac à l'aide d'un petit moule avec toile sans lin, et collée à l'extrémité.

§ 3. — Cigares.

C'est dans la fabrication des cigares que le machinisme a, jusqu'à présent, trouvé un obstacle insurmontable. Je dis : jusqu'à présent, parce qu'il ne faut pas désespérer, même devant un problème aussi difficile. Mais, à l'heure actuelle, le meilleur moyen de faire un cigare, c'est encore de le faire à

la main. Les meilleurs cigares, ceux de la Havane, sont ainsi faits.

Un cigare se compose de trois parties : la *tripe*, formée de morceaux de tabac de la longueur du cigare, écôtés et bien allongés suivant l'axe, et de quelques débris pour donner, s'il y a lieu, au cigare le ventre convenable (dans certains produits, très rares d'ailleurs, la tripe est entièrement formée de débris) : — la *sous-cape*, constituée par un morceau de feuille assez grand pour envelopper complètement la tripe; — la *cape* ou *robe*, lanière de tabac fin et souple qui s'enroule en hélice depuis le pied jusqu'à la tête du cigare où elle est collée.

La confection des cigares (fig. 4) se fait à l'aide de moules simples et de moules-blocs en bois. Le moule simple se compose de deux parties identiques, dont le creux a la forme d'un demi-cigare. L'ouvrière, après avoir préparé la poupée en roulant la sous-cape autour de la tripe, la place dans un demi-moule, superpose l'autre demi-moule, et mouline, c'est-à-dire frotte les deux parties l'une contre l'autre pour faire rentrer tout le tabac dans le moule sans bavure. Les deux demi-moules sont ensuite maintenus en contact par un fermoir en fer-blanc.

Le moule-bloc est constitué par vingt moules à emboîtement juxtaposés. L'ouvrière place les poupées dans les fiches femelles, puis emboîte la partie du bloc portant les fiches mâles. Une pression énergique, produite par une presse à vis et maintenue sur plusieurs blocs à la fois par des étriers en fer et des cales, donne aux poupées la forme des alvéoles. En les retournant de 90°, on fait disparaître la bavure, qui se forme par suite du défaut d'ajustage entre la partie mâle et la partie femelle.

Les poupées terminées, la cigarière découpe elle-même ses robes (sauf dans les confections inférieures) avec un couteau circulaire dans les demi-feuilles bien étalées, puis elle cape ses cigares. Pour faire la tête, elle taille l'extrémité de la robe en spirale avec des ciseaux, de façon à pouvoir former la pointe, et la colle soit avec de la colle de farine colorée par du jus de tabac pour les cigares ordinaires, soit avec de la gomme adragante pour les cigares supérieurs.

Les cigares achevés sont examinés par des ouvrières spéciales, qui rejettent les mauvais; ceux qui ont été reçus sont mis en paquets ou en coffrets de diverses contenances. Les cigares en tabac de la Havane, qui sont fabriqués à la manufacture de Paris-Renilly, sont boîtés dans des coffrets en cédra : l'odeur de cette essence de bois se marie très bien à l'arôme du Havane. Il est à remarquer que les cigares faits en France avec les meilleures végas de la Havane n'ont pas la qualité des cigares faits avec les mêmes feuilles dans l'île même de

Cuba. Des expériences très concluantes ont été faites à ce sujet. Des feuilles ont été écôtées à la Havane et, avec les demi-feuilles, on a constitué deux lots identiques; ces deux lots ont été employés à faire des cigares, l'un à la Havane même, l'autre à la manufacture de Reuilly, où l'on essayait artificiellement de se rapprocher autant que possible des conditions climatiques de l'île. La dégustation des deux lots de cigares a permis de constater une différence très sensible dans le goût et l'arôme. Cette différence tient sans doute à des raisons microbiologiques, qui n'ont pas été élucidées.

On a construit différentes machines, soit pour fabriquer les poupées, soit pour les caper. Dans la première catégorie, la machine Miller et du Brüll donne de bons résultats, mais elle ne fait que les cigares en débris. Dans la seconde catégorie, les machines Hoehnel et Reuse sont

très intéressantes, mais elles ne constituent pas encore pour nous la solution définitive du problème, soit que leur rendement ne dépasse pas celui du capage à la main, soit que l'augmentation d'emploi du tabac de capes qu'elles nécessitent, compense et au delà l'économie obtenue sur la main-d'œuvre.

III. — ORGANISATION DU MONOPOLE.

La culture, la fabrication et la vente du tabac en France sont interdites aux particuliers. La culture et la fabrication sont régies par la Direction générale des Manufactures de l'État, la vente par celle

des Contributions Indirectes, dépendant toutes deux du Ministère des Finances.

La culture est autorisée dans les départements suivants: Ain, Alpes-Maritimes, Bouches-du-Rhône, Corrèze, Côte-d'Or, Dordogne, Drôme, Gironde, Ile-et-Vilaine, Isère, Landes, Lot, Lot-et-Garonne, Meurthe-et-Moselle, Meuse, Nord, Pas-de-Calais, Puy-de-Dôme, Hautes-Pyrénées, Haute-Saône, Savoie, Haute-Savoie, Var, Vaucluse, Vosges. La culture est rigoureusement surveillée par des employés

de la Régie. Les tabacs livrés par les planteurs sont emmagasinés et emballés dans 29 magasins. Les tabacs exotiques sont reçus dans 5 magasins de transit: Bordeaux, Dieppe, Dunkerque, Le Havre et Marseille.

Les manufactures de tabac sont au nombre de 20: Bordeaux, Châteauroux, Dieppe, Dijon, Le Havre, Lille, Le Mans, Lyon, Marseille, Morlaix, Nancy, Nantes, Nice, Orléans,

Pantin, Paris (Gros-Caillou), Paris (Reuilly), Riom, Tonneins, Toulouse. Il existe à Limoges un atelier de construction pour les manufactures de l'État.

Le service dans les manufactures de tabac est partagé entre 5 sections, suivant la nature des produits à fabriquer: 1^{re} section (moullade et préparations générales des feuilles), 2^e section (tabac à priser), 3^e section (tabac à chiquer), 4^e section (scaferlati et cigarettes), 5^e section (cigares). La fabrication y est dirigée par des ingénieurs sortant de l'École Polytechnique.

Le personnel des 21 manufactures était, au 31 décembre 1897, de 726 préposés, hommes et femmes, chargés de la surveillance des ateliers, et

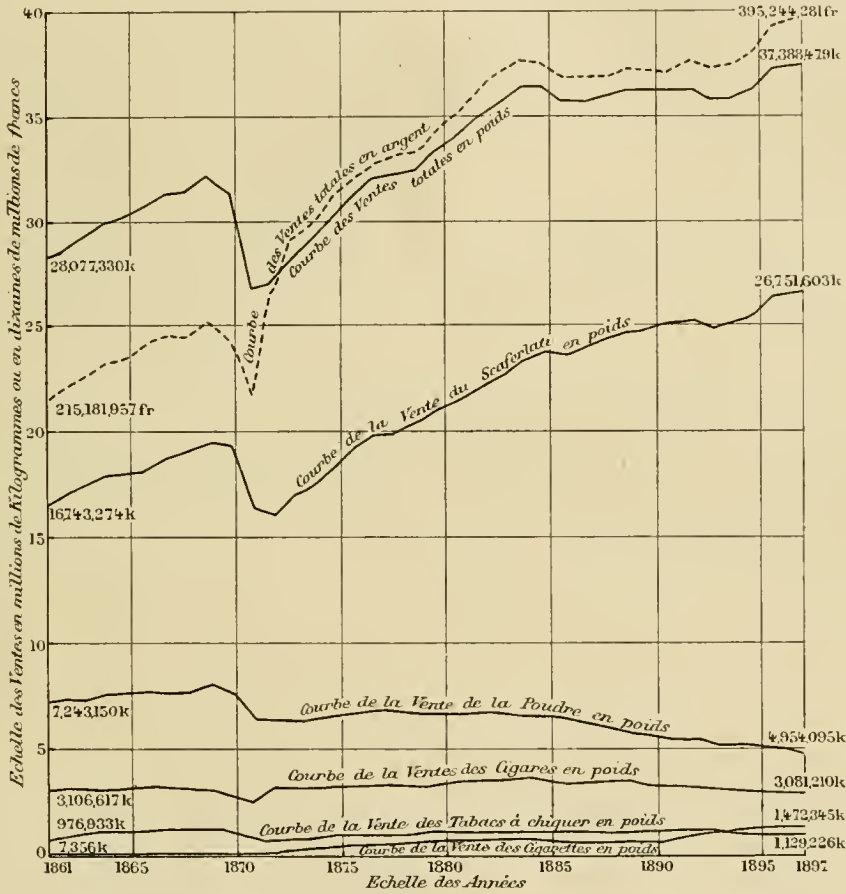


Fig. 3. — Fluctuations de la vente des différentes espèces de tabacs fabriqués de 1861 à 1897.

de 15.137 ouvriers, dont 13.580 femmes. Il a diminué depuis quelques années dans une assez forte proportion, le recrutement des ouvrières ayant été suspendu pendant près de quinze ans.

La consommation totale du tabac a toujours été cependant en augmentation; mais la faveur du public a négligé les cigares, dont la fabrication à la main exige un nombreux personnel, pour se porter sur des produits comme le scæferlati et les cigarettes (fig. 5) qui se font mécaniquement.

Les graphiques de la figure 5 montrent les variations de la vente des différents produits depuis 1861. La courbe des recettes indique que le bénéfice du monopole des tabacs augmente constamment. En 1897, on a vendu 37.388.479 kilos de tabac pour une somme de 395.244.281 francs. Le bénéfice net a été de 325.597.720 francs.

Le taux moyen des salaires pour une journée de 10 heures a été, en 1897, de 5 fr. 32 pour les ouvriers, et de 3 fr. 39 pour les ouvrières. A Paris, ce taux dépasse 6 francs pour les hommes et 4 fr. pour les femmes.

Au point de vue de l'hygiène des ateliers, certains auteurs, évidemment peu informés, n'ont pas craint de parler de « l'état de santé déplorable auquel sont condamnés les gens qui passent leur vie dans les manufactures de tabac, en dépit des précautions qu'on peut prendre pour les garantir des émanations pernicieuses de la nicotine ». Les conditions hygiéniques du travail dans les ateliers

où l'on manipule le tabac sont absolument les mêmes que dans toute industrie, à cela près que l'amélioration du bien-être des ouvriers est l'objet des soins constants de l'Administration, dans les limites où la renferment les crédits votés par le Parlement.

Quant aux prétendues émanations de la nicotine, il suffit, pour en faire justice, de citer cette constatation de M. Schlœsing, consignée dans le *Mémorial des Manufactures de l'Etat*: le taux de nicotine d'un échantillon de tabac, conservé pendant 18 ans, a varié durant tout ce temps de 2,44 % à 2,34 %.

A la torréfaction, opération la plus favorable de toutes au dégagement de la nicotine, puisque le tabac y est porté à une température voisine de 100°, le taux de nicotine ne diminue pas de 0,1 % du poids du tabac. Cette perte, proportionnellement insignifiante, pourrait avoir des effets pernicioseux, par suite de la grande quantité de tabac passant au torréfacteur; mais l'air qui se charge de vapeurs nicotineuses est aspiré par une cheminée spéciale, et ne peut vicier l'atmosphère des ateliers.

En résumé, sans prétendre que les ateliers des manufactures de tabac soient installés dans les conditions idéales, on peut affirmer qu'ils sont établis dans des conditions très convenables et qu'ils pourraient servir de modèle à bien des industries.

A. Leheup,

Ingenieur des Manufactures de l'Etat.

REVUE ANNUELLE DE CHIRURGIE

Comme dans nos précédentes revues, nous exposerons successivement un certain nombre de questions d'ordre général, abordant ensuite le résumé des travaux publiés au cours de l'année sur la chirurgie de divers organes.

I. — QUESTIONS GÉNÉRALES.

§ 1^{er}. — Asepsie et antiseptie.

La question de l'asepsie opératoire reste toujours une des plus importantes de la Chirurgie. Comme, malgré des précautions en apparence minutieuses, on voit encore survenir de temps à autre des accidents septiques, on a cherché le point de départ de ces infections, on a incriminé en particulier les mains de l'opérateur et la projection de particules de salive sur le champ opératoire.

Contre l'infection manuelle, les chirurgiens allemands ont préconisé des gants en filocelle, gants qui, au dire de Berger, sont dangereux, car ils laisseraient passer, bien que cela paraisse paradoxal,

plus de microbes qu'il n'y en a à la surface de la peau. Les gants en caoutchouc seraient parfaits s'ils ne se déchiraient souvent, ce qui est alors dangereux, la peau devenant très vite septique sous ces gants par le fait de la sudation qui amène à sa surface les microbes contenus dans sa profondeur.

Pour éviter l'infection des plaies par la salive, Mikulicz a conseillé l'emploi de masques. Le professeur Berger, qui a adopté cette pratique, se sert d'un masque qui recouvre l'extrémité du nez, les narines, la bouche, la barbe et le devant du cou.

Toutes ces précautions nous semblent un peu exagérées, et actuellement nous nous en tenons au lavage fréquent des mains pendant le cours d'une opération, ayant soin de ne jamais parler avant d'avoir terminé.

§ 2. — Anesthésie.

A différentes reprises, nous avons eu l'occasion de parler des divers modes d'anesthésie dont

dispose le chirurgien. Jusqu'ici, toutes les méthodes décrites pouvaient être classées dans deux groupes : l'un correspondant aux *anesthésies générales* dues à la perte de connaissance consécutive à l'inhalation de divers agents (chloroforme, éther, etc.) ou aux pratiques de l'hypnotisme; l'autre comprenant les diverses *anesthésies locales* causées par le froid, l'injection de la cocaïne, etc., sur les nerfs sensitifs d'une région limitée.

Bier (de Kiel) vient de décrire un troisième mode d'anesthésie qui occupe, pour ainsi dire, le milieu entre l'anesthésie générale et l'anesthésie locale, car, tout en laissant complètement intactes les facultés psychiques du sujet, il insensibilise les deux liers du corps environ.

Après injection d'une solution de cocaïne dans le canal rachidien, il a pu faire sur les membres inférieurs des résections et des évidements osseux sans provoquer la moindre douleur. Par une ponction lombaire, il injecte un demi à trois centimètres cubes d'une solution de chlorhydrate de cocaïne au demi ou à 1 %, introduisant ainsi de 5 à 15 milligrammes de cocaïne dans le canal rachidien. Cinq à huit minutes après l'injection, on voit se produire une analgésie complète des membres inférieurs, qui gagne peu à peu le tronc, peut remonter jusqu'au mamelon et persiste trois quarts d'heure environ. Le tact et la sensibilité thermique persistent, mais la douleur disparaît.

Les expériences de Bier sont encore trop peu nombreuses pour nous permettre de conclure à l'utilité du nouveau mode d'anesthésie qu'il nous présente. Dès aujourd'hui on peut dire qu'il n'est pas sans inconvénient : trois malades sur six ont eu des vomissements et une céphalalgie intense qui a persisté plusieurs jours. Dans une expérience faite sur Bier lui-même, il y eut un écoulement abondant de liquide céphalo-rachidien, ce qui entraîna des vertiges se produisant constamment dans la position debout, et n'ayant cessé qu'après un séjour d'une semaine au lit.

Nous rapprocherons de ces expériences celles inédites faites par un de nos élèves, M. Mignot, qui a pu exécuter diverses interventions sur les extrémités en faisant des injections de cocaïne dans l'atmosphère celluleuse des gros nerfs se distribuant à la région sur laquelle on voulait opérer.

§ 3. — Troubles psychiques post-opératoires.

Deux importantes discussions ont eu lieu sur les *troubles psychiques post-opératoires*, l'une à la Société de Chirurgie de Paris, l'autre au Congrès des aliénistes tenu à Angers. Le résultat de ces longues discussions a été bien exposé dans un article de Marandon de Montyll.

Il faut distinguer les *délires toxiques*, accidents

transitoires, et les *folies*, accidents permanents.

Les délires post-opératoires peuvent éclater chez tous les opérés sans exception, en tant que délire d'empoisonnement médicamenteux et septicémique, et chez tous ceux intoxiqués antérieurement soit par vice, soit par profession, soit par suite d'une maladie organique, tandis que les folies post-opératoires nécessitent, pour se produire, la prédisposition vésanique.

Si on laisse de côté les opérations sur le corps thyroïde, — qui seules ont une action spéciale sur l'intelligence. — toutes les autres ont, relativement aux troubles psychiques post-opératoires, une influence identique, et c'est à tort qu'on a incriminé plus particulièrement les opérations gynécologiques.

§ 4. — Rayons X.

Nous ne mentionnerons pas tous les travaux auxquels a donné naissance l'emploi systématique des rayons X. Pour tout ce qui regarde les fractures et les luxations, l'emploi de ce mode d'examen a fait ses preuves, et aujourd'hui il n'est plus permis de laisser dans le doute une lésion traumatique osseuse ou un déplacement articulaire. Toutes les fois que l'examen ne permet pas de faire immédiatement le diagnostic, il faut recourir à ce mode de recherche.

C'est surtout pour les lésions viscérales que l'emploi des rayons X est encore à l'étude.

Disons que, pour le rein, on a pu en retirer des résultats appréciables. Divers opérateurs ont pu photographier des calculs du rein, et nous-même, dans un cas douteux, nous avons pu faire, d'après une photographie du D^r de Bourgade, le diagnostic d'un néoplasme de l'extrémité supérieure du rein qui, saillant en haut sous le diaphragme, n'était pas accessible au palper abdominal.

II. — TRAITEMENT CHIRURGICAL DE L'ÉPILEPSIE.

A diverses reprises, nous avons déjà eu l'occasion de parler, dans cette *Revue*, du *traitement chirurgical de l'épilepsie*¹. Deux importantes discussions, l'une de la Société allemande de Chirurgie, l'autre de la Société de Biologie, nous amènent à revenir sur cette question.

A la Société de Biologie, la *sympathectomie*, préconisée par M. Chipault, a été l'objet de critiques assez vives. Les expériences de Laborde ont montré que la résection du sympathique, même avec ablation du ganglion cervical supérieur, faite, dans un but préventif ou thérapeutique, chez des cobayes rendus épileptogènes par section du sciatique ou hémisection de la moelle, n'a entravé en rien, chez

¹ Voir *Revue générale des Sciences*, 1892, p. 710; 1898, p. 949.

ces animaux, la marche ou l'intensité des crises épileptoïdes. Ces résections du sympathique ne seraient de plus pas innocentes. Dejerine a insisté sur ce fait que, pour une amélioration problématique, on court le risque de provoquer des troubles trophiques dans le domaine de la face et dans le territoire cérébral; Dupuy a rappelé que la sympathectomie peut entraîner une atrophie cérébrale chez le jeune animal, et Gley, qu'elle est suivie non seulement d'altérations cérébrales, mais encore d'altérations musculaires. Enfin Féré, se fondant sur ce fait que, chez un épileptique, un traumatisme banal entrave pour un temps les crises convulsives, qui reprennent ensuite leur intensité première, pense que la sympathectomie agit comme une opération quelconque, améliore temporairement les malades; mais, qu'avant de parler de guérison, il faut laisser, après l'opération, s'écouler un temps assez long. En somme, le traitement chirurgical de l'épilepsie, au moins en ce qui concerne la sympathectomie, ne paraît que peu goûté par les membres de la Société de Biologie.

Il n'en a pas été de même au Congrès des chirurgiens allemands, où nous voyons exposé et défendu le traitement chirurgical de l'épilepsie. Il est vrai qu'il ne s'agit plus de la sympathectomie, mais de la *trépanation*. Pour que celle-ci donne des succès, il faut, nous disent Kocher, Bergmann, Lauenstein, qu'elle amène une décompression cérébrale, l'augmentation de la tension intra-cranienne étant constante dans l'épilepsie; il ne faut donc pas se borner à trépaner la paroi osseuse, il faut, si l'on veut avoir des succès, inciser la dure-mère; peut-être même est-il indiqué de chercher à empêcher la cicatrisation de l'incision faite à cette dernière, en rabattant, comme l'a conseillé Berezowsky, les lambeaux résultant de l'incision dure-mérienne sur les bords de la perte de substance osseuse.

III. — ABDOMEN.

§ 1. — Foie.

1. *Kystes hydatiques*. — Jusqu'à ces dernières années, il était de règle, dans le traitement des kystes hydatiques du foie, de recourir à l'incision large avec suture des lèvres de l'incision kystique à la paroi abdominale et drainage consécutif. L'opération était incontestablement très simple, mais on voyait, après elle, des suppurations interminables, quelquefois même la production secondaire de fistules biliaires avec des cholérages épuisant les malades. Aussi a-t-on cherché à guérir rapidement les kystes hydatiques aseptiques en enlevant simplement l'hydatide et capitonnant la membrane adventice, comme Delbet, ou même plus simplement en suturant l'incision faite à la membrane

adventice après avoir enlevé le kyste, comme Bobrof l'a conseillé et comme nous l'avons fait après lui. La membrane adventice ne sécrète rien; on peut donc, sans inconvénient, suturer en totalité la poche sans drainer. Ainsi se trouve simplifié d'une manière considérable le traitement consécutif des kystes hydatiques non purpurés du foie.

2. *Néoplasmes*. — L'an dernier, nous avons déjà dit un mot de la possibilité d'extirper des néoplasmes hépatiques. Cette possibilité est bien établie par la publication d'un mémoire de Keen (de Philadelphie), qui a pu réunir 75 opérations. Pour ce chirurgien, le meilleur mode d'excision consiste à employer le thermocautère porté au rouge sombre pour sectionner les parties, liant simplement les gros vaisseaux et tamponnant la plaie à la gaze iodoformée.

§ 2. — Estomac.

Les observations de *gastrectomie* pour cancer se multiplient; on peut dire que, actuellement, il s'agit là d'une opération définitivement entrée dans la pratique.

Il en est de même de la *gastro-entérostomie*. L'excellence des résultats immédiats de cette dernière n'est plus à démontrer. Restaient à étudier les résultats éloignés de l'intervention. Un certain nombre de travaux avaient déjà été publiés soit en France, soit surtout à l'Étranger, lorsqu'avec le D^r Soupault nous avons repris cette étude en examinant en détail l'état de vingt de nos anciens opérés. Le résultat le plus frappant, c'est la disparition ou tout au moins l'atténuation considérable des troubles subjectifs (douleurs, aigreurs, éructations, vomissements); en même temps survient une amélioration très nette dans l'état général (retour des forces et surtout augmentation de poids). Un point intéressant à noter, c'est que le nouvel orifice créé est continent et que la digestion gastrique continue à se faire. L'acidité du contenu stomacal diminue, fait surtout appréciable chez les hyperchlorhydriques, ce qui tient peut-être à l'arrivée presque constante d'un peu de bile dans l'estomac; ce retour n'a manqué que chez un de nos vingt opérés; il nous a paru sans aucun inconvénient, au point de vue de la digestion, fait en accord avec les expériences physiologiques antérieures de Dastre, d'Oddi et de Massek.

Aussi peut-on conclure actuellement que la gastro-entérostomie, qui soulage les malades atteints de cancer du pylore, est merveilleuse dans ses résultats chez ceux atteints de sténose pylorique fibreuse ou d'ulcère douloureux rebelle, malades qui jusqu'ici traînaient, pendant un temps plus ou moins long, une existence misérable entre les mains des médecins.

A propos d'une opération personnelle, nous avons, d'autre part, pu montrer quelle amélioration on pouvait espérer par la *gastrorraphie* combinée à la *gastropexie* chez les malades devenus cachectiques à la suite d'une dilatation avec ptose gastrique.

§ 3. — Appendicite.

L'éternelle question de l'*appendicite* a encore occupé cette année un grand nombre de séances de la Société de Chirurgie. Pour tous les chirurgiens, l'opération est indiquée dans l'*appendicite*; mais, tandis que quelques-uns veulent qu'on opère toujours dans tous les cas, quelles que soient la forme et la période d'évolution de la maladie, d'autres tiennent à prescrire au début le traitement médical (glace sur le ventre, opium et diète hydrique) pour ne procéder à l'ablation de l'appendice qu'une fois la période aiguë terminée. Tout en admettant que, dans certains cas, en présence d'un gâteau inflammatoire indiquant la limitation des lésions, on peut attendre, nous pensons que l'opération idéale est celle qui est faite dans les 48 heures de l'évolution de la maladie. D'une simplicité plus grande encore que l'opération à froid, cette opération précoce épargne au malade une longue période de souffrances, ne le laisse pas exposé pendant un temps assez long aux accidents possibles de la perforation et donne des résultats excellents. Il faut seulement ne la pratiquer qu'avec un diagnostic ferme d'*appendicite* grave, diagnostic qui, pour nous, se fonde sur les signes suivants : brusquerie du début des accidents, douleur localisée, défense de la paroi, élévation simultanée du pouls et de la température. Lorsque ces divers signes ne sont pas réunis, nous préférons nous abstenir et nous borner au traitement médical.

IV. — GYNÉCOLOGIE.

Deux grandes réunions gynécologiques ayant eu lieu cette année, celle de la Société allemande de Gynécologie de Berlin et celle du Congrès international de Gynécologie et d'Obstétrique à Amsterdam, nous pouvons sur quelques points préciser la tendance qui se dégage des discussions.

§ 1. — Fibromes utérins.

L'accord ne semble pas encore fait sur le traitement des fibromes utérins. Les traitements indirects (curettage, électrisation, castration ovarienne, ligature des artères utérines, etc.) semblent avoir perdu un terrain considérable depuis quelques années. L'observation suivie des malades a, en effet, montré que; si ces divers traitements améliorent quelquefois les malades, ils ne les guérissent jamais. On était autorisé à y recourir autrefois à

cause de la gravité des opérations d'exérèse, mais, comme aujourd'hui cette dernière a beaucoup diminué, l'argument ne subsiste plus.

Aussi les discussions n'ont-elles guère porté que sur le meilleur mode d'exérèse. Il est évident que pour tous les myomes pédiculés, saillants dans la cavité utérine, *a fortiori* apparaissant dans le vagin, l'ablation pure et simple par les voies naturelles constitue le traitement de choix. Aussi ne s'est-on pas arrêté à discuter ces cas, sur lesquels l'accord semble fait.

Étant donné que, pour les autres cas, c'est l'ablation de l'organe qui semble le traitement de choix, on a recherché quelle était la voie la meilleure à employer; il semble à cet égard que la voie vaginale ait subi un recul. De l'avis même de ses plus chauds partisans, c'est une opération dont on a beaucoup abusé et dont les indications doivent être plus restreintes qu'on ne l'a dit.

C'est donc la voie abdominale qui convient au plus grand nombre des fibromes. Quelle opération pratiquera-t-on par cette voie? Un certain nombre de gynécologues conseillent de faire simplement des myomectomies abdominales. Théoriquement, ces myomectomies semblent devoir être le meilleur de tous les traitements: elles suppriment la ou les tumeurs, conservant à la fois l'utérus, les ovaires et les trompes. En pratique, elles ont des inconvénients, car on ne sait jamais si l'on a enlevé tous les noyaux fibromateux, si bien que l'opération laisse la malade dans des conditions telles qu'une nouvelle opération devient secondairement nécessaire. Aussi, ses partisans sont-ils moins nombreux que ceux qui veulent qu'on recoure à l'amputation de l'organe. Disons cependant que lorsqu'on trouve un gros myome pédiculé ou tout au moins extériorisé de l'utérus, on peut se borner à son ablation.

Le plus souvent, c'est à l'ablation de l'organe que l'on a recours, les uns la faisant totale, les autres se bornant à l'amputation supravaginale, conservant même quelquefois, comme Zweifel, une certaine étendue de la muqueuse utérine pour éviter à la malade les désagréments parfois fort pénibles d'une ménopause anticipée et artificielle.

En tous cas, il semble inutile d'enlever les ovaires s'ils sont sains, leur conservation ayant un certain intérêt, car elle permet à ces organes de continuer leur sécrétion interne, qui n'est peut-être pas sans importance.

§ 2. — Rétrodéviation utérines.

La discussion qui eut lieu au Congrès d'Amsterdam sur le *traitement des rétrodéviations utérines* a montré qu'aujourd'hui les gynécologues ont, pour la plupart, abandonné l'hystéropexie, tant abdominale que vaginale, la création d'une fixation patho-

logique de l'organe n'étant pas toujours sans inconvénient tant au point de vue des conceptions ultérieures (hystéropexies vaginales) qu'à celui de la création dans l'abdomen de brides pouvant ultérieurement être le point de départ d'un étranglement intestinal (hystéropexies abdominales). C'est au raccourcissement des ligaments ronds, soit par la voie suspubienne médiane, soit par la voie inguinale qu'il faut recourir, n'hésitant pas, quelle que soit la voie adoptée, à toujours ouvrir le péritoine et à examiner les annexes, toutes les fois qu'on n'est pas sûr de leur intégrité.

§ 3. — Cancer de l'utérus.

L'an dernier, dans notre revue¹, nous avons déjà parlé des opérations abdominales faites contre le cancer de l'utérus et des tentatives d'ablation par cette voie de cancers étendus; nous disions, à ce moment, que ces essais ne nous semblaient pas devoir être couronnés de succès et que, si l'on voulait arriver à la cure du cancer de l'utérus, il fallait à la fois faire un diagnostic précoce et une opération précoce. Les faits publiés nous ont donné raison. On continue aujourd'hui à préconiser la voie abdominale: mais ce n'est plus, comme il y a un an, pour attaquer des cas inextirpables par le vagin, c'est pour enlever plus largement les cancers qu'on traitait autrefois par l'hystérectomie vaginale. On revient aux moyens purement palliatifs pour les cancers étendus.

§ 4. — Valeur de l'antisepsie et de la technique dans les résultats de la gynécologie opératoire.

La question mise à l'ordre du jour au Congrès d'Amsterdam était: *Valeur relative de l'antisepsie et des perfectionnements de la technique dans les résultats actuels de la gynécologie opératoire.*

Il y a eu sur ce point accord à peu près complet entre les divers orateurs qui ont pris part à la discussion. Il leur a semblé que si, depuis l'emploi de l'antisepsie, quelques améliorations ont été dues au perfectionnement des méthodes de stérilisation, elles n'occupent qu'une petite place à côté de celles qu'ont amenées les modifications de la technique.

A cet égard, l'introduction en gynécologie de l'hystérectomie vaginale a, au dire de quelques-uns, constitué un progrès considérable. Sur ce point cependant les avis sont partagés. Au contraire, tout le monde semble aujourd'hui parfaitement d'accord sur les améliorations qu'ont apportées dans les résultats les modifications de la technique des opérations abdominales; la limitation exacte du champ opératoire, obtenue par l'emploi méthodique de compresses stérilisées et facilitée tant par la posi-

tion élevée du bassin que par une bonne chloroformisation: la suppression des gros moignons et des ligatures en chaînes: la suppression des surfaces cruentées par l'enfouissement des ligatures sous une suture soignée du péritoine du petit bassin, sont autant de points qui, par leur mise en pratique, ont grandement modifié les résultats de la gynécologie abdominale.

§ 5. — Opérations sur le col et grossesse.

A la Société Obstétrique et de Gynécologie de Paris, une longue discussion a eu lieu sur la question des *suites des opérations pratiquées sur le col utérin au point de vue des grossesses et des accouchements ultérieurs.* Des diverses communications faites, il semble ressortir que, si les accoucheurs ont observé quelquefois, à la suite de ces opérations, soit des troubles fonctionnels au cours de la grossesse, soit même des accidents graves au moment de l'accouchement, cela résulte de ce que les opérations ont été exécutées dans de mauvaises conditions, en particulier de ce fait qu'elles ont abouti à la création de tissu cicatriciel. Si donc on veut, à la suite d'une quelconque des opérations plastiques pratiquées sur le col, avoir de bons résultats, il faut la faire avec soin et réaliser, tant par une antisepsie parfaite que par une coaptation exacte des parties, une réunion parfaite qui se fera, dès lors, sans tissu cicatriciel consécutif.

V. — OBSTÉTRIQUE.

Bien que nous n'abordions que rarement dans cette revue les questions obstétricales, comme plusieurs de ces questions ont été traitées et tranchées au Congrès international d'Amsterdam, disons deux mots sur les conclusions auxquelles on est arrivé.

La première discussion a porté sur l'*influence de la position sur la forme et les dimensions du bassin.*

Il est définitivement établi que les variations des dimensions du bassin dans les différentes attitudes ont été non seulement soupçonnées, mais étudiées expérimentalement avant Walcher, que quelques Allemands regardent à tort comme l'auteur de cette découverte. D'autre part, l'expérimentation sur des cadavres de femmes mortes en état puerpéral a montré que l'agrandissement du détroit supérieur produit par l'hyperextension forcée est loin d'être aussi considérable que le prétend Walcher: il ne dépasse pas en moyenne 3 millimètres. La discussion du Congrès a donc abouti à confirmer les conclusions posées par Varnier, en France, dès 1896.

La deuxième question à l'ordre du jour portait sur l'*indication de l'opération césarienne considérée en rapport avec celle de la symphyséotomie, de la craniotomie et de l'accouchement prématuré artificiel.*

¹ Voir *Revue générale des Sciences*, 1898, p. 951.

Le pivot de la discussion a été un Rapport documenté du Professeur Pinard, contre lequel sont venues se heurter des argumentations de détail. Il est à regretter que, dans cette discussion d'importance capitale, la plupart des orateurs n'aient pas apporté la statistique intégrale de tous les cas d'accouchements dans des bassins viciés, qu'ils ont eu à traiter. La discussion aurait gagné en précision et en intérêt. Quoi qu'il en soit, il semble, d'après les communications faites, qu'à l'heure actuelle, pour les bassins à diamètre utile supérieur à 65 millimètres, le débat soit scientifiquement circonscrit entre la symphyséotomie et l'opération césarienne à indication relative.

VI. — QUESTIONS DIVERSES.

§ 1. — Effets des projectiles de guerre.

Bien que les plaies produites par les armes de guerre ne se rapprochent pas des plaies opératoires, nous croyons intéressant de dire ici un mot de l'effet de certains projectiles, l'armée anglaise ayant utilisé, dans les derniers combats qu'elle a livrés, soit aux Indes, soit au Soudan, des projectiles perfectionnés.

Aux Indes, les Anglais se sont servis de balles dites *Dum-Dum bullet*, balles de plomb à chemise de nickel incomplète (à l'extrémité, le plomb dépasse le nickel), si bien que l'on dénomme encore ces projectiles *balles à pointe découverte*. Dans une série d'expériences faites sur des cadavres à Tubingen, Bruns a montré que ces projectiles produisent des lésions infiniment plus graves que celles de tous ceux employés jusqu'ici. Les parties molles sont dilacérées en une foule de lambeaux; il y a comme une véritable explosion à l'intérieur des tissus; les lésions sont encore plus marquées si la balle a frappé un os. Cet effet considérable est dû à la déformation du projectile.

La pointe non revêtue de chemise s'aplatit au contact de la peau, et cette déformation du plomb fait sauter la chemise en de nombreux fragments enroulés. Le plomb lui-même éclate en une multitude de morceaux, qui se dispersent dans les tissus de l'organisme.

Au Soudan, on a vu paraître un nouveau type de balles, *la balle à pointe creuse*, qui offre à sa pointe une petite cavité ouverte tapissée entièrement par la chemise en nickel du projectile. Ses effets ont été de même étudiés par Bruns. Dans le tir à grande distance à plus de 600 mètres, cette balle ne subit que peu de déformation et ses effets sont alors à peu près analogues à ceux d'une balle pleine; mais, à des distances plus courtes, la chemise nickelée éclate près de sa pointe et le plomb s'étale en champignon au-devant d'elle, en provoquant de

vastes déchirures. Les lésions osseuses sont plus graves qu'avec la balle Dum-Dum. Enfin, les ravages sont épouvantables, lorsque la balle à pointe creuse pénètre dans un organe cavitaire contenant du liquide, la balle éclatant alors en un grand nombre de morceaux qui transpercent et détruisent les tissus tout autour.

Ces diverses balles sont donc, au point de vue de leur action, de véritables balles explosibles, et comme telles seraient interdites d'après la convention internationale signée à Saint-Petersbourg en 1868, si les conventions entre États avaient une importance aussi grande que les conventions entre simples particuliers. Comme on a de plus en plus tendance à réduire le calibre de la balle, il est à craindre qu'on ne soit dans l'avenir tenté de compenser la diminution de calibre par une augmentation du pouvoir destructeur, et qu'on arrive ainsi non plus à rendre incapables de combattre pour un temps les blessés, mais à rendre définitivement infirmes ceux qui n'auront pas été tués sur le coup.

§ 2. — Traitement de la furonculose.

Nous terminerons cette revue par l'exposé d'un nouveau traitement d'une affection banale, qui n'a rien à voir avec ce qu'on appelle la grande Chirurgie, mais qui néanmoins est intéressante par sa fréquence, et par la résistance qu'elle opposait autrefois à nos médications, nous voulons parler du traitement des vulgaires clous qui, par leur répétition, constituent chez certains malades une véritable source d'ennuis.

Dès 1852, un médecin anglais Mosse déclarait avoir traité avec succès les furoncles par de la levure de bière donnée à la dose de trois cuillerées à café par jour, délayée dans un peu d'eau; mais son travail n'attira pas l'attention des médecins et il faut arriver jusqu'à cette année, pour voir ce traitement, préconisé depuis 1894 par les médecins du Nord, en particulier par Debouzy, se vulgariser.

Sans donner des résultats constants, ce traitement des furoncles par la levure de bière guérit, semble-t-il, plus de malades que tous les traitements conseillés jusqu'ici. Il suffirait, nous dit Brocq, de prendre trois fois par jour, au commencement de chaque repas, une à trois cuillerées à café de levure de bière fraîche, délayée, dans un verre à Bordeaux, d'eau ordinaire ou d'eau minérale alcaline. Le seul inconvénient de cette médication serait de donner quelquefois de légers troubles gastro-intestinaux (pesanteurs d'estomac, aigreurs, renvois acides, diarrhée).

D^r Henri Hartmann,

Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Paris,
Chirurgien des Hôpitaux.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Smith (William Benjamin), *Professeur de Mathématiques à l'Université de Tulane. — Infinitesimal Analysis. Vol. I : Elementary. Real Variables. — 1 vol. in-8° de 352 pages avec figures. Macmillan et C^o, éditeurs. Londres, 1899.*

Dans plusieurs traités d'Analyse, parus ces dernières années, on expose simultanément le calcul différentiel et le calcul intégral. Cette méthode offre, en effet, de grands avantages lorsqu'il s'agit de l'enseignement des éléments. C'est aussi celle qu'a adoptée M. Smith dans son traité d'Analyse infinitésimale.

Le premier volume, qui seul vient de paraître, est consacré à l'Analyse des variables réelles. Il contient, avec quelques innovations, l'ensemble des matières que l'on trouve dans tous les ouvrages élémentaires. Nous pouvons donc nous borner à indiquer les titres des neuf chapitres que comprend ce volume, afin de donner une idée de la marche suivie par l'auteur :

I. Notions fondamentales et opérations. — II. Intégration. — III. Applications; séries; formes indéterminées; maxima et minima. — IV. Interprétation géométrique des dérivées d'ordre supérieur; contact; concavité et convexité; courbure d'une courbe plane; cercle osculateur. — V. Problèmes divers d'intégration; quadrature; rectification; volume; applications. — VI. Dérivées partielles; changement de variables; élimination. — VII. Intégration partielle. — VIII. Différentiation et intégration sous le signe f ; la fonction Γ . — IX. Tracé d'une courbe donnée par son équation.

Ce qui fait le mérite de cet ouvrage, c'est que son auteur est à la fois un excellent mathématicien et un professeur expérimenté. M. Smith a groupé dans ce volume l'ensemble des notions fondamentales indispensables à une étude approfondie de l'Analyse et il les a présentées avec beaucoup de clarté en s'efforçant toujours de maintenir l'exposé à la portée de l'étudiant. Un grand nombre d'exercices et de problèmes ont été placés à la fin des divers chapitres.

H. FEHR,

Privat-docent

à l'Université de Genève.

Knap (Géorgia), *constructeur-mécanicien. — Les Secrets de fabrication des Moteurs à essence pour motocycles et automobiles. — 1 vol. in-8° de 336 pages avec 95 figures (Prix : 18 fr. 50.) V. Martet, imprimeur-éditeur. Troyes, 1899.*

Le moteur à essence est un merveilleux engin que beaucoup de constructeurs ont la tentation de réaliser, parce qu'il n'offre au premier abord aucune complication; mais, sous son apparente simplicité, beaucoup de difficultés se cachent, contre lesquelles n'est pas suffisamment en garde quiconque n'a pas de ce moteur une pratique approfondie. Un ingénieur, M. Géorgia Knap, constructeur lui-même d'un moteur connu, s'est donné pour tâche de faciliter à ses successeurs leurs débuts dans cette fabrication toute spéciale.

Il commence par les prémunir contre la constatation qui les attend, lors de l'essai de leur moteur, même si celui-ci est né viable, qu'il ne donne pas la force pour laquelle il a été calculé; le moteur reste le premier jour inférieur à ce qu'il sera peut-être plus tard pour des raisons bien diverses: le cylindre n'a pas été du premier coup bien alésé, le piston est trop juste ou mal rodé, les segments n'épousent pas bien la forme du cylindre, les soupapes (surtout celles d'échappement) fonctionnent mal, l'allumage n'est pas bien réglé. Toutes ces causes heureusement peuvent être guéries

et l'ouvrage de M. Knap indique leurs remèdes dans ses chapitres successifs.

Le second est consacré à l'étude du cylindre (pour lequel il indique un procédé d'alésage fort exact), aux pistons, aux segments, aux bielles, dont l'accouplement et le graissage doivent être fort précis pour éviter le grippage.

Le chapitre III s'occupe de l'aspiration, des dimensions et de l'emplacement à donner aux soupapes, des précautions à prendre pour éviter dans le carburateur des retours de flamme, qui pourraient provoquer une explosion.

Le chapitre IV traite de l'échappement, autrement délicat que l'aspiration; il préconise la soupape en nickel, brasée sur tige d'acier recouverte de nickel, pour éviter la corrosion par les gaz brûlés. Il montre l'utilité d'assurer à l'échappement une avance qui lui est encore plus nécessaire qu'à l'allumage, et au contraire une fermeture coïncidant bien avec la fin de la course d'échappement du piston. On peut dire que si l'échappement n'est pas la fonction vitale du moteur, la façon dont il est réglé décide pourtant de la marche de ce dernier. Par quelques considérations sur les moteurs à ailettes, qui seraient peut-être mieux placées dans le chapitre XI, relatif au refroidissement des cylindres, M. Knap semble leur prédire la victoire commerciale, à cause de leur simplicité et de leur bas prix: il reconnaît pourtant que jusqu'ici, au-dessus d'une certaine force, le refroidissement par un courant d'air reste nécessaire.

Dans le chapitre V est décrit l'allumage électrique; il a la préférence de l'auteur, à cause de son élasticité, qui lui permet d'assurer si bien la bonne utilisation du mélange combustible et qui a, sur l'allumage par brûleurs, l'avantage de permettre la marche malgré que la compression soit faible; avec ces derniers, si la compression descend au-dessous d'un taux assez voisin de sa normale, l'allumage ne se produit plus, parce que les gaz neufs n'arrivent pas au contact du tube, et la voiture reste en panne.

Le chapitre VI montre l'intérêt d'adapter à chaque carburateur un allumage approprié: aux carburateurs à léchage, l'allumage électrique; aux carburateurs à pulvérisation, l'allumage par tubes. L'intensité de l'allumage a aussi son importance: des expériences personnelles ont montré à M. Knap que la substitution d'un appareil Houppied, basé sur l'emploi d'une magnéto, à un simple accumulateur, a produit pour un moteur un gain de force très appréciable.

Dans le chapitre VII, l'auteur montre que beaucoup d'éléments: le volume de la cylindrée, le taux de la compression sont, dans la construction des moteurs, régis par le seul empirisme, sans souci véritable de leur importance, notamment au point de vue de la consommation d'essence. Nous partageons absolument cette manière de voir: l'automobile, restée jusqu'ici l'apanage des riches amateurs, qui dépensent sans compter, ne se vulgarisera réellement que le jour où elle sera devenue plus économique.

Dans le chapitre VIII, M. Knap s'élève contre la majoration qui, à son avis, et surtout pour les moteurs à un seul cylindre, est complaisamment attribuée à leur puissance en chevaux. Cette critique assez vive aura eu le bon effet de provoquer un concours de moteurs, dont la *Locomotion automobile* vient avec beaucoup de raison de prendre l'initiative.

C'est de la régulation du mouvement que traite le chapitre IX: les moteurs à allumage électrique, dont la vitesse peut être modérée par une variation appro-

priée de l'avance à l'allumage, n'ont pas, en général, d'organe particulier de régulation; celui-ci est, au contraire, indispensable avec l'allumage par brûleurs, qui n'offre aucun moyen d'empêcher l'emballement du moteur, pendant la marche à vide. Ce même chapitre décrit quelques types de carburateurs.

Les deux suivants examinent les principales causes d'arrêt ou de mauvais fonctionnement des moteurs à allumage électrique et à brûleurs. Des tableaux, d'un grand intérêt pratique, les énumèrent et tracent la marche à suivre pour les reconnaître méthodiquement et les faire cesser.

Le chapitre XII s'occupe du refroidissement des cylindres, des dépôts calcaires auxquels donne lieu le courant d'eau qui est souvent chargé de le réaliser.

Dans le chapitre XIII, l'auteur raconte l'histoire des principales pannes qu'il a subies dans sa pratique de chauffeur de la première heure. Comme la plupart guettent celui de la seconde, la lecture leur en sera des plus profitables.

Le dernier chapitre traite la question, si importante en pratique, du graissage.

Le livre est écrit en un langage fort clair, sans formules prétentieuses, d'une lecture facile pour tous : il est parsemé de renseignements utiles que l'on chercherait vainement ailleurs.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Cauro (J.), Préparateur au Laboratoire des Recherches physiques à la Sorbonne. — Mesures sur le Microphone. (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.) — 4 vol. in-8° de 60 pages avec figures. G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris, 1899.

La thèse de M. Cauro est une importante contribution à l'étude expérimentale du téléphone et du microphone. Il s'est particulièrement attaché à un point qui n'avait jamais été traité avec exactitude et netteté : la mesure de l'amplitude des vibrations sonores produites au transmetteur ou au récepteur.

Pour opérer sur quelque chose de défini, l'auteur emploie exclusivement des sons musicaux. Il a recours à des diapasons, entretenus électriquement, munis de leur caisse de résonance. On notera chaque fois la hauteur du diapason choisi, et l'amplitude de la vibration des branches du diapason, amplitude qu'il est aisé de mesurer par une méthode optique.

Mais ce qu'il importe de connaître, c'est l'amplitude du mouvement vibratoire de l'air provoqué par le diapason, à une distance donnée de la caisse de résonance (15, 16, 20 centimètres, par exemple). Il faut savoir quelle est l'amplitude de l'onde sonore qui frappe la plaque du microphone. M. Cauro a dû, à cet effet, constituer un appareil de mesure de l'intensité des sons.

Après divers essais, il s'est arrêté à une membrane de baudruche caoutchoutée, très légèrement tendue et placée sur un petit tambour. Au centre de cette membrane est collé un tout petit disque de verre, et sur celui-ci, tout droit, un fil de verre rigide portant une petite feuille d'aluminium mince, percée d'un trou. Ce trou, très vivement éclairé, est examiné avec un bon microscope muni d'un micromètre oculaire : on mesure aisément la longueur de la ligne lumineuse dessinée au cours de la vibration. M. Cauro a eu soin de vérifier que la membrane ainsi placée au voisinage de la caisse de résonance d'un diapason vibre exactement à l'unisson, et donne, comme le diapason, une vibration harmonique sans introduction d'aucun mouvement propre, d'aucun son supérieur; en combinant, par une méthode optique, la vibration du diapason lui-même et celle de la membrane, il a réalisé, en effet, des courbes de Lissajous parfaitement régulières, ne décelant la présence d'aucun harmonique. Il semble donc qu'on a, dans ce petit appareil si simple, un moyen de faire de bonnes mesures — au moins des mesures relatives — de l'amplitude des vibrations de l'air.

Pour mesurer l'amplitude des vibrations de la membrane du microphone ou de la plaque du téléphone récepteur, on n'a pu employer une méthode analogue. Les déplacements n'étant que de quelques microns au lieu de se compter par centièmes de millimètre. On a produit entre la membrane vibrante et une lentille de verre fixe des anneaux de Newton : ils se troublent durant la vibration; on les observe par une méthode stroboscopique et, en ralentissant leur mouvement, on peut les suivre et mesurer l'amplitude du déplacement des franges.

Dans ses mesures électriques, M. Cauro adopte également des méthodes et des appareils marqués au coin de la simplicité la plus ingénieuse. Il indique une transformation de l'électrodynamomètre de Giltay qui permet d'en obtenir, par une méthode de zéro, la mesure rigoureuse de l'intensité efficace des courants téléphoniques, au moins tant qu'ils restent des courants alternatifs sinusoïdaux. D'un simple fil métallique rectiligne parcouru par le courant variable, et placé dans un champ magnétique intense, il fait un oscillographe; et en attachant à ce fil métallique, disposé horizontalement, un fil de soie qui supporte un charbon de microphone, il en fait un relais microphonique.

Les principales conclusions sont les suivantes :

Le circuit primaire, comprenant une pile, le microphone et le primaire d'une bobine d'induction, étant parcouru en temps normal par un courant continu, la vibration du microphone a pour effet de superposer à ce courant continu un courant alternatif, dont l'intensité efficace est une fraction de l'intensité du courant continu. Cette fraction atteint $1/4$ environ pour les sons les plus intenses qu'on puisse transmettre sans crachements. *L'intensité efficace du courant alternatif est sensiblement proportionnelle à l'amplitude de la vibration sonore qui actionne l'appareil*, contrairement à ce que pensait Maxwell.

Dans le circuit secondaire (comprenant le secondaire de la bobine d'induction, une ligne artificielle variable faisant l'effet d'une ligne réelle de même valeur nominale, et le téléphone), la f. é. m. efficace, en circuit ouvert, n'a pas dépassé 1,5 volt; la différence de potentiel aux bornes du téléphone ne dépasse pas quelques centièmes de volt. L'intensité efficace du courant secondaire est de l'ordre du cent millième d'ampère : *elle est encore sensiblement proportionnelle à l'amplitude de l'onde sonore, et ne semble pas varier avec la période*. Le déplacement de la membrane téléphonique sera donc proportionnel à l'amplitude de l'onde agissante, et ne dépend pas de la période; on s'explique ainsi que, au moins pour les sons musicaux, le timbre ne soit pas altéré par la transmission téléphonique.

Ces indications suffiront pour montrer l'intérêt scientifique en même temps que l'intérêt pratique de l'étude de M. Cauro. Pourquoi faut-il que le jeune savant, qui débutait si brillamment dans la carrière de la recherche scientifique, nous ait été enlevé par cette mort tragique dont la nouvelle a causé une émotion universelle?

BERNARD BRUNHES,
Professeur de Physique
à la Faculté des Sciences de Dijon.

Mourlot (A.), Préparateur-adjoint à l'École des Hautes-Études. — Recherches sur les Sulfures métalliques. (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.) — Brochure in-8° de 68 pages. Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1899.

M. Mourlot a appliqué les hautes températures du four électrique à l'étude des sulfures. L'emploi du four électrique, avec lequel M. Moissan et ses élèves ont obtenu des résultats très nouveaux, permet, en effet, non seulement d'atteindre des températures énormes, évaluées à 3.500°, mais encore de graduer la chaleur fournie, tant pour l'intensité que pour la durée. L'arc électrique est donc devenu un agent à la fois puissant et docile. En appliquant ainsi la chaleur avec précaution, et en quelque sorte aux doses les mieux choisies,

M. Mourlot effectue dans un même creuset soit la préparation d'un sulfure, lorsqu'il chauffe, par exemple, le sulfate correspondant avec du charbon, qui le réduit, soit la destruction ou la volatilisation de ce sulfure, lorsqu'il insiste sur l'intensité de la chaleur ou sur la durée pendant laquelle il la fournit. Les sulfures de manganèse, d'aluminium, de magnésium, fondent au creuset électrique sans se volatiliser; au contraire, les sulfures de zinc, de cadmium, de plomb, d'étain, se volatilisent; le sulfure de zinc, volatil à ces hautes températures, se dépose dans les régions moins chaudes sous forme de wurtzite.

Le travail de M. Mourlot a précisé les notions acquises sur les sulfures. Il a fait voir que plusieurs d'entre eux, préparés d'abord à l'état amorphe, peuvent cristalliser. Certains d'entre eux, comme ceux de magnésium et de manganèse, acquièrent aux températures élevées de l'arc électrique une densité plus grande que leur densité habituelle; malgré ce changement de densité, la chaleur que dégage, dans les acides, l'une ou l'autre de ces variétés, est la même dans les deux cas.

LÉON PIGEON,

Professeur adjoint à l'Université de Dijon.

3° Sciences naturelles

Boirivant (Auguste). — *Recherches sur les Organes de remplacement chez les Plantes.* (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.) — 1 brochure in-8° de 100 pages avec 3 planches et 16 figures. Masson et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1899.

Par cultures en solution ou sur terre tamisée, l'auteur a étudié expérimentalement les différentes phases de remplacement d'un organe détruit par un organe analogue. Les individus blessés ont été comparés à des échantillons intacts de même espèce et de même âge.

La destruction de la racine principale a pour effet de produire un système radicellaire plus développé que si la plante était restée intacte. Les radicelles de remplacement modifient leur structure en augmentant le nombre de leurs faisceaux primaires et des vaisseaux qui les constituent; les formations secondaires sont en outre plus abondantes et plus précoces.

En définitive, la radicelle de remplacement a une structure qui ressemble plus à celle d'une racine principale qu'à celle d'une radicelle ordinaire.

En ce qui concerne la tige, les résultats sont analoges: le rameau latéral de remplacement à qui incombe la fonction de tige principale crée une structure corrélatrice.

Le chapitre relatif au remplacement des feuilles par les tiges indique aussi d'une façon détaillée le résultat anatomique de la mutilation. Quand on enlève les feuilles d'une plante on voit nettement augmenter la coloration verte des tiges; les tissus chlorophylliens sont plus abondants et le nombre des stomates s'accroît. C'est le résultat d'un balancement organique qui est imposé à la plante par les conditions désavantageuses auxquelles on la soumet. On peut dire, en résumé, qu'une mutilation mécanique impose, plus ou moins, à la partie restante, de suppléer à la fonction qui appartenait à la partie enlevée. Celle-ci modifie sa structure dans une mesure variable, parfois très accentuée.

Comme l'indique M. Boirivant, les lésions du végétal sont parfois trop importantes pour que les individus blessés atteignent un développement comparable à celui des plantes témoins. Il eût été intéressant d'aborder un peu cette partie de la question, en l'envisageant au point de vue de la biologie générale. Les résultats dans cette ligne eussent été variés et peut-être d'une certaine importance philosophique.

L'auteur s'était proposé une étude morphologique qui a été bien conduite et qu'on lira avec intérêt.

EDMOND GAIN,

Maitre de Conférences
à la Faculté des Sciences de Nancy.

Bousquet (Fernand), Préparateur des Travaux pratiques de Chimie à la Faculté de Médecine de Paris. — *Recherches cryoscopiques sur le Sérum sanguin. La Plasmolyse et l'Isotonie chez les êtres vivants.* — 1 vol. in-8°, de 136 pages. E. Bernard et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1899.

Dans son développement régulier, la Physico-Chimie pénètre peu à peu la Biologie; nous la voyons aborder l'étude des milieux liquides de l'organisme. Il faut savoir gré à M. F. Bousquet de nous avoir donné, dans sa thèse inaugurale, une monographie bien faite où se retrouvent un exposé complet de la question, en même temps qu'un lot important de recherches originales.

Le chapitre premier est consacré aux généralités de la cryoscopie; puis viennent les applications à la Biologie, les travaux des botanistes (Traube, de Vries), l'action de l'eau et des solutions salines sur les globules sanguins, les applications de la cryoscopie à l'étude de la tension osmotique des liquides de l'organisme et spécialement du sérum sanguin. Signalons une bonne étude de l'abaissement du point de congélation du sérum des diverses espèces et, chez le même individu, du sérum prélevé dans différents territoires vasculaires à l'état normal ou au cours des procès pathologiques. C'est ici que se placent les résultats qui appartiennent en propre à l'auteur.

Ces résultats établissent que la tension osmotique présente, dans le sang pathologique, de grands écarts ($\Delta = -0,49$ à $-1,04$); mais aucune loi bien nette ne paraît se dégager des valeurs trouvées.

Nous en dirons tout autant des travaux de Koranyi, Fisch, Kovacs et autres auteurs, sur l'application de la pression osmotique à la formation de la lymphe, à l'excrétion de l'urine, à l'absorption intestinale, etc., etc.

C'est à bon droit que l'auteur leur fait une large place dans sa thèse: car ces tentatives sont d'un grand intérêt et méritent d'être suivies avec persévérance. Mais ce ne sont encore que des tentatives; aucune conclusion saillante n'apparaît, pour le moment.

Koranyi, par exemple, aboutit, au terme d'un travail très consciencieux, à cette affirmation qui n'est peut-être pas très neuve, à savoir que la tâche principale du rein consiste à maintenir constante la composition du sang.

On aurait tort cependant, en mettant en parallèle l'effort déployé et les résultats acquis, de dédaigner ces tentatives. Elles semblent avoir établi que les phénomènes physiologiques, tels que l'excrétion urinaire, ne sont pas sous la dépendance exclusive de la pression osmotique; mais, d'autre part, ce facteur paraît bien avoir un rôle dans ces phénomènes complexes, et c'est à définir ce rôle qu'il faudra s'attacher désormais; car on pressent qu'il y a là un chapitre nouveau de Physico-Chimie à éclairer par des travaux nombreux et bien faits.

Ce n'est pas exagérer le mérite de M. E. Bousquet que de classer sa thèse parmi ces travaux: elle en est digne à tous égards et par la mise au point de la question et par l'effort personnel qu'elle révèle.

Ajoutons qu'un grand nombre de renseignements pratiques et une longue bibliographie de ce sujet encore peu connu, complètent heureusement cette monographie.

Dr L. HUGOUNEQ,

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

4° Sciences médicales

Bard (L.), Professeur à la Faculté de médecine de Lyon. — *Précis d'Anatomie pathologique (2^e édition).* — 1 vol. in-12 de 804 pages avec 125 figures. (Prix: 8 fr.) G. Masson et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1899.

M. Bard considère le *Précis d'Anatomie pathologique*, dont il vient de faire paraître une 2^e édition, plutôt « comme un manuel propre à servir de guide aux observations personnelles de chacun » que « comme un résumé d'Anatomie pathologique destiné à la prépara-

tion des examens ». Qu'il nous permette d'affirmer que son ouvrage pourra rendre des deux façons les plus grands services.

Les considérations générales par lesquelles s'ouvre l'ouvrage, celles qui sont semées partout et qui impriment à tous les chapitres un cachet philosophique, l'ordonnement méthodique des matières suivant la règle didactique, tout cela est d'un véritable *Traité d'Anatomie pathologique*. Ce *Traité* a pu être réduit néanmoins aux proportions d'un *Précis*. Il a été, en effet, presque complètement débarrassé des données historiques et des indications bibliographiques. Il fait, au début de chaque chapitre, l'économie du chapitre traditionnel d'anatomie normale de l'organe, et suppose cette anatomie connue. Il laisse de côté les lésions des organes génitaux, des organes des sens et de la peau, sous prétexte que les affections de ces divers organes font aujourd'hui l'objet d'enseignements spéciaux : suppression qui ne nous paraît justifiée au point de vue pratique que pour les maladies de la peau, et qui théoriquement est inadmissible ; car les sectionnements de la Pathologie nécessités par les besoins de l'enseignement clinique ne sauraient entamer en rien l'unité de l'Anatomie pathologique, pas plus que l'Électricité ne doit cesser d'être un chapitre de la Physique du jour où l'Electrothérapie a pris naissance. Les lésions les moins importantes et les plus rares des divers organes ont été avec raison négligées. Grâce à ces diverses éliminations, le *Traité d'Anatomie pathologique* est devenu un *Précis*, convenant parfaitement aux étudiants ; ils y trouveront la substance compacte d'un énorme volume, condensée dans des descriptions où la concision ne fait aucun tort à la clarté.

Cet ouvrage peut aussi servir de guide aux travailleurs, qui sont, au premier lieu, les étudiants eux-mêmes, à présent que la pratique de l'Anatomie pathologique est devenue une nécessité d'examen. Une technique des autopsies, qui termine ce volume, sera très utile. De bonnes figures aident à l'intelligence du texte ; elles ont cependant le tort d'être trop rares, et souvent elles ne font que traduire purement et simplement le texte par un graphique, au lieu de représenter la réalité tout en la schématisant.

Écrit pour les étudiants, ce « modeste *Précis* », comme veut le nommer l'auteur, est cependant un ouvrage scientifique d'une haute portée. M. Bard y a rassemblé pour des savants les doctrines personnelles qu'il avait répandues dans un grand nombre de mémoires. Se fit-il trompé, en écrivant pour les savants alors qu'il croyait rédiger pour des étudiants, que l'auteur n'aurait trompé ni les uns ni les autres. Les savants seront heureux de trouver dans ce livre un véritable régal de théories intéressantes. Aux étudiants mêmes, il faut non seulement des descriptions, mais encore l'interprétation théorique des faits ; l'étudiant studieux, en effet, n'accepte comme utile que le fait interprété, expliqué à la faveur d'une théorie ; l'enseignement théorique est nécessaire pour développer chez l'élite l'esprit philosophique dont elle sera dépositaire. M. Bard peut donc n'avoir aucun scrupule au sujet du caractère trop personnel qu'il a craint de donner à son livre.

Médecin plus encore qu'homme de laboratoire, observateur plutôt qu'expérimentateur, M. Bard a pris, pour base des classifications qu'il a adoptées, la Pathogénie et la Physiologie pathologique. Les causes et les mécanismes, il les prend tels que la clinique les donne et non pas tels que la médecine expérimentale les reproduit ; car il paraît avoir si médiocre confiance dans l'exactitude de la reproduction, qu'il préfère se passer de l'explication étiologique plutôt que de l'emprunter à l'expérimentation, et se borner, si la clinique est muette, à constater les effets anatomo-pathologiques et à chercher ensuite à en induire les causes. Telle est la méthode générale, la manière scientifique de l'auteur.

Sa personnalité de savant se traduit par ces doctrines générales de l'« induction vitale », de la « spécificité cellulaire », de la « fermentation des proto-

plasmas », nées de la méditation du médecin pathogéniste plutôt que de l'observation de l'anatomiste. Par ces doctrines très grandioses, très élevées, le pathologue plane au plus haut de la Biologie ; mais l'observateur est bien plus inégal. On peut, par exemple, se demander comment l'auteur, plus heureux qu'aucun embryologiste, a pu voir « l'électivité de certains réactifs tinctoriaux commencer déjà à s'accuser sur les diverses cellules embryonnaires », tandis qu'il n'a pu faire aucune observation qui l'eût conduit à concevoir les globules rouges du sang autrement que comme une « substance dérivée, une substance intercellulaire figurée ».

Les principales idées générales, propres à l'auteur, qui dominent ce livre, sont celles de la spécificité d'action des causes pathogènes, de l'induction vitale, de la fermentation des protoplasmas, et d'autres encore. Laisant de côté la seconde (qui n'est pas de notre compétence), la spécificité cellulaire, que l'auteur a été des premiers à proclamer au nom de l'Anatomie pathologique, n'a jamais été niée, que nous sachions, d'une façon absolue, par d'autres que par les pathologistes, qui seuls sont responsables d'avoir introduit dans la science l'idée rétrograde d'étager les cellules de la « plèbe conjonctive » à la « noblesse nerveuse ». Tous les biologistes de profession admettent cette spécificité cellulaire, de plus en plus étroite à mesure du développement de l'individu ; et l'auteur n'est pas si loin qu'il le croit de penser à ce sujet comme tous les biologistes.

L'induction vitale, force supérieure qui discipline les tissus, comme la définit M. Bard, n'est cependant qu'un Principe, qu'un *Deus ex machina* dont le nom doit s'écrire *Induction vitale* : principe, d'ailleurs excellent, qui permet à l'auteur, entre autres avantages, d'expliquer de façon très satisfaisante la genèse des tumeurs. Car dans la production d'une tumeur, tout se passe comme si ce lien qui maintient et discipline harmonieusement nos tissus « faisait tout à coup défaut entre l'organisme et une des cellules nouvelles », qui, échappant alors à l'influence générale exercée par l'organisme, se multiplie anarchiquement et donne lieu à une tumeur. Tout se passe aussi comme dans le cas de ces nombreuses expériences de blastotomie qu'on a pratiquées sur l'embryon dans ces derniers temps et que l'auteur a peut-être tort de ne pas mentionner. Ici encore, M. Bard est moins éloigné certainement qu'il ne le pense, avec l'induction vitale et son interprétation des tumeurs, des autres théories proposées pour l'explication de celles-ci, à ne considérer que le principe, et question des mécanismes mise à part.

Peu d'idées sont plus séduisantes que celle de la fermentation virulente du protoplasma, sous l'influence de virus-ferments autonomes, encore inconnus : classe de parasites, dit l'auteur, plus infime que les microbes mêmes, analogues aux ferments solubles et aux diastases et cependant êtres vivants. Analogie bizarre, entre organismes indépendants et parties de l'organisme cellulaire, et qui déjà, il y a quarante ans et plus récemment, crea la plus grosse difficulté à la théorie des microzymas et à celle des bioblastes. Car les bioblastes d'Altmann, tour à tour parties constituantes de la cellule et organismes autonomes, ne pouvant plus aujourd'hui être des bactéries, comme le supposait leur inventeur, coïncident avec les ferments de M. Bard. L'idée des ferments protoplasmiques n'a donc de neuf que sa forme et son application à la Pathologie.

C'est encore beaucoup, et cela demeure l'incontestable mérite de l'auteur d'avoir pensé en biologiste, d'avoir interprété des faits particuliers à la lumière d'idées générales, d'avoir fait de la Pathologie un cas spécial de la Biologie générale. Aussi tout biologiste et à plus forte raison tout médecin est-il tenu de lire les chapitres généraux de cet ouvrage, auxquels il trouvera un intérêt considérable. Les qualités de la description en font, d'autre part, un livre de choix pour les étudiants.

D^r A. PRENANT,

Professeur à la Faculté de Médecine de Nancy.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 9 Octobre 1899.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. L. **Cruls** propose une modification à la méthode de Bessel pour le calcul des occultations, qui consiste à se servir de l'heure de la conjonction apparente des deux astres, lorsqu'on la connaît avec une précision suffisante. L'avantage qui en résulte est non seulement de fournir par un seul calcul la précision que l'on n'obtient généralement qu'à l'aide d'une deuxième approximation, mais, en outre, de se prêter aisément à une construction graphique et à une interprétation géométrique plus simple des différents éléments dont dépendent les conditions du phénomène. — M. P. **Chofardet** adresse ses observations de la comète Giacobini (1899, e), faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Besançon. — M. **Emile Picard** envisage quelques complications qui se présentent dans la recherche précise du nombre des intégrales doubles distinctes de seconde espèce relatives à une surface algébrique. — M. **Renaux** étudie les fonctions fondamentales et le développement d'une fonction holomorphe à l'intérieur d'un contour en série de fonctions fondamentales. — M. **Maurice Lévy** donne la résolution du problème de l'équilibre élastique d'une plaque rectangulaire dont deux bords opposés sont appuyés sans encastrement, chacun des autres bords pouvant être libre ou appuyé avec ou sans encastrement. Le résultat peut s'appliquer aux portes d'écluses.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. J.-A. **Le Bel** confirme ses résultats de 1891 relatifs à la stéréochimie de l'azote. Il a préparé un nouveau corps, renfermant autour de l'azote les quatre radicaux isobutyle, propyle, éthyle et amyle, et doué du pouvoir rotatoire à droite. Il conclut qu'il n'y a aucun doute que l'isomère optique, ainsi que l'isomérisation chimique, existent dans les dérivés du chlorure d'ammonium renfermant autour de l'atome d'azote quatre radicaux différents et contenant dix atomes de carbone au moins. Ces deux sortes d'isomérisations sont peu stables dans les dérivés moins riches en carbone. — M. M. **Tsvett** a observé que la gélatine se dissout dans la résorcine aqueuse; si, dans le liquide saturé, on ajoute un surplus de gélatine, celle-ci gonfle et se transforme en une masse homogène parfaitement fluide. On obtient ainsi deux couches liquides parfaitement délimitées: la couche supérieure est une solution de gélatine dans la résorcine aqueuse; l'inférieure, une dissolution de résorcine dans la gélatine. La gélatine n'est pas modifiée chimiquement; elle peut être récupérée par la dialyse ou précipitée par l'eau. — M. **Armand Valeur** propose une méthode de dosage des quinones fondée sur leur réduction par l'acide iodhydrique; celui-ci est remplacé par un mélange équivalent d'acide chlorhydrique et d'iodure de potassium. L'iode mis en liberté reste dissous dans l'iodure de potassium non décomposé; il peut être titré avec beaucoup d'exactitude au moyen de l'hyposulfite de soude.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **Joannes Chatin** a étudié la structure du noyau dans les myélocytes des Gastéropodes et des Annélides. Contrairement à certaines assertions, les myélocytes d'invertébrés peuvent offrir une membrane nucléaire très nette. Dans ces mêmes myélocytes, la formation nucléinienne se montre comparable à ce qu'elle est dans les « petites cellules nerveuses pauvres en protoplasma des Vertébrés » étudiées par Ramon y Cajal. Lorsque la chromatine

tend à se localiser, elle se répartit surtout en grains disposés sur les nœuds du réseau nucléinien; parfois elle y figure des nucléoles. — M. C. **Sauvageau**, en étudiant les *Cutlearia*, a constaté que les oosphères de *Cutlearia*, qu'elles soient fécondées ou parthénogénétiques, de même que les zoospores d'*Aglaozonia*, peuvent donner ou bien un *Cutlearia* ou bien un *Aglaozonia*. L'alternance de générations n'est pas nécessaire, mais variable, suivant, sans doute, certaines conditions non encore précisées. La colonnette, qui paraît être l'origine nécessaire d'un *Aglaozonia*, peut donc produire aussi un *Cutlearia*. — MM. **Dybowski** et **Fron** ont cultivé une plante, l'*Eucomia ulmoides* Oliver, de la famille des Euphorbiacées, dont les feuilles renferment des canaux lactifères qui laissent écouler un latex analogue à celui des *Palaquium*. Ce produit, extrait par la méthode de Jungfleisch, puis desséché, donne une masse brune constituant une gutta-percha de bonne qualité. L'*Eucomia ulmoides*, qui est originaire du sud de la Chine, pourra être cultivé facilement dans les régions tempérées. — M. **Henri Coupin** a étudié l'action des vapeurs anesthésiques sur la vitalité des graines sèches et humides. Ces vapeurs, mêmes saturées, sont sans action sur le protoplasma à l'état de vie ralentie; au contraire, les graines dont la vitalité a été ranimée par l'humidité sont très sensibles aux vapeurs anesthésiques qui ralentissent leur germination ou les tuent à une dose très faible.

Séance du 16 Octobre 1899.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — MM. **Rambaud** et **Sy** adressent leurs observations de la comète Giacobini (29 septembre 1899) faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire d'Alger. — M. E. **Goursat** démontre qu'à toute transformation de contact en (x, p) de l'espace à trois dimensions correspond un mode de correspondance entre deux droites qui change toute congruence de normales en une nouvelle congruence de normales et réciproquement. — M. F. **Marotte** montre que la classification des groupes projectifs de l'espace à n dimensions se ramène à la recherche des multiplicités, ponctuelles ou non, sans éléments singuliers, qui restent invariables par ces groupes projectifs. — M. **Michel Petrovitch** énonce un théorème sur le nombre de racines d'une équation algébrique comprises à l'intérieur d'une circonférence donnée. — M. P. **Appell** a déterminé les positions d'équilibre d'un navire avec un chargement liquide en étendant à ce problème la méthode de M. Guyou pour l'équilibre d'un flotteur sans liquides intérieurs. — M. le Ministre des Affaires étrangères communique un rapport du Consul de France à Smyrne sur un tremblement de terre survenu dans cette ville et en Anatolie dans la nuit du 19 au 20 septembre. Les conséquences ont surtout été désastreuses dans la vallée du Méandre.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. **Lippmann** indique une nouvelle méthode pour la mise au point d'un collimateur. Elle consiste à intercaler, entre le collimateur et la lunette, un bilame, c'est-à-dire le système de deux lames de verres à faces planes et parallèles, inclinées l'une et l'autre d'environ 45° sur le faisceau lumineux et à peu près perpendiculaires entre elles, leur intersection étant parallèle à la fente. Tant que le réglage n'est pas parfait, on voit deux images de la fente; lorsque le réglage devient parfait, les deux images se rapprochent jusqu'à se confondre. — M. A. **Blondel** cherche à déterminer les réactions d'induit des alternateurs en se basant sur la proposition suivante: Pour tout décalage intermédiaire ψ , la réaction de l'induit

peut être considérée comme la résultante d'une réaction directe due au courant dévatté et d'une réaction transversale due au courant watté. En somme, la réaction d'induit est définie par deux coefficients de self-induction ou par trois, si l'on met les fuites à part.

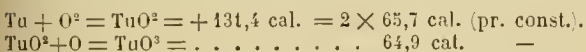
— MM. Jean et Louis Lecarme ont expérimenté la télégraphie sans fil entre Chamonix et le sommet du Mont-Blanc, points situés à une distance de 12 kilomètres et une différence de niveau de 3.350 mètres. L'absence d'eau à l'état liquide sur le sol n'a pas empêché les communications; des nuages interposés entre les deux postes n'ont pas empêché les signaux. L'électricité atmosphérique, bien qu'ayant fait fonctionner l'appareil à plusieurs reprises, n'a pas produit une action capable de nuire à la télégraphie pratique.

— MM. Abel Buguet et Victor Chabaud, pour éviter l'échauffement des ampoules radiographiques au focus cathodique, qui limite rapidement leur durée d'activité, ont construit un modèle dans lequel l'anticathode est refroidie par une circulation d'eau que lui amène un gros tube de platine entouré d'un manchon de verre.

— M. A. Debierne a isolé des portions de la pechblende dont les solutions acides ne précipitent pas l'hydrogène sulfuré, mais précipitent complètement par l'ammoniac ou le sulfhydrate d'ammoniac, une substance, voisine du titane par ses propriétés analytiques, mais présentant une radio-activité environ 100.000 fois plus grande que celle de l'uranium. Elle se distingue du radium en ce qu'elle n'est pas spontanément lumineuse.

— M. Henri Moissan, en faisant réagir une grande quantité de fluor sur l'eau à basse température, a obtenu de l'oxygène contenant en moyenne 14,19 % d'ozone. La concentration de l'ozone pourrait encore être augmentée en prenant certaines précautions. Cette nouvelle préparation pourrait devenir industrielle; car il n'y a pas de réactions secondaires et l'ozone obtenu ne renferme pas trace de composés oxygénés de l'azote.

— M. Henri Gautier a procédé à de nouvelles déterminations du poids atomique du bore en se servant de composés nouveaux; le sulfure de bore, préparé par l'action de l'acide sulfhydrique sec sur le bore amorphe, a donné comme valeur moyenne 11,041; le borure de carbone, préparé au four électrique, a donné le nombre 10,997. — M. R. Engel, en décomposant par la chaleur le carbonate double de magnésium et d'ammonium, a obtenu un carbonate de magnésium anhydre, bien distinct du carbonate naturel et du carbonate préparé par Sénarmont. Il est très avide d'eau et s'hydrate à l'air: il est soluble dans l'eau et s'y transforme en carbonate cristallisable à trois molécules d'eau. — MM. Delépine et Hallopeau ont mesuré la chaleur d'oxydation du tungstène et ont trouvé :



Le tungstène se place entre les métaux alcalins, alcalino-terreux, le magnésium, l'aluminium, le silicium, le zinc, d'une part, qui décomposent ses oxydes, et l'antimoine, le plomb, le cuivre, le mercure, l'or, l'argent, d'autre part, dont il décompose les oxydes. — M. C. Hugot a fait réagir le potassammonium sur l'arsenic. Quand l'ammonium alcalin est en excès, il se forme un corps rouge brique $\text{AsK}^3, \text{AzH}^3$, qui perd de l'ammoniac par la chaleur et se transforme en un corps noir AsK^3 . Quand l'arsenic est en excès, il se produit un corps orangé $\text{As}^3\text{K}^2, \text{AzH}^2$, qui perd également de l'ammoniac à 300° pour se transformer en arseniure rouge As^3K^2 . — MM. A. Mouneyrat et Ch. Pouret, en traitant par le brome en présence de chlorure d'aluminium, quelques dérivés chlorés du benzène, ont obtenu des dérivés chlorobromés dans lesquels tous les atomes d'hydrogène sont remplacés par du brome. — M. Tsvett est parvenu à isoler, d'une façon parfaite, la matière colorante des feuilles en soumettant les cellules chlorophylliennes à l'action d'une solution concentrée de résorcine, qui liquéfie la matière verte sous forme de

grosses gouttelettes oléagineuses, la *chloroglobine*. Ainsi qu'il résulte de ses réactions, la chloroglobine paraît être une substance complexe où la chlorophylle et la carotène sont faiblement unies à un radical de nature apparemment protéique. — MM. Em. Bourquelot et H. Hérissé ont constaté que, pendant la germination de la graine de Caroubier, il se produit un ferment soluble, agissant sur l'albumen corné de cette graine à la façon de la diastase sur les albumens amyliacés, mais donnant naissance à du mannose et à du galactose. — M. Balland a déterminé la composition et la valeur alimentaire des principaux fruits. A part de rares exceptions, les fruits sont peu nutritifs et ne peuvent être considérés comme des aliments; leurs sucres, qui flattent plus ou moins nos goûts par leur odeur, leur saveur ou leur acidité, jouent plutôt le rôle de condiments.

3° SCIENCES NATURELLES. — MM. S. Arloing et Duprez ont constaté que l'injection du sérum sanguin d'une génisse ou d'un bœuf fortement immunisé contre la péripneumonie, si elle ne peut créer une immunité passive capable de prévenir temporairement l'infection naturelle, constitue un moyen préventif ou curatif d'atténuer les inconvénients de l'inoculation willemsienne; on sait que celle-ci a pour but l'immunisation par l'inoculation scarifiée de la sérosité des lésions pulmonaires, mais qu'elle cause souvent des tumeurs mortelles. — M. Henri Stassano a constaté que l'hypoleucocytose qui se produit dans le sang à la suite de l'injection de sels solubles de mercure est due à la désagrégation d'un certain nombre de leucocytes dont le contenu se dissout dans le plasma sanguin. Ce dernier est en effet plus riche en nucléine et en acide phosphorique (constituants des leucocytes) chez un lapin injecté que chez un lapin normal. — MM. Maurice Caullery et Félix Mesnil créent un ordre nouveau dans la classe des Sporozoaires, celui des Aplosporidies, caractérisées par la simplicité qu'offrent leur cycle évolutif et la structure de leurs spores. Cet ordre a pour types les genres *Bertramia*, *Aplosporidium* et *Ceelo sporidium*, tous parasites d'Annélides ou d'autres Invertébrés. — M. Ch.-Eug. Bertrand a trouvé dans le terrain houiller d'Hardinghen (Pas-de-Calais) des plaques tubéreuses calcifiées, paraissant provenir d'une même espèce végétale, le *Lepidodendron aculeatum*. C'est un exemple remarquable de localisation élective d'une espèce minérale sur un substratum organique déterminé. — M. J. Thoulet présente la première feuille d'une carte lithologique sous-marine des côtes de France. Les divers fonds représentés sont: la roche, la vase sableuse et le sable vaseux, la vase, le gravier gros et fin, les galets, les pierres, les coquilles vivantes ou entières, les coquilles brisées, mouluës, les madrépores et les herbiers. LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 26 Septembre 1899.

M. A. Laveran lit le rapport sur le concours du Prix Larrey. — M. Morel-Lavallée donne lecture d'un travail intitulé: Les poussées dénutritives de la syphilis au cours des périodes de guérison apparente.

Séance du 3 Octobre 1899.

M. P. Berger présente un rapport sur le concours du Prix Chevillon. — M. Hallopeau lit le rapport sur le concours du Prix Ricord. — M. Delorme donne lecture du rapport sur le concours du Prix Amussat. — M. J.-V. Laborde communique quatorze nouveaux cas de rappel à la vie, par les tractions rythmées de la langue. Treize personnes avaient séjourné plus ou moins longtemps dans l'eau. La dernière avait été asphyxiée par le gaz d'éclairage. En réponse à une demande de M. L. Colin, l'auteur signale que, dans les cas d'asphyxie et de mort apparente par submersion, le sang présente les caractères asphysiques complets.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Seance du 7 Octobre 1899.

M. H. Roger a observé sept cas de dysenterie nostras et a isolé des déjections un bacille pathogène, ressemblant à la bactérie charbonneuse, mais plus court et ne se colorant pas par la méthode de Gram. Il se cultive sur tous les milieux, et les cultures inoculées à des lapins déterminent la mort avec diarrhées dysentériques et ulcérations du gros intestin. — MM. J. Nicolas et Ch. Lesieur ont fait ingérer à des poissons, pendant sept mois, des crachats tuberculeux renfermant des bacilles de Koch; il ne s'est développé aucune lésion tuberculeuse, mais des bacilles sont restés dans l'organisme des poissons, car des fragments inoculés au cobaye ont tuberculisé celui-ci. — MM. L. Bérard et J. Nicolas ont constaté que le persulfate d'ammoniaque, corps très oxydant, est doué d'un pouvoir antiseptique assez marqué. — M. H. Julia de Roig critique le procédé de Léo pour la détermination de l'acide chlorhydrique libre dans l'estomac; le principe n'en est pas exact et les expériences sont d'autant plus entachées d'erreur que la manipulation est plus longue, car les phosphates acides sont successivement saturés par le carbonate de chaux. — M. Thomas décrit les lésions de sclérose cervico-dorsale en plaques observées à l'autopsie d'une ancienne syphilitique morte de pneumonie. — M. Nicolle (de Rouen) est parvenu à inoculer le chancre mou à une espèce de singes.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES

G. Johnstone Stoney, F. R. S., et A. M. W. Downing, F. R. S. : Les perturbations des Léonides. — Nos connaissances sur les perturbations des Léonides sont dues aux recherches faites il y a trente ans par le Professeur J.-C. Adams. Son objet était d'évaluer la variation des nœuds de l'orbite météorique due aux perturbations et de comparer le résultat du calcul avec celui que le Professeur Hubert A. Newton avait déduit d'observations remontant à un millier d'années.

Les perturbations calculées étaient les perturbations moyennes et Adams employait pour cela la méthode de Gauss, dans laquelle la masse de la planète perturbatrice est supposée distribuée autour de son orbite en quantités proportionnelles aux temps que la planète met à franchir chaque portion de sa trajectoire. Cette élégante méthode donne la valeur moyenne de chaque perturbation en supposant que les époques périodiques du corps troublé et de la planète perturbatrice sont incommensurables, de telle façon que, dans le cours d'une période, les deux corps se présentent l'un à l'autre dans toutes les positions possibles.

Cependant cette condition n'a été qu'imparfaitement remplie dans cette période de mille ans sur laquelle s'étendent les observations, surtout dans le cas des trois planètes qui influencent le plus les Léonides et qui sont, en somme, les seules dont l'attraction doit être prise en considération : ce sont Jupiter, Saturne et Uranus. Une comparaison des périodes montre que 14 révolutions de Jupiter correspondent à un cinquième d'année près, à 5 révolutions des météores; 2 d'Uranus, moins 1/3, 4 année, équivalent au même temps; enfin 9 révolutions de Saturne correspondent à peu près à 8 des météores.

Ces cycles se sont répétés plusieurs fois pendant la période d'observations, et une de leurs conséquences a été de produire des oscillations dans le degré d'avancement du nœud sur la valeur moyenne, de sorte que les temps prévus pour les averse, en appliquant à l'orbite la variation moyenne du nœud, ont souvent différé de plusieurs heures des temps vrais. Ainsi, en 1533, l'averse a devancé de vingt-six heures le temps calculé,

et une déviation d'importance comparable dans la direction opposée est à prévoir pour cette année. Aussi quand bien même le seul but des auteurs serait de permettre aux astronomes de prédire à l'avenir d'une façon plus satisfaisante les époques des grandes averse de Léonides, il serait nécessaire de s'y préparer en étudiant la valeur actuelle des perturbations dans chaque révolution et pour des météores occupant des positions variées le long du courant.

Car, en fait, les perturbations n'ont pas seulement différé aux différentes révolutions, mais même dans le cours d'une seule révolution, les météores qui occupent des positions successives dans le flux météorique étant différemment affectés par les planètes environnantes, comme l'a confirmé M. Berberich en assignant successivement deux époques pour le passage au périhélie. La partie dense du flux météorique, qu'on peut appeler l'*ortho-courant*¹, est actuellement si longue que les positions dans lesquelles ses diverses parties se présentent aux planètes perturbatrices sont très différentes. Aussi, les perturbations ont produit dans cette longue chaîne à la fois des sinuosités et une distribution inégale de la densité. Les premiers efforts pour acquérir une connaissance plus profonde de ces phénomènes, ainsi que de l'histoire passée de l'essaim, doivent donc porter sur l'étude des perturbations.

Pour cela, les auteurs ont décidé de calculer les perturbations actuelles d'une portion définie du courant pendant toute une révolution; ils ont choisi cette partie de l'*ortho-courant*, dont Adams a déterminé l'orbite, et ont étendu leurs calculs de la grande averse de novembre 1866 jusqu'au jour de janvier 1900 où la même partie du courant reviendra dans l'orbite de la Terre. Les calculs d'Adams sont basés sur la détermination du point radiant faite en 1866, à une époque où la photographie n'avait pas encore apporté à l'Astronomie le concours qu'elle lui donne aujourd'hui. En outre, le fait que la Terre déviait les météores alors observés d'une quantité qui variait quand l'averse progressait, n'avait pas été reconnu par les observateurs. A cause de ces imperfections, il y a une erreur probable considérable dans la moyenne des déterminations de 1866 et une incertitude correspondante dans la valeur des éléments calculés d'après cette moyenne. On ne peut donc considérer l'orbite d'Adams que comme approximative. Mais heureusement une erreur dans l'orbite, de la quantité qu'on peut prévoir, n'affectera pas matériellement les perturbations de l'orbite.

Le courant moyen des Léonides — l'*ortho-courant* — est étroit et très long et il est préférable de le diviser en segments, chacun d'une longueur modérée. L'un d'eux, que l'on nommera segment A, a été traversé par la Terre en novembre 1866, qui lui soustrava alors une petite partie de ses météores; ceux qui tombèrent dans l'atmosphère terrestre furent détruits; ceux qui passèrent très près furent déviés, accélérés ou retardés, et devinrent des clino-Léonides. C'est à la grande majorité des météores du segment A qui échappèrent à ces destinées et continuèrent à être des *ortho-Léonides* que s'appliquent les résultats d'Adams. Il détermina leur orbite. C'est en partant des éléments ainsi déterminés que les auteurs ont calculé les perturba-

¹ Pour faciliter l'étude des Léonides, il est bon de distinguer entre la grande masse d'entre elles — les *ortho-Léonides* — qui circulent autour du Soleil suivant des orbites presque identiques, et une autre classe de Léonides — qu'on peut appeler *clino-Léonides* — qui poursuivent des trajectoires différant à un degré assez considérable de l'*ortho-orbite*, c'est-à-dire la moyenne des orbites des *ortho-Léonides*.

Les *ortho-Léonides* forment actuellement un courant compact d'une longueur telle qu'il met près de trois ans à passer chaque point de son orbite et si étroit que la terre le traverse obliquement en cinq ou six heures. Les *clino-Léonides* forment une masse moins dense et plus large, qui s'est répandue sur toute son orbite et qui produit chaque année, en novembre, quand la Terre traverse sa trajectoire, une faible pluie météorique qui dure plusieurs jours.

tions qu'elle a subies depuis, perturbations qui sont résumées dans le tableau I. On a pris en considération l'attraction exercée par Mars, Jupiter, Saturne et Uranus. Au commencement des calculs, on y ajouta celle de Vénus et de la Terre, mais comme elle était insensible, elle fut ensuite négligée. La méthode adoptée a été celle des quadratures mécaniques, les déterminations des variations des éléments étant faites à des intervalles de trente-six jours, excepté dans la période de mai 1871 à décembre 1894 où, les perturbations étant faibles, les intervalles furent de deux cent seize jours.

Les faits les plus saillants sont un fort rapprochement de Saturne en avril 1870 et de Jupiter en août 1898. Uranus n'a produit que peu d'effet, à cause de son éloignement quand l'essaim traversa son orbite. L'influence de Mars est légère.

Dans le tableau I, ϵ , qui est appelé, suivant les con-

de même pour les autres éléments. Ainsi la distance moyenne des météores du segment A a subi une telle augmentation que ces météores se trouveront, à la fin de la révolution, avec une période plus longue d'un tiers d'année, changement qui affectera fortement leur histoire future, à moins que cette grande perturbation ne soit compensée par d'autres événements.

Le 15 novembre 1899, la longitude du nœud sera de $52^{\circ}41',7$, position que la Terre atteindra ce même jour à 18 heures. Il est probable que le milieu de l'averse de cette année aura lieu à peu près à cette époque, car le segment A est situé dans le courant à moins de trois mois de chemin derrière le segment que la Terre rencontrera en novembre et qu'on peut appeler segment B. Cette conclusion repose sur deux hypothèses : 1^o les segments A et B se mouvaient en 1866 sur des orbites peu différentes; 2^o ils ont subi également des perturbations peu différentes. Ces deux hypothèses sont très

Tableau I. — Perturbations des éléments de l'orbite du segment A.

	ÉLÉMENTS de l'ellipse osculatrice le 13 novembre 1866, à 13 h. calculés par Adams.	PERTURBATIONS DES ÉLÉMENTS DANS LES INTERVALLES CHOISIS					VALEURS calculées des éléments le 27 janvier 1900, à 15 h.
		I.	II.	III.	IV.	V.	
Longitude moyenne de l'orbite. ϵ	$58^{\circ} 10' 2$	- 4'83	- 0'32	- 27'98	- 13'99	- 0'70	$58^{\circ} 34' 4$
Longitude du périhélie π	$58^{\circ} 19'$	- 5'37	+ 10'70	- 6'47	- 4'75	- 0'60	$58^{\circ} 40' 6$
Longitude du nœud. γ	$51^{\circ} 28'$	+ 29'33	+ 7'45	- 1'69	+ 70'83	+ 0'09	$53^{\circ} 41' 8$
Inclinaison. i	$16^{\circ} 46'$	+ 14'92	- 1'01	+ 1'43	- 28'60	- 0'01	$=16^{\circ} 29' 7$
Angle d'excentricité. ϕ	$64^{\circ} 46' 8$	- 3'39	- 1'70	+ 12'06	+ 7'65	+ 0'32	$=65^{\circ} 1' 7$
Distance moyenne a	10,3402	+ 0,015660	- 0,021271	+ 0,033726	+ 0,038258	+ 0,001747	$=10,40832$
Mouvement quotidien de ϵ . . . n	- 1'77837	+ 0'004069	- 0'003481	+ 0'008678	+ 0'009763	+ 0'000441	$=- 1'76110$

I. Intervalle du 13 novembre 1866 au 3 mai 1871. Dans cet intervalle le segment A a croisé les orbites de Jupiter et de Saturne.
 II. Intervalle du 3 mai 1871 au 28 décembre 1894. Dans cet intervalle, le segment A a croisé l'orbite d'Uranus à l'aller et au retour.
 III. Intervalle du 28 décembre 1894 au 30 décembre 1897. Recroisement de l'orbite de Saturne.
 IV. Intervalle du 30 décembre 1897 au 18 mai 1899. Recroisement de l'orbite de Jupiter.
 V. Intervalle du 18 mai 1899 au 27 janvier 1900. Le segment A revient à son nœud descendant.

ventions, longitude moyenne dans l'orbite, est en réalité la somme de deux angles situés dans des plans différents, soit la longitude du nœud, plus l'angle entre les rayons du Soleil au nœud et à un corps imaginaire, partant du périhélie à la même époque que le segment A et se mouvant ensuite uniformément dans une orbite circulaire autour du Soleil dans le même plan et avec la même période que les météores. De même π , la longitude du périhélie, est la somme de deux angles, la longitude du nœud mesurée le long de l'écliptique, plus l'angle du nœud au périhélie mesuré dans le plan de l'orbite. La distance au périhélie, dans l'orbite d'Adams, au 13 novembre 1866, est de 0,9853; le 27 janvier 1900, elle sera de 0,97296. Il y a une différence correspondante dans les distances du nœud au Soleil, différence qui serait suffisante pour faire passer le segment A à l'intérieur de l'orbite de la Terre sans la couper quand il la rencontrera le 27 janvier 1900, à moins que la hauteur du flux météorique vers le Soleil ne soit plus grande que sa largeur lorsqu'il est à 90° de cette position, où cette largeur est alors d'environ 100.000 milles.

La longitude du nœud au 27 janvier 1900 serait de $33^{\circ}25'$; si elle avait été calculée de la manière usuelle, en appliquant à la longitude de 1866 la variation moyenne apparente déterminée par le professeur Newton, et qui est de $102'' 6$ annuellement. Au lieu de cela, elle est de $33^{\circ}42'$ dans le tableau. On voit que la valeur de la perturbation du segment A a été plus que 3 $\frac{1}{2}$ fois sa valeur moyenne et il en est probablement

probables; toutefois la prévision ne doit être acceptée qu'avec réserves. Si l'averse a lieu au temps prévu, elle sera visible en Europe et en Amérique.

2^o SCIENCES NATURELLES

M^{lle} M. A. Whiteley et M. Karl Pearson : Contributions au problème de l'évolution chez l'homme. I. Première étude sur la variation et la corrélation de la main. — Depuis environ cinq ans, quelques savants attachés au Département des Mathématiques appliquées à l'University College de Londres ont réuni des documents relatifs à la variation et à la corrélation des différents organes et caractères de l'homme. Ces documents seront publiés sous forme d'une série de mémoires, donnant simplement les résultats numériques obtenus et quelques conclusions évidentes qui se dégagent de leur examen, en réservant pour une époque ultérieure la considération des résultats en général, et leurs conséquences quant au problème de l'évolution et de la corrélation des diverses races humaines.

Le présent mémoire est relatif à un seul caractère de la main, pour un seul sexe et une seule race. Quoique la corrélation des parties anatomiquement simple du squelette de la main ait une grande importance, il ne s'ensuit pas que les articulations complexes de la main vivante ne soient pas également, si ce n'est plus significatives en ce qui concerne l'aptitude à la lutte pour l'existence. Mais, autant que les auteurs l'ont pu constater, quoiqu'on ait beaucoup écrit sur l'aptitude de la

main à ses diverses occupations, on n'a jamais cherché à fixer quantitativement le degré de corrélation de ses parties. Leur premier objet a donc été d'éclaircir ce point en mesurant une des parties les plus importantes de la main; ils ont choisi pour cela la première articulation des doigts. La mensuration comprenait la tête du métacarpien et toute la phalange adjacente; bien que cela ne constitue pas une partie anatomiquement simple, elle n'en a pas moins une grande importance au point de vue de l'aptitude, et la mesure peut être faite avec beaucoup d'exactitude en observant quelques précautions. Les mesures étaient prises au moyen d'une règle graduée au dixième de pouce et pourvue d'un vernier donnant le 100°. Les mains de 551 femmes de plus de 18 ans ont été mesurées. Dans les tableaux, les résultats sont donnés au 1/20^e de pouce, et les moyennes, les déviations-étalons, les coefficients de déviation et les coefficients de corrélation, ainsi que leurs erreurs probables, ont été calculés par les procédés de M. Pearson dans ses « Contributions mathématiques à la théorie de l'évolution ». Voici les notations employées :

- D₁ = première articulation de l'index de la main droite.
- D₂ = — — — du médius — —
- D₃ = — — — de l'annulaire — —
- D₄ = — — — du petit doigt — —
- G₁ = — — — de l'index de la main gauche.
- G₂ = — — — du médius — —
- G₃ = — — — de l'annulaire — —
- G₄ = — — — du petit doigt — —

Voici les dimensions absolues de ces articulations en pouces :

	D	G
1)	2,2482 ± 0,0030	2,2252 ± 0,0031
2)	2,3879 ± 0,0033	2,3667 ± 0,0033
3)	2,2108 ± 0,0031	2,1878 ± 0,0031
4)	1,8427 ± 0,0028	1,8197 ± 0,0028

On conclut immédiatement que les articulations sont plus longues dans la main droite que dans la main gauche. La différence, qui est d'environ 0,02, est beaucoup plus grande que l'erreur probable de celle-ci : $\sqrt{2} \times 0,003$. On pourrait conclure que la main droite est plus longue que la gauche, conclusion directement opposée à celle de Pfitzner; mais les auteurs préfèrent s'en tenir pour le moment au fait strictement établi que la première articulation et la première phalange sont plus longues dans la main droite que dans la main gauche.

Voici les résultats obtenus quant à la variabilité :

	VARIATION ÉTALON	COEFFICIENT DE VARIATION
D ₁	0,1035 ± 0,0021	4,6945 ± 0,0954
D ₂	0,1133 ± 0,0023	4,7432 ± 0,0964
D ₃	0,1091 ± 0,0022	4,9345 ± 0,1000
D ₄	0,0986 ± 0,0020	5,3537 ± 0,1090
G ₁	0,1088 ± 0,0022	4,8917 ± 0,0994
G ₂	0,1137 ± 0,0023	4,8933 ± 0,0976
G ₃	0,1082 ± 0,0022	4,9475 ± 0,1010
G ₄	0,0975 ± 0,0020	5,3614 ± 0,1090

Si nous considérons les variations absolues, l'index et le médius de la main droite seraient moins variables, l'annulaire et le petit doigt plus variables que ceux de la main gauche. Mais si l'on examine les coefficients de variation, on voit que toutes les premières articulations de la main gauche sont plus variables que celles correspondantes de la main droite, et c'est précisément ce que l'on peut attendre s'il y a une plus grande adaptation par sélection ou par usage de la main droite. Plus grande est la sélection, moindre est la variabilité.

Dans la main gauche, l'ordre relatif de variabilité (mesuré par le coefficient de variation) est celui de la grandeur des doigts; dans la main droite, il est un peu modifié : l'index serait moins variable que le médius. L'ordre général d'utilité des doigts serait donc : médius, index, annulaire, petit doigt. La cause de ce fait provient peut-être, les sujets mesurés

appartenant à la classe élevée, du grand usage de l'index pour l'écriture.

Le calcul des coefficients de corrélation a donné les résultats suivants :

Main droite.

	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
D ₁	1			
D ₂	0,8994 ± 0,0055	1		
D ₃	0,8753 ± 0,0057	0,9031 ± 0,0053	1	
D ₄	0,8173 ± 0,0095	0,8243 ± 0,0092	0,8629 ± 0,0073	1

Main gauche.

	G ₁	G ₂	G ₃	G ₄
G ₁	1			
G ₂	0,9097 ± 0,0050	1		
G ₃	0,8798 ± 0,0055	0,9141 ± 0,0047	1	
G ₄	0,8204 ± 0,0094	0,8227 ± 0,0093	0,8710 ± 0,0069	1

Mains droite et gauche.

	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
G ₁	0,9249 ± 0,0042			
G ₂		0,9341 ± 0,0037		
G ₃			0,9287 ± 0,0039	
G ₄				0,9039 ± 0,0053

On tire d'importantes conclusions de l'examen de ce tableau. La main est l'un des organes qui présentent le plus de corrélation; elle est bien au-dessus du crâne, et un peu au-dessus des os longs. On a l'habitude de donner à l'homme la supériorité dans la vie à cause de la puissance de son cerveau, et il est probable que le cerveau offre le plus de corrélation dans ses parties. Le crâne, par contre, est très individuel et offre peu de corrélation; un homme peut être identifié par des mensurations de la tête, là où les mensurations de la main seraient d'un bien moins grand secours. En somme, la main est beaucoup plus rapprochée d'un type que le crâne.

Les parties de la main gauche offrent beaucoup plus de corrélation que celles de la droite. La seule exception est la corrélation de D₂ et D₁ qui est plus grande que celle de G₂ et G₁; mais comme la différence est inférieure à l'erreur probable de cette différence, la règle doit être considérée comme générale. C'est là un résultat remarquable; comment doit-il être interprété? Est-ce un résultat de la sélection ou un effet de l'usage? On admet généralement que plus grande est la sélection, moindre est la variabilité et la corrélation. On voit que plus on entre dans l'étude quantitative du problème de l'évolution, plus apparaît l'importance de la détermination de l'influence de l'accroissement et de l'usage sur la variabilité et la corrélation.

L'ordre de corrélation des premières articulations des doigts est identique pour les deux mains. Cet ordre est le suivant : 1° Les doigts externes ont la moindre corrélation et le petit doigt l'a toujours moindre que l'index; 2° Un doigt a toujours plus de corrélation avec un second qu'avec tout autre doigt dont il est séparé par le second.

Si l'on considère la corrélation des parties correspondantes des deux mains, on observe que les paires extrêmes ont également la moindre corrélation.

M. Pearson avait exprimé des doutes au sujet de la valeur des indices de corrélation pour la mesure de la corrélation organique. Cependant, les auteurs ont pensé qu'il ne serait pas sans intérêt de chercher les corrélations entre les articulations en prenant celle du petit doigt comme unité. Les indices peuvent être obtenus par deux méthodes : soit directement en formant les rapports et en les groupant dans des tables de corrélation, soit indirectement d'après les variations et corrélations en se servant d'une formule de M. Pearson. Le dernier procédé est le plus facile; pour en justifier l'emploi, les auteurs ont déterminé deux indices par les deux méthodes, et ont obtenu des résultats à peu près identiques. Ils ont donc calculé tous les autres

par la deuxième méthode et obtenu les résultats suivants :

INDICE	VALEUR MOYENNE	DÉVIATION ÉTALON
D_1/D_4	1,2210	0,03787
D_2/D_4	1,2968	0,03954
D_3/D_4	1,2004	0,03270
G_1/G_4	1,2238	0,03799
G_2/G_4	1,3016	0,04001
G_3/G_4	1,2030	0,03186

On voit que les indices sont plus grands pour la main gauche que pour la droite, c'est-à-dire que l'index, le médius et l'annulaire sont relativement plus grands par rapport au petit doigt dans la main gauche que dans la droite. En somme, la variabilité de la main droite est moindre que celle de la gauche.

Si l'on calcule la corrélation totale des indices, on a :

	D_1/D_4	D_2/D_4	D_3/D_4	G_1/G_4	G_2/G_4	G_3/G_4
D_1/D_4	1					
D_2/D_4	0,7631	1				
D_3/D_4	0,6632	0,7310	1			
				G_1/G_4	G_2/G_4	G_3/G_4
				0,7774	1	0,7590
				0,6587	0,7390	1

Ici, mais non pas d'une façon aussi accusée que dans le cas des grandeurs absolues, la main gauche offre une plus grande corrélation. Celle-ci devient, d'ailleurs, absolument décisive si l'on considère la corrélation illégitime ou bâtarde des indices ⁴ donnée ci-dessous :

	D_1/D_4	D_2/D_4	D_3/D_4	G_1/G_4	G_2/G_4	G_3/G_4
D_1/D_4	1					
D_2/D_4	0,5628	1				
D_3/D_4	0,5529	0,5504	1			
				G_1/G_4	G_2/G_4	G_3/G_4
				0,5502	1	0,5473
				0,5429	0,5473	1

Dans chaque cas, la main droite présente une corrélation illégitime plus grande que la gauche, ce qui confirme les conclusions précédentes : la main gauche a une plus grande corrélation organique de ses parties que la droite. Comment l'expliquer ? Il est nécessaire que de nouvelles recherches viennent démontrer si c'est la sélection ou l'usage qui différencie les deux mains. Des mensurations faites sur les mains des enfants élevés ou non élevés, et de certains travailleurs exerçant des professions particulières jetteront probablement quelque lumière sur ce problème.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Dernières communications.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. C. Kluyster s'occupe de la continuation d'une fonction univalente représentée par une série doublement infinie. Dans un mémoire paru dans les *Mathematische Annalen* (t. LI, p. 181), M. A. Hurwitz a fixé l'attention des géomètres sur l'analogie parfaite entre les nombres de Bernoulli B_n et une autre classe de nombres rationnels E_n , figurant comme coefficients dans le développement d'une fonction elliptique particulière *pu*, dont le parallélogramme des périodes est un carré. Ici, M. Kluyster fait voir qu'il est possible de pousser encore un peu plus loin cette analogie. En effet, tandis que les nombres B_n sont en rapport intime avec les valeurs de la fonction transcendante entière $(1+e^{-\pi iz})\zeta(z)$ qui correspondent aux valeurs entières et positives de z , les nombres E_n de Hurwitz admettent une interprétation tout à fait semblable. — M. H. G. van de Sande Bakhuyzen fait une communication sur la réapparition de la comète de Holmes, d'après les calculs de M. H. J. Zwiers. Dans un mémoire publié en 1894 par l'Académie d'Amsterdam, M. Zwiers a donné les éléments de l'orbite de la comète périodique de Holmes (voir *Rev. gén. des Sc.*, t. VI, p. 198). Il trouva que l'orbite la plus probable est une ellipse, dans laquelle la comète se trouve, dans son aphélie, près de l'orbite de Jupiter et, dans son périhélie, près de l'orbite de Mars, et que la durée

d'une révolution montait à six ans et onze mois. Probablement en 1898 et 1899, la comète se rapprocherait de nouveau de la Terre, de manière à pouvoir être retrouvée. Dans le mémoire cité, M. Zwiers s'est occupé des perturbations que subirait la comète jusqu'à la fin de 1898. Plus tard, il a poussé ces calculs des perturbations jusqu'au 9 septembre 1899 (*Astronomische Nachrichten*, t. CMLIX, p. 9); il y a ajouté une éphéméride faisant connaître les positions que devrait occuper la comète d'après les calculs. A l'aide de cette éphéméride, la comète a été retrouvée, le 10 juin, par M. Perrine (Lick-Observatory), sous la forme d'un très petit nuage nébuleux, s'éloignant de 22",2 en ascension droite, et de 4'17" en déclinaison de la position calculée. Il est probable que, des éléments calculés par M. Zwiers, la durée de la révolution seule aura besoin d'une correction; cependant, cela ne se décidera qu'après la connaissance de plusieurs observations nouvelles. Pour ce moment, M. Zwiers a calculé une éphéméride corrigée. Une éphéméride tout à fait correspondante a paru dans le n° 464 du *Astronomical Journal*. — Rapport de MM. Schoute et Cardinaal sur le mémoire de M^{me} A. Boole Stott : « On certain series of sections of the regular four dimensional hypersolids » (Sur certaines séries de sections des hypersolides réguliers à quatre dimensions). L'étude intéressante, illustrée par plusieurs figures et diagrammes, va paraître dans les Mémoires de l'Académie.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Kamerlingh Onnes : « Manomètres étalons à gaz (Piézomètres de précision à volume variable pour des gaz) ». Dans ce travail, illustré par deux grandes planches, l'auteur décrit les instruments qui fonctionnent depuis quelque temps dans le Laboratoire de Physique de l'Université de Leyde. Successivement, il s'occupe du but, de l'arrangement général, des piézomètres eux-mêmes, des cylindres de compression et des robinets, du nettoyage, du cimentage et du remplissage, de la calibration, de la détermination du volume du tube et de la mesure du volume normal du gaz inclus. — M. H.-A. Lorentz : « La théorie élémentaire du phénomène de Zeeman. Réfutation d'une objection de M. Poincaré ». Dans un article récent, paru en *L'éclairage électrique*, t. XIX, p. 5, M. Poincaré parvient à la conclusion que la théorie généralement connue du phénomène de Zeeman — d'après laquelle chaque particule lumineuse contient un seul ion mobile ou un certain nombre de ces ions dont les vibrations sont indépendantes les unes des autres — est bien à même de rendre compte de la ligne double se présentant dans la direction des lignes de force, mais incapable d'expliquer les lignes triples dans la direction perpendiculaire aux lignes de force. Ce résultat est obtenu en substituant l'absorption dans les champs magnétiques à la place du traitement direct de l'émission, et il est remarquable que cette même manière de raisonner a conduit M. Voigt à des équations qui impliquent l'existence du triplet. D'après l'auteur, la cause de cette divergence des résultats est l'omission d'un certain terme par M. Poincaré. Avant de le démontrer, l'auteur compare entre elles les diverses formules qui peuvent être appliquées à la propagation de la lumière dans un gaz absorbant soumis à l'action de forces magnétiques. — M. J. D. van der Waals présente, au nom de M. N. Quint Gzn, une communication intitulée : « La détermination d'isothermes pour le mélange HCl, C₂H₆ ». D'après la théorie, il y a des mélanges qui montent, quand on les condense à une certaine température, le phénomène de la condensation rétrograde du second type. M. Kuenen n'ayant pas réussi dans ses efforts à réaliser cette condensation, l'auteur a choisi des substances où ce phénomène devrait se montrer théoriquement. Cette remarque détermine le choix des substances HCl et C₂H₆. Ces substances ont été mêlées en quatre proportions. Malheureusement, l'auteur constata, en observant le premier mélange, qu'il ne réussirait pas non plus à montrer la condensation rétrograde en question, à cause de la petite différence entre la tem-

⁴ Voir la *Revue* du 15 août 1897.

pérature critique du point de contact et celle de la courbe des points de plissement. Les résultats de la détermination des isothermes sont déposés en six tableaux. — M. H. W. Bakhuis Roozeboom s'occupe d'un exemple de conversion de cristaux de mélange dans une composition. A la séance du 25 février (voir *Rev. gén. des Sc.*, t. X, p. 332), l'auteur a distingué les trois types où la congélation mène à la formation: 1° d'un conglomérat; 2° de cristaux de mélanges; 3° d'une composition racémique. Dans le *Zeitschrift d. phys. Chem.*, t. XXVIII, p. 512, il a développé, en plus de détails, les phénomènes qui se présentent à un refroidissement continué, quand ces trois types se transforment l'un dans l'autre. Maintenant, il fait connaître les résultats obtenus par M. Adriani, qui a étudié le cas intéressant de l'oxime du camphre, où des cristaux de mélange se composent au-dessous d'une certaine température. L'oxime dextrogyre avait été préparé par M. Adriani lui-même, l'oxime lévogyre avait été procuré par M. le professeur Beckmann, de Leipzig. D'abord, on a déterminé les points de fusion des deux oximes et de leurs

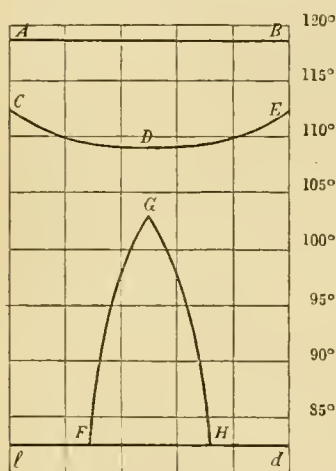
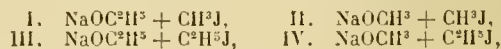


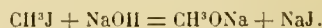
Fig. 1. — Représentation graphique de la conversion des cristaux d'un mélange des oximes du camphre.

mélanges; on trouvait pour tous la température 118°,8. Dans le diagramme de la figure 1, la droite AB y correspond. D'après M. Pope, les deux isomères aussi bien que leurs mélanges subissent bientôt, après la congélation, une transformation de cristaux réguliers en cristaux monosymétriques; les températures correspondantes sont indiquées par la courbe CDE. En continuant le refroidissement, les cristaux monosymétriques se transforment de nouveau en entrant dans une composition racémique; les températures qui s'y rapportent sont indiquées par la courbe FGHI. — M. Roozeboom présente encore, au nom de MM. E. Cohen et C. van Eyk, une communication intitulée: « L'énantiotropie de l'étain ». Les négociants russes en étain savent tous que, sous l'influence d'une extrême froideur, l'étain blanc se transforme en une poudre grise. Ce phénomène est si fréquent en Russie qu'on le distingue par un nom particulier, qu'on peut rendre par l'expression « la dispersion de l'étain »; il a été constaté par Erdmann, Fritschke, Lehwald, Rammelsberg, Oudemans, Walz, Petri, Schertel, Markownikoff, Hjelt, Stockmeyer et Schaum. Non seulement des saumons d'étain pur de Banca, mais aussi des objets d'étain comme des tuyaux d'orgue, des boutons d'uniforme, des cafetières, etc., montrent cette transformation. Cependant, on n'est pas d'accord sur les causes qui effectuent le changement. Quelques auteurs ne parlent que de la froideur, d'autres pensent à l'action combinée de la froideur et de vibrations, d'autres encore s'expriment encore plus vaguement, en l'attribuant à l'influence d'un refroidissement plus ou moins vite après la fusion. Fritschke constata qualitativement une dilatation qui accompagne la transition de l'état blanc à l'état gris; plus tard, Schertel et Rammelsberg trouvaient, à 19°, 5,8 et 7,3 pour le poids spécifique de ces deux modifications. Jusqu'ici, les faits indiqués restaient isolés; de plus, les différents auteurs ne s'accordent pas sur plusieurs points. Il était donc nécessaire de reprendre le sujet et

d'examiner si un traitement quantitatif rigoureux, se basant sur les idées physico-chimiques récentes, ne pouvait amener plus de lumière. Les auteurs disposaient de 25 grammes d'étain gris, grâce à la bienveillance de M. E. Hjelt, professeur à Helsingfors. Il est impossible d'indiquer ici tous les résultats. Qu'il suffise de dire que les auteurs ont constaté que la transition est facilitée extrêmement par l'addition d'une solution de sel rose ($\text{SnCl}_4, 2\text{NH}_4\text{Cl}$), que la méthode dilatométrique limitait la température de transition entre 10° et 20°, tandis que la méthode électrique fixait cette température à 20° centigrades, sous la pression d'une atmosphère. Donc, à l'exception d'un seul jour bien chaud, tout notre monde d'étain blanc se trouve dans une condition d'équilibre métastable. — M. C. A. Lobry de Bruyn présente, aussi au nom de M. A. Steger, une communication sur « L'influence de l'eau sur la vitesse de la formation d'éther ». Les auteurs, en continuant une étude antérieure (voir *Rev. gén. des Sc.*, t. IX, p. 919), ont trouvé une réaction qui leur semblait un desideratum, où les deux alcools en question admettraient une détermination de la vitesse de réaction, dès l'alcool absolu jusqu'à l'eau pure. Cette réaction s'est présentée dans le procédé de formation d'éther, en se servant d'un iodure d'alcyle et d'alcoolate d'un côté et d'iode de méthyle de l'autre. Ces réactions sont :



où se joint encore la transposition :



Pour les quatre réactions, les diagrammes de la figure 2 font connaître la variation de la vitesse de réaction avec

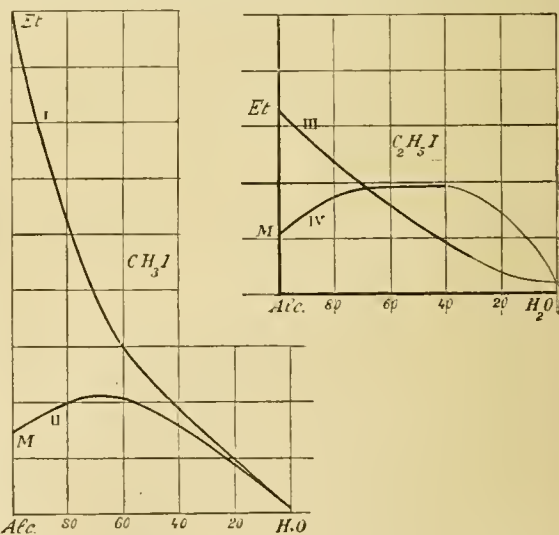


Fig. 2. — Variations de la vitesse de réaction de mélange de deux liquides en diverses proportions.

la constitution du mélange. — M. E. Mulder présente : Sur un peroxy-sulfate d'argent (sixième communication). — Rapport de MM. J. M. van Bemmelen, S. Hoogewerff et H. W. Bakhuis Roozeboom sur la circulaire de la Société chimique allemande sur les poids atomiques. L'avis d'accepter la proposition de MM. Landolt, Ostwald et Seubert, et de prendre part au travail d'une Commission internationale, est approuvé à l'unanimité; les rapporteurs sont priés d'indiquer l'un d'eux comme délégué de l'Académie. P. H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Chimie

L'éclairage à l'acétylène, système Blériot.

— On a imaginé une foule d'appareils générateurs d'acétylène, plus ou moins compliqués, afin d'arriver à la régularisation de l'attaque du carbure de calcium par l'eau et d'éviter la *surproduction* du gaz, c'est-à-dire le dégagement qui se produit, par l'action sur le carbure de l'eau fixée par la chaux, lorsque la consommation est interrompue ou même reste constante. L'emploi de l'*acétylithé*, inventé dans ce but par MM. Létang et Serpollet et exploité par M. Blériot, semble avoir donné des résultats très pratiques pour l'éclairage des tramways et des automobiles, et mérite une mention particulière, en raison de la grande simplicité des appareils qu'il entraîne. L'*acétylithé* est du carbure de calcium ordinaire que l'on a immergé dans le pétrole pendant plusieurs semaines, jusqu'à ce qu'il se soit imprégné bien à cœur, et qui a été ensuite enrobé de glucose à la façon des dragées. La présence de ce dernier corps amène, au fur et à mesure de la production de la chaux, la formation d'un sucrate de chaux tribasique soluble. Quant au pétrole, il empêche le carbure d'être trop sensible à l'humidité, de sorte que l'acétylithé doit être complètement noyé pour qu'il y ait réellement dégagement de gaz.

Le gazogène employé fonctionne comme un briquet à hydrogène : c'est un récipient cylindrique A (fig. 1) en laiton étamé, rempli d'eau aux trois quarts; en fermant le couvercle, auquel est reliée une cloche B, qui retient intérieurement un panier à acétylithé C, on plonge cette cloche dans l'eau, et l'air emprisonné refoule le niveau de l'eau au-dessous de la charge du panier. Il ne se produit donc aucune attaque jusqu'au moment où, par l'ouverture du robinet R, l'air s'échappe et l'eau s'élève à travers les mailles du panier. La pression de l'acétylène ne dépasse pas 18 centimètres d'eau. Si, au contraire, on ferme le robinet, le gaz qui continue à se dégager refoule l'eau sous la cloche et la production de gaz s'arrête. Les brûleurs sont des becs genre Manchester, c'est-à-dire qu'ils se composent de deux ajutages convergents par lesquels les jets de gaz s'échappant se rencontrent un peu après leur sortie et s'étalent en une flamme mince très éclairante sous forme

de papillon. Ces ajutages sont très massifs, en stéatite, de sorte que, une fois bien réglés, ils restent fixes et sont, autant que possible, soustraits aux mouvements de dilatation et de contraction dus à la chaleur. Avant de sortir de l'appareil générateur pour se rendre aux brûleurs, le gaz traverse, dans le tube qui relie la cloche au couvercle, une couche de carbure ordinaire maintenue entre deux tampons de ouate : là il se dessèche et s'épure.

Le générateur système Blériot peut s'appliquer aux lampes-phares, et, avec une consommation de 3 kilos d'acétylithé, il dégage 1 mètre cube de gaz brûlant durant 7 à 8 heures dans un groupe de brûleurs d'une puissance de 200 bougies. La Compagnie générale des Omnibus vient d'en faire l'essai pour éclairer les voitures de la ligne du Louvre-Ver-sailles : celles-ci sont généralement munies de cinq lampes auxquelles un éclairage global de 50 bougies est fourni par un gazogène placé sous l'escalier, qui dépense environ 270 grammes d'acétylithé par heure.

Le prix du carcel-heure par voiture ressort à 0 fr. 037 en acétylithé et les résultats obtenus font prévoir une application du même procédé à l'éclairage des nouvelles lignes de la future Exposition.

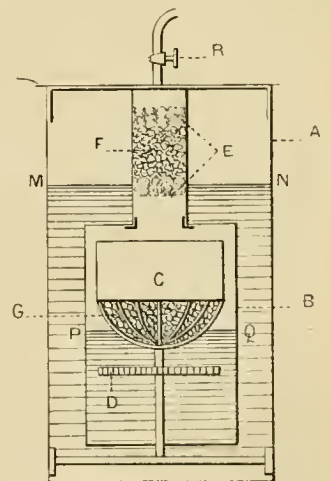


Fig. 1. — Générateur d'acétylène. — A, récipient; B, cloche; C, panier à acétylithé; D, plateau percé de trous; E, tampons de ouate; F, carbure de calcium ordinaire; G, acétylithé; MN, niveau de l'eau dans le récipient; PQ, niveau de l'eau dans la cloche; R, robinet.

§ 2. — Mines et Métallurgie

Les nouveaux gisements de tungstène en Espagne et en Amérique. — Le tungstène se trouve dans la nature sous forme de *scheelite* (tungstate de chaux) ou de *wolframite* (tungstate de fer et de manganèse), minéraux du même groupe que la cassitérite. La scheelite n'apparaît guère que comme produit d'altération superficielle et seule la wolframite forme des gisements exploitables industriellement. Mais ces gisements ne sont pas nombreux. Une certaine quantité du tungstène utilisé provient du traitement des minerais d'étain et même du triage des anciennes haldes en Cornwall. On cite encore les mines d'Altenberg, Graupen et Geyer en Saxe, de Schlagenwald en Bohême et de Saint-Léonard en Limousin.

En raison de la faible production et de la demande croissante des métallurgistes, les prix du wolfram sont très élevés; de plus, les Allemands de Hanovre et de Francfort ont su accaparer la presque totalité du marché de ces minerais et cette sorte de monopole n'est pas faite pour en faciliter l'emploi : c'est ainsi qu'un wolfram à 70 % de WO_3 se vend actuellement de 2 fr. 50 à 3 francs le kilo. On s'explique donc l'intérêt que présentent les découvertes de nouveaux gisements de tungstène, et c'est à ce titre que nous signalons les résultats des recherches récentes effectuées en Espagne et en Amérique.

Dans la province d'Orense, au nord-ouest de Carballino, entre Ribadavia et Santa-Maria de Béariz, s'étend la région de l'Avion, qui comporte des massifs de granulite entrecoupés de schistes siluriens. De nombreuses fissures de retrait, plus ou moins irrégulières, sont remplies par une exsudation de quartz, et, sur les épontes de ces veines, le bioxyde d'étain a cristallisé. D'autres fissures, presque parallèles en certains endroits, mais moins nombreuses, remplies probablement à une époque très rapprochée de la première, renferment spécialement du wolfram et du quartz avec une faible quantité d'oxyde d'étain. Les deux genres de filons sont généralement accompagnés de mispickel et de pyrites de fer et de manganèse. Un certain nombre de concessions, dites Rara, Eloïsa, Belgica, Efigénia, ont déjà été prises, et, dans quelques-unes d'entre elles, on a commencé l'exploitation aussi bien des minerais de filon où l'on trouve 100 à 150 kilos de wolfram au mètre cube abattu que des alluvions qui contiennent encore de 5 à 7 kilos par mètre cube. La séparation nécessaire du tungstène et de l'étain, dont le mélange existe très intime dans ces minerais, ne présente plus de grandes difficultés pratiques depuis l'emploi des trieurs magnétiques.

Un autre dépôt de wolfram a été découvert au cap Breton, très près de Northeast Margaree, dans un ravin situé entre deux collines d'environ 260 mètres de hauteur, au travers d'un massif de granite rouge, où l'on recherchait du plomb. Là encore le minerai de tungstène se rencontre enrobé dans du quartz, et, d'après les analyses faites à Halifax et à Londres, il est de très bonne qualité et contient 68 % de WO_3 . Les travaux de prospection suspendus pendant l'hiver reprendront au printemps prochain.

Les usages du tungstène sont bien connus : on en tire certains produits chimiques, le tungstate de soude, qui rend les étoffes incombustibles, le tungstate de baryte, qui donne aux peintres une belle couleur blanche bien supérieure à la céruse. Enfin, le tungstène mélangé à l'acier, même en assez faible proportion, lui transmet des qualités remarquables comme résistance, ténacité et surtout dureté. Les véritables damas contenaient du tungstène, et l'on a reproduit l'acier Wootz en refondant le métal avec du wolfram. Un acier contenant au delà de 2 % de tungstène devient, il est vrai, fragile, mais la présence du manganèse diminue cette fragilité en augmentant la malléabilité à chaud et permet l'introduction d'une quantité de tungstène allant jusqu'à 9 %. Dans ces conditions, l'acier est assez dur pour ne

pas avoir besoin d'être trempé et il constitue néanmoins des outils, des matrices, des étampes d'une résistance à toute épreuve. Un outil d'acier au tungstène, simplement martelé après chauffage au rouge cerise et affûté sur une meule d'émeri, peut être employé sur les aciers trempés les plus durs. Nous donnons ci-dessous l'analyse d'un acier à outil anglais :

W = 8,80 Mn = 2,60 C = 0,50 Si = 0,75

Les mineurs sauront apprécier l'avantage de travailler avec des forets, qui percent à toute vitesse sans se détremper et ont rarement besoin de revenir à l'usine. Pour la fabrication des projectiles, canons et blindages, l'emploi d'un métal spécial de ce genre est tout indiqué. On se souvient que, dans la récente guerre hispano-américaine, la plupart des canons furent mis hors d'usage, après avoir tiré soixante à cent coups, par suite de la dégradation de la chambre à poudre. Un faible pourcentage de tungstène suffira pour en durcir uniformément les parois intérieures et les soustraire à une usure aussi rapide. Sans doute le poids spécifique très élevé de ce métal (18,7) conduit à bien des difficultés, lorsqu'il s'agit d'obtenir un mélange bien homogène et d'éviter la ségrégation, surtout avec des lingots de grosse masse. Mais avec des précautions spéciales et un soin tout particulier au moment de la coulée, il n'est pas impossible que le dernier mot reste au praticien.

La fabrication des ferrosiliciums riches au four électrique. — Les ferrosiliciums sont des fontes spéciales, contenant une proportion notable de silicium, que l'on emploie en métallurgie dans le but d'obtenir des moulages d'acier sans soufflures. C'est un ingénieur français, M. Pourcel, qui, en 1875, aux anciennes usines de Terre-Noire, réussit à fabriquer au haut fourneau du ferrosilicium tenant 12 à 13 % de silicium, en marchant à une allure très chaude et avec des laitiers réfractaires et pas trop basiques, afin que la silice soit isolée et puisse se réduire sous la double affinité du carbone et du fer. Son procédé, qui fut surtout appliqué en Angleterre, n'était pas sans présenter certaines difficultés; mais, en tout cas, il ne permettait absolument pas de fabriquer des fontes avec une teneur en silicium dépassant 15 %.

Au four électrique, au contraire, on y arrive très aisément, et des alliages de fer et de silicium, contenant jusqu'à 50 % de Si, peuvent être maintenant obtenus. A l'usine de Holcomb-Rock de la *Wilson Aluminium Cy*, on emploie un four continu système Chalmot, fonctionnant sans arrêt pendant une semaine, dans lequel les charges sont introduites par le haut et le ferrosilicium recueilli au trou de coulée à intervalles réguliers. Les matières premières se composent de bon minerai de fer, de préférence siliceux, de coke de qualité quelconque et de sable de rivière qui contient un peu de manganèse et de titane. Les fondants calcaires sont rejetés, car ils diminueraient le rendement. Toutes les matières sont finement broyées, à l'exclusion de la silice, corps peu dense, qu'on laisse à l'état de sable grossier, pour éviter des entraînements par le faible tirage du four; puis elles sont intimement mélangées entre elles et soumises à l'intense chaleur de l'arc électrique. Les scories sont en faible proportion si le mélange a été fait convenablement et le métal coulé est très homogène. Pour compenser les pertes par volatilisation, il faut évidemment employer un excès de silice, excès qui varie avec la teneur recherchée, et, comme cette volatilisation correspond à une perte d'énergie, la dépense en force motrice est plus élevée, toutes proportions gardées, dans la fabrication des ferrosiliciums très riches. Ainsi les alliages à 35 % contiennent deux fois plus en force motrice que les alliages à 26 %. Jusqu'ici, les fours employés n'ont qu'une puissance de 150 chevaux électriques, mais on réduira considérablement le prix de revient du produit en installant des fours de 1.000 chevaux.

Il semble qu'il existe trois composés distincts de fer

et de silicium : Fe^3Si^2 , $\text{FeSi}^{(3)}$, FeSi^2 , contenant respectivement 25 %, 33 % et 50 %. Les ferrosiliciums, dont les teneurs en Si varient entre 25 et 33,33 et 50 %, paraissent être constitués par des alliages de ces trois composés. Lorsque, par exemple, on abandonne au refroidissement lent un ferrosilicium à 28 %, amené à l'état liquide, le composé Fe^3Si^2 se sépare en cristaux très bien développés, dont quelques-uns atteignent 13 millimètres de longueur. Mais, alors que le fer et le silicium se trouvent chimiquement combinés dans les ferrosiliciums renfermant jusqu'à 50 % de Si, au contraire, au delà de cette limite, le silicium existe à l'état libre, et son excès se sépare sous forme de petits cristaux noirs.

Les silicures de fer sont toujours cristallins et d'une couleur plus ou moins argentée, suivant la moins ou plus grande teneur en Si. Leur densité diminue et leur point de fusion s'élève avec l'accroissement en Si. Lorsque les ferrosiliciums sont refondus au cubilot, une certaine quantité de silicium brûle et disparaît (environ 5 %); les moulages deviennent d'autant plus cassants et plus soufflés qu'ils contiennent plus de silicium. Ces corps sont généralement très peu magnétiques, et, au delà de 30 % de Si, ils ne le sont plus du tout. Ils sont bons conducteurs de l'électricité et inaltérables à l'air, à l'eau et aux agents d'oxydation acides. Dans ces conditions, ils constituent une matière première d'un prix assez bas pour être employée comme anodes dans l'électrolyse des solutions aqueuses. Quant aux ferrosiliciums à teneur relativement faible, ils servent à la fonte des objets d'art et des statuettes, d'autant mieux que le polissage leur donne un très bel éclat.

La galvanisation électrolytique des tubes par le procédé Cowper-Coles. — On sait que la galvanisation des objets en fer ou en fonte a pour but de les préserver de l'oxydation et que, malgré l'étymologie du nom qui lui a été donné, cette opération se pratiquait surtout jusqu'ici en plongeant simplement l'objet bien décapé dans un bain de zinc en fusion. En présence des nombreux inconvénients du zingage à chaud, tels que l'altération rapide du bain et des cuves, l'immobilisation d'une grande quantité de zinc et une assez forte dépense de sel ammoniac, qui soustrait le zinc liquide à l'action de l'air, il était naturel d'avoir recours à la voie électrolytique et les procédés n'ont pas manqué. Tous consistent à faire passer, à travers la solution d'un sel de zinc, un courant électrique, les anodes étant constituées par des plaques de zinc et les cathodes formées des objets mêmes à galvaniser. En Angleterre, les tubes Belleville sont galvanisés par le procédé Cowper-Coles. Pour que le dépôt de zinc se fasse bien, il faut nécessairement que la surface des tubes soit complètement débarrassée des oxydes ou autres matières étrangères. On y arrive ordinairement par un décapage à l'acide, mais on ne doit pas perdre de vue que l'hydrogène naissant, produit alors, peut modifier dans un sens défavorable la résistance du métal soumis à cette opération, et que cet inconvénient ne disparaît complètement que si les tubes sont légèrement recuits après décapage, ou même restent un assez long temps en repos. Cowper-Coles emploie comme solution décapante un bain chaud contenant seulement 1 % d'acide sulfurique, mais il y fait passer un courant électrique, dont il renverse le sens de temps en temps au moyen d'un commutateur spécial. Après quelques renversements, l'opération totale durant environ dix minutes, les oxydes se détachent de la pièce et tombent. On lave les tubes à grande eau et on les porte immédiatement au bain de galvanisation, de façon à éviter une nouvelle oxydation. On pourrait aussi nettoyer les tubes en injectant du sable à leur surface, comme on le fait pour les moulages d'acier, et ce procédé nous paraît devoir présenter moins d'inconvénients que le décapage acide, au moins en ce qui

concerne la surface extérieure des tubes. Le bain de galvanisation se compose d'une solution de sulfate de zinc contenant environ 200 grammes au litre. Les tubes sont suspendus au moyen de crochets à deux tringles en laiton courant le long de la cuve. Les anodes sont constituées par des plaques de plomb ou de zinc supportées de la même façon et alternant avec les cathodes. Le voltage aux bornes de la dynamo étant 6, le courant employé est de 150 à 200 ampères par mètre carré de surface de cathode. On obtient une circulation rapide de la solution au moyen d'une petite pompe centrifuge ou d'un compresseur à air. Enfin, pour régénérer en zinc cette solution, on la fait passer sur un lit filtrant composé de charbon, coke ou sable, mélangé avec de la poudre de zinc obtenue dans un état de division très fine comme sous-produit pendant la distillation des minerais.

L'observation des conditions dans lesquelles se fait le dépôt du zinc durant l'électrolyse a conduit à une nouvelle application de la galvanisation. Le zinc, précipité par le courant, même en couche très mince, présente des solutions de continuité aux endroits où la surface du métal cesse d'être absolument nette, et de cette façon les pailles, gravelures, criques, etc., qui pourraient échapper à un premier examen superficiel, ressortent admirablement bien. Il y avait donc, pour le contrôle, un moyen de se rendre compte de la qualité des pièces à recevoir, et l'amirauté anglaise, bientôt imitée par la marine française, s'est empressée de l'imposer pour l'examen de la surface des tubes de chaudière et leur réception.

La galvanisation des tubes par le procédé Cowper-Coles ou d'autres analogues est couramment employée maintenant, à ce point de vue, dans les usines françaises qui fabriquent le tube pour la Marine. Il n'est pas inutile de mentionner, à ce propos, un nouvel appareil optique, proposé par M. Vinsonneau et construit par M. Secrétan¹, qui a pour objet l'examen des surfaces intérieures des tubes, même de très petit diamètre, dont jusqu'ici l'état n'avait pu être observé que très difficilement par les contrôleurs. On en fait en ce moment l'essai chez MM. Delannay-Belleville.

§ 3. — Sciences naturelles

Les collections de Crosse. — Notre confrère *Le Naturaliste* nous prie d'annoncer que, du 20 au 30 de ce mois, à huit heures du soir, aura lieu à la maison Sylvestre, 28, rue des Bons-Enfants, la vente aux enchères de la bibliothèque et des collections de coquilles de Crosse, le célèbre fondateur du journal de Conchylogie².

§ 4. — Sciences médicales

La Peste. — *La Revue* a eu plusieurs fois l'occasion de s'occuper de la peste³. La récente épidémie d'Oporto ayant remis cette question à l'ordre du jour, nous allons signaler ici les faits nouveaux établis par les travaux les plus récents⁴ et dont la vérification clinique, thérapeutique et bactériologique a pu être faite à Oporto.

Le premier fait qu'il importe de signaler, c'est l'*extension progressive* de la maladie. Après Hong-Kong et

¹ Communication faite par M. Secrétan le 27 octobre dernier à la Société d'encouragement pour l'industrie nationale.

² Le catalogue est adressé sur demande faite aux experts de la vente, MM. « les fils d'Emile Deyrolle », 16, rue du Bac, à Paris.

³ C. HUART : Le sérum antipesteux du Dr Yersin. *Rev. gén. des Sc.*, 1896, n° 17, p. 733.

FONTOYNONT : La lutte actuelle contre la peste. *Rev. gén. des Sc.*, 1897, n° 3, p. 109.

⁴ L. LANDOUZY : *Les sérothérapies*. Paris, 1898. G. Carré et Naud, édit.

NETTER : La peste. *Presse médic.*, 1899, t. II.

CALMETTE : La peste bubonique de Porto. *Bullet. méd.*, 1899, n° 85.

¹ Ce corps a été isolé par MM. Carnot et Goutal (*C. R. Acad. des Sc.*, 19 et 26 juillet 1897).

la Chine, où elle existe encore, la peste a passé dans l'Inde, en Perse, en Arabie, en Egypte, en Portugal. Grâce à l'extension du mouvement colonial, elle a fait son apparition à Madagascar, à l'île de la Réunion, à l'île Maurice, au Mozambique. Par voie de terre, elle s'est manifestée à travers la Mongolie et le Turkestan, et est venue s'implanter aux rives de la mer Caspienne et de la Volga. Elle a même franchi l'Atlantique, et, depuis quelque temps, elle est signalée dans l'Amérique du Sud, à l'Assomption, à Montevideo, à Buéno-Ayres, à Santos.

Ainsi donc, le monde entier se trouve menacé de cette maladie, qu'on croyait éteinte à jamais. Il est vrai que, jusqu'à présent du moins, la peste a gardé, quant à son extension, un caractère de bénignité relative, qui ne rappelle en rien les grandes pandémies des siècles précédents. Tout porte à espérer qu'elle gardera ce caractère ultérieurement.

Pour ce qui est de son *mode de propagation*, les recherches récentes ont pleinement confirmé la justesse des vues de Simond. En 1877, dans l'Inde, il a déterminé d'une façon très précise l'un des principaux modes de transmission de la maladie de l'animal à l'homme. On sait que, depuis des siècles, on avait déjà remarqué que les épidémies de peste sont toujours précédées d'une grande mortalité chez les rats et les souris. Or, Simond a constaté que, lorsqu'un rat pestiféré succombe, les puces qui vivaient sur lui l'abandonnent pour aller sur d'autres rats ou sur des hommes, et que l'intestin de ces puces est fréquemment bourré de bacilles pesteux, qui peuvent y conserver pendant longtemps leur vitalité et leur virulence. En enfermant dans des bocaux des souris indemnes et des puces infectées, M. Simond a vu les souris prendre la peste. Il est donc incontestable que les insectes parasites de l'homme, puces, punaises, moustiques, peuvent transporter et inoculer le microbe spécifique de cette maladie.

Un autre *mode de contagion* est la pénétration des bacilles pesteux dans les voies respiratoires. Childe, Wysskowitz, Zabolotny ont montré que la peste prend souvent une forme pneumonique d'emblée, sans manifestations ganglionnaires apparentes. Les malades atteints de ces pneumonies pesteuses expectorent en abondance des crachats sanguinolents remplis de microbes de la peste. Les produits d'expectoration, desséchés et mêlés aux poussières de l'air, constituent un danger très grave de contamination pour ceux qui les aspirent. Du reste, Roux et Bazarof ont constaté que, pour donner sûrement la peste pneumonique au cobaye, il suffit de badigeonner les fosses nasales de cet animal avec un pinceau trempé dans une culture récente de virus pesteux.

Nous pouvons laisser de côté tout ce qui touche à la bactériologie proprement dite et à la clinique de la peste, — que nos lecteurs connaissent du reste, — pour arriver à la grosse question de la *sérothérapie*, tant prophylactique que curative.

Le sérum, expérimenté à Oporto par la Commission française, était le sérum récemment préparé par l'Institut Pasteur et obtenu par l'inoculation des chevaux, directement dans les veines, avec de très grandes quantités de bacilles pesteux tués par la chaleur. Ce sérum, comme M. Calmette a pu le constater à Oporto, était infiniment plus actif que le premier sérum de Yersin. Ses effets curatifs ressortent très nettement de ce seul fait qu'avant l'emploi de ce sérum, la mortalité hospitalière parmi les malades atteints était de 33 %; après son emploi, cette mortalité est tombée à 13 %.

D'après M. Calmette, il est nécessaire d'injecter de grandes quantités de sérum aux malades et de répéter ces injections chaque jour jusqu'à ce que la température indique que tout danger est écarté. On ne doit donc pas craindre d'en injecter 20 ou 40 centimètres cubes tous les jours; c'est ainsi que, chez un malade, on a injecté en six jours la quantité de 320 centimètres cubes, et cette malade a guéri. Dans la forme pneumonique, qui

jusqu'à présent était fatalement mortelle, M. Calmette injectait le sérum directement dans les veines à la dose de 20 centimètres cubes par jour, et il a eu la satisfaction de voir ses malades guérir.

Ce qui montre bien l'action spécifique du sérum, c'est que lorsqu'on examine le sang des malades vingt-quatre heures après la première injection, on n'y trouve presque plus de bacilles.

Quant à la valeur prophylactique, au pouvoir immunisant de ce sérum, les expériences faites à Oporto sur les animaux et sur l'homme ont été tout à fait démonstratives à cet égard. On a vacciné un grand nombre de personnes très exposées, pour la plupart, à la contagion : les médecins et les employés des laboratoires de bactériologie et d'hygiène, les équipes de désinfecteurs, les pompiers auxquels incombait le devoir de transporter au cimetière les cadavres des pestiférés. Aucun cas de peste n'a été observé parmi eux.

Cette vaccination par le sérum est très facilement acceptée et ne présente aucun inconvénient. Elle donne une immunité immédiate; mais celle-ci n'est malheureusement pas durable : elle s'épuise après vingt ou vingt-cinq jours. Aussi, lorsque les sujets vaccinés doivent continuer à résider dans un foyer de peste, est-il indispensable de renouveler l'injection de sérum environ toutes les trois semaines.

On s'est beaucoup préoccupé de chercher une méthode de vaccination capable de donner une immunité de plus longue durée. M. Calmette a essayé d'injecter simultanément un mélange de sérum anti-pesteux et de cultures de microbes tués par la chaleur. Il semble que l'immunité conférée de cette façon soit un peu plus longue que celle que donne le sérum seul.

Quelles sont les *mesures à prendre contre l'extension de la peste*? Pour répondre à cette question, il nous suffit de citer ici textuellement les conclusions auxquelles est arrivé M. Calmette. Il estime notamment qu'en présence d'une calamité publique aussi terrible que la peste, il convient de prendre les mesures suivantes :

D'abord, transporter et isoler obligatoirement dans un hôpital spécial tout malade atteint de peste. Vacciner obligatoirement toutes les personnes qui ont été en contact avec le malade ou qui ont habité la même maison;

Incendier, ou, si la chose n'est pas possible, désinfecter, aérer et abandonner pendant au moins vingt jours toute maison où un cas de peste aura été constaté.

Détruire méthodiquement les rats et les souris dans les magasins, dans les appartements et dans les égouts, en se gardant toutefois de toucher aucun cadavre de ces animaux avec les mains. On les ramassera autant que possible avec une pince métallique et on en pratiquera l'incinération, ou l'immersion dans l'acide sulfurique.

Si la population cache les cas de peste, comme cela s'est produit à Oporto et dans la plupart des localités atteintes, on ne devra pas hésiter à organiser, suivant l'exemple de la municipalité de Bombay, des Commissions de recherches composées de médecins, d'inspecteurs, de voitures d'ambulance et de gendarmes. Ces Commissions, instituées par quartiers, devront visiter, deux fois par jour, tous les logements de leur section et s'assurer qu'il n'y existe aucun malade.

On peut espérer que de telles mesures, intelligemment appliquées, ne tarderaient pas à entraver la diffusion de l'épidémie, et l'éteindraient sans doute en quelques mois.

§ 5. — Géographie et Colonisation

Du Soudan à la Côte d'Ivoire. — On peut remarquer sur la carte d'Afrique qu'il existe des parties blanches de quelque étendue entre nos colonies du Soudan et de la Côte d'Ivoire; cela tient à plusieurs causes qu'il peut être intéressant de signaler. Il est d'autant plus à propos de le faire que, il y a peu de jours, le Ministre des Colonies a donné l'ordre au lieutenant

Wœlfel, au Soudan, de s'arrêter dans sa marche vers le sud. Nous rappelons que cette mission, organisée dans le cercle de Beyla, au Soudan, avait pour but de tendre la main à la mission Hostains-d'Oilone, partie du bas Cavally (Côte d'Ivoire).

L'une des raisons qui ont longtemps empêché la jonction effective du Soudan et de la Côte d'Ivoire a été la présence de Samory qui, pendant seize années environ, n'a pas cessé de dévaster toute la région comprise entre les vallées du haut Niger et le pays de Kong, et s'est en même temps opposé à tout progrès de notre part. Aujourd'hui que la puissance de Samory est détruite, cette cause d'insuccès n'existe plus.

Mais, outre le danger de se heurter aux bandes de Samory, nos explorateurs ont rencontré des difficultés tenant à l'état physique du pays et aux populations sédentaires qui l'habitent. C'est encore là ce qui a arrêté la mission Wœlfel. Ces difficultés se présentent principalement dans la partie occidentale de l'hinterland de la Côte d'Ivoire, c'est-à-dire dans celle qui est la plus voisine de la République de Libéria; dans l'Indénié, au contraire, qui est à l'est, la communication est mieux établie, car là on a créé successivement les postes de Bettié, de Zaranou, d'Attakron, celui d'Assikasso en 1896, enfin, en 1897, celui de Bondoukou, qui a relié de ce côté la Côte d'Ivoire avec Bouna, poste avancé du Soudan français. La disparition de Samory a permis aussi aux troupes du Soudan de descendre plus à l'est jusqu'à Bouaké, au nord de Kodiokofi, et d'établir ainsi une seconde ligne de jonction avec la Côte d'Ivoire.

La région encore incomplètement explorée est surtout celle qui renferme les hauts bassins du Bandama, du Sassandra et du Cavally. De ce côté, l'obstacle naturel est la grande forêt qui forme une barrière entre la zone côtière et l'intérieur de la boucle. Cette forêt s'étend sur une largeur qui varie de 90 à 300 kilomètres; elle forme une ligne ondulée qui tantôt empiète vers le nord et tantôt avance assez loin vers le sud. Cette zone forestière est comparable, par la densité de la végétation, par la hauteur des arbres, par l'enlacement des lianes, à la grande forêt équatoriale découverte par Stanley. Très large dans les bassins du Cavally et du Sassandra, à l'ouest, elle l'est moins dans celui du Bandama, et elle occupe à nouveau une zone assez profonde dans le bassin de la Comoé à l'est. Elle se prolonge également, en dehors de notre colonie, dans l'arrière-pays de Libéria, à l'ouest, et dans l'hinterland de la Côte d'Or à l'est.

Mais ce n'est pas encore la grande forêt qui forme l'obstacle le plus insurmontable, ce sont plutôt les populations sauvages qui y sont fixées.

Il existe, en effet, entre le Soudan et la Côte d'Ivoire, des populations très primitives, que l'on peut considérer comme autochtones et dont quelques-unes sont anthropophages; elles sont très différentes des Malinkés, qui forment la race dominante au nord de la grande forêt, et aussi des populations de la côte. De ce nombre sont les Dioulas, parmi lesquels on distingue les Dioulas indépendants ou anthropophages, qui résistent encore victorieusement aux attaques des Malinkés, et ceux qui sont asservis par les Diomandés. Les principaux autres peuples primitifs qui habitent la région de la forêt sont les N'Guérés, les Manous, les Blons, les Ouobés, les Los, les Gouros.

Toutes ces populations se montrent réfractaires à la pénétration européenne. Elles ont résisté aussi à Samory et aux autres conquérants malinkés qui ont cherché à pénétrer chez elles. Ces populations sauvages ne se rendront que par la force. C'est à elles que se sont heurtés la plupart des explorateurs qui ont cherché à passer de la Côte d'Ivoire au Soudan, ou réciproquement. Leur pays produit la kola et l'huile de palme, qui sont très recherchées au Soudan et qu'elles rapportent elles-mêmes aux marchés voisins.

Le capitaine Marchand a eu, il est vrai, la bonne fortune de pouvoir traverser, en 1894, sans être attaqué,

les immenses forêts qu'habitent les Gouros où nul n'avait encore pénétré. Moins heureux que lui, MM. J. Eysséric et Coroyé furent arrêtés, en février 1897, par le mauvais vouloir des mêmes indigènes, dans le haut bassin du Bandama, à Elengué, situé à quelques jours de marche dans le sud de Séguéla, où fut tué le capitaine Ménard en 1892. M. Eysséric a rapporté des renseignements nombreux sur ce peuple des Gouros qui était très mal connu jusqu'alors. Il pense que ces populations, très analogues à celles qui habitent l'hinterland de Libéria, ont occupé autrefois une aire plus vaste et que, refoulées par les invasions qui se sont produites dans la zone découverte, elles ont dû se réfugier dans le territoire protégé par la forêt.

Le 6 mars de la même année, le lieutenant Blondiaux, venu du Soudan, était à Sakala, et une rencontre fortuite aurait pu avoir lieu entre les deux missions, sans les difficultés qu'elles avaient l'une et l'autre éprouvées avec les indigènes. Mais le lieutenant Blondiaux, qui a fait, dans toute cette région, une exploration très remarquable, n'a pu traverser la région forestière ni chez les Los, ni chez les Ouobés, ni chez les N'Guérés.

Les Los, sur lesquels nous renseigne le lieutenant Blondiaux, sont un peuple guerrier qui ne s'est jamais laissé entamer par les invasions. Ils ne sont pas anthropophages, du moins ceux du nord. Ils occupent toute la région comprise entre le Bandama à l'est, et à l'ouest le FéréDougouba, qui n'est autre, comme l'a reconnu M. Blondiaux, que le Sassandra.

En 1898, deux voyageurs français, MM. Adrien Pauly et G. Bally-Fortillière, ont été victimes des attaques de ces mêmes populations guerrières et insoumises qui habitent entre la côte et le Soudan. Ils ont été massacrés, le 16 mai, entre les rivières Loffa et Saint-Paul, dans la partie nord de la République de Libéria, d'où ils espéraient gagner le Cavally.

La mission Wœlfel, qui vient d'être interrompue, n'avait pas, davantage que les précédentes, trouvé dans les populations le concours nécessaire à une marche pacifique. Il y a donc là évidemment une région dont l'accès est particulièrement difficile, mais il importerait de tenter un effort pour la franchir, afin que la communication soit établie de ce côté, comme elle l'est du côté du Baoulé et de l'Indénié. Le moment serait d'autant plus opportun que le décret du 17 octobre 1899 réorganisant l'Afrique occidentale a eu en vue de rendre plus faciles les relations commerciales entre la côte et l'hinterland.

Gustave Regelsperger.

§ 6. — Congrès

Congrès de sauvetage et des premiers secours en 1900. — Le 17 juillet 1900 s'ouvrira un Congrès de sauvetage et de premiers secours dans lequel seront étudiées toutes les formes du sauvetage et tous les moyens de secours, sur mer, sur terre, dans l'eau et dans le feu, ainsi que les services d'ambulances et de brancardiers en temps de paix et en temps de guerre.

La Commission d'organisation, présidée par M. Boucher-Gadart, a divisé les travaux du Congrès en huit sections : 1° Sauvetage maritime ; 2° Sauvetage fluvial ; 3° Sauvetage dans les incendies ; 4° Secours sur la voie publique ; 5° Secours dans les ateliers et usines ; 6° Rôle des sauveteurs en temps de guerre ; 7° Secours aux sauveteurs victimes de leur dévouement ; 8° Commission des Concours.

Les personnes qui désirent prendre part au Congrès sont priées de bien vouloir envoyer le plus tôt possible leur adhésion à M. Félicien Michotte, 21, rue Condorcet. La cotisation est de 3 francs pour les membres ordinaires et de 20 francs pour les membres donateurs.

En raison des sujets traités et pour permettre une mise en œuvre rapide des décisions prises, la Commission serait désireuse de voir de nombreuses municipalités représentées dans le Congrès.

ESSAI SUR LE MÉCANISME DES PHÉNOMÈNES EN SÉROTHÉRAPIE

Ce rêve d'un âge d'or, où l'homme, capable de modifier les microbes, de les sélectionner, les emploierait à la guérison des maladies qu'ils engendrent, ce rêve qui, depuis l'ère de Pasteur, hante l'esprit des chercheurs, est entré dans le domaine de la réalité le jour où un enfant, terrassé par le croup, a été arraché à la mort par le sérum bienfaisant. Dès ce moment, la voie était ouverte à une nouvelle méthode thérapeutique. Aussi, au début de la Sérothérapie, dans l'enthousiasme des premiers succès, on pensait que toutes les maladies infectieuses seraient justiciables de cette nouvelle méthode.

Par suite d'une généralisation trop hâtive, on a voulu appliquer dans tous les cas le même procédé qui avait si bien réussi pour la diphtérie.

Malheureusement, les résultats n'ont pas répondu aux espérances qu'on avait conçues. Pourquoi? C'est ce que je voudrais essayer d'analyser dans cet article.

Il serait superflu de donner l'origine et la définition du mot *sérothérapie*, si, par une extension non justifiée, il n'avait pas été appliqué à des procédés de traitement qui n'ont aucune relation avec celui dont le sérum des animaux immunisés constitue la base. Les expériences fondamentales qui ont enrichi la Médecine de cette méthode féconde ont été exécutées en France. Charles Richet et Héricourt (3 novembre 1888) ont constaté que le sang du chien, animal réfractaire au *Staphylococcus*, étant transfusé à un animal sensible, confère une demi-immunité, mais qu'il peut conférer une immunité complète si le chien réfractaire a été antérieurement vacciné. Dans ces expériences, le sang était transfusé dans sa totalité; c'était de l'*hématothérapie*. Or, MM. Bouchard et Charrin ont montré, avec le Bacille pyocyanique, que le sérum des animaux vaccinés possède les mêmes propriétés que le sang entier, d'où le nom de *sérothérapie* qui a définitivement prévalu dans la science. Il était donc bien établi, par les travaux de l'École française, que le sérum d'un animal vacciné contre un microbe acquiert le pouvoir de préserver un autre animal contre l'infection par ce microbe: il est *antiinfectieux* ou *antimicrobien*.

C'est alors que parut le travail de Behring et Kitasato (4 décembre 1890). Ces auteurs ont découvert que le sérum des animaux vaccinés contre le tétanos, non seulement s'oppose à la multiplication du bacille de Nicolaïer, mais encore à l'empoisonne-

ment par les toxines de ce microbe. Un mélange de sérum d'animal immunisé et de toxine tétanique est complètement inoffensif. Cela serait dû à ce que, d'après ces auteurs, le sérum détruirait chimiquement le poison. Mais Roux, par une démonstration directe, Phisalix et Bertrand, par une preuve indirecte, ont montré qu'il n'y avait pas destruction de la toxine ou du venin. Le sérum n'agit pas comme un *antidote chimique*; le mélange *in vitro* est donc inutile, et l'on peut inoculer séparément et dans des points différents du corps le poison et le contre-poison. Le sérum agit directement sur les cellules de l'organisme, et les rend insensibles au poison par un mécanisme vraisemblablement d'ordre chimique.

Pour exprimer ce fait, nous dirons que le sérum est *antitoxique*. On comprend que, suivant la plus ou moins grande rapidité d'action de la toxine, il se passe un temps plus ou moins long avant que les lésions cellulaires soient devenues irréparables, et le sérum, dont l'absorption est généralement assez rapide, peut encore agir efficacement pendant cette période: dire qu'il est *thérapeutique*, c'est donc simplement rappeler le moment tardif où s'exerce la propriété antitoxique. Si, au lieu d'inoculer le sérum après la toxine, on le fait un jour ou deux avant, on obtient aussi les mêmes effets; cela résulte, pour une grande part, de ce que le sérum non encore éliminé imprègne l'organisme: aussi le terme de *préventif* n'implique pas nécessairement un autre mécanisme que celui de l'action antitoxique.

D'après les auteurs, l'immunité conférée par le sérum — qu'on l'administre avant, en même temps ou après la toxine — serait purement passive, c'est-à-dire occasionnée par la présence même du sérum sans intervention active de l'organisme. Cette conception est trop absolue: j'ai démontré que, dans le sérum antivenimeux, il existe des substances vaccinantes, c'est-à-dire douées de la propriété de faire réagir l'organisme. Cette réaction demande un certain temps pour s'accomplir: c'est la période d'incubation pendant laquelle les organes élaborent des contre-poisons. Il en résulte une immunité active. Elle peut durer plus ou moins longtemps.

Mais cette question de durée ne suffit pas, à elle seule, pour établir des distinctions entre des phénomènes dont le mécanisme intime ne saurait, pour le moment, être différencié. Nous appellerons donc

vaccins les corps qui ont la propriété de provoquer dans l'organisme des phénomènes réactionnels aboutissant à l'immunité. Il ne suffit pas qu'une substance injectée préventivement empêche le poison d'agir pour la qualifier de vaccinante. On sait, en effet, que certains produits chimiques, le chlorure de chaux par exemple, déposés sous la peau, y provoquent des inflammations qui mortifient les tissus, et produisent comme des kystes artificiels dans lesquels l'injection d'une toxine, même très active, reste sans effet, parce qu'elle n'est pas absorbée. Si les deux substances, venin et chlorure de chaux, ont été injectées dans des points séparés du corps, l'animal meurt. Voilà donc ce qu'on peut appeler, à juste titre, une *fausse vaccination*. De même, il ne suffit pas qu'une substance mélangée à une toxine en annihile les effets pour la considérer comme antitoxique, ou comme antidotique. La pulpe cérébrale à laquelle on a incorporé de la toxine tétanique peut être inoculée impunément, et cependant cette pulpe n'agit ni comme antitoxique, ni comme antidote, mais par un procédé encore inconnu.

En somme, les différents moyens par lesquels une substance protège contre les microbes ou les poisons se réduisent à deux : 1° Modification de l'organisme, générale ou locale; 2° Action directe sur le microbe ou le poison.

Ces notions générales étaient d'autant plus nécessaires qu'il existe actuellement dans le vocabulaire de l'immunité la plus grande confusion, relativement à la valeur exacte des termes employés par les différents auteurs. Aussi pouvons-nous aborder maintenant l'exposé des faits et des théories relatifs aux propriétés du sérum des animaux vaccinés. En suivant l'ordre même des découvertes successives, nous aurons à examiner l'action du sérum sur les microbes et sur leurs toxines, puis nous étudierons les modifications du sérum produites par les poisons animaux analogues aux toxines microbiennes, tels que le venin des serpents; enfin, nous étudierons en dernier lieu la manière dont les sérums agissent et comment ils se forment.

I

Le sérum des animaux vaccinés contre certaines infections, la diphtérie par exemple, possède à la fois des propriétés antimicrobiennes et antitoxiques. Aussi ces maladies ne se prêtent-elles pas à une étude analytique distincte de ces deux propriétés. Dans d'autres cas, le sérum des vaccinés préserve les animaux contre l'infection par le microbe, mais on ne saurait dire s'il peut empêcher les effets du poison fabriqué par ce microbe, car on ne connaît pas encore ce poison.

Il y a une maladie qui se prête admirablement à l'étude de ces deux phénomènes et qui, dans ces dernières années, a fait l'objet de nombreux travaux : c'est le choléra. On a pu reproduire expérimentalement les principaux symptômes de cette affection terrible par l'inoculation aux animaux des cultures du microbe provenant de l'homme. C'est ce choléra de laboratoire qui nous servira de type pour notre description. Mais, tout d'abord, pourquoi distinguer l'infection par le microbe de l'empoisonnement par sa toxine? N'est-il pas admis, comme une notion classique, que le microbe agit par les poisons solubles qu'il fabrique, par ses toxines? Oui, sans doute, c'est la toxine qui engendre les accidents, mais cette toxine peut varier en qualité et en quantité, suivant la voie d'introduction du microbe, et ensuite, pour la fabriquer, le microbe met un certain temps; il faut qu'il se multiplie sur place, qu'il désagrège les tissus et se prépare un milieu de culture propice à sa nutrition, qu'il paralyse l'influence du système nerveux. Pendant ce temps, il est soumis à toutes les causes de destruction naturelles ou artificielles. On conçoit que, dans cette période de végétation, le microbe puisse être affaibli dans sa vitalité, puis complètement dissous, digéré, sans que l'agent de cette destruction soit nécessairement une substance antagoniste du poison qu'il aurait pu élaborer.

C'est précisément ce qui arrive dans les expériences de Pfeiffer. Les animaux immunisés contre le choléra, avec des cultures stérilisées par la chaleur ou par addition de chloroforme, fournissent un sérum d'une activité extraordinaire pour empêcher la péritonite cholérique expérimentale du cobaye. Ce sérum immobilise et agglomère les vibrions, les transforme en granules; il est doué d'une *action bactéricide* intense. Et cependant, ce sérum est incapable d'empêcher l'empoisonnement par la toxine cholérique. Ces faits demandent à être analysés. Pour cela, reportons-nous au Mémoire de Metschnikoff, Roux, Salimbeni, qui ont donné la clef et l'explication des phénomènes.

On sait combien il est difficile de reproduire sur les animaux le choléra humain avec ses symptômes caractéristiques. L'ingestion des cultures du vibron ne réussit que rarement, et encore est-il nécessaire d'employer certains artifices. D'après Zabolotny, le Spermophile, petit rongeur de la Russie méridionale, partagerait avec l'homme le triste privilège de contracter le choléra intestinal. Quant à la voie intra-péritonéale ou sous-cutanée, elle se prête mieux à la multiplication du microbe, mais, dans ce cas, l'animal meurt avec un ensemble de symptômes qui rappellent plutôt ceux des septicémies que ceux du choléra humain. Metschnikoff a montré que les associations microbiennes jouent un rôle

considérable dans le développement du choléra intestinal, soit en l'entravant, soit en le favorisant, et il a vu que l'intestin des jeunes lapins d'un à quatre jours constitue un terrain des plus favorables au vibron, surtout si l'on a préalablement fait ingérer au lapin une culture favorisante, comme, par exemple, celle d'une *Torule* ou d'une *Sarcine* isolées de l'estomac de l'homme.

Ces jeunes animaux, ainsi infectés, meurent avec tous les symptômes du choléra humain, sans que le microbe, dans la plupart des cas, pénètre dans la circulation. On a bien là la preuve d'un empoisonnement par une toxine soluble; mais une autre démonstration a été fournie par l'expérience suivante. Metschnikoff, Roux, Salimbeni introduisent, dans le péritoine de trois cobayes, un sac de collodion hermétiquement fermé contenant une solution de peptone à 2 %. Chez le premier cobaye, cette solution a étéensemencée avec un vibron cholérique très virulent; chez le deuxième, elle a été mélangée avec une grande quantité de microbes morts, et chez le troisième, pris comme témoin, elle a été laissée intacte. Or, tandis que ce dernier est resté en bonne santé, le premier meurt avec tous les signes de l'empoisonnement cholérique, le deuxième ne montre qu'une légère hyperthermie et un peu d'amaigrissement.

D'après ces résultats, il paraît certain que les substances excrétées par la cellule microbienne et qui diffusent dans le milieu de culture, sont bien différentes de celles qui constituent la trame de son protoplasma ou qui restent fixées sur celui-ci. C'est là un fait qui est d'accord avec tout ce que nous savons sur la physiologie de la cellule en général et qui peut suffire à expliquer pourquoi le sérum des animaux immunisés par les microbes morts possède des propriétés bactéricides énergiques contre ces mêmes microbes vivants, tandis qu'ils ne peuvent empêcher l'empoisonnement par la toxine.

Le sérum ne devient antitoxique que si les animaux ont été immunisés par le poison cholérique soluble; il est d'autant plus antitoxique que les animaux ont reçu des quantités plus grandes de poison. Un cheval immunisé pendant six mois fournit un sérum dont un centimètre cube neutralise quatre fois la dose mortelle de toxine. Mais il faut 150 fois moins de ce sérum pour protéger un cobaye contre le vibron vivant introduit dans le péritoine: il est donc antiinfectieux en même temps qu'antitoxique. Cette disproportion énorme entre les quantités de sérum nécessaires pour obtenir ces deux résultats différents, ainsi que la possibilité de donner au sérum le seul pouvoir antiinfectieux, semblent démontrer que les deux propriétés sont dues à des substances dis-

tinctes. Et alors on est en droit de se demander si un corps unique pourrait provoquer ces deux réactions différentes, et si la toxine ne serait pas, en réalité, un mélange dans lequel, outre les produits de désassimilation de la cellule microbienne, se trouverait aussi une petite quantité de ces substances ordinairement fixées sur son protoplasma.

Le lecteur se demandera peut-être quelle est l'utilité de toutes ces hypothèses. N'est-il pas suffisant de savoir qu'en saturant un animal d'une toxine dont on connaît le mode de préparation, on peut transformer son sang en un remède contre le choléra expérimental?

C'est, en effet, une arme nouvelle dont les recherches de laboratoire ont doté la sérothérapie, et bien légitime est l'espoir de s'en servir contre le choléra humain. Mais ces résultats eux-mêmes ont été obtenus à la suite de travaux purement théoriques; n'est-il pas superflu de dire aux adeptes de Pasteur que les études spéculatives sont le prélude nécessaire de tous les progrès en Médecine et en Thérapeutique? Depuis son origine, la méthode sérothérapique s'est inspirée des mêmes idées directrices, qu'elle applique indistinctement dans tous les cas. On inocule à un animal la culture d'un microbe vivant, ou les produits de cette culture séparés par la filtration, ce qu'on appelle improprement sa toxine, et après avoir accoutumé les animaux à des doses élevées de ces diverses substances, on prélève leur sang pour essayer les propriétés antimicrobiennes et antitoxiques du sérum. Dans ces conditions, il était à présumer que les résultats seraient variables avec l'espèce et la nature du microbe et son mode d'action sur l'organisme.

Pour certaines espèces, nos milieux de cultures habituels fournissent des matériaux nutritifs avec lesquels le microbe élabore des produits plus aptes à combattre ceux qu'il fabrique dans l'organisme; pour d'autres espèces au contraire, les principes formés dans nos bouillons favorisent plutôt et l'envahissement des tissus par le microbe et l'intoxication par ses produits solubles. En général, les substances favorisantes et antagonistes sont mélangées en proportions variables et ont pu dans certains cas être séparées. Aussi, quand on inocule en bloc les produits de culture d'un microbe, on agit d'une manière empirique: les effets sont susceptibles de varier suivant des conditions nombreuses et indéterminées. Si l'on en juge par ce que nous savons de l'action physiologique des urines, le fonctionnement de la cellule microbienne se rapproche beaucoup de celui des cellules de l'organisme. Dans l'urine, comme dans les cultures microbiennes, il existe des poisons antagonistes, et M. Bouchard, en nous initiant à la notion de la complexité des poisons urinaires et des poisons

microbiens, a ouvert un nouveau champ aux expérimentateurs. Que d'efforts ont été faits pour séparer les substances utiles et les substances nuisibles, les vaccins et les toxines! Les résultats obtenus, quoique encourageants, ne sont évidemment pas en rapport avec le nombre considérable de travaux exécutés. En suivant tous le même chemin, les pionniers de la science pastorienne en ont souvent foulé les mêmes pierres, exploré les mêmes détours, rencontré les mêmes sources, sans trouver celle qui se cache encore dans les arcanes mystérieux de la Chimie et qui doit faire germer tous les grains épars. Pour ces poisons microbiens, souvent d'une puissance inouïe, nous avons le réactif physiologique, mais le réactif chimique nous fait défaut.

En attendant, continuons notre patiente analyse des phénomènes, et souhaitons la venue du nouveau géant dont les hautes épaules nous permettront d'embrasser d'un coup d'œil nos travaux de lilliputiens.

A la complexité des cultures microbiennes répond une complexité non moins grande dans les modifications qu'elles impriment au sérum des animaux vaccinés.

Reprenons l'exemple du choléra expérimental. On a vu plus haut que le sérum des vaccinés était antimicrobien ou antitoxique, suivant la nature des produits utilisés pour cette vaccination. Nous allons étudier ces deux cas séparément.

Le sérum antimicrobien, comme son nom l'indique, préserve les animaux contre le microbe, c'est un vaccin; en outre, on sait que, mélangé, *in vitro*, aux vibrions cholériques, il les agglomère et les détruit: il est bactéricide; on pouvait donc croire que la vaccination d'un animal par ce sérum résultait directement de ce pouvoir bactéricide s'exerçant *in vivo*. Il n'en est rien. Ces deux propriétés sont distinctes et peuvent être dissociées par la chaleur; C. Frankel et Sobernheim ont vu que le choléra-sérum chauffé à 70° perd son pouvoir bactéricide, tout en conservant son pouvoir vaccinal. Inoculé au cobaye, il donne à son sang les propriétés bactéricides et préventives ordinaires du sang des vaccinés.

Voilà donc un sérum, privé par la chaleur d'une de ses propriétés essentielles, capable de provoquer dans le sang d'un animal neuf une réaction qui fait réapparaître cette propriété, comme si, par une combinaison chimique, la substance donnée de cette propriété s'était de nouveau reformée. De fait, les expériences de Bordet semblent confirmer cette hypothèse. Cet expérimentateur a vu que le choléra-sérum dont on a détruit le pouvoir bactéricide par la chaleur, peut recouvrer intégralement ses propriétés si on le mélange à du sérum frais. Cette

curieuse expérience nous amène à parler du pouvoir microbicide propre du sérum d'un animal indemne de toute inoculation ou maladie antérieure. A l'état normal, le sérum d'un grand nombre d'animaux exerce sur les microbes une influence défavorable, qui se traduit, soit par l'agglutinement et l'agglomération, soit par le fractionnement et la dissolution. Et cela a lieu non seulement pour les microbes, mais encore pour les globules rouges d'une autre espèce. Le sérum du chien détruit les globules rouges de cobaye ou de lapin, en deux ou trois minutes. N'est-ce pas là un exemple saisissant, connu depuis longtemps, de l'influence directe des humeurs sur les cellules? Cette adaptation étroite entre le globule rouge et le milieu où il vit, qui constitue un des caractères physiologiques de l'espèce, vient-elle à être troublée, qu'immédiatement on voit le nombre des globules augmenter ou diminuer. Inutile d'insister sur l'importance théorique et pratique de cette notion, qui a suscité de nombreux travaux. Pour le moment, il suffit d'établir que le sérum est plus ou moins bactéricide, suivant l'animal qui le fournit et le microbe employé. Cette action défavorable du sérum sur les microbes se manifeste par trois signes, qui ne représentent peut-être que des phases plus ou moins avancées de la bactériolyse: ce sont l'immobilisation, l'amoncellement ou l'agglutination, et enfin la transformation en granules, qui précède la dissolution complète. Ces différents phénomènes s'accroissent considérablement si, au lieu de sérum normal, on emploie le sérum des vaccinés. Depuis que Charrin et Roger ont attiré l'attention sur l'aspect particulier des cultures du *B. pyocyaneus* en sérum d'animaux immunisés, de nombreux travaux ont surgi sur la propriété agglomérante ou agglutinante de ces sérums. Metschnikoff, Bordet, Grüber et Durham, Peiffer, Vidal, Arloing, P. Courmont, Nicolas, pour ne citer que les principaux, ont considérablement augmenté nos connaissances à cet égard. On sait quelle importance a prise subitement ce phénomène de l'agglutination, après les travaux de F. Vidal. Cet auteur a vu que le sérum acquiert la propriété agglutinante dès la période d'infection, et, en appliquant cette donnée à la clinique, il a reconnu que, chez les typhiques, le sang ou le sérum mélangé, à dose minime, à une culture de bacille d'Eberth, provoque une agglutination spécifique de ce microbe. De par cette observation, la méthode du séro-diagnostic franchissait le seuil du laboratoire pour s'installer au lit du malade. P. Courmont l'a utilement complétée par l'adjonction du séro-prognostic. Ce n'est pas là un des moindres résultats de ces travaux arides, généralement plus fertiles en déceptions qu'en découvertes. Aussi, par contre-

coup, le laboratoire a-t-il obtenu un regain de faveur, ce qui, par ces temps d'utilitarisme, n'est pas à dédaigner. Retournons donc à nos microscopes et cherchons à pénétrer plus loin dans l'intimité des phénomènes.

L'action bactéricide d'un sérum n'est pas toujours facile à constater à l'œil nu : un microbe ensemençé dans le sérum d'un animal immunisé peut donner une culture abondante. Il ne faudrait pas en conclure que ce sérum est inoffensif. L'aspect ordinaire des cultures, la forme du microbe peuvent conserver leur apparence normale, alors que la virulence est déjà sensiblement atténuée. Comme l'a constaté M. Chauveau pour le *Streptococcus puerperalis*, la propriété ne dépend pas nécessairement de la forme dans le monde des bactéries. Les fonctions de nutrition d'un microbe sont fréquemment troublées sans que cela retienne d'une manière apparente sur sa structure, sur sa vitalité. N'en est-il pas de même chez les êtres plus élevés en organisation? Combien de maladies restent inaperçues et même insoupçonnées au début, alors que, malgré un trouble profond de la nutrition, le facies général n'est pas encore sensiblement altéré? Dans ces cas, le médecin met au service de sa perspicacité les moyens d'investigation les plus perfectionnés. Il arrive toutefois que des symptômes très apparents, la coloration de la peau, par exemple, lui servent immédiatement de guide pour établir son diagnostic.

Parmi les microbes, quelques-uns trahissent aussi, par des changements de coloration, l'état de leur santé générale. Cette particularité a permis à M. Charrin d'enrichir la Pathologie générale d'une foule de notions nouvelles. Le bacille pyocyanique, dont la biologie nous est maintenant si familière, perd ses fonctions chromogènes dans un grand nombre de circonstances, et en particulier quand on le cultive dans le sérum d'animaux vaccinés.

Sur les bactéries non chromogènes, l'action du sérum se traduit souvent par une atténuation de virulence, que le développement abondant de la culture n'aurait pu faire prévoir. M. Metschnikoff a vu que la bactériémie charbonneuse s'atténue dans le sérum des moutons réfractaires. Le streptocoque de l'érysipèle, comme l'ont montré Charrin et Roger, se cultive avec la plus grande facilité dans le sérum des animaux vaccinés, mais il y perd à peu près complètement sa virulence. Dans d'autres cas, diphtérie, fièvre typhoïde, en même temps qu'il s'atténue, le microbe se laisse agglutiner par le sérum (J. Nicolas, P. Courmont).

Entre toutes ces modifications imprimées aux microbes, il est possible qu'il existe des relations étroites, mais, pour le moment, les savants sont encore loin de s'entendre sur le mécanisme de ces

phénomènes. Pour ne parler que de l'agglutination, plusieurs théories ont été émises pour l'expliquer. Grüber l'attribuait au gonflement de la cuticule et à un état visqueux qui ferait adhérer les microbes les uns aux autres. De fait, Roger a mis en évidence ce gonflement sur l'*Oidium albicans* impressionné par le sérum des animaux vaccinés contre ce parasite.

L'observation importante de Kraus, à savoir que le choléra-sérum détermine un précipité spécifique dans une culture filtrée et limpide du vibron cholérique, a montré que le phénomène était plus complexe et a fait surgir de nouvelles explications. Bordet fait intervenir dans l'une des phases de l'agglutination le principe des attractions moléculaires, auquel M. Duclaux fait jouer un rôle considérable dans la coagulation. — Nous n'entrerons pas dans le détail de toutes ces théories et nous renverrons au Mémoire de cet auteur.

Le fait capital à retenir, c'est que le choléra-sérum agglutine les vibrions, supprime leur mobilité et favorise l'influence altérante de la matière globulicidaire que l'on trouve dans le sérum des animaux neufs. C'est à cette matière, véritable diastase dissolvante, qu'il faut attribuer le gonflement de la cuticule, première phase de la bactériolyse. J'ai constaté ce phénomène sur la bactériémie charbonneuse, que, jusqu'à présent, on n'a pas vu s'agglutiner par le sérum des vaccinés.

En 1892, inoculant à des souris la bactériémie rendue asporogène et atténuée par la chaleur, j'ai constaté que cette bactériémie était très rare dans le sang des animaux morts; qu'elle était localisée dans de petits coagulums; qu'elle subissait une altération caractéristique, consistant dans un gonflement énorme de la gaine, qui présente quelquefois des renflements successifs. Les articles protoplasmiques sont aussi modifiés; plusieurs ne prennent plus la matière colorante et ont le même aspect que la gaine. Depuis, j'ai de nouveau observé les mêmes phénomènes en cultivant la bactériémie dans le sérum de mouton vacciné et dans le sérum de chien. Si l'on ensemençait, dans du sérum de chien récemment préparé, une goutte de culture charbonneuse âgée de quinze à vingt heures, il se produit un trouble léger ou de tout petits flocons cotonneux, puis les microbes tombent au fond et le liquide s'éclaircit; il se trouble très facilement par agitation. Si l'on fait tomber une goutte de cette première culture dans un nouveau tube de sérum de chien, elle ne se mélange pas au liquide, elle se met en petits grumeaux qui flottent; c'est une véritable agglutination. L'examen microscopique donne à ce moment des renseignements intéressants. Sur une préparation fraîche, les bacilles et les filaments sont d'une teinte pâle, comme gon-

flés, avec des renflements fusiformes ou sphériques de distance en distance. Après coloration au violet de gentiane, cet aspect est encore plus net : ces formes monstrueuses, dites d'involution, se distinguent immédiatement ; en laissant la préparation se décolorer, on voit au centre le bâtonnet segmenté, plus ou moins granuleux, encore fortement teinté, tandis que l'enveloppe avec ses renflements est d'un violet pâle.

Sur des préparations sèches colorées à la thionine, le bâtonnet est bleu, tandis que la gaine est d'un rouge clair.

Il n'y a pas à en douter, le sérum de chien exerce sur les bacilles charbonneux une action défavorable qui en détruit un certain nombre, mais qui, dans les conditions de culture *in vitro*, ne persiste pas très longtemps. Il est probable que dans l'organisme le pouvoir bactéricide est plus accentué. J'ai essayé de m'en convaincre par l'expérience suivante. Le 15 février 1893, j'introduis, dans un segment isolé entre deux ligatures de la veine fémorale gauche d'un chien de 30 kilos, $\frac{2}{10}$ de centimètre cube de culture charbonneuse très virulente âgée de six heures. Le 16 février, je fais la même opération sur la veine fémorale droite. L'orifice de la piqûre de la canule a été fermé par une troisième ligature. Le 17 février, j'enlève ces deux segments veineux longs de 1 cent. $\frac{1}{2}$, et j'en inocule le contenu à deux cobayes. Aucun de ces deux animaux n'a contracté le charbon ; la bactériémie a donc été, sinon totalement détruite, du moins très atténuée par le contact du sang veineux.

A la vérité, cette expérience ne nous renseigne pas sur ce qui se passe dans le sang en circulation. Mais, en admettant que le pouvoir bactéricide du sang de chien ne soit pas plus élevé que l'indiquent les expériences *in vitro*, peut-on en conclure que les humeurs ne jouent aucun rôle dans l'immunité de cet animal ? Il suffit de se reporter à l'expérience de Bordet, citée plus haut, pour prévoir que ce qui a lieu dans un verre de montre peut aussi se faire sous la peau du chien. Ici, la substance préventive serait sécrétée par les bacilles charbonneux, comme elle l'est par les vibrions cholériques, et elle se combinerait avec un principe particulier de l'exsudat sous-cutané pour constituer la substance bactéricide spécifique, et le milieu serait bientôt rendu impropre à toute végétation du microbe. Il est admissible, du reste, que, suivant la composition chimique des humeurs de l'animal, la bactériémie fabrique des produits variés qui favorisent ou entravent son développement, puisque c'est exactement ce qui arrive dans nos bouillons de culture.

Chez le lapin, malgré le grand pouvoir bactéricide du sérum, le bacille charbonneux se développe

rapidement et occasionne la mort : le microbe trouve donc, dans les tissus de cet animal, une substance favorable à sa multiplication, substance plus abondante que l'antagoniste. Celle-ci finit par exercer seule son action, si l'on empêche la mort de l'animal, en enfermant le bacille dans un sac de collodion. Au bout de vingt-sept jours, d'après Sanarelli, le contenu du sac n'est plus virulent et les filaments sont asporogènes et complètement morts. On conçoit, dès lors, qu'il n'existe pas nécessairement un parallélisme absolu entre l'immunité plus ou moins grande d'un animal pour un microbe et les propriétés bactéricides de son sérum. Le problème est d'autant plus complexe que nos connaissances chimiques sur la composition des humeurs et sur le mode de nutrition des microbes sont moins étendues.

Ainsi donc, il paraît bien établi qu'il existe, dans le sérum normal, des substances impropres à la vie des microbes comme à celle des globules d'une autre espèce ; que l'effet de ces substances peut être augmenté (animaux réfractaires) ou annihilé (animaux sensibles) par l'intervention de substances favorisantes ou antagonistes.

A côté de ces substances du sang qui agissent directement sur le microbe, il en est d'autres qui, sans l'influencer, ont la propriété de faire naître dans l'organisme un état de résistance à l'infection qui se traduit par l'accroissement du pouvoir bactéricide. C'est, du moins, ce qui a lieu pour quelques sérums vis-à-vis de certains microbes. Pfeiffer a observé, en effet, que le sérum de cheval confère aux cobayes une immunité contre le vibron cholérique ; Bordet l'a également constaté ; il a vu, en outre, qu'une injection sous-cutanée de 3 c. c. de sérum de cheval augmente assez notablement le pouvoir bactéricide du sérum de cobaye. Les substances préventive et bactéricide existent donc dans le sang normal comme dans le sang des vaccinés. N'y aurait-il entre l'état normal et l'état vaccinal qu'une différence de degré ? C'est là une question que nous discuterons plus tard, quand nous aurons étudié l'action des sérums antitoxiques.

II

Par opposition au sérum anticholérique qui, suivant le mode de préparation, agit contre le microbe ou contre la toxine, nous allons étudier maintenant un sérum pour ainsi dire dépourvu de propriétés microbicides, mais qui possède au plus haut degré le pouvoir de neutraliser la toxine. C'est le sérum antitétanique. Dans le sérum fourni par les animaux vaccinés, le bacille du tétanos se cultive parfaitement et élabore un poison d'une grande activité. Est-ce à dire que le microbe puisse

pulluler dans l'organisme des animaux immunisés? Évidemment non. Les spores déposées sous la peau y sont englobées par les phagocytes. Mais, quoique ce mécanisme, bien étudié par Vaillard, soit la cause principale de préservation de l'organisme, il ne faudrait pas en conclure que les humeurs n'exercent aucune influence sur le microbe.

En effet, si, à l'exemple de Vaillard, on enferme les bacilles du tétanos dans des sacs de collodion, à l'abri des leucocytes, et qu'on les laisse séjourner six à sept jours sous la peau des cobayes réfractaires, on constate alors qu'ils ont été sensiblement affaiblis dans leur vitalité; réensemencés dans du bouillon ordinaire, ils semblent végéter comme à l'ordinaire, mais ils restent *asporogènes*, et cette modification morphologique se transmet héréditairement. Ce fait, rapproché de celui de Sanarelli relatif à la dégénérescence du bacille charbonneux sous l'influence prolongée des humeurs du lapin, montre que c'est bien là le premier degré d'une action bactéricide. De leur côté, J. Courmont et Jullien ont mis en évidence les propriétés agglutinantes du sérum antitétanique. Mais, ce qui caractérise surtout le sérum des animaux immunisés, c'est son pouvoir antitoxique. Pour mieux comprendre la manière dont les substances antitoxiques apparaissent dans le sang, il est indispensable d'analyser les propriétés physiologiques de la toxine et les conditions qui les modifient.

Parmi ces propriétés, il en est une qui constitue un des chapitres les plus intéressants de l'histoire physiologique du tétanos, chapitre qui a été ouvert en 1893 par les travaux de Courmont et Doyon. La toxine tétanique n'agit pas immédiatement, comme la strychnine par exemple. Quelle que soit la dose, quelle que soit la voie d'introduction dans l'organisme, il y a toujours une période silencieuse, dite d'*incubation*, pendant laquelle la méthode graphique ne décèle aucun des troubles de la circulation ou de la respiration si caractéristiques du tétanos confirmé. Pendant cette période, l'organisme est le siège de réactions chimiques qui se traduisent par une plus grande activité des échanges gazeux, par des troubles de la thermogénèse enregistrés par d'Arsonval et Charrin. Ce travail chimique intérieur semble avoir pour résultat la destruction de la toxine. Chez les animaux sensibles, la toxine disparaît plus ou moins rapidement du corps suivant l'espèce. Chez le lapin, d'après A. Marie, on n'en retrouve plus dans aucun tissu dès la seconde moitié de l'incubation. Comme cette toxine s'élimine peu ou pas par les urines, il est vraisemblable qu'elle se modifie; dans cette hypothèse, les accidents tétaniques résulteraient, par voie directe ou indirecte, de la formation d'un corps nouveau, quelle que soit du reste la théorie

adoptée pour la genèse de ce corps. La nécessité d'une température élevée pour produire ces phénomènes chez la grenouille vient à l'appui de cette théorie chimique.

On peut donc dire qu'à la suite de l'injection de toxine tétanique, il se produit dans l'organisme une *réaction toxique*. C'est là une notion nouvelle. Jusqu'ici, nous ne connaissions que la *réaction vacciante ou antitoxique* provoquée dans l'organisme par les vaccins, et sur laquelle M. Bouchard a, le premier, attiré l'attention. Cette réaction vacciante est aussi provoquée par les cultures filtrées du bacille tétanique, mais le plus souvent elle est annihilée par la réaction toxique. Pour la mettre en évidence, il faut supprimer les substances toxiques de ces cultures par le chauffage, par le mélange avec l'iode ou avec l'extrait de thymus. La coexistence, dans le bouillon tétanique, de poison et de vaccin à effets antagonistes n'est pas une hypothèse gratuite: les expériences de Metschnikoff sur les crocodiles en fournissent une preuve indirecte. C'est ainsi qu'on peut inoculer à un caïman de 5 kilogs, sans provoquer le moindre trouble, une dose de toxine suffisante pour donner le tétanos à 600.000 souris. La réaction toxique tétanisante ne se produit pas dans l'organisme du caïman. Si l'on accepte l'hypothèse chimique de cette réaction, il faut admettre que, dans les tissus de ce reptile, la substance nécessaire pour produire la combinaison ou le dédoublement de la toxine fait complètement défaut, puisque cette toxine reste inaltérée dans le sang. Il n'en est pas de même de la réaction vacciante. Si l'animal a été placé à une température de 32 à 37°, il produit déjà de l'antitoxine au bout de vingt-quatre heures. Huit jours après l'injection, le sang du caïman est antitoxique à la dose infinitésimale de 0 c. e. 0005. Il existe donc, dans le sang et les tissus du caïman, une substance capable de devenir une antitoxine sous l'influence des matières vacciantes. Chez les tortues, de même que chez les scorpions, on peut inoculer de grandes quantités de poison tétanique sans qu'il se produise aucune réaction toxique ou antitoxique; on le retrouve tel quel dans leurs tissus, souvent au bout de plusieurs mois. De tous ces faits, il ressort que l'antitoxine ne dérive pas de la toxine, que les phénomènes de l'empoisonnement et de la vaccination tétanique sont indépendants et provoqués chacun par une substance distincte qui, pour agir, a besoin du concours d'une autre substance sécrétée par l'organisme. Et c'est précisément à cause de cette intervention nécessaire que la Pathologie comparée peut jeter une vive lumière sur certains mécanismes des phénomènes de l'immunité. Les différences si considérables dans la composition des humeurs suivant les espèces, le

genre, la famille, l'embranchement, différences que la Chimie est souvent impuissante à déceler, mais que les microbes et leurs toxines révèlent, sont pour nous un précieux moyen d'analyse. Elles nous permettent de réunir dans une vue d'ensemble des faits jusqu'ici épars et peu compréhensibles. La résistance plus ou moins considérable des animaux à la toxine tétanique s'explique aisément dans l'hypothèse de deux principes actifs qui s'unissent, l'un à la toxine pour former le poison spécifique, l'autre au vaccin pour produire le contre-poison. Suivant que l'un ou l'autre de ces principes domine, c'est la réaction toxique ou la réaction vaccinale qui l'emporte. Ainsi, le principe tétanigène fait défaut chez certains Insectes, chez des Hirudinéés, chez des Poissons, des Reptiles; d'où l'immunité naturelle de ces animaux pour la toxine tétanique. Le principe antitétanigène, qui commence à apparaître très développé chez le caïman, comme nous l'avons vu plus haut, existe aussi en grande quantité chez la poule; mais, chez cet oiseau, le principe tétanigène, quoique faiblement développé, manifeste son activité si, comme l'ont vu J. Courmont et Doyon, on lui injecte une dose suffisante de culture filtrée. Si l'on reste un peu au-dessous de la dose mortelle, c'est la réaction antitétanigène qui seule a lieu: l'oiseau est dès lors vacciné, son sang est antitoxique, alors qu'il ne l'était pas avant l'inoculation. Si donc la poule offre un certain degré d'immunité vis-à-vis de la toxine tétanique, c'est que la substance antitétanigène, plus abondante que la tétanigène, se modifierait facilement au contact des matières vaccinales, pour former l'antitoxine spécifique. Celle-ci ne préexiste pas dans l'organisme, mais ce qui préexiste, et cela en plus grande abondance que chez les animaux sensibles, c'est le principe actif nécessaire à sa production.

L'absence d'une antitoxine préformée dans le sang des animaux réfractaires, tout au moins en ce qui concerne la toxine tétanique, ne saurait être invoquée d'une manière générale contre la théorie humorale de l'immunité. Une telle déduction serait en désaccord avec d'autres faits positifs, d'après lesquels le sérum d'animaux réfractaires est manifestement antitoxique, et il faudrait admettre que, dans ces derniers cas, il y a simple coïncidence. Avant d'en arriver à cette conclusion, il semble plus logique d'étudier la composition des antitoxines, leur mode de formation, et d'examiner si, comme cela a lieu pour d'autres corps, la pepsine par exemple, il n'existerait pas, chez certains animaux réfractaires, une sorte de proantitoxine susceptible de se transformer très rapidement en antitoxine sous l'influence de quelques substances spécifiques. Dans le cas où les deux principes pro-

antitoxine et vaccin spécifique se trouveraient réunis dans le même organisme, l'antitoxine se formerait d'une manière continue, et alors, tout naturellement, on la trouverait dans le sang. C'est ce que l'on peut observer chez certains animaux venimeux, comme la vipère.

D'après les vues précédentes, le processus de l'immunité est beaucoup plus complexe qu'avait pu le faire concevoir au début la découverte de la sérothérapie; les phases en sont multiples, et tant qu'une de ces phases nous sera cachée, il sera impossible d'embrasser le problème dans son ensemble. Il faut donc se garder des généralisations trop hâtives. Une hypothèse qui ne s'accorde pas avec l'ensemble des faits ne saurait être érigée en loi; toutefois, elle n'est pas annihilée parce que des observations négatives semblent en diminuer la valeur. Il suffit souvent d'élargir le cadre des conceptions qu'elle inspire pour lui donner une nouvelle vigueur. Un vaste champ est ainsi ouvert à la recherche, jusqu'à ce que de nouveaux faits viennent à leur tour susciter de nouvelles interprétations. C'est ainsi que, d'étape en étape, la science se constitue par jalons successifs.

III

Au point de vue de la Physiologie générale, il existe entre les cellules microbiennes et les cellules des tissus animaux de réelles analogies. Dans ses grandes lignes, le processus de la nutrition est le même, et, dans le mélange complexe des produits de désassimilation qui s'éliminent par les émonctoires des animaux, il en est dont les propriétés physiologiques ressemblent beaucoup à celles des sécrétions microbiennes. Chez un grand nombre d'animaux, certains organes se sont spécialement adaptés à la sécrétion et à l'élimination de ces substances, qui deviennent alors des moyens de conservation de l'espèce. C'est le cas des animaux venimeux, dont les glandes spécifiques servent tantôt pour l'attaque, tantôt pour la défense. Le liquide sécrété par ces glandes, le venin, varie avec l'espèce qui le fournit, comme les toxines microbiennes avec les microbes producteurs, mais il possède les mêmes propriétés générales que ces toxines. Ces propriétés ont été l'objet d'un grand nombre de travaux déjà exposés dans cette *Revue*¹.

Aujourd'hui, nous n'aborderons que le côté relatif au sérum des animaux immunisés et des animaux naturellement réfractaires.

De même que la toxine tétanique, le venin des serpents, atténué par la chaleur ou mélangé avec un agent chimique, comme l'hypochlorite de chaux,

¹ *Revue générale des Sciences*, 29 Février 1896.

détermine chez les animaux auxquels on l'inocule une *réaction vaccinnante*, due à une substance particulière, l'*échidno-vaccin*, que l'on peut séparer par la filtration ou la dialyse. Les phénomènes d'intoxication, qu'il provoque quand il n'a pas été atténué, apparaissent plus ou moins rapidement suivant les doses et le mode d'inoculation.

Introduit par la veine marginale de l'oreille du lapin, le venin de vipère amène rapidement la mort de l'animal par coagulation intra-vasculaire généralisée. Il est probable que les agents de cette coagulation ne sont pas les mêmes que ceux dont l'activité se manifeste sur les centres nerveux, particulièrement sur le centre respiratoire. Pour ceux-ci, il y a peut-être une période d'incubation, mais, en tout cas, on la raccourcit considérablement en augmentant les doses, et elle n'est pas comparable à celle qui, dans le tétanos, aboutit à la *réaction toxique* dont nous avons parlé plus haut. Quant à la réaction vaccinnante, elle est très accentuée et elle se traduit, comme pour le tétanos, par la formation dans le sang de substances antitoxiques. Le sérum des animaux immunisés contre le venin des serpents peut neutraliser, chez des animaux neufs, des quantités plus ou moins considérables de venin, suivant le degré auquel a été poussée l'immunisation. Si celle-ci a été très faible, le sérum peut n'être pas antitoxique, tandis qu'au contraire ses propriétés préventives sont déjà très accusées. Si l'on augmente le nombre des inoculations vaccinales, le sérum devient de plus en plus antitoxique, mais son pouvoir préventif se développe parallèlement et est toujours le plus accentué, de telle sorte qu'avec de faibles doses de sérum antivenimeux on peut, par inoculation préventive, conférer à un animal une forte immunité contre le venin, alors qu'avec la même dose l'action antitoxique est nulle. Cela montre que, dans l'organisme, les processus physiologiques qui aboutissent à la formation du sérum uniquement préventif, d'une part, du sérum à la fois préventif et antitoxique, d'autre part, se développent d'une manière inégale et successive.

Ces deux étapes, dans la formation du sérum antivenimeux, *in vivo*, se retrouvent dans la destruction lente, sous l'influence du temps, de ce même sérum conservé *in vitro*. En effet, le sérum antivenimeux, gardé à l'obscurité, dans les meilleures conditions, perd peu à peu son pouvoir antitoxique, tout en conservant la plus grande partie de ses propriétés préventives. En admettant que ces deux propriétés sont dues à des substances distinctes, la substance préventive est donc beaucoup plus abondante et plus stable que la substance antitoxique. L'apparition de la première précède toujours celle de la seconde; elle peut exister seule

chez les animaux faiblement vaccinés; elle correspond au premier degré de la vaccination. Aussi on est en droit de se demander si la substance antitoxique ne proviendrait pas d'une transformation de la première, qui jouerait alors le rôle d'une *véritable proantitoxine*. Cette théorie, inspirée par celle des proferments, a cet avantage qu'elle permet de coordonner et de rendre plus compréhensibles certains faits en apparence discordants.

La vipère, la couleuvre, le hérisson, l'anguille possèdent vis-à-vis du venin de vipère une immunité plus ou moins grande. Or, chez tous ces animaux, le sérum est doué de propriétés préventives très accusées à peu près équivalentes, tandis qu'au contraire la propriété antitoxique varie considérablement avec l'espèce. Très accentuée chez la vipère et la couleuvre, elle l'est beaucoup moins chez le hérisson et encore moins chez l'anguille, où elle est rudimentaire. Pourquoi cette différence? Elle est facile à expliquer dans notre théorie. La proantitoxine existe chez tous ces animaux, mais l'agent spécial de sa transformation, l'échidno-vaccin, manque chez le hérisson et l'anguille, tandis qu'au contraire, il est très abondant chez la vipère et la couleuvre. Nous savons, en effet, de façon certaine, que les principes du venin qui se fabriquent dans la glande spécifique pénètrent dans la circulation par le mécanisme de la sécrétion interne. Et, dès lors, l'échidno-vaccin, qui est un des éléments de cette sécrétion, peut agir constamment sur la substance préventive du sang pour la transformer en antivenin. Le mécanisme par lequel les animaux venimeux deviennent si résistants à leur propre venin est donc très analogue à celui qui se produit dans l'immunisation des animaux sensibles: il consiste en une véritable *auto-vaccination*. Quelle que soit la valeur de cette théorie, elle aura eu ce mérite de provoquer la découverte de faits nouveaux dont l'existence des glandes à venin chez la couleuvre ne constitue pas le moins important. Rappelons en deux mots cette question de la couleuvre. On savait depuis Fontana que ce reptile était très résistant au venin de la vipère. En cherchant la cause de cette immunité, nous avons constaté, Bertrand et moi, que le sang de la couleuvre est toxique, à peu près au même degré et de la même manière que celui de la vipère. Si, d'après notre hypothèse de la sécrétion interne des glandes venimeuses, le sang devait cette toxicité à des principes actifs du venin, on devait trouver chez la couleuvre des glandes venimeuses. Et c'est précisément ce que l'expérience a vérifié.

Il y a évidemment des différences entre le venin de vipère et de couleuvre, en ce qui concerne la sécrétion externe, différences qui portent surtout sur les proportions relatives des principes actifs:

mais au point de vue de la sécrétion interne, on ne saurait faire de distinction. Chez ces deux reptiles, le sang possède les mêmes propriétés immunisantes et antitoxiques contre le venin, parce que les produits de la sécrétion interne de la glande venimeuse, en particulier l'échidno-vaccin, y agissent de la même manière pour la formation de l'antitoxine. Faut-il en conclure que la présence de glandes venimeuses soit indispensable à la genèse de cette antitoxine? L'exemple du hérisson est là pour montrer le contraire. Ce qui se passe chez cet animal, où le sérum est antitoxique sans aucune intervention d'une substance venimeuse, suggère l'idée que l'antitoxine pourrait bien être un produit normal de l'organisme, plus ou moins abondant selon l'espèce, et dont la formation ou la puissance serait favorisée par des influences diverses. Cette antitoxine existe, quoique en très faible quantité, dans les sérums de cheval et de cobaye. Elle est beaucoup plus abondante dans le sérum de chien qui, mélangé au venin, dans certaines conditions, peut non seulement retarder, mais empêcher la mort par le venin.

Parmi les excitants qui mettent en jeu cette fonction antitoxique rudimentaire, il faut placer en première ligne l'échidno-vaccin; mais il y a beaucoup d'autres substances qui, à des degrés divers, sont capables de produire le même résultat. Ce sont tout d'abord les produits de l'organisme lui-même. C'est ainsi que le sérum de chien, de grenouille, inoculé au cobaye, le vaccinent contre le venin. On pourrait attribuer cette propriété à l'action spécifique de substances particulières au sang de chien, de grenouille; mais il n'en est rien, car on obtient absolument le même résultat en inoculant du sérum de cobaye sous la peau d'un autre cobaye. C'est un fait bien curieux que le sérum d'un animal sensible au venin puisse provoquer chez un autre individu de la même espèce une réaction vaccinale si caractérisée. On dirait que, pour mettre en jeu cette fonction antitoxique, les tissus et les organes qui en forment pour ainsi dire le substratum, sont les meilleurs stimulants.

Car, indépendamment du sérum, certains organes possèdent, à un haut degré, la propriété vaccinante. Ce sont le pancréas, le corps thyroïde, le thymus, les capsules surrénales.

La sécrétion biliaire a aussi le pouvoir non seulement de vacciner contre le venin, mais encore de le détruire. Au premier abord, il paraît étonnant que des éléments aussi divers puissent produire chez un animal les mêmes réactions défensives contre le venin. Et il y a lieu de se demander si ce résultat est dû à une substance identique commune à ces différents corps ou, au contraire, à des substances différentes. La question n'était pas facile

à résoudre en ce qui concerne les organes, mais la bile, dont on connaît les principes actifs, se prêtait mieux à l'analyse. Voici, à cet égard, ce que dit l'expérience: les sels biliaires, glycocholate et taurocholate de soude, de même que la bile entière, sont en même temps des vaccins et des antidotes chimiques, mais ils n'agissent pas comme antidotes physiologiques, comme antitoxiques. La cholestérine, elle, agit également comme vaccin et comme antitoxique.

Ces premiers faits établis, il était rationnel de penser que d'autres principes chimiquement définis pourraient remplir le rôle de vaccins. Et c'est, en effet, ce qui a lieu pour la tyrosine que l'on trouve en abondance dans les tubercules de dahlia, dans les champignons. Il est à remarquer que ces végétaux sont aussi doués de propriétés vaccinales.

D'après ce qui précède, il est évident que la vaccination contre le venin ne dépend pas exclusivement des principes mêmes du venin, mais qu'elle peut être provoquée par des substances définies n'ayant rien de commun avec ce venin, et que, pour cette raison, on peut désigner sous le nom de *vaccins chimiques*.

Du moment où les corps susceptibles de vacciner sont aussi différents dans leur essence, il y a lieu de rechercher si le produit de cette vaccination ne varierait pas comme les vaccins producteurs, en un mot si l'antitoxine venimeuse est une et toujours identique à elle-même, ou si, au contraire, il y a plusieurs antitoxines. Cette dernière hypothèse paraît plus vraisemblable, si l'on se rappelle que le sérum des animaux vaccinés contre la rage ou le tétanos est antitoxique contre le venin de cobra (Roux, Calmette). Mais, dans l'ignorance où nous sommes des principes actifs auxquels les sérums doivent leur antitoxicité, il serait difficile d'affirmer que les substances auxquelles les sérums antitétaniques et antirabiques doivent leur propriété antivenimeuse diffèrent de celles du sérum antivenimeux proprement dit. Aussi la constatation de propriétés antitoxiques dans un corps défini comme la cholestérine devait-elle donner plus de corps à cette hypothèse. Nous admettrons donc pour l'instant que, pour un même venin ou une même toxine, l'organisme, sous l'influence de vaccins différents, peut produire des antitoxines différentes par leur nature et leur puissance. Dans ce cas, le vaccin spécifique contre une toxine serait celui qui engendrerait les antitoxines les plus puissantes à combattre les effets de cette toxine.

IV

Après avoir passé en revue les principales propriétés des sérums thérapeutiques, il nous reste à

savoir comment ils agissent et comment ils se forment. L'action protectrice des sérums s'exerce de deux manières : ils empêchent le développement de la cellule microbienne, en l'atténuant ou en la détruisant, ils sont alors bactéricides ; ou bien ils se fixent sur les tissus, se combinent avec les cellules de l'organisme de telle sorte que celles-ci sont rendues insensibles à l'action des toxines : en un mot, ils sont antitoxiques. On avait cru tout d'abord que ces derniers sérums se comportaient comme des antidotes chimiques en détruisant les toxines ; il a été démontré que le mécanisme était d'ordre physiologique (Roux, Phisalix et Bertrand). Toutefois, il est possible que certains sérums agissent comme antidotes chimiques et on peut, au moins provisoirement, conserver le cadre des sérums antidotiques.

La propriété bactéricide ne se traduit pas toujours et nécessairement par la destruction complète des microbes ; elle est plus ou moins active suivant les conditions de son développement ; et les différents phénomènes observés jusqu'ici, atténuation de virulence, perte des fonctions chromogène et sporogène, gonflement de la cuticule, fragmentation du protoplasma ne paraissent être que des degrés successifs d'une même influence chimique, qui aboutit à la dissolution de l'élément bactérien, à la bactériolyse. A quelle substance du sérum faut-il attribuer cette action microbicide ? Pour nous en faire une idée, remontons à l'origine des théories de la vaccination microbienne. A la théorie pastoriennne de l'épuisement nutritif des milieux organiques par le microbe, M. Chauveau a substitué celle de l'imprégnation de ce milieu par les produits solubles de ce microbe, produits qui rendent les tissus impropres à une nouvelle culture, qui les stérilisent. Il se passerait dans l'organisme directement ou indirectement ce que l'on constate dans les milieux de culture où, malgré la présence d'éléments nutritifs suffisants, le développement des bactéries s'arrête par suite de l'accumulation de substances nuisibles. La démonstration de ce fait a été donnée par M. Bouchard pour le bacille pyocyanique. Les matières empêchantes sécrétées par ce bacille exercent aussi une action défavorable sur la pullulation de la bactérie charbonneuse. Elles sont de nature protéique. Charrin et Guignard ont repris ces études et ont montré la multiplicité de ces substances nuisibles.

Parmi les recherches faites dans cette direction, le récent travail de R. Emmerich et O. Loïs mérite d'être signalé. Ces auteurs auraient réussi à isoler des cultures du bacille pyocyanique une diastase d'une activité bactéricide considérable. Un centimètre cube d'une solution de zymase pyocyanique dissout dans l'espace de douze à vingt-quatre heures

des millions de bacilles typhiques ou diphtériques, ou de vibrions cholériques. Elle dissout également les bacilles pesteux. Injectée à un animal rendu charbonneux, elle le guérit facilement et sûrement dans l'espace de trente heures.

D'après ces mêmes auteurs, le principe actif des sérums immunisants ne serait autre chose qu'une combinaison de la zymase spécifique avec une substance albuminoïde d'origine animale, et le phénomène d'agglutination serait le premier stade de la dissolution des bactéries par la zymase.

L'existence d'une zymase bactériolytique est aussi admise par Bordet qui, dans son dernier Mémoire, expose une théorie ingénieuse pour expliquer l'action des sérums bactéricides.

D'après Bordet, la matière bactéricide et globulicide, sorte de *diastase dissolvante* des vibrions ou des globules, existe aussi bien dans le sérum des animaux neufs que dans celui des animaux vaccinés. Mais, ce qui caractérise ce dernier sérum, c'est que, pendant le cours de la vaccination, il s'est chargé de substances qui favorisent l'action de cette diastase, en se fixant sur les microbes et en les sensibilisant à l'influence de cette alexine. Ces propriétés spéciales des sérums des vaccinés existent en germe dans les sérums neufs. Cette théorie est celle que nous avons soutenue, Bertrand et moi, à propos de la formation du sérum antivenimeux : d'après nos expériences, nous arrivions à cette conclusion que l'immunité artificielle consisterait dans l'exagération d'un moyen de défense naturel de l'organisme.

Au premier abord, il ne paraît pas facile de comparer le mécanisme d'activité des sérums microbicides et des sérums antitoxiques. L'action des premiers s'exerce sur des cellules libres ; on peut en suivre les phases, en mesurer le degré ; celle des seconds se fait sentir sur des organes divers et se traduit par des phénomènes physiologiques souvent difficiles à analyser. Cependant, dans quelques cas, on peut observer, *in vitro*, l'action d'un sérum antitoxique sur les cellules : c'est quand ce sérum a pour fonction de protéger les divers éléments du sang. C'est ainsi que Denis et van de Velde ont obtenu, par l'immunisation des lapins contre le staphylocoque, un sérum capable d'empêcher la destruction des globules blancs par le poison spécial de ce microbe. Cette toxine, désignée sous le nom de *leucocidine*, altère le globule blanc d'une façon caractéristique : sous son influence, le noyau devient visible, le protoplasma se dissout, et le corps de la cellule n'est plus représenté que par une mince membrane, contre laquelle est blotti le noyau ; enfin, le globule perd ses mouvements amiboïdes et meurt. Le sérum des lapins vaccinés contient un contre-poison, l'*antileucocidine* ; en effet, si,

au liquide riche en leucocidine, on ajoute un peu de sérum d'animaux vaccinés, les globules blancs restent intacts et continuent à se mouvoir comme s'ils se trouvaient dans un milieu tout à fait normal. Par quel mécanisme sont-ils protégés? L'anti-leucocidine détruit-elle la leucocidine ou bien se fixe-t-elle sur le globule blanc pour le rendre insensible au poison? C'est le même problème que pour les sérums antitoxiques, mais ici il n'y a pas, comme pour le sérum antivenimeux et le venin, de procédé qui permette de neutraliser l'action de l'antileucocidine sans modifier en même temps la leucocidine. La question reste donc en suspens. Camus et Gley ont essayé de la résoudre indirectement avec le sérum antiglobulicide des animaux vaccinés contre l'ichthyotoxique de Mosso; d'après ces auteurs, le sérum détruirait chimiquement la toxine.

Comme on le voit, il reste encore beaucoup d'inconnues à déterminer pour avoir une idée précise sur le mécanisme d'action des sérums thérapeutiques. Sommes-nous plus avancés en ce qui concerne le lieu et le mode de formation des substances actives de ces sérums? C'est ce qu'il nous reste à examiner maintenant.

Chez un animal qui résiste à une infection microbienne, les réactions défensives varient, du moins sous certains rapports, avec chaque espèce de microbe. C'est ainsi qu'en général, le sérum d'un vacciné acquiert des propriétés bactéricides et agglutinantes pour l'espèce microbienne contre laquelle il est vacciné et pour celle-là seulement. D'autre part, on sait qu'à l'état normal, il existe dans le sang des substances bactéricides pour un grand nombre de microbes. On peut faire deux hypothèses pour expliquer ces faits : ou bien c'est une substance unique qui, dans le sang, serait défavorable à toute espèce microbienne, ou bien la quantité et la différenciation des substances bactéricides seraient en rapport avec celles des groupes naturels de microbes. Dans le premier cas, la spécificité de la substance unique serait due à l'influence des corps vaccinants sécrétés par le microbe; dans le second cas, les substances bactéricides du sérum seraient elles-mêmes spécifiques, et dans ce cas, les vaccins, par une excitation spéciale, en augmenteraient la quantité ou en favoriseraient l'action. Cette dernière hypothèse n'a rien d'in vraisemblable. Les organismes les plus élevés en organisation peuvent être considérés comme des colonies de cellules différenciées à l'infini, où chaque variété a conservé les principales propriétés de la cellule ancestrale.

On conçoit dès lors que, par le jeu régulier de leur fonctionnement, ces cellules éliminent dans le sang des produits de désassimilation impropres

à leur vie et, par conséquent, à celle des cellules analogues qui vivent à l'état libre. On conçoit aussi que, parmi ces cellules, il y en ait dont les produits soient favorables à la multiplication de telle ou telle espèce.

Cette manière de voir trouve une confirmation dans les expériences de Roger. Cet auteur a montré que le foie joue un rôle protecteur puissant contre la bactériémie charbonneuse, tandis qu'au contraire, il offre au streptocoque un excellent milieu de culture. Quant à ce dernier microbe, c'est le poumon qui le détruit. On sait aussi, d'après les expériences de J. Courmont, de L. Blumreich et M. Jacoby, sur les animaux splénotomisés, que la rate atténue ou empêche certaines infections pour en favoriser d'autres.

Cette action des organes vis-à-vis des microbes peut s'exercer non seulement *in situ*, mais encore à distance, tant par leurs sécrétions internes que par leurs cellules mobilisées, qui vont porter leurs principes actifs là où cela est nécessaire. Ces cellules, dont les variations de forme et de fonction sont probablement en rapport avec leur origine, jouent un rôle considérable dans les modifications des liquides de l'organisme. Les phénomènes de coagulation, d'oxydation, pour ne citer que les mieux connus, sont en grande partie sous l'influence de ces organites. On peut les considérer comme des êtres unicellulaires libres dans le sang et dans la lymphe, où ils se meuvent, se nourrissent et meurent. De même que les cellules embryonnaires absorbent et digèrent les granulations vitellines, les leucocytes ont la propriété d'englober dans leur protoplasma et d'assimiler un grand nombre de particules solides en suspension dans le sang. C'est le phénomène de la phagocytose. A un moment donné de son cycle évolutif, le leucocyte se fixe dans les tissus, se désagrège pour servir d'aliment à d'autres cellules, ou bien s'élimine par les glandes et fait partie intégrante des sécrétions; c'est ce qu'on pourrait appeler l'histolyse leucocytaire. Le premier de ces phénomènes a été brillamment étudié par Metschnikoff et ses élèves, qui ont montré le rôle important qu'il joue dans l'immunité contre les infections microbiennes; le deuxième a été mis en lumière par Ranvier, qui en fait un des actes les plus importants de la réparation des tissus.

Evidemment l'histolyse leucocytaire met en liberté un grand nombre de principes actifs, surtout des ferments, mais il est probable que le leucocyte les sécrète déjà pendant sa vie active, à la manière d'une glande unicellulaire; il contribue donc comme d'autres glandes à modifier la composition chimique des humeurs dont l'existence est fonction directe et nécessaire de la vie cellulaire. Vouloir faire une distinction entre les cellules et

les humeurs, ce serait ressusciter les discussions stériles des scholastiques au moment même où le problème soulevé par la lutte entre Pasteur et Liebig vient d'être résolu par la très importante découverte de Büchner.

Revenons à la question de l'origine des substances actives du sérum des animaux vaccinés. Si ces substances sont réellement dues à la mise en activité de certains organes ou de certaines cellules, elles doivent se reformer de toutes pièces dans le sang après une saignée abondante. C'est précisément ce que démontre l'expérience de Roux et Vaillard. Ces savants retirent, en très peu de temps, à un lapin vacciné contre le tétanos, un volume de sang égal au volume total de celui qui circule dans son corps, sans que le pouvoir antitoxique de son sérum baisse sensiblement. L'antitoxine se reproduit donc au fur et à mesure qu'on la puise. Salomonsen et Madsen ont vérifié le fait pour l'antitoxine diphtérique. Ils ont vu également que la pilocarpine exerce une excitation sur les organes producteurs de cette antitoxine.

Quels sont ces organes? Quelle est la composition exacte du produit qu'ils sécrètent? Est-il identique à celui qui se trouve dans le sang? Autant

de questions qui ne peuvent pas encore recevoir de réponse. En ce qui concerne le dernier point, je serais porté à croire, d'après quelques expériences encore incomplètes, que l'antitoxine n'est pas sécrétée directement par les organes, mais que ceux-ci déversent dans le sang une sorte de proantitoxine qui se transformerait au contact des principes actifs du sang.

Arrivé au terme de cette étude, je serai heureux si le lecteur a pu m'accompagner jusqu'au bout. C'est une route ardue que celle de la Sérothérapie; à peine a-t-on détourné une petite pierre qu'on en rencontre une plus volumineuse; le plus souvent, on est obligé de la contourner péniblement pour continuer un peu plus loin et rencontrer de nouveaux obstacles. On s'arrête, on forme des plans pour les franchir. Quand et comment y arriverons-nous? L'histoire de la science pastorienne nous le dit: c'est en nous attachant à cette bonne fée qui a guidé le Maître et qui, en nous éclairant à travers le dédale des atomes et des molécules, nous ouvrira, comme à lui, les portes d'un nouveau domaine.

C. Phisalix,

Assistant de Pathologie
au Muséum.

L'ÉTAT ACTUEL DE LA CONSOMMATION ET DE LA PRODUCTION DES ALCOOLES D'INDUSTRIE EN FRANCE

On désigne d'ordinaire sous le nom d'*alcools d'industrie* ceux qui résultent de la transformation soit du sucre contenu dans les betteraves, les topinambours, les mélasses de betteraves, soit de l'amidon accumulé dans les tubercules des pommes de terre et les grains de céréales.

Cette dénomination pourra évidemment s'étendre à d'autres alcools, dont la matière première serait un jour reconnue avantageuse à traiter industriellement, mais elle exclut les alcools qui proviennent de la distillation des boissons alcooliques, dites *naturelles*, telles que le vin et le cidre, des résidus de ces boissons, tels que les marcs et les lies, et enfin des jus de fruits fermentés, tels que ceux de prunes, de merises, etc., et même des jus et mélasses fermentés de la canne à sucre (rhum, tafia, etc.).

Cette distinction entre les alcools d'industrie et les alcools *naturels* est bien fragile; elle tire son origine d'un certain mépris dans lequel les hygiénistes et les consommateurs après eux ont tenu les alcools, qui sont venus, au moment de la disette

des eaux-de-vie, parfaire aux exigences du commerce. Fabriqués, il est vrai, au moyen de procédés plus complexes et plus industriels que celles-ci, ils étaient taxés inconsidérément de malsains, et seuls les alcools dits naturels étaient regardés comme hygiéniques. Les travaux des chimistes et des physiologistes ont montré, dans ces dernières années, ce qu'il fallait penser d'une distinction, purement sentimentale, entre les *alcools naturels* et les *alcools d'industrie*.

M. X. Rocques a, dans cette *Revue*, en 1896, d'une façon aussi intéressante que complète, présenté une étude sur la situation des eaux-de-vie et liqueurs¹, et il s'est trouvé forcément entraîné à comparer leur production avec la production des alcools d'industrie.

Je me garderais bien de revenir sur cette question, si, depuis cette époque, une situation nouvelle n'avait été créée, dont les distillateurs pour-

¹ X. ROCQUES: L'état actuel et les besoins de l'industrie des eaux-de-vie et des liqueurs. *Revue générale des Sciences* du 30 mars 1896.

ront largement profiter. Le droit de 37 fr. 50 qui frappait les alcools dénaturés a été, par la loi du 16 décembre 1897, réduit à 3 francs par hectolitre. L'emploi de l'alcool au chauffage et à l'éclairage, à la production de la force motrice, à la fabrication des produits chimiques et pharmaceutiques va, sous l'influence de cette loi, se développer, comme il s'est développé en Allemagne. Jusque-là, on ne pouvait parler d'alcool de betteraves ou de grains sans penser que cet alcool était destiné à être bu ; aujourd'hui, sans méconnaître l'immense consommation que l'on en fait à l'état de liqueurs, il faut admettre que cet alcool peut être destiné à nous éclairer, à nous chauffer, à nous transporter, à fabriquer divers produits : à côté de l'alcool de bouche, se place l'alcool domestique et l'alcool de travail.

Le directeur de la *Revue* a pensé que le moment était favorable pour exposer les nouveaux débouchés qui s'offrent à la fabrication des alcools d'industrie, débarrassés du droit qui entravait jusqu'ici leur emploi, exposer en même temps les ressources

dont l'industrie de la distillerie dispose pour faire face aux nouveaux besoins de la consommation, en un mot soumettre à ses lecteurs le tableau *du doit et de l'avoir* de la fabrication de l'alcool d'industrie.

I. — EMPLOIS DIVERS DE L'ALCOOL.

La fabrication et la consommation d'un produit industriel sont étroitement liées, et il est fort difficile souvent de décider si le perfectionnement de la fabrication et l'abaissement du prix de revient du produit fabriqué déterminent l'augmentation de la consommation, ou bien si de nouvelles applications de ce produit suscitent, de la part des industriels, une fabrication plus abondante. C'est plutôt ce dernier cas qui se présente ici ; car le prix auquel le cultivateur peut livrer ses betteraves, ses grains, ses pommes de terre,

l'outillage perfectionné dont disposent déjà nos distilleries, ne permettront pas d'abaisser sensiblement le prix de revient de l'alcool ; les débouchés offerts à l'alcool semblent, au contraire, devenir de plus en plus nombreux, et la consommation semble devoir se développer dans différentes directions ; c'est donc la consommation, le *doit*, qui va donner ses ordres à la production, c'est-à-dire à l'*avoir*, et c'est elle dont, tout d'abord, nous étudierons les besoins.

§ 1. — Emploi de l'alcool à la consommation de bouche.

C'est, naturellement, vers la fabrication des eaux-de-vie artificielles, des liqueurs, etc., que se fait principalement l'exode de l'immense quantité d'alcool fabriquée par nos distilleries.

Cette consommation de bouche, ainsi que l'a montré M. Rocques dans l'article auquel j'ai fait allusion, a augmenté d'une façon presque constante depuis 1850 ; de 600.000 hectolitres, qui vers cette époque étaient taxés au droit de consommation,

les chiffres officiels ont passé graduellement à 15. 16 cents et même 1.800.000 hectolitres (1.799.493 en 1898), portant la consommation annuelle de chacun de nous de 3 à 9 litres, estimée en eaux-de-vie à 50°.

Cependant, il convient de remarquer, pour rester dans les limites du sujet qui m'occupe, que les alcools d'industrie ne sont pas seuls à subvenir à la consommation. Les eaux-de-vie, dites *naturelles*, entrent en ligne de compte sans que l'on puisse en déterminer la proportion, et, si l'on veut avoir une idée de ce qu'est la consommation des alcools d'industrie, il faut supposer que les eaux-de-vie produites sont bues l'année même de leur production, et retrancher de la consommation totale cette consommation présumée des alcools *naturels*.

Ce procédé, nous l'avons appliqué pour établir le diagramme de la figure 1, qui indique la consom-

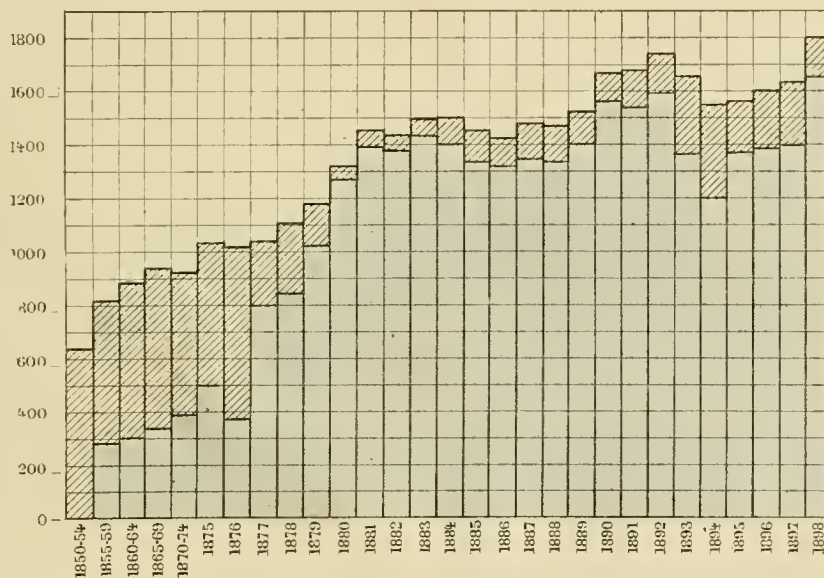


Fig. 1. — Consommation de bouche des alcools d'industrie comparée à la consommation totale des alcools de bouche. — En ordonnée, chaque division correspond à 100.000 hectolitres.

mation des alcools d'industrie relativement à la consommation totale. Ce diagramme nous apprend que, de 1880 à 1898, la distillerie des alcools d'industrie n'a guère trouvé, du côté de la consommation de bouche, de clients nouveaux. La consommation s'est maintenue, sauf peut-être en 1890, 1891, 1892, à un chiffre voisin de 1.400.000 hectolitres, pour remonter en 1898 à un chiffre beaucoup plus considérable (1.600.000 hectolitres).

Ce qu'a dit M. Rocques de la transformation de ces alcools en eaux-de-vie artificielles et liqueurs me permet d'être bref; ces alcools, convenablement purifiés par la rectification, additionnés de véritables eaux-de-vie de vin, de kirsch, de rhum, de thé, d'infusions végétales diverses, d'éthers fabriqués synthétiquement par voie chimique, sucrés, caramélisés, prennent en partie, sous l'habile expérience du fabricant, le goût et l'arôme des eaux-de-vie vraies de vins. Ils entrent en même temps dans la fabrication des autres liqueurs, cassis, anisette, curaçao, absinthe, fruits à l'eau-de-vie, etc. Tous ces faits, toutes ces transformations sont connus, et nous ne saurions les faire entrer dans le cadre de cette étude.

Le seul point sur lequel nous croyons devoir insister, c'est la nécessité où le fabricant se trouve placé de ne recevoir du distillateur que des alcools très purs, exempts des produits secondaires de la fermentation, mais exempts surtout de ce que l'on nomme le *goût d'origine*; ce goût est donné par des produits mal définis, différents dans l'alcool de betteraves de ce qu'ils sont dans l'alcool de grains ou de mélasses.

§ 2. — Exportation de l'alcool.

Les tableaux publiés par le Ministère des Finances nous indiquent que, tous les ans, la France exporte environ 300.000 hectolitres d'alcool (fig. 2). Qu'est-ce que c'est que cet alcool? Les mêmes documents nous montrent que la plus grande partie de cet alcool quitte le territoire français avec l'étiquette d'eau-de-vie, c'est-à-dire de cognac. Quelle que soit la proportion dans laquelle figurent les eaux-de-vie naturelles dans les alcools exportés, nous pouvons, pour nous rendre compte des débouchés offerts à la distillerie, compter ces alcools comme alcools d'industrie; nous avons en effet déduit de la consommation totale la consommation présumée des eaux-de-vie naturelles, et nous ne saurions les faire figurer de deux côtés. L'exportation des alcools dépasse, d'ailleurs, de beaucoup la production des eaux-de-vie; il est donc à présumer et même

à espérer que le peu d'eau-de-vie vraie dont nous disposons n'est pas consommé en dehors de France.

La France profite de la grande réputation dont ses eaux-de-vie ont joui autrefois à l'étranger, et elle profite également de l'habileté professionnelle que nos fabricants d'eaux-de-vie artificielles ont acquise: nulle part ailleurs qu'en France, on n'est parvenu à imiter avec tant d'exactitude la merveilleuse eau-de-vie des Charentes. Mais la concurrence est terrible, surtout de l'autre côté du Rhin, déloyale même, puisque l'on a vu baptiser du nom de cognac des produits qui n'avaient jamais vu même le sol français. Aussi, et malgré tous les efforts, l'exportation est-elle restée sensiblement stationnaire au chiffre de 260 à 280.000 hectolitres, sauf pendant la période de 1870-1875, comme l'indique le diagramme de la figure 2.

§ 3. — Emploi de l'alcool à l'éclairage, au chauffage et à la production de la force motrice.

C'est évidemment dans l'application de l'alcool à l'éclairage, au chauffage domestique, à la production de la force motrice dans les moteurs industriels ou les automobiles, que les distillateurs fondent le plus d'espérance. Là,

la consommation semble devoir s'étendre, et s'étendrait indéfiniment, en effet, si le prix de vente de l'alcool, comparé au prix de vente des autres combustibles, lui permettait de lutter.

Quel est donc, quant à présent, le prix de vente du pétrole, qui, comme on le sait, est, au triple point de vue de l'éclairage, du chauffage et de la production de la force motrice, le principal concurrent de l'alcool. On admet que l'huile lampante peut être vendue 0 fr. 40 à 0 fr. 55 le litre, suivant qu'elle est plus ou moins purifiée, et que le prix de l'essence ne s'élève pas à plus de 0 fr. 55 le litre. Comparons ce prix à celui de l'alcool dénaturé.

Le cours de l'alcool est naturellement variable; il est aujourd'hui de 35 à 36 francs l'hectolitre. Mais le prix de l'alcool dénaturé est plus considérable que celui de l'alcool pur, d'abord parce qu'il est frappé d'un droit de 3 francs par hectolitre, ensuite parce qu'il est grevé du prix du dénaturant, revendu plus cher que l'alcool lui-même. L'alcool méthylique, additionné d'acétone, qui est, quant à présent, le dénaturant légal, doit être additionné à l'alcool que l'on doit dénaturer à la dose de 10 %; or, ce dénaturant vaut 100 francs l'hectolitre; donc l'alcool dénaturé ne peut guère être vendu à moins de 50 francs l'hectolitre, soit 0 fr. 50 le litre.

Bien des efforts ont été faits pour abaisser le

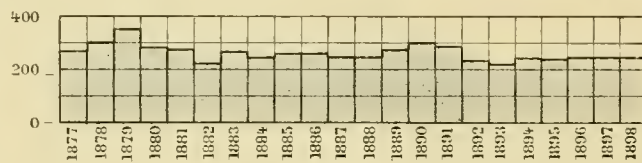


Fig. 2. — Exportation des alcools. — En ordonnée, chaque division correspond à 100.000 hectolitres.

prix de l'alcool dénaturé; on a demandé, sans pouvoir l'obtenir jusqu'ici, à ce qu'il n'y ait, comme en Allemagne d'ailleurs, aucun droit, si ce n'est un droit de statistique de 0 fr. 25 par hectolitre (projet de loi Dansette). On a demandé également la substitution au dénaturant actuel, d'un dénaturant proposé par le Dr Lang, directeur du laboratoire de la Régie Fédérale suisse, et qui est, pour la majeure partie, formé par un mélange d'acétones supérieures à la méthylcétone, dit « *huile d'acétone* ». MM. Buisine ont montré que l'on trouvait, dans les eaux de désuintage des laines, les éléments capables de fournir l'*huile d'acétone* en quantités pour ainsi dire illimitées. La Commission spéciale instituée au Ministère des Finances s'est montrée favorable au maintien du *statu quo*, c'est-à-dire à la dénaturation de l'alcool au moyen de 10 % de dénaturant. Mais elle a émis l'avis que, dorénavant, et pour éviter les fraudes, l'Etat, tout en conservant dans le dénaturant 60 % de méthylène, puisse

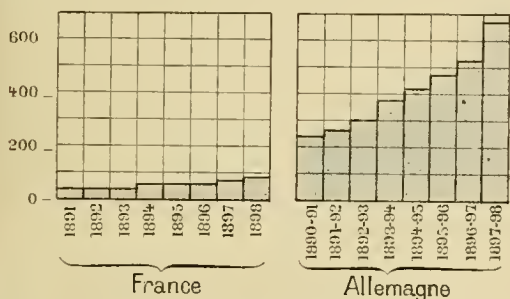


Fig. 3. — Consommation de l'alcool pour l'éclairage et le chauffage. — En ordonnée, chaque division représente 100.000 hectolitres.

secrètement faire varier la nature des produits qui accompagnent celui-ci.

Le méthylène Régie doit être, en effet, considéré comme un simple témoin, et les procédés si élégants et si précis de M. Trillat, pour la recherche de l'alcool méthylique, sont assez sensibles pour que l'État puisse être garanti contre la fraude. En Allemagne, l'alcool est dénaturé par l'addition de 4 % d'alcool méthylique à 30 % d'acétone, et de 1 % de bases pyridiques.

Avant même que la loi du 16 décembre 1897 fût volée, c'est-à-dire avant même que l'alcool dénaturé ait été déchargé de cet énorme droit de 37 fr. 50, la consommation pour le chauffage et l'éclairage avait, d'année en année, sensiblement augmenté, comme l'indique le diagramme de la figure 3. Il y a donc tout lieu de croire que la consommation augmentera encore, sous l'influence de la réduction des droits qui la frappent.

En Allemagne, sans que l'on puisse faire la part de l'un et l'autre, la consommation de l'alcool destiné au chauffage et à l'éclairage a augmenté, de 1890 à 1898, de 244.000 hectolitres à 671.000. Elle

est, à l'heure actuelle, neuf fois plus forte qu'en France.

L'éclairage à l'alcool peut être pratiqué dans deux conditions différentes. On peut brûler, dans des lampes à mèches, de l'alcool additionné de *carburant*, c'est-à-dire d'un corps plus riche en carbone que l'alcool et capable d'augmenter l'intensité lumineuse de celui-ci; ce carburant peut être, comme le *Leuchtspiritus*, un mélange d'hydrocarbures aromatiques, bouillant de 80 à 180°, additionné de naphthaline. L'alkolumine, produit français, est de composition analogue.

On peut également transformer l'alcool en vapeurs et brûler ces vapeurs, comme on brûlerait du gaz dans un bec Bunsen, au contact d'un capuchon imprégné, ainsi que les manchons Auer, de sels extraits de ce que l'on nomme les *terres rares*. Si l'alcool gazéifié est brûlé au contact de l'air comprimé (principe de la lampe Denayrouse), il produit une lumière plus vive, pour une même quantité d'alcool consommé, que s'il brûlait à l'air libre.

Les premières lampes à alcool nous sont venues d'Allemagne; ce sont les lampes, qui, sur l'ordre de l'Empereur, ont éclairé l'extérieur du palais de Postdam, qui ont été placées sur les promenades de Thiergarten, de la gare de Stettin à Berlin, au port de Memel, sur la Baltique. M. Barbier, ingénieur-constructeur, envoyé par le Gouvernement français en Allemagne, nous en a fait connaître les principaux types.

On a beaucoup discuté, dans ces derniers temps, sur la valeur relative des lampes à alcool et des lampes à pétrole. Mais on a peut-être eu le tort de séparer trop nettement le côté scientifique et le côté pratique de la question.

Quand on prend en considération les calories fournies par le pétrole et par l'alcool, quand on compare, au photomètre, la lumière fournie par les lampes de l'un et de l'autre système d'éclairage, l'avantage reste incontestablement au pétrole; l'avantage n'est pas très considérable si l'on compare, comme on l'a fait maintes fois, la flamme à alcool, munie de manchon, avec la flamme à pétrole, brûlant à l'air libre, en prétextant que les manchons ne peuvent s'adapter aux lampes à pétrole, sans être rapidement détruits; mais il est très marqué si l'on interpose dans l'une et l'autre flamme le manchon système Auer.

La Société nationale d'Agriculture a été saisie dernièrement de cette question, et la conclusion du rapporteur de la Commission, M. Ringelmann, a été que l'alcool ne pourrait, dans les conditions actuelles, lutter à lumière égale avec le pétrole que si son prix de vente pouvait être diminué de 4/10 de la valeur qu'il atteint aujourd'hui. La Société a voté à l'unanimité, dans la séance du

21 juin 1899, les conclusions de la Commission, ainsi conçues : « Il résulte des expériences portant sur tous les systèmes de lampes que la Commission a pu se procurer, que les conditions économiques actuelles ne sont pas favorables à l'emploi de l'alcool pour l'éclairage. »

Les expériences qui ont permis de formuler une telle condamnation de l'alcool sont incontestables : faites sous la direction de la Commission et de son président, M. Mascart, elles prennent dans la discussion de la question une position décisive qu'aucune autre n'avait pu prendre.

Mais la Société n'a pas cru devoir décourager les producteurs d'alcool et les constructeurs de lampes, et, par un vote additionnel, elle a déclaré qu'elle « ne voulait pas préjuger l'impossibilité d'utiliser l'alcool, quand les efforts combinés des producteurs et des pouvoirs publics auront modifié suffisamment les conditions actuelles ».

Nous sommes donc autorisé, par cet amendement, à plaider encore la cause de l'alcool, sans méconnaître que la cause n'est pas des meilleures, mais en constatant, avec tous les agriculteurs, que le condamné est digne de tout intérêt, qu'il pourrait enrichir notre pays, tandis que son antagoniste, le pétrole, fait sortir de France chaque année une somme de 38.000.000 francs.

Nous ferons remarquer, tout d'abord, que de l'avis même de la Commission, les lampes à alcool sont d'autant plus économiques qu'elles sont construites pour une plus forte intensité, et, si elles sont munies de manchons, la dépense qu'elles entraînent peut être comparée à celle de lampes à pétrole brûlant à flamme libre. Cette observation condamne les lampes de ménage, les lampes de petite intensité ; condamnons-les et occupons-nous des lampes à grande intensité, de celles qui peuvent éclairer les gares, les ports, les places et les rues de nos villes et de nos villages. Il y a là un débouché bien assez étendu pour satisfaire l'ambition industrielle de nos producteurs.

Il nous semble, en outre, que, dans toutes ces expériences, on s'est trop préoccupé de la dépense et pas assez de la convenance. Demandez à chacun de nous ce que brûle par carcel-heure, en huile, en pétrole, en gaz, en électricité, la lampe qui éclaire son bureau ; il ne s'en est jamais préoccupé ; il a choisi tel mode d'éclairage plutôt que tel autre, parce qu'il le considérait comme plus pratique. La dépense par carcel-heure est peut-être plus élevée pour la bougie que pour la chandelle. Le consommateur n'en a pas moins donné sa préférence à la bougie. Au lieu de discuter sur des dépenses, définies par des centimes, il vaut mieux rechercher les avantages et les inconvénients domestiques que l'alcool présente sur le pétrole.

Les avantages, il faut bien le reconnaître, ne sont pas tels qu'ils puissent imposer l'alcool à la consommation, et les inconvénients, empressons-nous de le dire, ne sont pas tels qu'ils puissent le faire repousser. L'allumage est lent, c'est là un grand défaut. La lumière est fixe, comme pour le pétrole. Au même titre que lui, l'alcool dégage de l'acide carbonique et aucun autre gaz ; il donne naissance, par sa combustion, à une quantité plus grande de vapeur d'eau, mais il ne dégage pas d'odeur. Il ne suinte pas, et l'on peut prendre la lampe sans se salir les doigts. Il est plus dangereux à manier que l'huile lampante de pétrole, mais les accidents causés par l'alcool ont été bien peu nombreux. La lumière produite par la vapeur d'alcool, brûlant sur manchon, est un peu blafarde, et les personnes groupées autour d'une lampe peuvent légitimement se plaindre du mauvais teint qu'elles semblent avoir. Mais cet inconvénient peut être corrigé : car on sait, paraît-il, en modifiant la composition des oxydes qui imprègnent le manchon, en forçant la dose de thorium, modifier la nature des radiations lumineuses. On pourrait aussi, pensons-nous, colorer légèrement en rose ou en rouge le verre qui entoure la flamme. Nous avons tenu à signaler cet inconvénient : car on a vu bien des fois la coquetterie et la mode arrêter l'évolution d'un progrès.

Nous n'avons pas grand'chose à dire du chauffage par l'alcool. Le public connaît les types de lampes : M. Barbier, ingénieur, et M. Chalmel, ont rapporté, de leur mission en Allemagne, divers réchauds qui semblent plus perfectionnés que ceux dont nous faisons d'ordinaire usage.

Des expériences plus nombreuses ont été faites pour comparer l'alcool au pétrole dans la production de la force motrice. L'alcool s'est toujours, au point de vue de la dépense imposée, montré inférieur au pétrole ; 1 kilo d'essence de pétrole fournit, en brûlant, 9.500 calories, tandis que l'alcool à 90° n'en fournit que 5.600 ; cette infériorité n'a donc pas lieu de nous surprendre. Mais nous pouvons répéter ce que nous disions tout à l'heure à propos de l'alcool d'éclairage : il convient d'étudier l'alcool au point de vue pratique.

M. Lévy¹ a montré que, dans un même moteur, 1 kilo d'alcool fournissait 3 chevaux 23, tandis que 1 kilo de pétrole en fournissait 6,75, c'est-à-dire sensiblement le double.

C'est à des résultats analogues qu'ont abouti les recherches de M. Ringelmann² ; le rapport entre la dépense de l'alcool et la dépense de pétrole, pour obtenir un même travail, a été de

¹ Bulletin de l'Association des chimistes de sucrerie et de distillerie, 1896-97, p. 991.

² Bulletin du Ministère de l'Agriculture, 1898, p. 425.

1,56 à 2,05 quand on a employé un moteur horizontal, et de 1,66 à 2,33 quand on lui a substitué un moteur vertical (Tableau I).

Tableau I. — Consommations d'alcool et de pétrole par divers moteurs.

	CONSUMMATION par heure		RAPPORT des consom- mations : alcool pétrole
	Essence minérale	Alcool dénaturé	
<i>Moteur horizontal :</i>	grammes	grammes	
Par cheval { à vide	1,104	2,267	2,05
{ à 1/2 charge	0,950	1,767	1,86
{ en charge	0,892	1,396	1,56
<i>Moteur vertical :</i>			
Par cheval { à vide	0,328	0,771	2,33
{ à 1/2 charge	0,619	1,097	1,66
{ en charge	0,407	0,763	1,87

Dans ces conditions, et étant donné que le prix de l'alcool dénaturé et le prix de l'essence minérale sont sensiblement les mêmes, il semble que l'alcool doive être abandonné. Mais ceux qui, d'ordinaire, possèdent et manœuvrent des automobiles sont dans une situation de fortune qui leur permet cet excédent de dépense et ne nous font guère pitié.

La critique la plus sérieuse que l'on puisse faire à l'emploi de l'alcool, c'est que, pour parcourir le même chemin, il faut emporter deux fois plus d'alcool que de pétrole. Mais l'alcool n'encreasse pas les cylindres et surtout ne dégage pas cette affreuse odeur que traînent derrière elles les automobiles mues par l'essence de pétrole.

Plusieurs mécaniciens prétendent que l'alcool ne saurait être, avec économie, brûlé dans des moteurs à essence minérale, et que les dépenses en pétrole et en alcool, pour produire le même travail, ne pourront être comparées qu'en brûlant ces deux liquides dans des moteurs différents, spécialement fabriqués.

D'autre part, on peut dire que ces prix du pétrole et de l'alcool ne sont pas immuables. Le jour où l'automobilisme au pétrole, qui emploie des huiles légères, prendra plus d'extension qu'il n'en possède aujourd'hui, sans que pour cela l'éclairage et le graissage au pétrole, qui emploient les huiles lampantes et les huiles lourdes, reçoivent de nouvelles applications, l'essence minérale, qui n'est qu'un produit de la rectification du pétrole brut, augmentera de prix, et l'automobilisme ou la production de force motrice par l'alcool paraîtra économique.

Il convient donc d'attendre, pour se prononcer, que de nouveaux essais soient faits avec de nouveaux moteurs; il faut voir également si dans

quelques années le cours de l'alcool et celui de l'essence minérale seront différents.

L'alcool a fait son entrée dans le monde des automobiles le 11 avril dernier : une voiturette à deux places ayant un moteur de 3 chevaux $\frac{1}{2}$, a fait un trajet de 138 kilomètres (Paris-Chantilly et

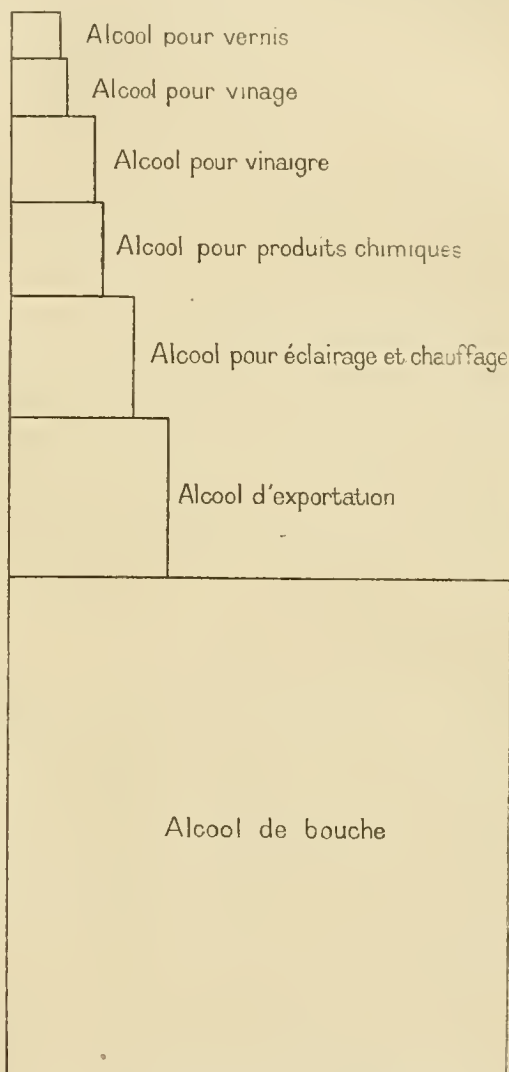


Fig. 4. — Quantités d'alcool consommées à différents usages en 1893.

retour) en 8 heures avec une consommation de 38 litres d'alcool.

§ 4. — Emploi de l'alcool à la fabrication des produits chimiques et pharmaceutiques.

C'est certainement du côté de la fabrication des produits chimiques et pharmaceutiques que la consommation devra se développer, le jour où nos fabricants pourront gagner sur les marchés européens et même sur les marchés français la place qu'y occupe l'Allemagne; celle-ci, dont la législation a été réformée plus tôt que la nôtre, a

pu prendre, pour ainsi dire, le monopole de la fabrication des produits à base d'alcool.

La fabrication de l'éther dit sulfurique, dont la préparation des poudres sans fumée a développé l'importance, entraîne la consommation d'environ 50.000 hectolitres d'alcool par an.

La fabrication des autres éthers, du chlorure d'éthyle, par exemple, demande encore l'emploi de l'alcool. Il en est de même du fulminate de mercure, du coton-poudre, du collodion, de la soie artificielle et même d'un produit nouveau, le pégamoïd.

Il faut encore de l'alcool pour préparer certains produits de la parfumerie : la coumarine, la vanilline, le musc artificiel, l'éther œnanthilique, les essences artificielles de fruits, de rhum, etc.

La pharmacie et la droguerie consomment de l'alcool dénaturé. On en use de grandes quantités pour la fabrication du chloral, de l'antipyrine, du sulfonal, du trional, des glycérophosphates et même de la terpine; on en use de plus grandes quantités encore pour extraire de certains végétaux les alcaloïdes qu'ils renferment, la caféine, l'aconitine, l'atropine, la vératrine, la brucine et la strychnine, la cicutine, l'hiosciamine, la pilocarpine, la digitaline, l'ésérine, la spartéine, la pelletiérine, etc.

L'Administration autorise l'emploi de dénaturants spéciaux quand le dénaturant légal est de nature à nuire à la préparation que l'on se propose de faire. Ces dénaturants sont, en général, constitués par une certaine quantité soit du produit qui constitue l'objet de la fabrication (éther, chloral, etc.), soit des matières premières qui entrent en jeu dans cette fabrication même (iode et phosphore pour la préparation de l'iodure d'éthyle, aniline et acide chlorhydrique pour la préparation de la diphenylaniline).

La fabrication des produits chimiques et pharmaceutiques correspond à une consommation annuelle de 60.000 hectolitres d'alcool.*

§ 5. — Emploi de l'alcool à la fabrication des vernis.

Les vernis à l'alcool, qui exigent chaque année 15 à 16.000 hectolitres d'alcool, sont en général des vernis à la gomme laque.

L'Administration autorise l'emploi en franchise des huiles provenant de la rectification des alcools, à la condition qu'elles ne renferment pas plus de 6 % d'alcool éthylique et soient accompagnées chez le fabricant d'un acquit à caution.

§ 6. — Emploi de l'alcool au vinage.

Les droits pleins que l'Administration perçoit sur l'alcool destiné au vinage ne permet pas de

l'employer pour les vins ordinaires. Seuls les vins dits de liqueurs, comme le Frontignan, le Vermout, les vins d'imitation, c'est-à-dire ceux que l'on fabrique dans le Midi, et spécialement à Cette, et auxquels on est parvenu fort habilement à donner le caractère du Madère, du Porto, du Xérès, etc., sont additionnés d'alcool. Les alcools que l'on emploie sont, en général, des 3/6 de vins, ou eaux-de vie de Montpellier; les alcools d'industrie, qui ne peuvent pas eux-mêmes apporter le parfum du vin, ne servent qu'au vinage des produits inférieurs.

La consommation des alcools destinés au vinage est, d'ailleurs, faible. Elle représente 20 à 25.000 hectolitres (24.353 hectolitres en 1897) et ne peut s'élever que dans de faibles limites.

§ 7. — Emploi de l'alcool dans la préparation du vinaigre.

L'abaissement des récoltes des vins, le bon accueil que certains vins peu alcooliques, qui, comme les vins du Loiret, les vins Nantais, étaient autrefois destinés à la vinaigrerie, ont rencontré depuis dans le commerce de consommation ont développé l'emploi de l'alcool à la fabrication du vinaigre. L'alcool, additionné de matières hydrocarbonées, azotées et minérales capables de nourrir le mycoderme oxydant, soumis à l'oxydation en présence de copeaux de hêtre, se transforme, comme on le sait, rapidement en acide acétique.

L'alcool déclaré pour la vinaigrerie peut être dénaturé au moyen de vinaigre.

On a déclaré, en 1897, 51.629 hectolitres d'alcool destiné à la fabrication du vinaigre.

La figure 4 représente proportionnellement les quantités d'alcool réclamées par les divers débouchés.

II. — DIVERS PROCÉDÉS DE FABRICATION DES ALCOOLS.

Nous venons de voir l'immense quantité d'alcool que la consommation réclame chaque année à l'industrie; nous sommes autorisé à croire que cette consommation se développera, parce que le problème de l'éclairage, du chauffage, de la production de la force motrice par l'alcool, de l'emploi de l'alcool dans l'industrie, se trouve sur le point d'être résolu par la création de nouveaux appareils, par l'abaissement du droit de régie et même par son abolition probable. Comment l'industrie des alcools va-t-elle faire face à ces nouvelles demandes? A quelles matières premières va-t-elle s'adresser?

Examinons sommairement les matières premières et les procédés employés dans la fabrication des alcools, pour voir s'ils sont susceptibles de développement et de perfectionnement (fig. 5).

§ 1. — Distillerie de betteraves.

Les betteraves employées en distillerie ne possèdent pas la richesse saccharine des betteraves employées en sucrerie. La substitution de celles-ci à celles-là serait désavantageuse dans la plupart des cas. La proportion de pulpe que laisse la betterave épuisée est la même, quelle que soit sa richesse; mais le rendement en racines et par conséquent en pulpe, à l'hectare, est d'autant plus faible que la betterave est plus sucrée; le cultivateur qui se préoccupe d'avoir de la pulpe pour nourrir les animaux de sa ferme a intérêt à continuer à cultiver de la betterave à 11 et 12 % de sucre.

La distillerie de betteraves est exercée en France dans 3 ou 400 distilleries agricoles, c'est-à-dire dans des fermes qui cultivent elles-mêmes leurs betteraves et consomment leurs pulpes. Celles-ci travaillent journellement de 20 à 50.000 kilogrammes de betteraves. Cette industrie est presque entièrement agricole.

Dans les distilleries industrielles, on râpe les betteraves, on les presse, et le jus, acidulé par l'acide sulfurique, est mis en fermentation. Dans les distilleries agricoles, on suit le procédé Champonnois, qui consiste à extraire le sucre des betteraves, en faisant macérer celles-ci, préalablement découpées en cossettes, au contact des vinasses, c'est-à-dire des résidus épuisés d'alcool, provenant de la distillation des jus fermentés. Les vinasses, riches en sels et en matières organiques, n'enlèvent aux cossettes, par osmose, que le sucre, et les cossettes se présentent aux animaux moins délavées, plus nourrissantes que si on les avait épuisées par l'eau. Au lieu de faire usage, pour la macération de ces cossettes, de cuiviers en bois, comme Champonnois l'avait indiqué, on emploie aujourd'hui, dans un grand nombre de distilleries, des vases clos, en fonte, communiquant entre eux, et semblables aux diffuseurs de nos sucreries.

Les jus, acidulés, refroidis, sont soumis, par addition de levure, à la fermentation alcoolique; distillés, ils fournissent, en même temps que les vinasses, qui rentrent en travail, un flegme, c'est-à-dire un alcool brut, qu'il convient de rectifier.

Le rendement en alcool est de 5 à 6 % du poids de la betterave.

Sur cette fabrication de l'alcool de betteraves est calquée, pour ainsi dire, la fabrication de l'alcool de topinambours, qui, malgré l'excellente qualité de l'alcool qu'elle fournit, ne s'est jamais développée en France. Les tubercules sont, à cause de leur forme, difficiles à laver et détériorent les couteaux du coupe-racines; le rendement, qui n'atteint guère plus de 30.000 kilogrammes à l'hectare, ne

permet pas au topinambour de lutter contre la betterave, qui donne jusqu'à 50.000 kilogrammes, tout en fournissant une quantité d'alcool sensiblement égale.

La production de l'alcool de betteraves, à peu près nulle vers 1850, a progressivement augmenté d'importance, atteignant annuellement 3 à 400.000 hectolitres de 1870 à 1880, 5 à 600.000 hectolitres de 1880 à 1885, passant ensuite à 700.000, puis à 800.000 hectolitres.

Aucune mesure administrative, aucun fait n'est venu jusqu'ici entraver la production de l'alcool de betteraves; au contraire, les mesures prises contre la distillerie de grains, et dont il sera parlé plus bas, ont été dirigées en sa faveur. Peut-être la distillerie de betteraves eût-elle désiré davantage; elle souhaitait de voir le Gouvernement lui accorder des primes de fabrication, analogues à celles que le Gouvernement allemand accorde à ses distilleries agricoles. Celles-ci auraient une grande influence sur le développement de la culture de la betterave de distillerie. Mais le Gouvernement a pensé qu'il suffisait de faire peser sur les grains un impôt considérable pour permettre à la distillerie de betteraves de prendre le pas sur ses concurrentes.

§ 2. — Distillerie de mélasse.

Les mélasses, qui constituent le résidu ultime du travail de la sucrerie de betteraves, renferment toutes les impuretés solubles que le jus de betteraves renfermait primitivement, et que les procédés de purification ont été impuissants à éliminer; la solution de ces impuretés organiques et minérales est nécessairement saturée de sucre, et la proportion de celui-ci varie entre 44 et 50 %.

Il semble, dans ces conditions, que la levure ait beau jeu pour se développer dans la mélasse suffisamment étendue d'eau; il n'en est rien, et il faut corriger la composition du milieu qu'on lui offre, si l'on veut qu'elle évolue; il faut saturer par une addition d'acide sulfurique l'alcalinité que la mélasse présente; il faut détruire les nitrates par une ébullition prolongée en présence de l'acide; il faut amorcer le développement de la levure en lui offrant un bouillon de culture, constitué par du maïs saccharifié. On fait donc, d'une part, cuire la mélasse avec la quantité d'acide sulfurique nécessaire pour obtenir, une fois la mélasse diluée, une acidité de 2 gr. à 2 gr. 5 par litre; puis, d'autre part, on prépare un *piéd de cuve* avec du maïs saccharifié à l'acide sulfurique, un peu de mélasse, de l'eau et de la levure, et, quand la fermentation de ce piéd de cuve est bien active, on ajoute à la cuve le reste de la mélasse.

La mélasse fermentée est distillée, et la vinasse

éaporée et calcinée forme un amas de cendres à demi fondues, riches en sels de potasse, et que l'on nomme le *salin de betteraves*. Le flegme, qui possède un goût de mélasse caractéristique, est purifié par la rectification.

Le rendement en alcool s'élève à 25-28 %.

La fabrication de l'alcool de mélasses a été la première à se développer. Débutante vers 1840-1850, elle a, dès 1873, atteint un chiffre de production qui, pendant dix ans, s'est maintenu constamment aux environs de 700.000 hectolitres. La loi de 1884, qui déplaçait l'acise de l'impôt de la sucrerie, et faisait dorénavant payer le droit de consommation sur la betterave entrant à l'usine, devait engager les fabricants de sucre à conserver leurs mélasses pour les traiter par les procédés de la sucrerie. La production de l'alcool de mélasses diminua donc considérablement, en 1886-1887; mais la loi du 4 juillet 1887, réclamée par les

atteignit même, en 1892 et 1893, plus de 900.000 hectolitres, pour revenir, dans les années suivantes, au chiffre moyen de 7 à 800.000 hectolitres.

La distillerie de mélasses est donc protégée par la loi, puisque, grâce à cette prime, elle est assurée de sa matière première. Cependant, le droit d'entrée sur les mélasses étrangères

(0 fr. 10 par degré de sucre) l'oblige, pour ainsi dire, à s'approvisionner en France. De plus, elle se trouve aujourd'hui, de par la loi du 14 juillet 1897, concurrencée par l'agriculture, qui jouit, pour l'acquisition de ces mélasses, de la même prime.

L'alimentation du bétail par la mélasse n'est encore pratiquée que timidement, mais on sait que les expériences entreprises dans cette direction ont donné de bons résultats.

§ 3. — Distillerie de grains.

La distillerie de grains est loin de jouir des faveurs fiscales dont jouissent ses concurrentes. Affectant, depuis 1850, comme le montre le

diagramme de la figure 5, une production régulièrement croissante, partie de 40.000 hectolitres pour atteindre, en 1886 et 1888, 800.000 hectolitres, elle a faibli tout d'un coup, de 1889 à 1891; cela tient à ce que la matière première la plus avantageuse pour la distillerie de grains est le maïs, qui nous vient de l'étranger. La loi de douane de 1889 a protégé l'agriculture française, en faisant peser sur

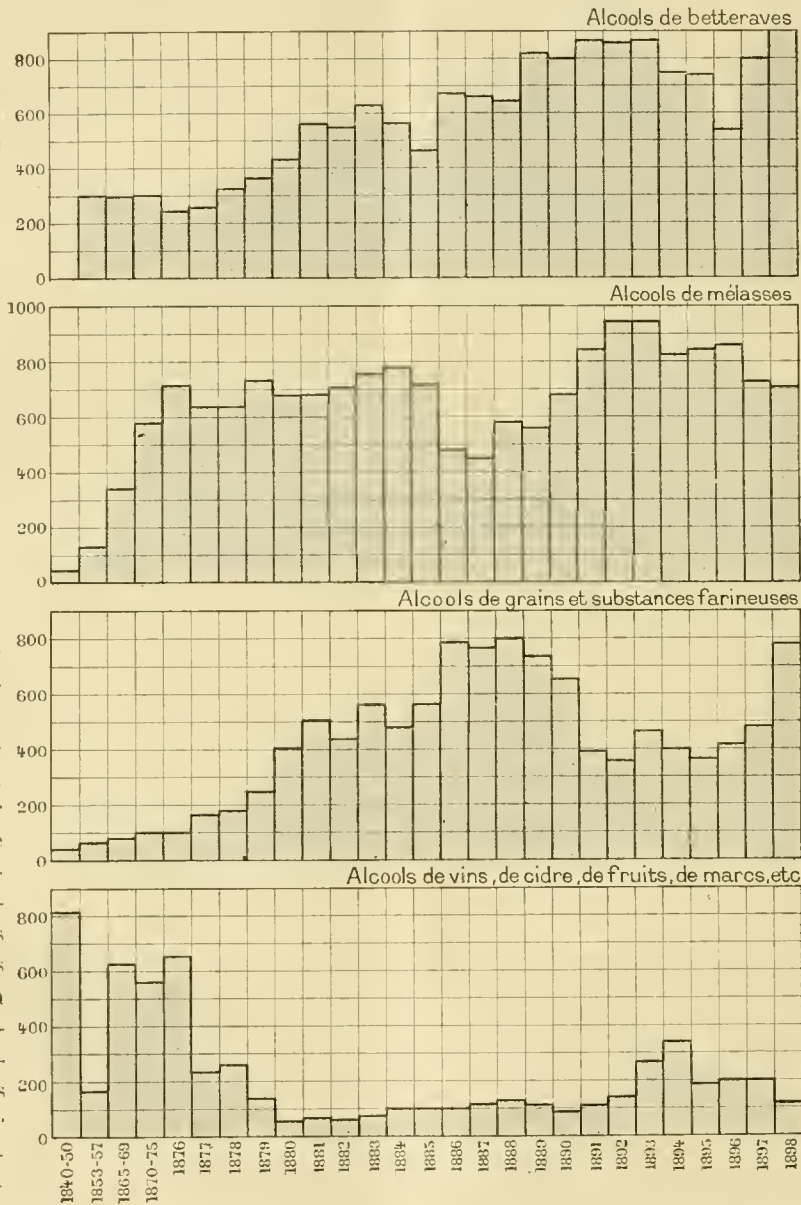


Fig. 5. — Production des alcools en France. — En ordonnée, chaque division représente 100.000 hectolitres.

distillateurs de mélasses qui manquaient de matière première, changea tout cela : elle donnait au fabricant de sucre une prime équivalente à 4 fr. 20 par 100 kilogrammes de mélasses allant en distillerie; cette prime était suffisante pour que les fabricants de sucre eussent intérêt à renoncer au bénéfice de leur traitement et à les envoyer aux distillateurs. Dès lors la production se releva,

le maïs un droit de 3 francs par 100 kilogrammes, droit que la loi de douane de 1892 a maintenu. La production des alcools de grains reste fixée aujourd'hui aux environs de 400.000 hectolitres, c'est-à-dire qu'elle est moitié moindre de celles des alcools de betteraves et de mélasses. Exceptionnellement, et parce que le prix du maïs a été peu élevé par rapport à celui de l'alcool, la distillerie de grains a produit en 1898 près de 700.000 hectolitres.

Le procédé, qui repose sur la saccharification par l'acide de l'amidon contenu dans les grains, employait presque exclusivement le maïs; ne permettant pas de fabriquer de la levure, fournissant une drèche non alimentaire, il a perdu beaucoup de son importance.

C'est en employant à la saccharification de l'amidon des grains, non plus les acides, mais la diastase de l'orge germée, du *malt*, que presque toutes les distilleries de grains travaillent aujourd'hui. Les grains qu'elles traitent sont un mélange de maïs, de seigle et d'orge germée, généralement en parties égales. Le maïs concassé est cuit à 100°, puis additionné, à la température de 60-65°, du malt et du seigle, préalablement concassés. Quand la saccharification est terminée, on refroidit et on met en levain, au moyen d'un pied de cuve de grains que l'on a laissé s'acétifier par la fermentation lactique et que l'on a ensuite ensemencé de levure. Pendant la fermentation alcoolique du moût, on récolte la levure qui vient se présenter à la partie supérieure des cuves, et cette levure, lavée, passée au filtre-pressé, est livrée à la boulangerie, à la pâtisserie, etc. Les moûts sont distillés; ils donnent un flegme de qualité supérieure, et une vinasse chargée de drèche, qui constitue pour le bétail un aliment de premier ordre.

Le rendement des grains en alcool (1/3 maïs, 1/3 seigle, 1/3 malt) est de 28 à 33 %, suivant que l'on recueille ou que l'on ne recueille pas la levure.

Le Dr Calmette, MM. Collette et Boidin ont étudié l'emploi, en distillerie, d'une Mucédinée extraite des levures chinoises, l'*Amylomyces Rouxii*, qui a l'avantage de saccharifier l'amidon. Les grains de maïs, préalablement cuits sous pression, sont traités à 70° par une très faible quantité de malt (2 %), de façon à liquéfier l'amidon et le rendre attaquant par l'*Amylomyces*. Puis le moût est stérilisé, refroidi, ensemencé d'une culture pure d'*Amylomyces* à la température de 39°, et, quand on juge que la saccharification est suffisamment avancée, on refroidit à 29°, on ajoute une culture de levure pure qui, travaillant en symbiose, avec la Mucédinée, fournit de l'alcool. Le rendement est de 4 à 5 % plus élevé que dans les procédés ordinaires; l'alcool est très pur.

Les inventeurs de ce procédé ont abandonné au-

jourd'hui l'*Amylomyces* et l'on remplacé par une autre Mucédinée, le *Mucor* β, qui permet de travailler en moûts deux fois plus concentrés et d'obtenir des vins à 6 ou 7 % d'alcool.

§ 4. — Distillerie de pommes de terre.

Après les travaux d' Aimé Girard, on pouvait supposer que la distillerie de pommes de terre allait s'implanter en France, et que nos distillateurs allaient suivre l'exemple des distillateurs allemands, qui demandent à la pomme de terre près des 8/10 de la production totale de l'alcool. Nos distillateurs n'ont pas voulu abandonner la betterave; ils ont considéré que la vinasse, c'est-à-dire le résidu de la distillation, était trop aqueuse et qu'il fallait, pour peu que la fabrication soit importante, un nombre plus considérable d'animaux pour la consommer sur place; car elle ne se conserve pas, et il est difficile de la concentrer économiquement. En Allemagne, les distilleries agricoles touchent une prime d'autant plus forte qu'elles sont de plus petite importance. Il n'y a pas moins de 12.500 distilleries agricoles pour fabriquer 2.618.000 hectolitres, ce qui représente une production moyenne de 220 hectolitres par an. Notre régime fiscal ne nous permet pas de travailler sur une aussi petite échelle, sans grever le prix de revient.

Le procédé, employé en Allemagne et dans quelques distilleries en France (7 en 1898), consiste à cuire la pomme de terre en autoclave à 130-140°, à saccharifier au moyen du malt vert, à refroidir, à faire fermenter et à distiller.

Le rendement est, avec les pommes de terre riches, de 10 à 13 %.

Le flegme est de grande qualité.

§ 5. — Rectification.

C'est en soumettant le flegme à une nouvelle distillation dans des colonnes dites rectificatrices que l'on en extrait l'alcool neutre qui sert à fabriquer les eaux-de-vie et liqueurs. Les produits qui passent au début de la rectification, dits mauvais, moyens, bons goûts de tête, renferment les aldéhydes, les éthers; puis vient l'alcool pur; puis, à la fin de la rectification, passe l'alcool souillé par les alcools supérieurs, les bases, le furfurool; ce sont les bons, moyens, mauvais goûts de queue. Les meilleurs de ces produits sont rectifiés de nouveau, et les produits inférieurs sont destinés à être dénaturés ou à fabriquer des vernis.

Mais il convient de remarquer que le jour où la consommation des alcools dénaturés sera supérieure à la production des mauvais goûts de tête et de queue que l'on réserve à la dénaturation, l'industrie pourra substituer à ces mauvais goûts des

fléguines à haut degré, à 90° par exemple, et supprimer par conséquent les frais de rectification.

III. — CONCLUSIONS.

Nous venons de voir sur quelles bases la distillerie est organisée, et il ressort de cette étude que les matières premières de l'alcool ne se présentent pas toutes au distillateur avec les mêmes avantages. Quelle est celle de ces matières premières qui sera appelée à fournir ce que la lampe, le réchaud, le moteur, l'industrie peuvent bientôt demander?

La mélasse est un résidu nécessaire de la sucrerie; on tend, par les nouveaux procédés de purification, à en abaisser la proportion. La quantité d'alcool fournie par la mélasse est donc limitée. De plus, la mélasse peut aller un jour à l'alimentation du bétail. Enfin, une loi nouvelle peut détruire la loi de 1887: les mélasses seront alors, comme elles le sont en Allemagne, traitées pour en extraire le sucre.

La production du grain est illimitée: mais la distillerie ne peut se passer de maïs, et la guerre que l'on fera toujours, au nom de l'agriculture, à

cette céréale tiendra la distillerie de grains en respect.

Nous avons vu que la pomme de terre n'avait pas trouvé crédit auprès de nos distillateurs. Rien ne fait prévoir un changement de ce côté.

Reste la betterave, qui symbolise, pour nos législateurs, l'agriculture tout entière: c'est elle qui bien probablement sera le héros de la fête. Mais il faut souhaiter que la distillerie agricole de betteraves, mieux organisée, travaille d'une façon plus scientifique. C'est le mouvement qui se dessine aujourd'hui, et qui seul la maintiendra au-dessus de ses concurrentes. Les distilleries produiront plus d'alcool, sans que, pour cela, elles deviennent plus nombreuses; il suffira que ces usines abandonnent le procédé de macération, emploient la batterie de diffusion pour doubler leur travail journalier. C'est la révolution à laquelle nous avons assisté en sucrerie, le seul progrès qui permette, en diminuant les frais généraux, d'abaisser le prix de revient de l'alcool.

L. Lindet,

Docteur ès sciences,

Professeur à l'Institut National Agronomique.

LES PRODUCTEURS LATICIFÈRES DANS LE BASSIN DE L'OGOOUÉ

Les producteurs laticifères, nombreux dans le bassin de l'Ogooué, sont, dans cette région, l'objet d'une exploitation importante, bien qu'encore très irrégulièrement conduite. Il y aurait, croyons-nous, avantage à les bien connaître, et à en classer les produits. Ces plantes se divisent en producteurs de caoutchouc et producteurs de gutta; les premières comprennent de nombreuses variétés d'arbres et de lianes; les secondes, peu connues encore, sont représentées principalement par des Sapotacées et des Mimuspées.

I. — ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES.

1. *Arbres*. — Les arbres à latex donnent, en général, du caoutchouc de médiocre qualité; le plus répandu est le *Kickxia africana*, que l'on trouve sur la côte nord du Congo tout aussi bien que dans le Mayombe et dans l'intérieur des terres. Il est très abondant sur les rives d'un affluent de l'Ogooué, la Lolo, et dans la région des Chakés, à N'Doro.

Sans vouloir faire la description botanique de cet arbre, je crois qu'il est intéressant de donner quelques renseignements qui permettront d'éclaircir la question importante de la valeur du produit qu'il donne.

On avait cru, jusqu'à ces derniers temps, qu'il n'existait qu'une seule variété de *Kickxia*; aussi de nombreuses suppositions avaient été faites pour expliquer la valeur du caoutchouc fourni par le *Kickxia* du Lagos. L'hypothèse de l'existence de plus d'une variété a été confirmée, et le D^r Preuss, du Jardin d'Essai de Victoria (Cameroun), a trouvé quatre variétés, dont deux donneraient de bon caoutchouc identique à celui du Lagos.

La distinction de ces variétés n'est pas encore connue, mais la certitude d'une bonne variété de *Kickxia* est établie; elle doit sans doute exister au Congo français, quoique les *Kickxia* que j'ai incisés sur un grand nombre de points m'aient donné de mauvais produits.

Le latex du *Kickxia* ordinaire, tout comme les mauvais latex, ne se coagule que par une concentration ou une ébullition prolongée; le produit que l'on obtient est mou, visqueux, extensible sans être élastique; sec, il devient dur et cassant par suite de la grande quantité de résine qu'il renferme, 60 % environ.

Le *Kickxia* du Lagos donnant un bon produit est appelé « Ofumtum » par les indigènes.

On rencontre souvent un producteur laticifère dont le produit est identique à celui du *Kickxia*

ordinaire ; il est appelé « Aban » par les Pahouins, et donne un fruit comestible. Le rendement de l'« Aban » est faible et le produit est mauvais.

Il existe aussi de nombreuses variétés de *Ficus* qui toutes donnent un caoutchouc non exploitable. Pourtant, dans la Sangha il existerait une variété de *Ficus* donnant un produit qui est de bonne qualité. Trouvé par MM. Goujon et Lemaitre, cet arbre n'a encore été l'objet d'aucune étude, malgré l'intérêt qu'il y aurait à déterminer sa valeur culturelle, si importante pour la colonie du Congo, par suite de la disparition des producteurs de caoutchouc et de la non-réussite des essais d'acclimatation des espèces introduites.

Le *Manihot Glaziovii*, introduit depuis quelques années au Congo français, n'a donné, au point de vue du rendement, que de médiocres résultats, quoique ayant une croissance très rapide. L'acclimatation de cet arbre, sur lequel on fondait de grandes espérances, a amené une diminution dans la quantité de latex. En général, tout arbre ou plante introduite modifie un ou plusieurs de ses organes pour s'habituer à son nouveau milieu : le chanvre, par exemple, produit non pas un textile, mais un narcotique ; la vigne coule ; la ciguë ne contient plus de principes vénéneux ; la tomate donne des fruits de la grosseur du pouce ; à la seconde génération, le rendement du *Manihot* est diminué ; l'acclimatation, pour ce dernier, a donc modifié ses organes laticifères.

Je crains qu'il en soit de même pour les *Hevea* importés ; aussi le colon ne doit fonder aucune espérance sans essais préalables, sans résultats acquis, sur les producteurs laticifères introduits, et c'est pour cette raison que l'étude du producteur laticifère de la Sangha s'impose, car, se trouvant dans son pays d'origine, il ne donnerait pas lieu aux déceptions éprouvées pour le *Manihot*, qui donne un maximum de 200 grammes de caoutchouc, alors qu'un arbre, dans la région de l'Ogooué, doit donner 1 kilo de caoutchouc commercial pour qu'on puisse le cultiver en vue d'une exploitation.

2. *Lianes*. — Si le bassin de l'Ogooué est dépourvu d'arbres producteurs de caoutchouc, les lianes, au contraire, sont nombreuses, mais toutes ne donnent pas un caoutchouc commercial.

Les lianes laticifères appartiennent soit au genre *Landolphia*, soit au genre *Clitandra*, soit à la famille des *Carpodiniées* ; le premier contient la plupart des producteurs de caoutchouc commercial.

Les *Landolphia* donnant un bon caoutchouc appartiennent au *L. owariensis*, au *L. Foreti* et au *L. Klainii*. Le *Landolphia owariensis* se rencontre dans presque tout le Congo, le *Landolphia Foreti* au Fernand-Vaz principalement, et le *Landolphia*

Klainii dans le bassin de l'Ogooué. Ces trois *Landolphia* ont de grandes analogies au point de vue botanique ; les différences portent principalement sur les feuilles et la grosseur du fruit.

Le *Landolphia* le plus commun dans la région de l'Ogooué est le *L. Florida* ; on avait cru, tout d'abord, qu'il produisait un caoutchouc utilisable ; mais son produit à l'état frais est flasque, extensible sans être élastique ; sec, il est dur et cassant ; il n'a aucune valeur.

Il en est de même du *L. comorensis*, que l'on rencontre souvent. Le *Landolphia Petersiana* se trouve dans toute notre colonie du Congo ; il donne un caoutchouc de mauvaise qualité.

M. Jumelle signale, au Fernand-Vaz, quelques lianes donnant des produits inférieurs à ceux fournis par les *L. owariensis*, *Foreti* et *Klainii* ; ce sont : *Carpodinus Foretiana* (Okouendé N'Gowa en N'Kômi) ; le Gnongo, l'vogué (*Carpodinus Jumelli*) ; l'Ébourendé, l'Itomba, le Bouéla, l'Ogoumou, etc.

Cette énumération montre la richesse du Congo français en lianes laticifères ; mais, sauf les trois *Landolphia* cités plus haut, les autres lianes n'ont guère de valeur par suite du produit médiocre qu'elles donnent.

Si l'indigène les exploite, ce n'est que dans un but de fraude seulement, afin de mélanger le mauvais latex avec celui que fournissent les *L. owariensis*, *Foreti* et *Klainii* et que les indigènes désignent sous le même nom, celui de N'Dembo.

Il est très difficile de déterminer la richesse de la forêt équatoriale en lianes produisant du bon ou du mauvais caoutchouc ; mais, en général, les régions où l'exploitation du caoutchouc n'est pas faite, par suite de l'absence de marchandises ou de communications, sont riches en producteurs laticifères.

Dans les régions où l'exploitation est faite, la quantité de lianes diminue progressivement, à la suite des procédés employés ; aussi, la plus grande partie de la région côtière et le Bas-Ogooué sont actuellement dépourvus de lianes productives.

II. — LATEX.

Si on examine le latex au microscope, on constate qu'il est formé, tout comme le sang et le lait, de globules en suspension dans une solution riche en substances azotées.

La précipitation de ces substances azotées amène la précipitation des globules de caoutchouc ainsi que leur soudure ; il en est de même pour la coagulation du sang et du lait, de sorte que l'analogie entre le latex et ces deux dernières substances est grande.

La précipitation des globules de caoutchouc

peut se produire soit sous l'action des acides, soit sous l'action d'une fermentation. Quel que soit le mode de précipitation, la masse solide retient avec elle une certaine partie d'eau-mère putrescible, qui modifie la composition du caoutchouc et donne une odeur caractéristique, que l'on remarque surtout dans le cas du *Manihot Glaziowii*. La fermentation diminue la valeur du produit, et on doit la supprimer si l'on veut avoir du caoutchouc de bonne qualité.

Pour éviter la fermentation, il suffit de couper le caoutchouc frais en morceaux aussi petits que possible et de les laver fortement afin d'enlever l'eau-mère putrescible.

On peut encore empêcher la fermentation au moyen d'antiseptiques ; il suffit de mettre un antiseptique dans le latex pour qu'après la coagulation aucune fermentation ne se produise. Au Para, le caoutchouc de l'*Hevea brasiliensis* s'obtient en exposant à la fumée de noix d'urucuri (*Attalea excelsa*) le latex pris au moyen d'une palette. La coagulation se produit immédiatement, le caoutchouc retient la créosote contenue dans la fumée. Ce procédé d'enfumage doit se recommander ; on peut remplacer les noix d'urucuri par les noix de palme.

Certains latex se coagulent à l'air libre peu après l'incision ; tels les latex du *Manihot*, de l'*Hevea*, des *L. owariensis*, *Klainii* et *Foreti*. Le caoutchouc obtenu dans ce cas est toujours de bonne qualité, bien meilleur que le caoutchouc dont la coagulation a été obtenue soit par la chaleur, soit par les acides ou les bases.

Plus la coagulation à l'air libre est rapide, plus le caoutchouc est de bonne qualité ; lorsque le latex a besoin d'une exposition plus ou moins longue pour se coaguler, la qualité du caoutchouc diminue. Pour le *Kickxia* ordinaire, l'évaporation, qui se fait dans des auges en bois, demande plusieurs jours d'exposition.

Si le latex nécessite une exposition longue, il sera répandu en couches minces dans des auges poreuses pour faciliter la coagulation.

Le procédé de coagulation par la chaleur est un des plus employés : les latex se coagulant rapidement, c'est-à-dire donnant un bon caoutchouc, ne nécessitent qu'une faible élévation de température pour amener la précipitation du caoutchouc. Les latex donnant un caoutchouc inférieur exigent une élévation assez grande de température, parfois même une ébullition et souvent une concentration.

En résumé, les bons caoutchoucs s'obtiennent toujours soit par une coagulation rapide du latex à l'air libre, soit avant l'ébullition.

Les acides sont des agents de coagulation éner-

giques, mais qu'il est souvent difficile de se procurer dans la forêt, et qui offrent cet inconvénient que la composition du caoutchouc varie suivant l'acide employé. Certains latex ne présentent aucune précipitation avec les acides et sont précipités par les bases ; l'inverse aussi se produit parfois. Si, avec un papier de tournesol, on examine le latex, on constate que certains latex sont acides et d'autres basiques ; les acides ne donnent pas de précipitation avec les latex acides ; ils sont précipités par les bases, et inversement.

L'acidité ou la non-acidité d'un latex doit être connue afin de déterminer si les acides ou les bases produiront une précipitation.

Les acides minéraux, sulfurique, azotique, étendus d'eau constituent de bons coagulants, mais ne sont pas employés au Congo, où l'indigène se sert, toutes les fois qu'il le peut, soit de citron, soit du jus acide de certaines oseille ou Euphorbiacées.

Dans le cas des latex acides, les bases peuvent être employées ; le sel est utilisé au Congo ; l'alun est aussi un bon coagulant.

Un procédé préconisé récemment pour obtenir du caoutchouc de très bonne qualité est le barattage de R.-H. Biffen. Le latex filtré est baratté dans une sorte d'écrémeuse centrifuge, tournant à 6.000 tours à la minute ; les globules montent à la surface ; ils sont ensuite fortement lavés, ce qui évite toute fermentation, puis pressés pour obtenir du caoutchouc. Ce procédé permet d'utiliser des latex inférieurs pour obtenir du caoutchouc ordinaire ; il doit être recommandé.

En résumé, les meilleurs procédés sont les suivants : barattage, enfumage, coagulation du latex, soit à l'air libre, soit avec une faible élévation de température. La chaleur, une évaporation prolongée, la concentration ne donnent que des produits inférieurs.

III. — RENDEMENTS ET PROCÉDÉS D'EXTRACTION.

Le rendement des arbres en latex dépend des méthodes d'extraction. Si sur un *Manihot* on pratique une incision dont la section est représentée par la figure 1, on constate que la plus grande partie du latex s'écoule par la lèvre *m* ; au bout d'un moment, l'écoulement cesse en *l*, pour se continuer en *m*. Si à 2 ou 3 centimètres au-dessus et au-dessous de cette incision on en pratique deux nouvelles, le latex cesse de couler à la première incision (*lm*) ; on ne recueille qu'une très petite quantité de latex à l'incision supérieure, tandis que l'incision inférieure en donne la plus grande partie.

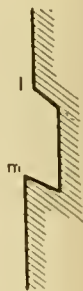


Fig. 1.

De ce qui précède on déduit que le latex est une sorte de sève ascendante ; pour en obtenir une grande quantité du même arbre, la force ascensionnelle doit être conservée aussi longtemps que possible, ce que l'on obtient en commençant les incisions aussi haut que l'on peut, tout en les continuant en descendant pendant plusieurs jours successifs, jusqu'au niveau du sol.

A cet effet, une incision demi-circulaire (1) sera

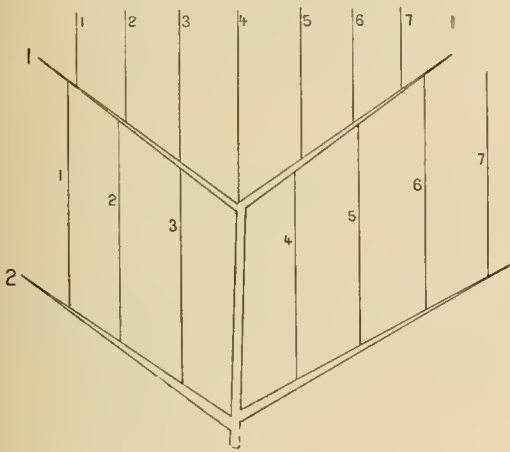


Fig. 2.

faite avec les incisions verticales linéaires impaires (fig. 2).

Le lendemain, l'incision (2) sera pratiquée et on fera les incisions linéaires paires de la canalisation (1) et les incisions linéaires impaires de la canalisation (2), etc. Par ce procédé j'ai obtenu par *Manihot* 175 grammes de caoutchouc, alors que le système d'incisions ordinaires n'a donné que 80 grammes. La moyenne de rendement de *Manihot* adultes a été de 125 grammes par pied.

Le procédé par incisions ne peut être employé pour les lianes ; la première difficulté qui se présente est que la liane ne peut être incisée que sur une faible longueur, car l'hypothèse de faire courir les lianes au niveau du sol n'est pas admissible à cause du grand espace et du grand travail que cette pratique exigerait. En employant le procédé par incisions, on n'obtient qu'une faible quantité de latex, correspondant à 100 grammes de caoutchouc, alors que la liane pourrait en fournir une moyenne d'environ 500 grammes.

De plus, une liane incisée ne donne par la suite qu'un faible rendement, car souvent elle répare difficilement les dégâts causés par l'incision.

La liane, en outre, ne peut être incisée que pendant un temps relativement court ; pour toutes ces

raisons, le procédé par incisions ne peut être employé. Les indigènes coupent la liane au niveau du sol, et, si elle n'a qu'un faible diamètre, ils la sectionnent en morceaux de 25 à 30 centimètres de longueur, en la coupant en biais de façon que les sections soient comprises entre deux plans parallèles. Si la liane a un diamètre dépassant 5 centimètres, ils la coupent à la première intersection des branches, la couchent sur le sol en la maintenant à quelques centimètres au-dessus ; après le coupage, ils se contentent de recueillir le latex, lequel s'écoule par les deux sections extrêmes. Le lendemain, ils font avec leurs couteaux des incisions circulaires tous les 15 ou 20 centimètres environ ; le latex est recueilli dans des feuilles repliées en godet.

Le procédé de coupage de la liane permet de recueillir la presque totalité du latex qu'elle renferme, mais, en la coupant au niveau du sol, la liane meurt, la plupart du temps, sans produire de rejets, et c'est pour cette raison que le Congo Français est dépourvu, sur un grand nombre de points, de lianes à caoutchouc.

Habituellement, les lianes émettent, jusqu'à un mètre au-dessus du sol, des racines adventives que l'indigène coupe pour en extraire le latex ; si un rejet pousse sur l'une d'elles, il aura bien moins de vigueur que le rejet r, r_1, r_2, \dots (fig. 3), qui poussera au-dessus de la dernière racine, au point p par exemple ; ce dernier aura pour nourriture toute la sève poussée dans le sol ; il grandira plus rapidement que les rejets poussés sur les racines r, r_1, r_2, \dots . J'ai et l'on a constaté qu'au bout de six ans, le rejet poussé en p sera de la grosseur du poignet, alors qu'il faudra une dizaine d'années aux rejets poussés sur les racines secondaires pour avoir la même grosseur, tandis que la liane semée met une quinzaine d'années pour devenir exploitable.

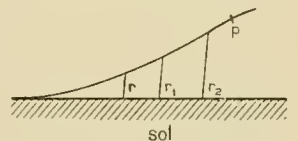


Fig. 3.

Malgré tout ce que l'on a prétendu, la liane doit être coupée au-dessus de la dernière racine, c'est-à-dire à 1^m 50 environ au-dessus du sol. Ce procédé permet d'obtenir le maximum de caoutchouc : il n'entraîne pas la disparition de la liane, puisqu'au bout de cinq ans le nouveau rejet peut être exploité ; aussi c'est le seul qui doit être préconisé

J. Bouyssou,

Ingénieur-agronome
de l'Institut National Agronomique.
Chargé d'une Mission scientifique
au Congo français.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Genocchi (Angelo). — *Differentialrechnung und Grundzüge der Integralrechnung*. Publié par M. G. PEANO. Traduction allemande de MM. G. BOHLMANN et A. SCHEPP. Deuxième partie. — 1 vol. in-8° de 176 pages. (Prix : 6 fr. 25.) B. G. Teubner, éditeur, Leipzig, 1899.

Le second fascicule de l'édition allemande des leçons d'Analyse de Genocchi est consacré au Calcul intégral. Il comprend deux chapitres et un appendice; l'un des chapitres traite des intégrales indéfinies, l'autre des intégrales définies. Il ne s'agit pas d'un exposé complet de ce calcul et de ses applications, mais simplement d'un examen approfondi de certaines questions fondamentales.

L'auteur présente d'abord la notion de fonction primitive et les règles qui se rattachent à la détermination des intégrales usuelles; puis il examine successivement le problème de l'intégration pour les cas suivants: intégration des fonctions rationnelles; intégration de fonctions irrationnelles; différentielles binômes; intégrales de fonctions transcendentes.

Le chapitre suivant débute par une étude détaillée de la définition de l'intégrale définie et de ses conséquences. Ces considérations purement analytiques sont suivies de quelques applications géométriques: aire d'une surface plane, volume d'un solide, rectification d'une courbe plane. Viennent ensuite la détermination d'une intégrale définie et l'étude des intégrales dont l'élément différentiel devient infini ou dont une limite est infinie. Le chapitre se termine par quelques théorèmes relatifs au développement en série d'une intégrale définie.

L'Appendice comprend: 1° (p. 309-335) une série de notes historiques et bibliographiques relatives aux divers sujets traités dans les deux fascicules; 2° (p. 336-395), cinq notes dues à M. Peano et consacrées à l'étude de certaines questions d'Analyse envisagées à l'aide des méthodes de la Logique mathématique. Ces articles sont extraits des travaux du savant professeur de Turin; ils portent les titres suivants: la Logique mathématique; définitions de l'arithmétique; sur la formale de Taylor; sur la définition de l'intégrale; les nombres complexes.

H. FEHR,
Privat-docent à l'Université
de Genève.

Boulvin (J.), *Ingénieur des Constructions maritimes de l'Etat belge, professeur à l'Université de Gand*. — *Cours de Mécanique appliquée aux Machines*, 8° fascicule: Appareils de levage; transmission du travail à distance. — Un volume grand in-8°, de 248 pages, avec 200 figures dans le texte. (Prix: 7 fr. 50.) E. Bernard et Cie, éditeurs, Paris, 1899.

Ce fascicule complète le remarquable ouvrage de l'éminent professeur de l'Université de Gand: le grand savoir de l'auteur, son jugement éclairé et sa haute compétence pratique font un véritable monument de ce cours publié en 8 volumes, comprenant 2.136 pages, et 1.629 gravures. Toutes les questions de la Mécanique appliquée y sont traitées avec une autorité et une ampleur qui font de cette œuvre une véritable encyclopédie des ingénieurs mécaniciens, et un *compendium* complet des applications de la Thermodynamique.

Le huitième et dernier fascicule est partagé en deux parties: la première est consacrée à la transmission et à la distribution du travail à distance par les appareils téléodynamiques, hydrauliques et à air comprimé

ou raréfié: M. Boulvin aurait pu y adjoindre les canalisations de gaz combustibles et tonnants, qui constituent un des meilleurs modes de transport de l'énergie, grâce au perfectionnement des moteurs à gaz.

Les appareils de levage font l'objet de la seconde partie, qui est divisée en quatre chapitres:

Chapitre I. Machines servant aux opérations élémentaires: crics, palans, treuils et cabestans.

Chapitre II. Grues, bigues et ponts roulants.

Chapitre III. Appareils dépendants d'une station centrale.

Chapitre IV. Ascenseurs mus par arbres et ascenseurs hydrauliques, à action directe ou indirecte.

L'auteur n'a rien négligé pour être clair et complet, et ses éditeurs ont illustré l'ouvrage de belles gravures, dessinées avec un grand sens pratique et bien exécutées.

Ce fascicule est complété par un index alphabétique des matières contenues dans les huit fascicules formant l'ouvrage complet, qui permet d'apprécier l'étendue de l'œuvre de M. Boulvin, et qui constitue une sorte de dictionnaire extrêmement utile au lecteur.

AIMÉ WITZ,
Professeur à la Faculté libre
des Sciences de Lille.

2° Sciences physiques

Berthelot (M.), *Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France, et Jungfleisch (E.), *Professeur à l'École de Pharmacie et au Conservatoire des Arts et Métiers*. — *Traité élémentaire de Chimie organique*. Tome 1 (4^e Edition). — 1 vol. in-8° de 752 pages, avec 70 figures. (Prix: 20 fr.) V^{ve} Ch. Dunod, éditeur, Paris, 1899.*

L'ouvrage de MM. Berthelot et Jungfleisch, dont la quatrième édition est en ce moment publiée, a reçu des auteurs, pour cette édition nouvelle, avec un développement beaucoup plus considérable, d'importantes transformations. Il y est fait partout usage des notions de structure des molécules, dont l'emploi a permis de représenter, d'une façon satisfaisante, les isoméries. Ces notions fondamentales de structure sont exposées, au début de l'ouvrage, immédiatement après les chapitres relatifs à l'analyse organique et à la détermination des poids moléculaires. En même temps sont mentionnés, dès le début, les divers cas qu'il convient de distinguer dans l'isomérie. L'étude des diverses fonctions est ensuite abordée. Elle commence par les carbures, aussi bien ceux à chaîne ouverte que ceux à chaîne fermée. Viennent ensuite les composés ternaires, alcools et phénols; les aldéhydes et les quinones sont encore étudiés dans cette première partie de l'ouvrage. Le tome second, qui sera prochainement publié, comprendra d'abord les acides, puis les composés qui contiennent de l'azote dans leur molécule.

Les méthodes générales de transformation sont exposées dans leur ensemble avec l'autorité des savants qui ont composé l'ouvrage. Le lecteur leur saura gré d'avoir mis leur livre au courant des progrès les plus récents acquis à la science; le chapitre sur les sucres et les autres hydrates de carbone présente un intérêt particulier.

L'ordre systématique et l'exposé des théories guident avant tout l'agencement des chapitres; mais les auteurs n'ont pas accepté de tout sacrifier à la théorie. Un certain nombre de traités, notamment parmi les ouvrages étrangers, se préoccupent avant tout de classer avec méthode les corps étudiés, et d'en mentionner un très

grand nombre; les méthodes de transformation y sont souvent exposées l'une après l'autre, en grand nombre, il est vrai, mais sans critique et sans choix, comme sans noms d'auteurs et sans dates. Les méthodes expérimentales y sont aussi soit passées sous silence, soit exposées avec sécheresse et comme à regret. Le mérite qui reste à un pareil ouvrage est celui d'un catalogue méthodique et complet; il rend de véritables services à celui qui s'en sert comme d'un répertoire ou d'un dictionnaire; un tel livre, destiné à celui qui possède déjà les notions les plus importantes, n'est pas fait pour être lu. Rien de pareil n'existe dans le présent ouvrage. Sur tous les points importants, une indication historique rapide rapporte à chacun de leurs auteurs les progrès faits sur la question; cette brève indication suffit au lecteur pour voir par quelles phases successives et par quelles associations d'idées ont été acquises les connaissances qui forment le domaine actuel de la Chimie.

Enfin dans cette édition, comme dans les précédentes, les méthodes expérimentales sont exposées avec un soin particulier. Si belles et si fécondes que puissent être les théories générales, dont la haute importance n'est plus à discuter, il doit y avoir quelque chose de concret dans l'enseignement de la Chimie : elle ne s'apprend qu'au laboratoire. Aussi les auteurs ont donné une réelle importance aux préparations classiques, aux propriétés physiques et chimiques, aux caractères de pureté, aux principales applications industrielles. Il y a là, par conséquent, tout ce qu'il faut pour donner à celui qui entreprend l'étude de la Chimie, non seulement les moyens de saisir clairement les principes essentiels de la Chimie organique, mais de prendre, en étudiant, le sens et le goût de l'expérience.

LÉON PIGEON,

Professeur adjoint à l'Université de Dijon.

Moureu (Ch.), *Professeur agrégé à l'École supérieure de Pharmacie de Paris, Pharmacien en chef des Asiles de la Seine. — Détermination des Poids moléculaires (Constantes physiques utilisées). — 1 vol. in-8° de 154 pages avec figures. (Prix : 8 fr.) G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris, 1899.*

Voici un volume auquel nous souhaitons cordialement la bienvenue; destiné, comme son titre l'indique, à faire connaître les méthodes qui permettent d'établir les poids moléculaires par voie purement physique, il remplacera avec avantage, pour toutes les personnes qui s'intéressent à ces questions et n'ont pas le loisir de remonter aux sources, tout un chapitre des traités de Chimie générale auquel, faute d'espace, les auteurs ne peuvent donner l'importance qu'il mérite.

Peut-être ce défaut est-il encore sensible dans l'ouvrage de M. Moureu, que, pour notre part, nous aurions désiré voir s'étendre un peu plus sur chacune des questions qu'il embrasse. La mesure expérimentale de la densité des corps gazeux, celle de la vitesse du son dans les gaz, la méthode si originale de M. Schläsing fils, ainsi que les derniers dispositifs adoptés en Allemagne pour l'ébullioscopie, méritaient certainement une description de quelques pages; l'exemple de l'argon, celui du fluor, un exposé succinct des recherches de M. Leduc auraient mis en lumière quelques-unes des difficultés que l'on rencontre dans cet ordre de recherches; en adjoignant enfin un peu plus de calcul à ces données pratiques, l'auteur aurait fait un livre de fond au lieu d'un livre d'étude, que le maître eût consulté aussi utilement que l'élève.

Il n'a pas jugé utile de le faire et nous en prévenons d'ailleurs à plusieurs reprises dans son préambule; j'espère néanmoins qu'il le fera dans une seconde édition, que je lui souhaite prochaine; la tâche est facile à qui est aussi bien armé.

Tel qu'il est, le livre de M. Moureu sera jugé par tous excellent, bien entendu dans ses divisions, qui comprennent l'état gazeux, l'état critique et l'état liquide; il est surtout d'une clarté d'exposition qui fait regretter

d'avantage encore l'étroitesse des limites entre lesquelles l'auteur a cru devoir resserrer son sujet.

La forme de l'ouvrage est parfaite et fait, comme d'habitude, honneur à la maison qui l'édite.

Un mot enfin pour terminer : il est certes très bon d'apprendre aux jeunes qu'il existe des relations étroites entre les différentes branches de la science et que l'une d'elles peut souvent fournir aux autres des indications importantes; il est mieux encore, ce me semble, de les mettre en garde contre toute idée fautive pouvant surgir d'un enseignement trop exclusif ou mal compris.

En ce qui concerne notamment la notion de grandeur moléculaire, telle que nous l'entendons en Chimie, il me paraît indispensable de leur rappeler d'abord qu'elle résulte essentiellement de l'ancienne et excellente loi de Proust, la seule dont on puisse dire, après la loi de Newton, que sa rigueur dépasse celle de nos procédés de mesure, et que l'unique moyen d'évaluer sûrement le poids moléculaire d'un corps est de le soumettre à une étude chimique approfondie.

Les méthodes physiques leur apparaîtront alors sous leur véritable jour, c'est-à-dire comme de simples méthodes d'approximation, d'une exactitude souvent insuffisante pour distinguer même les termes voisins d'une série homologue, et dont le contrôle, parfois précieux, est rarement nécessaire.

Il y a là une précaution à prendre, qui est surtout d'ordre pédagogique, mais qui a son importance quand il s'agit de former une génération nouvelle de travailleurs; M. Moureu, qui a cette charge, ne semble pas y avoir songé; c'est pourquoi je me suis permis de lui faire, en passant, cette petite observation, pour qu'il en tienne, d'ailleurs, tel compte qu'il lui conviendra.

L. MAQUENNE,

Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

3° Sciences naturelles

Gauchery (Paul-Auguste), *Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris. — Recherches sur le Nanisme végétal. (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris. — 1 brochure in-8° de 100 pages avec 4 planches, et 30 figures. Masson et C^o, éditeurs. Paris, 1899.*

Jusqu'ici, nos documents sur les nains végétaux sont à peu près nuls, et cependant on connaît un très grand nombre de causes qui produisent le nanisme.

M. Gauchery s'est rallié à la définition de Geoffroy Saint-Hilaire, et réserve le nom de nains aux petits individus qui ont conservé la perfection des formes des adultes. Il admet un *nanisme accidentel* quand la petitesse de la taille est expliquée par une cause apparente : obstacle à la nutrition de l'embryon ou de l'adulte, mutilations mécaniques, influences cosmiques, telles que sécheresse, froids des hautes latitudes et des hautes altitudes avec leur périodicité spéciale, action parasitaire, concurrence vitale. L'auteur exclut aussi de la catégorie des vrais nains les cas si nombreux de *pygméisme normal* qui caractérisent certaines races, variétés ou espèces. Que reste-t-il alors dans la catégorie des nains proprement dits ? Il reste le *nanisme constitutionnel*, dû à une cause interne, celui qui est contenu à l'état latent dans la graine, et qui sera réalisé fatalement quand la germination se produira. Les individus issus des graines d'une même génération et d'une même lignée ancestrale ne possèdent pas la même capacité de croissance quand ils sont placés dans des conditions identiques. Il y a donc des géants et des nains constitutionnels. Cependant, s'il nous est permis une critique, nous trouvons que, fréquemment, le nanisme constitutionnel n'est autre chose qu'un nanisme accidentel. Il est visible, en effet, que toutes les graines d'un fruit ou surtout d'une plante-mère diffèrent très fréquemment par des causes très apparentes : densité, poids des graines, degré de maturité à la déhiscence du fruit, durée de la vie valent, situation du fruit sur la plante, moment de sa production par rapport à la durée de la vie de la plante-mère, ... etc. Ces causes, ici énumérées,

ne peuvent pas rentrer dans le groupe des influences indéfinissables qui constituent le passé ancestral de l'individu, et, au contraire, sont des accidents importants du début de la vie de la jeune plante.

Le nanisme constitutionnel peut-il résulter d'influences héréditaires? Certaines expériences le prouvent nettement, mais on voit que certains cas sont produits indépendamment de toute hérédité, par les conditions accidentelles de maturation ou de conservation de la graine par exemple. Ce que nous venons de dire laisse donc supposer que l'auteur, en étudiant la morphologie des nains constitutionnels, a dû étudier des nains produits par des causes variées. L'indétermination de la définition a dû entraîner un peu d'indétermination dans les résultats observés, et explique en partie certains résultats inverses enregistrés par l'auteur. M. Gauchery expose soigneusement les modifications de morphologie externe et d'anatomie topographique présentées par les nains constitutionnels. Les transformations sont souvent profondes. On peut voir disparaître le caractère spécifique de l'inflorescence (*Senecio*) ou le type phyllotactique (*Helianthemum*). On voit apparaître un type floral tétramère chez des fleurs pentamères (*Anagallis*, *Erythraea*). La forme des feuilles est très simplifiée; la ramification, les proportions relatives des dimensions des organes sont, en général, différentes.

La morphologie interne s'est montrée aussi très influencée dans la racine et dans la tige. Chez les nains, le tissu cortical est plus développé; le pérycèle, le nombre des faisceaux et le calibre des vaisseaux sont souvent plus réduits, et chaque tissu subit des réductions non proportionnelles.

Dans un chapitre spécial, l'auteur signale des comparaisons morphologiques et anatomiques intéressantes. Il compare un type nain à un type géant, tous les deux adultes ou tous les deux jeunes, puis un type nain adulte à un échantillon de même taille, mais encore en voie d'actif développement. Il constate, en résumé, que la sclérose fixe la structure primaire de la tige du nain, qui est tout à fait ou presque définitive, tandis que le gigantisme se traduit par le grand développement des tissus secondaires. Et il existe toute une série de types intermédiaires par la taille et les caractères de structure anatomique. Le nain est donc surtout caractérisé par une évolution arrêtée plutôt que rapide.

M. Gauchery conclut, avec raison, que les nanismes d'origines différentes ont des caractères propres. Etant donné les résultats importants auxquels il est arrivé, il serait maintenant d'un grand intérêt de comparer, chez une espèce facilement variable, le développement et les structures réalisées quand on fait agir séparément les diverses causes qui produisent les nanismes constitutionnels ou accidentels. L'auteur, déjà connu par ses travaux sur les hybrides, a abordé, avec succès, un nouveau sujet très intéressant. Son travail a été fécond, et la question mériterait de ne pas être abandonnée.

EDMOND GAIN,
Maître de Conférences
à la Faculté des Sciences de Nancy.

Cligny (A.), Agrégé des Sciences naturelles. — Vertèbres et Cœurs lymphatiques des Ophidiens. (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris). — 1 vol. in-8° de 122 pages avec 5 planches. L. Danel, imprimeur. Lille, 1899.

M. Cligny s'est proposé l'étude d'un certain nombre de questions de morphologie pure relatives à la vertèbre et surtout à la côte, en n'utilisant comme matériel que des Ophidiens et des Sauriens actuels.

Certains Poissons, tels que le *Polypterus*, possèdent à chaque vertèbre deux paires de côtes superposées; d'autre part, il semble que la paire unique des Sélaciens correspond à la paire dorsale, tandis que la paire unique des Téléostéens correspond à la paire ventrale. On peut donc supposer que l'ancêtre commun des Poissons avait deux paires de côtes coexistantes, comme

Polypterus, et que tantôt l'une, tantôt l'autre, s'est atrophiée chez ses descendants. Or, les Batraciens et les groupes à respiration aérienne qui viennent ensuite ont très souvent des côtes qui s'articulent sur la vertèbre par deux têtes (côtes bicipitales); on s'est demandé (Dollo) si ces côtes, au lieu de correspondre seulement aux côtes dorsales des Poissons, ne seraient pas formées par la fusion incomplète des deux côtes inférieure et supérieure, ce qui expliquerait leur bilité.

L'embryogénie semble montrer que quelques côtes bicipitales de Batraciens se constituent par deux ébauches superposées (Götte), qui se fusionnent ensuite; mais ce n'est pas d'une telle évidence qu'on soit forcé d'accepter l'hypothèse de Dollo, tout au contraire. M. Cligny a examiné les vertèbres des Ophidiens pour y chercher des arguments pour ou contre cette théorie: il était vraisemblable qu'il n'en trouverait pas beaucoup, puisque les Batraciens, plus près de l'ancêtre très hypothétique à deux paires de côtes, n'avaient rien donné de décisif. La lecture de son travail ne dément pas cette prévision: il admet, après un examen très succinct du développement des côtes de Vipère, que celles-ci, unicipitales à l'état cartilagineux et osseux, sont probablement bicipitales à l'état précartilagineux; il en conclut, sous réserves d'ailleurs (combien justifiées!), que la côte des Reptiles, actuellement à une seule tête, est morphologiquement bicipitale et comparable, par suite, à la côte des Batraciens urodèles.

Il est connu que, chez les Ophidiens, il se trouve, de chaque côté de la colonne vertébrale, à l'origine de la queue, un cœur lymphatique, qui est encadré par les dernières côtes du tronc et les pleurapophyses des premières vertèbres caudales, de façon à être protégé dorsalement et ventralement. M. Cligny donne des détails précis sur la forme des vertèbres, la position de ces cœurs et leurs connexions avec l'appareil lymphatique et l'appareil circulatoire à sang rouge (Vipère, Coronelle, Orvet). Il discute copieusement la signification de ces « lymphapophyses » bifurquées et conclut que la bifurcation n'est pas l'indice d'une dualité primitive, mais est en rapport avec la présence du cœur lymphatique.

Les vertèbres caudales des divers Sauriens et Ophidiens possèdent une segmentation transversale qui permet (?) de les comparer aux vertèbres fragmentaires, comme celles d'*Amia* et de la queue de *Cricotus*; l'anneau intervertébral ne correspond pas à une portion de ces vertèbres fragmentaires (hypocentre); c'est une formation accessoire et inconstante. Les apophyses épineuses inférieures (hypapophyses) des vertèbres d'Ophidiens sont des hémaphyses soudées, persistant dans le tronc pour fournir un point d'appui à la musculature particulièrement active de ces animaux.

On pourra peut-être trouver un peu maigres les résultats positifs renfermés dans cette thèse; c'est beaucoup moins, sans doute, de la faute de l'auteur que du sujet choisi et du procédé de recherche. Les études sur la morphologie et l'homologie des pièces squelettiques ou autres, dans une série d'animaux, ne peuvent avoir d'intérêt que si elles s'étendent à un nombre considérable de types, fossiles et actuels, et ce n'est pas l'examen de quelques coupes transversales d'embryons de Serpents qui peut suffire à résoudre des problèmes aussi difficiles. Nous connaissons trop la puissance de la convergence et des influences mécaniques, le peu d'exactitude de la répétition de la phylogénie par l'ontogénie, pour ne pas avoir quelque scepticisme sur les résultats de morphologie pure acquis par une méthode aussi simple et aussi rapide.

Enfin, M. Cligny me paraît avoir oublié que les organes métamériques, des vertèbres par exemple, ne sont pas du tout homologues les uns des autres, mais bien homodynames, ce qui n'est pas du tout la même chose. Les homologies sont du domaine positif et peuvent être recherchées; les homodynamies sont presque de la métaphysique.

L. CUÉNOT,
Professeur à l'Université de Nancy.

4° Sciences médicales

Ferrari (Henri-Maxime). — Une chaire de Médecine au xv^e siècle. Un professeur à l'Université de Pavie de 1432 à 1472. — 1 vol. in-8° de 334 pages, avec un fac-simile d'autographes et cinq gravures. (Prix : 8 fr.) F. Alcan, éditeur. Paris, 1899.

M. Ferrari s'est attaché, en ce livre, à faire revivre la figure, aux traits un peu effacés par le temps, de l'un de ses ancêtres, Giammateo Ferrari da Grado, plus connu peut-être sous son nom à forme latine, de Johannes Matheus de Gradibus, qui enseigna à l'Université de Pavie de 1432 à 1472. Les renseignements que donnent, sur cet illustre médecin d'autrefois, les écrivains médicaux de langue française, de Portal à Dechambre, sont d'ordinaire fort inexacts : ses biographies italiens ont bien retracé avec fidélité les principaux épisodes de son heureuse et fructueuse carrière, mais il appartenait à M. Ferrari de le replacer dans le milieu où il vécut et de mettre sous nos yeux cette esquisse, vivante et précise à la fois, de la vie universitaire et de la pratique médicale dans les villes lombardes à la prime aube de la Renaissance, à ce moment où les traditions et les habitudes de l'âge précédent gardaient encore tout leur empire, mais où déjà apparaissaient les signes avant-coureurs de la grande révolution scientifique qui, au cours du siècle suivant, allait partout s'opérer. La copieuse et solide érudition qui se montre en ces pages, où il semble souvent sentir la main d'un historien de profession, donne une valeur et une autorité singulières à cette sobre et attachante étude des procédés d'enseignement et des méthodes thérapeutiques que les Italiens du xv^e siècle appliquaient, docilement fidèles aux doctrines et aux maximes des écrivains arabes, dont les livres emplissaient leurs étroites bibliothèques.

La première partie de l'ouvrage est consacrée à la fois à la biographie de Jean-Mathieu Ferrari et à l'histoire de l'Université de Pavie au xv^e siècle; les relations de l'Université avec les ducs de Milan, les Visconti et les Sforza, la condition des étudiants et des professeurs, les grades universitaires et les examens, l'organisation de l'enseignement, les relations du corps des professeurs et du collège des médecins, ont été pour M. Ferrari l'objet de recherches heureuses, dont il nous fait connaître les résultats avec une élégante brièveté. L'histoire personnelle du médecin pavesan, c'est essentiellement celle de ses démêlés avec ses collègues et de ses affectueuses relations avec les ducs de Milan; M. Ferrari a pu la faire, grâce surtout à la correspondance inédite de son lointain aïeul, qui est conservée aux archives de Milan et dans celles de l'Université de Pavie. Il a publié à la fin du volume une soixantaine de ces lettres échangées entre J. M. de Gradibus et ses correspondants : les mille détails qu'elles donnent sur la vie quotidienne d'un Italien du xv^e siècle leur confèrent un très réel intérêt.

Dans la seconde partie, M. Ferrari a fait une étude rapide des doctrines médicales du Moyen-Age, doctrines empruntées aux Grecs par l'intermédiaire des Arabes; il expose tout d'abord par quelles voies et grâce surtout à quels hommes les connaissances et les théories médicales ont pénétré en Occident, et s'attache à montrer le manque presque complet d'originalité des écrivains musulmans, disciples dociles d'Hippocrate, de Galien, de Paul d'Égine, des anatomistes et des cliniciens de l'Antiquité. Il montre que ce même esprit anime, au xiv^e et au xv^e siècles, les médecins de France et d'Italie : Galien et Avicenne sont pour eux des oracles; attachés à l'étude des ouvrages arabes, se plaisant à dissertar à perte de vue sur les doctrines qui y sont contenues, se souciant beaucoup plus de compiler un manuscrit que d'examiner avec soin les faits, ils nous apparaissent surtout comme des érudits, hommes de cabinet et de bibliothèque. A leur sentiment, tout a été dit par leurs devanciers et il ne s'agit que de bien comprendre leurs livres; il est donc fort important de savoir de quels livres ils usaient, et la

partie la moins utile de l'ouvrage de M. Ferrari n'est point, à coup sûr, la publication du catalogue de la bibliothèque de J. M. de Gradibus (p. 83-93). Sa composition est celle de presque toutes les « librairies » médicales du temps. « Les Grecs n'y figurent guère que pour mémoire; les Arabes et leurs commentateurs, imitateurs ou disciples serviles, y abondent; les Salernitains n'y sont admis que pour les ouvrages de recettes. »

M. Ferrari expose alors à grands traits la doctrine galénique, qui repose sur la double théorie des quatre éléments et des quatre humeurs, et fait une étude rapide de la littérature médicale du xv^e siècle, prenant pour exemples les trois ouvrages de son aïeul : la *Practica*, les *Expositiones* et les *Consilia*, qui correspondent aux trois types de livres de médecine les plus habituels à cette époque, le *Traité d'ensemble*, les *Remarques sur certaines affections spéciales*, et le *Recueil d'observations*. Il insiste sur le manque absolu de nouveauté de ses descriptions anatomiques qui procèdent de Galien et montre qu'on lui a attribué à tort la découverte de la signification véritable des glandes génitales de la femme, des ovaires; il avait cependant pratiqué quelques dissections, mais qui ne furent pas poussées très loin et qui ne le firent jamais s'affranchir des erreurs enseignées par Avicenne. Les dissections, du reste, étaient alors fort rares, et il était malaisé de se procurer des cadavres; anatomiser un corps humain, c'était un acte solennel, et les étudiants relevaient en leurs notes comme un événement mémorable le fait d'y avoir assisté. L'Eglise et les musulmans voyaient d'ailleurs ces pratiques avec la même réprobation. Les chirurgiens cependant avaient, plus fréquemment que les médecins, une connaissance directe de l'Anatomie, qu'ils avaient puisée non pas dans les livres, mais dans l'étude même du cadavre; en Italie, ils n'étaient pas tenus dans la même mésestime qu'en France, et prenaient rang dans l'Université auprès des docteurs en médecine, leurs confrères. Mais ces chirurgiens, lettrés et beaux diseurs, avaient une timidité opératoire singulière et ils laissaient aux « maîtres », aux non gradués, le soin d'intervenir dans tous les cas où une intervention pouvait mal tourner; M. Ferrari donne sur les rapports des médecins et des chirurgiens et sur leurs communes relations avec les empiriques les plus intéressants détails.

Il décrit ensuite les règles prescrites pour l'examen du malade et qui sont conformes à un invariable formulaire, le cérémonial usité dans les consultations, la thérapeutique à laquelle on recourait; il insiste sur l'importance toute particulière attachée à l'hygiène, au régime, à la *diète*, suivant l'expression d'alors; puis il fait l'inventaire sommaire de la matière médicale qui était en usage, et donne sur la saignée et sur la médecine magique de curieux renseignements.

La troisième partie de l'ouvrage est constituée par un choix des consultations du professeur de Pavie, que leur intérêt, au point de vue de l'histoire de la Médecine ou de l'histoire des mœurs, a déterminé M. Ferrari à traduire; les maladies nerveuses et les maladies des femmes y tiennent une grande place. Il a fait suivre ces extraits des *Consilia* de la table des matières de la *Practica*.

Dans la quatrième partie figure la bibliographie de l'œuvre de J. M. Ferrari da Grado, où sont décrites les éditions de la *Practica*, des *Consilia* et des *Expositiones*, imprimées de 1471 à 1560. Des fac-simile des premières pages et des titres des plus anciennes permettent de se faire une idée de la typographie au temps de Johannes Matheus de Gradibus, qui fut l'un des initiateurs de l'imprimerie. Un Index bibliographique, qui comprend 122 numéros, aidera les lecteurs à contrôler et à pousser plus loin, s'ils le souhaitent, les recherches de l'auteur. En appendice sont données en leur texte, latin ou italien, les lettres dont nous avons parlé plus haut.

L. MARILLIER,
Agrégé de l'Université.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 23 Octobre 1899.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Humbert étudie certaines surfaces remarquables du quatrième ordre, à quinze points doubles, pour chacune desquelles les coordonnées d'un point sont des fonctions abéliennes de deux paramètres; il montre la possibilité d'obtenir des surfaces analogues à quatorze, treize, douze, etc., points doubles. — M. P. Appell ramène la question de l'équilibre d'un flotteur avec un chargement liquide à la recherche de la plus courte distance d'un point fixe au plan tangent à une surface.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Potier reprend les calculs de M. Blondel sur la réaction d'induit des alternateurs et y introduit des modifications qui permettent de tenir compte des fuites. — M. A. Aignan et E. Dugas ont déterminé par leur méthode les coefficients de solubilité de deux liquides; le cas de l'aniline et de l'eau, où il n'y a pas de réaction, est le plus simple; dans le cas de l'alcool amylique de fermentation et de l'eau, il y a une contraction très marquée provenant d'une combinaison entre les deux liquides; l'alcool amylique se combine avec l'eau en excès. — M. M. Berthelot a constaté, par une série d'expériences, que, sous l'influence de l'oxygène libre ou fourni par l'eau oxygénée, influence activée par la lumière et lentement exercée dès la température ordinaire, l'éther ordinaire subit à la fois une double réaction: l'une oxydante, qui fournit de l'aldéhyde et de l'acide acétique, et l'autre hydratante, qui fournit de l'alcool. Les phénomènes spontanés observés sur l'éther sont applicables en principe, et probablement en fait, à une multitude de composés végétaux et animaux, tels que le sucre de canne, les saccharoses, les hydrates de carbone naturels, les glucosides, les glycérides, les nitriles, uréides et corps azotés, tous composés susceptibles d'hydratation et d'oxydation. La connexité de ces deux actions doit exister également dans l'ordre des réactions physiologiques, c'est-à-dire accomplies au sein des êtres vivants.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. Yves Delage a étendu aux Mollusques et aux Vers le résultat qu'il avait obtenu précédemment chez l'Orsin, c'est-à-dire la fécondation d'une moitié d'œuf ne contenant pas de noyau et son développement en un embryon. Il propose d'appeler ce processus du nom de *mérogonie*. Ces résultats le conduisent à admettre que, dans la fécondation, le phénomène essentiel est non pas, comme on le croyait, la fusion d'un noyau femelle et d'un noyau mâle dans le cytoplasma ovulaire, mais l'union d'un noyau spermatique à une masse donnée de cytoplasme ovulaire et le transfert à ce cytoplasme ovulaire d'un plasma énergétique spécial contenu dans le spermocentre. — M. Henri Stassano a constaté que la prédominance du mercure dans les organes les plus sanguins après qu'il a été injecté dans l'organisme provient de ce que l'endothélium vasculaire exerce sur lui une grande affinité et le retient en majeure partie; cet endothélium agit de même vis-à-vis d'autres poisons, tels que la strychnine et le curare. Les cellules endothéliales fonctionnent donc dans l'économie tantôt comme organe d'absorption, tantôt comme organe d'arrêt. — MM. J.-L. Prévost et F. Battelli ont déterminé, sur des chiens, des lapins et des cochons d'Inde, le mécanisme de la mort par les décharges électriques. Les effets mortels sont proportionnels non à la quantité Q , mais à l'énergie W . Les effets de la décharge se divisent en cinq phases proportionnellement à l'énergie employée: 1° contraction muscu-

laire généralisée unique; 2° convulsions cloniques; 3° convulsions toniques; 4° inhibition générale du système nerveux; 5° arrêt complet du cœur. — M. Lucien Daniel a réussi à pratiquer la greffe anglaise simple de la Vanille et du *Phibodendron* sur eux-mêmes. On en déduit que la greffe des Monocotylédones, même dépourvues de couches génératrices, ne doit plus être considérée comme impossible. La reprise dépend de l'étendue des surfaces en contact, du procédé de greffage et de la nature des plantes que l'on veut associer. — M. Delacroix a étudié la maladie des Haricots, de nature bactérienne, appelée communément la *graisse*. Les gousses sont d'abord envahies, puis les graines peuvent être attaquées. L'auteur a isolé un bacille, qui est peut-être le *Bacillus Phaseoli* de M. Smith, qui se cultive facilement sur les milieux artificiels, mais dont la virulence diminue rapidement dans les cultures successives. L'infection se transmet par le sol. — M. Stanislas Meunier a constaté que le dépôt de travertins calcaires des Préalpes vandoises se trouve lié à un phénomène physiologique. L'eau qui les produit, chargée de carbonate de chaux et d'acide carbonique, contient une infinité de *Protococcus* et de *Nostocs*, qui, au soleil, décomposent l'acide carbonique en dégageant de l'oxygène, en même temps que le carbonate de chaux se précipite.

Séance du 30 Octobre 1899.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. H. Poincaré présente la *Connaissance des Temps pour l'année 1902*, qui donne pour la première fois les positions moyennes des 1600 étoiles du catalogue de M. Newcomb. — M. Perrotin communique les éléments de la comète Giacobini, découverte le 29 septembre, éléments basés sur une vingtaine d'observations faites dans divers observatoires. — M. G. Humbert étudie une surface hyperabélienne particulière et les irrationalités qui s'y rattachent. — M. E. Goursat indique un mode de construction géométrique pour définir la correspondance la plus générale entre deux droites, qui change toute congruence de normales en une autre congruence de normales.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. Albert Turpain décrit les expériences qu'il a imaginées en vue de décider entre les théories de Maxwell et d'Helmholtz-Duham sur la propagation des oscillations électriques dans les milieux diélectriques. Les résultats sont en accord complet avec la loi de Helmholtz-Duham, qui admet la propagation de flux de déplacements transversaux et celle de flux de déplacements longitudinaux. — M. Edouard Branly a étudié la transmission des ondes hertziennes à travers les liquides. L'eau distillée et l'eau de source exercent une absorption bien supérieure à celle de l'air et de l'huile; l'eau de mer produit une absorption complète sous une épaisseur assez mince. Les sulfates de zinc, de soude, de cuivre ont présenté des absorptions moindres, mais comparables encore à celle du chlorure de sodium. — M. E. Rothé signale un phénomène curieux présenté par l'interrupteur électrolytique Wehnelt; pour une force électromotrice donnée, il existe une résistance limite telle que, pour toute résistance inférieure, le régime variable est seul possible. Pour toutes les résistances supérieures, on peut avoir soit le régime variable, soit le régime continu et cela suivant la façon dont on a établi le courant. — M. Henri Gautier a poursuivi ses déterminations du poids atomique du bore en opérant sur le chlorure et le bromure de bore, obtenus par l'action du chlore et du brome sur le bore amorphe préparé suivant le procédé de M. Moissan. La valeur trouvée pour le bromure est en moyenne de $11,021 \pm 0,006$; pour le chlorure, elle

est de $11,011 \pm 0,008$. En combinant ces résultats à ceux obtenus précédemment pour le sulfure de bore et le borure de carbone, on obtient comme moyenne générale, la valeur 11,016. — M. A. Béhal a recherché si, conformément à l'opinion de Rousset, les anhydrides mixtes des acides cycliques et des acides acycliques n'existent pas en tant que combinaison et forment un simple mélange. Il n'en est rien pour l'anhydride acéto-benzoïque, qui existe réellement; il peut se former par combinaison des deux anhydrides sous l'influence de la chaleur. L'action de l'ammoniaque sur les anhydrides mixtes donne l'amide du résidu le moins carboné; celle des alcools à chaud donne également l'éther le moins carboné. — M. G.-F. Jaubert, en oxydant la naphthazarine par l'acide sulfurique et le bioxyde de manganèse, a obtenu une matière colorante rouge, la naphtopurpurine, qui a la constitution d'une trioxy- α -naphthoquinone. Elle teint en rouge carmin le coton mordancé en alumine, et la laine chromée, teinte en bain acide (acétique), se colore en brun soutenu.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. A. de Lapparent, à propos de la communication récente de M. Stan. Meunier, rappelle que Colin a déjà signalé, en 1862, le rôle que jouent les mousses et les algues microscopiques dans le dépôt du calcaire de certaines eaux. — Le même auteur présente à l'Académie les deux premiers fascicules de la quatrième édition de son *Traité de Géologie*. — M. Fouqué attire l'attention sur une innovation introduite dans ce *Traité*; il s'agit, à la suite de la description de chacune des périodes géologiques, du tracé de la distribution correspondante des continents et des mers.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 10 Octobre 1899.

M. J.-V. Laborde, en s'appuyant sur deux cas, montre les heureux résultats qu'on est en droit d'attendre des tractions rythmées de la langue dans les cas d'asphyxie toxique; mais il ne faut pas hésiter à les prolonger aussi longtemps que possible et à réintervenir de nouveau quand les résultats d'une première application ne se maintiennent pas. — M. Le Dentu présente un rapport sur un mémoire de MM. Auché et W. Binaud, relatif à un cas de leucocératose du gland et d'épithélioma du prépuce. Pour lui, les deux lésions représentent deux stades de la même affection: le stade leucoplasique pur et le stade épithéliomateux. — M. E. Vallin lit le rapport sur le concours du Prix Clarens. — M. Magnan lit le rapport sur le concours du Prix Lorquet. — M. H. Huchard donne lecture du rapport sur le concours du Prix Desportes. — M. Andeer lit une note sur la résorcine comme moyen de diagnostic du diabète sucré.

Séance du 17 Octobre 1899.

M. Ferrand présente un rapport sur un mémoire du Dr Torkomian, relatif à un médecin arménien du x^e siècle, Mekhitar de Her. Une seule de ses œuvres nous a été conservée; elle est relative aux fièvres. — M. E. Vallin lit le rapport sur le concours du Prix Vernois. — M. Roux donne lecture du rapport sur les travaux présentés pour le Prix Barbier. — M. Motet lit le rapport sur le concours du Prix Herpin. — M. Jules Boeckel signale deux cas de tumeurs de la vessie, le premier intéressant par le volume de la tumeur, qui remplissait toute la cavité vésicale, le deuxième offrant cette particularité que, dix-huit mois après la guérison, il se forma un calcul, qui nécessita une deuxième taille suivie de guérison. Les deux malades sont aujourd'hui complètement guéris. — M. Doléris lit un mémoire sur la septicémie tuberculeuse après l'accouchement.

Séance du 24 Octobre 1899.

M. Brouardel présente un rapport sur un mémoire du Dr A. Loir (de Tunis), relatif à l'époque à laquelle

doivent se faire les vaccinations dans les pays chauds. Pendant l'été, la chaleur atténue la virulence du vaccin, qui produit souvent des résultats négatifs, compromettant la valeur de la vaccination aux yeux des indigènes. Dans les pays chauds, les vaccinations doivent donc être faites pendant les mois relativement frais. — M. A. Pinard donne un compte rendu des séances du 3^e Congrès international de Gynécologie et d'Obstétrique, tenu à Amsterdam du 8 au 12 août. — M. Th. Jonnesco lit un mémoire sur la craniectomie temporaire pour bégaiement. — M. Aug. Reverdin donne lecture d'une note sur un procédé d'anesthésie. — M. A. Courtaud lit un travail sur la cause de la surdité de J.-J. Rousseau. — M. Castan donne lecture de deux notes: l'une sur le traitement du chancre induré et des plaques muqueuses par les injections intra-musculaires d'huile au biiodure de mercure; l'autre sur une tumeur tuberculeuse du cou, guérie par les injections interstitielles d'huile au biiodure d'hydrargyre, alors que celles d'huile iodoformée pure avaient échoué.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 14 Octobre 1899.

M. Jean Roux a étudié les lésions des fibres à myéline du grand sympathique dans trois cas de tabes. Les grosses fibres à myéline, provenant des ganglions rachidiens latéraux, restent intactes; les petites fibres à myéline, provenant de la moelle, diminuent en nombre d'un tiers ou de moitié. — MM. E. Toulouse et N. Vasschide ont recherché, par la méthode de l'eau camphrée, quelle est la narine la plus sensible, la droite ou la gauche. Dans la majorité des cas, l'olfaction est plus développée à gauche. Les auteurs expliquent le fait par le non-entrecroisement des nerfs olfactifs; le cerveau gauche ayant une prédominance physiologique, la narine gauche, qui est sous sa dépendance, doit avoir une sensibilité plus grande. — M. H. Roger a injecté, dans les veines périphériques et dans la veine porte des lapins, des cultures du bacille qu'il a isolé dans la dysenterie. Les cultures vieilles amènent la mort rapide, car elles sont chargées de toxines auxquelles l'animal ne peut résister. Les cultures jeunes, injectées dans la veine porte, n'entraînent pas la mort, mais produisent des abcès autour des veines hépatiques. — M. A. RAILLET montre des *Bilharzia* qu'il a trouvés dans le foie des bœufs de l'Annam. — M. E. Bourquelot a constaté la formation de mannose par ferments solubles dans la germination de certaines graines.

Séance du 21 Octobre 1899.

M. Eug. Laborde a étudié, sur l'homme, l'influence des alcools et des alcools-acides sur la digestion des albuminoïdes. Les alcools méthylique, isobutylique et la glucose favorisent à doses faibles la digestion pépique et la digestion pancréatique; les alcools éthylique, propylique, les acides lactique et tartrique les retardent, au contraire, nettement. — M. J.-V. Laborde dit que les résultats obtenus sur les animaux corroborent les recherches précédentes. — M. A. Chauveau pense qu'il ne faut pas exagérer et que le vin ne saurait contrarier la digestion. — M. N. Gréhan a injecté dans l'estomac d'un chien 650 centimètres cubes d'alcool à 10 %. Des prises successives de sang, faites de demi-heure en demi-heure, montrent que la quantité d'alcool dans le sang va en croissant; à la deuxième heure, l'animal est complètement insensible à la cornée. — M. A. Sicard relate quelques expériences faites avec le microbe de Löwenberg. Il s'est montré virulent pour la souris (injection sous-cutanée), pour le lapin (injection intra-veineuse), pour le cobaye et le chien (injection intra-péritonéale). Le sérum des animaux inoculés à petites doses n'a jamais présenté de pouvoir agglutinant vis-à-vis du microbe. — M. A. Laveran a examiné le sang de moutons ayant succombé à une épidémie spéciale à Constantinople et y a trouvé un hématozoaire analogue à celui du paludisme, mais plus petit. —

M. Onimus signale l'état nauséux comme hémostatique; ainsi le mal de mer arrête les hémorragies. L'ipéca peut arrêter des métrorragies.

M. Barrier est élu membre de la Société.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1^o SCIENCES PHYSIQUES.

C. T. R. Wilson : Sur l'efficacité comparée des ions positifs et négatifs comme noyaux de condensation. — Les expériences suivantes ont été entreprises dans le but de jeter quelque lumière sur la question fondamentale des effets électriques de la précipitation et par conséquent de la relation entre la pluie et l'électricité atmosphérique.

Le professeur J.-J. Thomson a montré que si les ions positifs et négatifs diffèrent dans leur pouvoir de condenser de l'eau autour d'eux, des gouttes peuvent se former sur une série de ions seulement; la séparation de l'électricité positive et négative aura alors lieu à la précipitation des gouttes, le travail nécessaire pour la production du champ électrique étant dû à la pesanteur.

Pour que ce phénomène puisse être considéré avec raison comme une source possible de l'électricité atmosphérique, il est nécessaire de donner des preuves suffisantes : 1^o que l'air atmosphérique, dans les régions où la pluie se forme, contient des ions libres; 2^o que les ions chargés positivement et négativement diffèrent quant à leur efficacité comme noyaux condensateurs.

C'est de ce second point que l'auteur s'est principalement occupé, et il est parvenu à démontrer que l'eau se condense beaucoup plus rapidement sur les ions négatifs que sur les ions positifs. Les expériences ont consisté à mesurer l'expansion nécessaire pour provoquer la condensation, en forme de gouttes, dans une atmosphère initialement saturée, et contenant des ions alternativement presque tous positifs et presque tous négatifs. Le rapport du volume final au volume initial étant représenté par v_2/v_1 , la sursaturation nécessaire pour provoquer la condensation de l'eau sur des ions chargés négativement a atteint une limite correspondant à l'expansion $v_2/v_1 = 1,25$, c'est-à-dire une sursaturation quadruple. Pour la condensation sur les ions positifs, la sursaturation a atteint une limite beaucoup plus élevée, correspondant à l'expansion $v_2/v_1 = 1,31$ (c'est-à-dire une sursaturation presque sextuple).

On voit que si les ions agissent comme noyaux de condensation dans l'atmosphère, ce sont surtout on peut-être seulement les ions négatifs qui le font; donc, une prépondérance d'électricité négative sera transportée dans les régions inférieures lors de la précipitation à la surface de la terre.

Incidemment, l'auteur montre que la différence entre les effets, comme noyaux de condensation, des ions positifs et négatifs ne doit pas être expliquée en supposant que la charge portée par les ions négatifs est deux fois plus grande que celle des ions positifs, car des nombres égaux d'ions positifs et négatifs sont produits par l'ionisation d'un gaz neutre.

Maintenant, y a-t-il quelque probabilité pour que des ions soient présents dans l'atmosphère dans les conditions normales? Des expériences antérieures tendraient à l'affirmer. Quand de l'air humide sans poussières est soumis à une expansion brusque, une condensation en forme de pluie a toujours lieu si la sursaturation maximum excède une certaine limite. Cette limite est identique à celle qui est requise pour que de l'eau se condense sur des ions; l'identité est même si parfaite qu'elle donne presque une preuve convaincante que l'air humide ordinaire est toujours un peu ionisé. Le nombre de ces noyaux est trop faible pour que l'absence de conductibilité électrique sensible de l'air dans les conditions ordinaires puisse être opposé à l'idée de l'existence de ions.

Toutefois, tous les essais d'enlèvement de ces ions par l'application d'un champ électrique fort, qui aurait

fait disparaître des ions ordinaires aussitôt après leur formation, ont échoué. Il en est de même pour les noyaux de condensation produits par l'action de la lumière ultra-violette faible sur l'air humide.

De tels noyaux ne peuvent donc être regardés comme des ions libres, à moins que l'ionisation ne se développe par le procédé qui produit la sursaturation. Cette question reste donc à l'étude.

2^o SCIENCES NATURELLES

Miss Mary Beeton et Karl Pearson, F. R. S. : Documents pour l'étude de l'évolution chez l'homme. II. Première étude de la longévité et de la sélection dans la mortalité chez l'homme. — D'après Wallace et Weismann, la durée de la vie pour chaque organisme est déterminée par la sélection naturelle. Un organisme vit aussi longtemps qu'il est avantageux qu'il vive, non pour lui, mais pour son espèce. Mais il serait aussi impossible à la sélection naturelle de déterminer la durée convenable de la vie que de fixer un autre caractère quelconque, si ce caractère n'était pas héréditaire. L'hypothèse qui vient d'être rappelée suppose donc que la durée de la vie est un caractère héréditaire. Nous sommes accoutumés à entendre dire de certaines personnes qu'elles appartiennent à des familles dont les membres sont morts très âgés, mais il ne paraît pas qu'on ait jusqu'à présent déterminé par des mesures quantitatives l'hérédité de la durée de la vie. Cette absence d'investigations sur ce point paraît d'autant plus remarquable que la connaissance de la valeur de l'hérédité de ce caractère serait d'une importance commerciale capitale, au point de vue des assurances sur la vie et des annuités. L'intérêt biologique du problème n'est d'ailleurs pas moins grand.

Il faut d'abord reconnaître que le problème n'est ni facile, ni direct. Les âges à la mort de parents même rapprochés peuvent être trouvés dans les statistiques ou recueillis *ab initio*. Si l'on prend les statistiques comme celles de la Pairie, des Baronets, de la noblesse de province, des familles historiques et des généalogies privées, on constate des omissions variées. D'abord les âges des femmes sont rarement indiqués, et le recensement montre combien fréquemment on est exposé à les trouver erronés. Les généalogies ne comprennent le plus souvent que la ligne masculine. Exception doit être faite pour les histoires des familles de Quakers, comme celles de Backhouse, Whitney, etc.; là, les indications sont données aussi bien pour les femmes que pour les hommes, mais il est évident que l'histoire d'une seule famille même nombreuse ne peut donner des matériaux équivalents à ceux que la Pairie et la Noblesse de province fournissent pour le cas de l'homme seulement; pour cette raison, les auteurs se sont bornés dans leur travail à l'étude de l'hérédité de la longévité dans la branche mâle seulement.

En second lieu, les sources indiquées plus haut omettent plus ou moins complètement l'indication de l'âge à la mort des enfants en bas âge et des adolescents. Sur 1.000 enfants mâles nés en Angleterre, plus de 300 meurent avant l'âge de vingt ans. Mais si l'on prend 1.000 cas de pères et fils dans la noblesse, on constate seulement 31 morts de fils avant l'âge de vingt ans. Sur 2.000 frères pris dans la Pairie, on n'en signale que 21 morts avant l'âge de vingt ans. Dans les familles de Quakers, on trouve 16 % de morts avant vingt ans. On reconnaît donc clairement que les morts prématurées ne sont pas représentées avec leur vraie proportion dans ces statistiques. Les auteurs ont donc été contraints de limiter leur étude aux cas où les deux parents considérés étaient morts à un âge plus élevé que vingt ans. Dans le cas des pères, pour la corrélation entre les âges des pères et des fils à leur mort, cette limitation n'eut aucune portée pratique, car on ne trouva aucun père mort avant vingt ans; pour les fils, au contraire, elle établit une démarcation accusée, soit à vingt, soit à vingt-cinq ans, suivant les statistiques.

La durée de la vie est un caractère très différent de la couleur des yeux ou même de la grandeur des organes à l'état adulte. La couleur des yeux est bien déterminée; elle peut changer faiblement avec l'âge; mais de bleu-clair, elle ne peut devenir brune. De même la nourriture et l'usage affectent certainement la grandeur des organes, mais ils influencent le père et le fils, le frère et le frère de la même façon, car ils sont membres de la même famille et de la même classe. Au contraire, la mort dépend non seulement de la constitution héréditaire, mais aussi d'innombrables éléments chanceux de voisinage et de circonstances. Le voisinage à la fois d'habitation et d'époque est plus grand pour deux frères que pour un père et un fils; la nourriture, l'hygiène, le genre de vie, diffèrent considérablement d'une génération à l'autre, et deux frères ont des chances de vie plus égales qu'un père et qu'un fils. Mais, même entre deux frères, l'un peut vivre sur les terres de sa famille et l'autre ruiner sa santé en Afrique ou aux Indes. Par conséquent, tandis que la mortalité non différentielle n'altérera pas les corrélations entre la plupart des caractères des parents, elle doit affecter sérieusement la corrélation entre les durées de vie d'un père et d'un fils, et à un degré moindre entre deux frères. Une bonne famille peut mieux être protégée contre la mort qu'une faible, mais aucune famille ne peut résister à certaines attaques. Donc, si nous considérons la mort comme un habile tireur, $p\%$ de ses coups sont sûrs d'être effectifs où qu'ils frappent (c'est la mortalité non différentielle), le reste, $100 - p\%$, de ses attaques n'étant couronnées de succès que sur les familles faibles. L'effet de cette conception de l'action de la mort est que la table de corrélation des âges à la mort de chaque paire de parents doit être considérée comme un mélange de documents non corrélatifs (morts dues à la mortalité non différentielle) et de documents corrélatifs (morts dues à la mortalité différentielle ou sélective). Aux différentes périodes de la vie, l'une de ces mortalités peut donner à la table plus de matériaux que l'autre; dans le cas des pères et des fils, on peut prévoir que les contributions de la mortalité non différentielle seront plus nombreuses que dans le cas des frères.

L'un des auteurs a démontré antérieurement que quand les matériaux corrélatifs sont mélangés avec des matériaux non corrélatifs, le résultat est de réduire approximativement le coefficient de corrélation dans le rapport de la somme de matériaux en corrélation avec le total des matériaux. Si l'on admet que la corrélation actuelle entre les forces constitutionnelles qui résistent à la mort est donnée, approximativement, par les valeurs déterminées pour d'autres caractères dans un mémoire sur « la loi de l'hérédité ancestrale », on possède une méthode pour fixer jusqu'à un certain point la proportion de la mortalité sélective à la mortalité non sélective. Dans la suite on verra que, de l'âge de vingt ans à la mort, les tables donnent une corrélation entre la durée de vie du père et du fils d'environ 0,12 à 0,14, et entre les frères de 0,26. D'après la loi de l'hérédité ancestrale, ces quantités devraient être environ 0,3 et 0,4. On en conclut que les proportions de matériaux corrélatifs dans les deux cas sont de 40 à 50% et de 65%. Mais si pN est le nombre de cas dans lesquels la mortalité est sélective pour N individus, p^2N sera le nombre de cas dans lesquels elle est sélective quand on prend les individus par paires. En d'autres mots, la mortalité sélective dans le premier cas sera de 63 à 70% et dans le second 80% de la mortalité totale. Sans attacher une grande importance à ces nombres, les auteurs pensent qu'ils sont suffisamment approchés pour démontrer qu'une mortalité sélective est actuellement à l'œuvre dans l'humanité, et qu'avec le même environnement, elle peut atteindre jusqu'à quatre fois la mortalité non sélective. En d'autres termes, après avoir démontré que la durée de la vie est réellement héréditaire, ils ont démontré que la sélection naturelle agit puissamment;

cette sélection n'est pas, en premier lieu, un résultat de la lutte des individus entre eux, mais des individus contre ce qui les entoure et les défauts de leur physique personnel.

Les matériaux des auteurs peuvent se résumer dans les trois séries suivantes, dans lesquelles M_P est la moyenne de l'âge des pères, M_{Fi} la moyenne de l'âge des fils, M_{Fr} la moyenne de l'âge des frères, σ_P la déviation étalon des pères, σ_{Fi} celle des fils, σ_{Fr} celle des frères, r_{PF} la corrélation des pères et des fils, r_{FF} la corrélation des frères, $R_{PF} = r_{PF} \frac{\sigma_{Fi}}{\sigma_P}$ le coefficient de régression des fils sur les pères, R_{FF} le coefficient de régression des pères sur les fils et R_{FF} le coefficient de régression des frères :

PREMIÈRE SÉRIE

Pairie. Pères et fils de 25 ans et au-dessus.

M_P	65,835 années.
M_{Fi}	58,775 —
σ_P	14,6382 —
σ_{Fi}	17,0872 —
r_{PF}	0,1149 ± 0,0210
R_{PF}	0,0985 ± 0,0182
R_{FF}	0,1344 ± 0,0367

DEUXIÈME SÉRIE

Noblesse provinciale. Pères et fils de 20 ans et au-dessus.

M_P	65,9625 années.
M_{Fi}	60,9150 —
σ_P	14,4308 —
σ_{Fi}	17,0986 —
r_{PF}	0,1418 ± 0,0209
R_{PF}	0,1196 ± 0,0178
R_{FF}	0,1682 ± 0,0371

TROISIÈME SÉRIE

Pairie. Frères au-dessus de 20 ans.

M_{Fr}	60,971 années.
σ_{FF}	16,8354 —
r_{FF}	0,2602 ± 0,0199
R_{FF}	0,2602 ± 0,0216

Les données fondamentales ont servi à construire divers diagrammes, de l'examen desquels les auteurs ont retiré d'intéressantes déductions.

Ainsi un fils mort au-dessus de l'âge moyen a généralement un père mort au-dessus de l'âge moyen, et un fils mort au-dessus de cet âge moyen a de même un père mort au-dessus de l'âge moyen.

Un second point intéressant dévoilé par l'allure de la courbe de régression, c'est que la mortalité de la vie moyenne (de 32,5 à 52,5 ans) n'est presque pas héréditaire; c'est dans cette période que la mortalité non sélective est prédominante. Mais au delà, cette même courbe indique nettement l'hérédité de la longévité. En deçà, dans le jeune âge, il semble qu'il y a aussi une hérédité de l'inverse de la longévité.

Entre les frères, la corrélation est beaucoup plus grande, par suite de la diminution de la mortalité non sélective. Celle-ci n'apparaît même plus du tout vers le milieu de la vie, ce qui suggère qu'à cette époque le milieu des pères et des fils diffère beaucoup plus que celui des fils.

Les auteurs terminent leur mémoire en donnant quelques formules pour l'estimation de l'âge de la mort d'un homme; ils se basent sur la théorie de la corrélation multiple et sur les valeurs des deuxième et troisième séries. Soient P l'âge probable en années d'un homme à sa mort, F l'âge de son père à sa mort, S_1 celui de son premier fils, S_2 de son second fils, B_1 celui de son premier frère, B_2 celui de son second frère. On a :

$$\begin{aligned}
 P &= 49,8201 + 0,1682 F & \Sigma &= 16,9259 \\
 P &= 45,1063 + 0,2602 B_1 & \Sigma &= 16,2555 \\
 P &= 58,6771 + 0,1196 S_1 & \Sigma &= 14,2850
 \end{aligned}$$

$P = 37,6647 + 0,12685 F + 0,24502 B_1$	$\Sigma = 16,4099$
$P = 48,7991 + 0,15706 F + 0,11168 S$	$\Sigma = 14,1573$
$P = 35,7930 + 0,206475 (B_1 + B_2)$	$\Sigma = 15,9082$
$P = 44,3928 + 0,09497 (S_1 + S_2)$	$\Sigma = 14,1987$
$P = 44,2601 + 0,1016 S + 0,2514 B$	$\Sigma = 13,8508$

Σ est la déviation-étalon du tableau des hommes pour chaque groupe. De telles formules semblent aux auteurs donner une exactitude quantitative suffisante. Basées sur une plus grande quantité de documents et sur une plus grande série de parentés, elles seraient d'un grand secours aux médecins et aux actuaires. Si leur importance est reconnue par les offices d'assurances, il est probable que les données nécessaires se trouveront rapidement.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 27 Octobre 1899.

M. S.-W. Richardson lit un mémoire sur les propriétés magnétiques des alliages de fer et d'aluminium. Les observations ont été faites sur quatre alliages, contenant respectivement 3,64, 5,44, 9,89 et 18,47 % d'aluminium. Ces alliages, employés sous forme d'anneaux et enroulés dans des bobines primaires et secondaires, ont été soumis à une série de températures allant de -83° C. à 900° C. Les températures basses étaient produites par l'évaporation rapide d'éther, entouré de glace pilée et de sel ou de neige carbonique; les températures élevées étant obtenues électriquement ou par des fourneaux à gaz. Dans les deux cas, la température était déterminée d'après la résistance d'un fil de platine formant le secondaire et enroulé près de l'alliage. L'auteur a employé la méthode du zéro de Maxwell pour mesurer l'induction mutuelle, en accroissant la sensibilité par l'introduction d'un secondmètre, faisant trois révolutions par seconde. Pour s'assurer de l'exactitude de la méthode, l'auteur a refait quelques expériences avec un galvanomètre ballistique, et a obtenu une bonne concordance entre les résultats. Voici les principales conclusions qu'il tire de ses recherches : 1^o les alliages se comportent, au point de vue magnétique, comme s'ils étaient composés de deux milieux distincts superposés; 2^o la rondeur générale des courbes et leur continuité près du point critique semblent indiquer que les alliages possèdent une structure hétérogène; 3^o la perméabilité décroît avec l'élévation de température près du point critique jusqu'à un minimum, après lequel une nouvelle élévation de température ne produit plus qu'une diminution insensible, si elle existe, de la perméabilité; 4^o la valeur maximum de la perméabilité pour un alliage contenant 40 % d'aluminium est atteinte à environ -90° C.; un alliage contenant 18,47 % d'aluminium possède un point critique à environ 25° C. et ne semble pas présenter d'hystérèse de température. Cet alliage a probablement une perméabilité maximum bien au-dessous de -90° C. A haute température, il y a un second maximum dans la courbe d'induction, mais celui-ci devient de moins en moins appréciable à mesure que le champ augmente. — M. Barrett communique une note sur les propriétés électriques et magnétiques des aciers à l'aluminium et autres. La première partie de la note traite de la conductibilité électrique de divers alliages et de l'influence de la composition et du recuit sur cette dernière. La seconde partie se rapporte aux effets magnétiques. Le phénomène le plus remarquable produit par l'adjonction de l'aluminium au fer est la réduction de la perte par hystérèse. La perméabilité des aciers au nickel est très influencée par le recuit. L'addition d'une petite quantité de tungstène au fer ne modifie guère l'induction maximum, mais augmente la ténacité et la force de coercion. Les expériences montrent

que le meilleur acier pour aimants permanents est celui qui contient $7\frac{1}{2}$ % de tungstène. — M. S.-P. Thompson attire l'attention sur la série étendue de températures sur laquelle M. Richardson a fait ses expériences; il est regrettable que le nombre des alliages n'ait pas été plus grand, ce qui aurait probablement permis d'arriver à des conclusions plus étendues. Comment la composition des alliages a-t-elle été déterminée? M. Richardson répond que cette composition a été déterminée par des analyses faites à la fin des expériences; il a préparé de nouveaux alliages sur lesquels il va poursuivre ses recherches. M. W.-E. Ayrton considère comme remarquable la concordance obtenue par l'auteur entre la méthode du galvanomètre ballistique et celle du zéro de Maxwell, rendue plus sensible. — M. Addenbroke présente un modèle qui illustre quelques effets du flux d'un courant électrique. Le modèle consiste en une spirale de fil d'acier, représentant un circuit fermé. A l'intérieur de la spirale, on place un fil qui est supposé transmettre le courant, et qui dirige le mouvement de la spirale. Un mouvement rotatoire provoqué en un point de la spirale est transmis par le fil et produit un mouvement rotatoire en une autre partie de la spirale. Le rebondissement du ressort représente la capacité et la torsion la force électromotrice; la self-induction peut-être représentée par le poids du ressort. M. Everett fait remarquer que la correspondance entre la propagation et la rotation s'accorde bien avec celle entre la direction d'un courant et la direction de la force magnétique. M. S. P. Thompson reconnaît que le modèle peut servir à plusieurs analogies, mais il montre, par un ou deux exemples, qu'on peut tirer des conclusions erronées en poussant la comparaison trop loin. — M. W. Watson répète quelques expériences faites avec l'interrupteur Wehnelt par le Professeur Lecher. Ces expériences montrent, d'une façon claire et saisissante, que les étincelles suivantes tendent à passer à travers la portion d'air qui a été échauffée par la première. Dans la première expérience, le mouvement de l'air chauffé est causé par des différences de densité; dans les dernières, parce que les étincelles se produisent dans un champ électromagnétique intense. La rotation continuelle de l'étincelle dans un champ donné prouve la nature unidirectionnelle de la décharge. M. W. E. Ayrton se réfère à l'une des expériences dans laquelle les électrodes consistent en deux fils de cuivre situés dans un plan vertical, mais inclinés légèrement l'un vers l'autre et plus rapprochés à leur extrémité inférieure. Lorsqu'on établit le courant, l'étincelle passe entre les pointes inférieures, mais à mesure que l'air ionisé, qui constitue le milieu le plus conducteur, s'élève, l'étincelle abandonne les pointes pour remonter le long des électrodes. Quand l'air chauffé s'est dégagé, l'étincelle recommence en bas. On peut supposer que ce phénomène est dû à la force magnétique produite par le circuit lui-même; les effets similaires observés dans l'arc électrique sont dus à cette cause. M. Watson répète l'expérience dans d'autres conditions et montre que l'explication du phénomène ne doit pas être cherchée dans la tendance du circuit à s'élargir grâce aux forces magnétiques. M. V. Boys fait ressortir que la relation de l'effet calorifique au courant, qui est faible dans l'arc électrique, est très grande dans la décharge par étincelles; donc le mouvement de l'étincelle dans le cas discuté est pratiquement déterminé par l'effet calorifique à cause de l'importance relativement faible de l'effet électro-magnétique.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie.

Oscar Baumann. — Il y a des hommes qui ne donnent pas, avant la maturité, la mesure de leur valeur. Ils grandissent lentement et forcent peu à peu l'estime de ceux qui longtemps ne les avaient que médiocrement considérés. Il en est d'autres, au contraire, qui, à peine sortis de l'adolescence, se signalent par des actions d'éclat et sont déjà célèbres à l'heure même où d'ordinaire la plupart cherchent encore à distinguer leur voie parmi les sentiers de la vie, multiples et entre-croisés.

L'explorateur Oscar Baumann, qui est mort à Vienne, le 12 octobre 1899, appartenait à la catégorie des précoces. Il était né en 1864; depuis un an, il avait cessé de travailler, par raison de santé; il a donc terminé sa carrière à trente-quatre ans. Il a cependant eu le temps d'accomplir en Afrique quatre grands voyages, qui tous ont fait progresser la connaissance de ce continent.

Docteur en philosophie, élève de l'Institut géographique militaire de Vienne, Baumann accompagna Oscar Lenz en 1885, quand celui-ci entreprit la traversée de l'Afrique, de l'embouchure du Congo à celle du Zambèze. Il releva avec beaucoup d'exactitude les rives du Congo depuis les cataractes du bas fleuve jusqu'aux Stanley-Falls. Tombé malade et contraint d'abandonner son chef, il alla se rétablir à Fernando Po, et, à son retour en Europe, composa une excellente monographie de cette île, actuellement dernier débris de l'immense empire colonial de Charles-Quint et de Philippe II.

Dorénavant, l'Afrique orientale devient le terrain d'action de Baumann. En 1887, à Leipzig, il fait la connaissance de Hans Meyer, récemment revenu de Kilima Njaro, et accepte de l'accompagner dans un nouveau voyage. Le succès en paraissait certain : tous deux étaient des « africanistes » expérimentés et instruits. Hans Meyer savait aussi bien se servir de la chambre noire que Baumann du sextant : ni l'équipement, ni l'approvisionnement ne laissaient rien à désirer; mais ils arrivèrent dans un pays en pleine insurrection, furent retenus prisonniers par le chef arabe Boudchin et ne purent recouvrer la liberté que moyennant une forte rançon. Baumann réussit cependant à sauver du

désastre le relevé cartographique de la région située entre l'Umba et le Pangani¹.

Il compléta ses observations dans un second voyage et rapporta en 1890 une carte de l'Usambara au 300.000^e accompagnée de cartes de détail relatives à la géologie, à la végétation, à l'ethnographie de la région traversée².

En 1891, Baumann partit pour le grand voyage qui restera son principal titre de gloire. Il traversa le steppe des Massaïs, pasteurs pillards, qui avaient jusqu'alors inspiré beaucoup de crainte aux explorateurs européens; mais la peste bovine et la famine avaient alors réduit les Massaïs à la misère, et Baumann traversa leur pays sans être inquiété. Coupée de failles, parsemée de petits lacs, tels que l'Eyassi et le Manyara, giboyeuse, très chaude le jour, et très froide la nuit, au demeurant d'une très minime valeur économique, voilà comment Baumann caractérise cette région. Ayant atteint la rive orientale du lac Victoria, il pouvait s'en tenir strictement aux instructions de son mandataire, la Société anti-esclavagiste allemande, et considérer sa mission comme terminée; mais il était attiré par les pays situés entre Victoria et Tanganika : Ruanda, Urundi, Uha, à peine entrevus par ses prédécesseurs. Il remonta l'étrange vallée en paliers et le Kagera, le plus grand tributaire du lac Victoria et première forme du Nil. Il crut même, mais à tort d'ailleurs, avoir découvert la source la plus lointaine de la Kagera et, par conséquent, du Nil; d'où le titre de son ouvrage : *Durch Massailand zur Mithquelle*.

Nommé en 1896 consul général d'Autriche à Zanzibar, il publia deux monographies : l'une sur Zanzibar, l'autre sur l'île Mafia.

Ses longs séjours à la côte, ses voyages avaient fait de Baumann, l'Européen le plus populaire de l'Afrique orientale. Quand, en 1891, il organisa son expédition, au lieu de confier à un recruteur indou l'enrôlement de ses porteurs et de ses soldats, comme c'est l'habitude des explorateurs, il entreprit de constituer lui-

¹ *Deutsch Ostafrika während der Aufstandes*, t. vol. io-8^o. 1888.

² *Usambara und seine Nachbargebiete*, t. vol. in-8^o. 1890.

même son personnel. Non seulement il groupa aisément autour de lui une troupe de choix, mais encore il se vit rejoint en route par des individus qui avaient abandonné leur métier pour le suivre.

Parlant couramment le kiswahili, la langue universelle de l'Afrique Orientale, il se plaisait dans la société des nègres et se passa, deux ans, de tout compagnon européen, sans en éprouver d'ennui. On sent dans ses livres une grande commisération pour la pauvre bête de somme africaine, le porteur noir, robuste et simple, dupé par le marchand indou de Zanzibar, retors et malhonnête, qui l'exploite et sait s'y prendre pour ne pas le payer.

Mais, chez Baumann, la pitié n'excluait pas l'énergie. Sa caravane avançait militairement au pas accéléré; ce n'était pas un troupeau qui se traînait sur le sentier. Un jour, sur la rive du lac Victoria, un chef demande un péage: Baumann le prend de très haut, se pose en souverain, et, bien loin de payer, riposte en exigeant un tribut.

Homme d'action, il aimait aussi à écrire et à dresser des cartes. Outre ses livres, il laisse quantité d'articles de revue et de journal. Il avait dans la forme un tour humoristique fort agréable. Un jour, arrivant au milieu d'une population qui n'avait jamais vu de blancs, il comptait bien exciter la curiosité; mais il y avait un chameau dans la caravane: tout le succès alla à lui. Baumann se montra un peu vexé et jugea que ses nouveaux amis avaient bien mauvais goût.

Baumann était l'un des hommes les plus remarquables du petit groupe d'Autrichiens, Lenz, Slatin, Ohrwald, etc., qui, soit de leur propre volonté, soit par le hasard des circonstances, ont depuis vingt ans apporté leur contribution à l'histoire et à la géographie de l'Afrique. Sa jeunesse permettait d'attendre de lui une longue suite de travaux, et sa disparition prématurée est éminemment regrettable.

Henri Dehérain,

Docteur ès lettres,
Sous-Bibliothécaire de l'Institut.

§ 2. — Astronomie

Sur les Léonides. — L'essaim d'étoiles filantes connu sous le nom de Léonides, parce que ses météores viennent d'un point de la constellation du Lion, est en connexion avec la comète périodique 1866. I, découverte par Tempel à Marseille à la fin de 1865.

Cet essaim a donné lieu à d'abondantes pluies d'étoiles filantes, au moins à partir de l'an 843 après J.-C., et notamment en 1766, 1799, 1833 et 1866. On pouvait donc s'attendre à une pluie analogue en 1898 et surtout en 1899; aussi de tous côtés on avait fait de sérieux préparatifs pour l'observer avec soin. Ainsi M. Weiss, directeur de l'Observatoire de Vienne, s'était rendu dans l'Inde, en prévision du cas où le phénomène n'aurait pas été observable en Europe; à l'Observatoire de Paris nous avons pris des dispositions pour photographier les plus belles étoiles filantes et les bolides; d'autres observateurs sont montés en ballon pour percer la couche de nuages qui cachait le ciel.

Mais cette année, comme en 1898, on n'a vu qu'un nombre restreint de Léonides, et la chute attendue n'a pas eu lieu.

On pourrait s'étonner du vague que présente la prédiction de ces chutes, si l'on ne savait qu'en réalité le problème n'est nullement déterminé. Ce que l'on sait uniquement, c'est que, dans des orbites assez voisines de celle de la comète 1866 I, il circule un certain nombre de nuages cosmiques pouvant donner lieu à des chutes d'étoiles filantes; mais on ne connaît ni leur nombre, ni leurs dimensions, ni l'orbite exacte d'aucun d'eux, car ces orbites peuvent différer de l'un à l'autre.

Cependant, certains astronomes, M. Berberich d'un côté, MM. Downing et Stoney de l'autre, ont essayé, en faisant certaines hypothèses, de serrer le problème de plus près. Ainsi, M. Berberich a calculé d'abord que,

lors de la pluie d'étoiles filantes du 13 novembre 1866, le nuage cosmique qui a donné cette pluie était à la distance 0,0063 (972.000 kilomètres) de la comète-mère. Puis, considérant deux essaims hypothétiques, circulant dans l'orbite même de cette comète, et dont l'un passerait près de la Terre en 1898, l'autre en 1899, il a trouvé que les perturbations de Jupiter et de Saturne auraient éloigné de la Terre l'essaim de 1898, et l'aurait porté à la distance 0,0163 (2.437.000 kilomètres); celui de 1899 aurait été éloigné aussi, mais sa distance à la Terre n'aurait été que 0,0048 (718.000 kilomètres): c'est pour cette raison que l'on pouvait avoir quelque espoir pour 1899. Les chutes n'ayant pas eu lieu, on doit conclure seulement, ou que les hypothèses faites ne sont pas exactes, ou que le rayon du nuage est moindre que 718.000 kilomètres.

Dans ces conditions, il est bien regrettable que la comète 1866 I, de trente-trois ans de période, n'ait pas été retrouvée dans son retour actuel; mais on ne pouvait avoir beaucoup d'espoir à ce sujet, car son orbite est fort incertaine (en 1866 la comète ne fut observée que pendant vingt jours), et l'apparition de 1866, où elle était faible, eut cependant lieu à peu près dans les plus favorables circonstances.

G. Bigourdan,
Astronome titulaire
à l'Observatoire de Paris.

§ 3. — Génie civil

Les nouvelles applications de l'émulsion dans les chaudières. — M. Bellens a fait, à la séance du 19 novembre de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, une communication fort documentée concernant les derniers essais effectués sur des chaudières munies de l'émulseur Dubiau.

Nous rappellerons au lecteur que ce dispositif fut imaginé, il y a quelques années, par M. Paul Dubiau, directeur de l'Association des propriétaires d'appareils à vapeur du S.-E. de la France, dans le but d'obliger à une circulation énergique et continue l'eau contenue dans les générateurs. Le petit appareil de laboratoire représenté par la fig. 1 en explique rapidement la théorie. Deux ballons A, B, superposés, mais séparés par un diaphragme CD, sont remplis d'eau, le ballon inférieur complètement, le second jusqu'à un certain niveau MN; ils communiquent d'ailleurs sur le côté par un tube EF. Au travers du diaphragme passent deux tubes verticaux TT', dont l'extrémité supérieure est un peu recourbée et qui, à l'autre bout, se terminent chacun par une ouverture taillée en biseau. Si l'on chauffe le ballon inférieur, la vapeur qui se dégage vient s'accumuler au-dessous du diaphragme en refoulant l'eau, dont elle prend la place, ce qui élève naturellement le niveau MN et établit dans le ballon inférieur B un second niveau PQ, dit niveau d'émulsion.

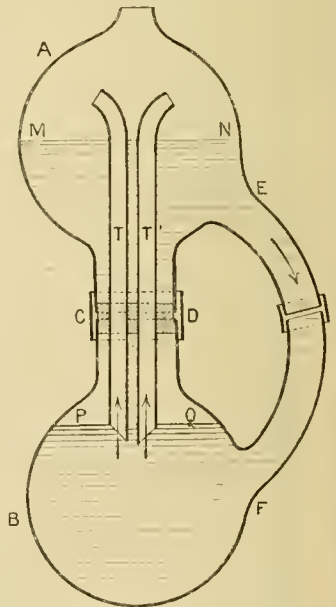


Fig. 1. — Schéma de l'émulseur Dubiau. — A, B, ballons; C, D, diaphragme; E F, tube latéral; T, T', tubes faisant communiquer les deux ballons; P Q et M N, niveau de l'eau dans les deux ballons au moment de l'émulsion.

l'émulsion au-dessous du diaphragme en refoulant l'eau, dont elle prend la place, ce qui élève naturellement le niveau MN et établit dans le ballon inférieur B un second niveau PQ, dit niveau d'émulsion.

Bientôt ce niveau affleure l'ouverture des tubes, puis continue encore à baisser, jusqu'à ce que la colonne d'eau contenue dans les tubes ne puisse plus faire équilibre à la force élastique de la vapeur : à ce moment, le ménisque de raccordement formé par l'eau à l'extrémité de chaque tube se brise, isolant ainsi l'eau des tubes et en soulève la colonne d'eau, tandis que le plan

sées à l'action directe des flammes. On prévoit que, par suite, la vaporisation doit être rendue plus active pour une même dépense de charbon.

Le système Dubiau peut être appliqué aux très nombreux types de chaudières qui existent, mais nécessairement les dispositions varient suivant les cas. D'un autre côté, le sens de la circulation varie avec l'emplacement que l'on attribue au faisceau de tubes émulsifs.

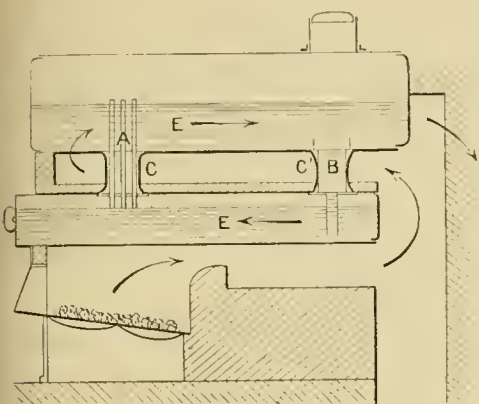


Fig. 2.

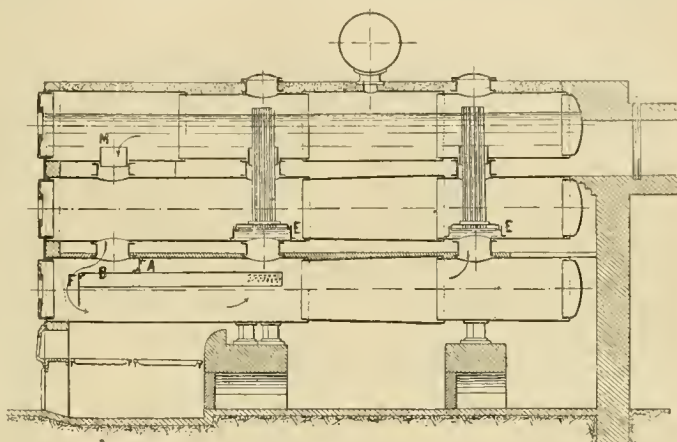


Fig. 3.

Fig. 2. — Application du système Dubiau à une chaudière ordinaire à un bouilleur. — C, C', cuissards; A, tubes émulsifs; B, gros tube permettant la circulation de l'eau de la partie supérieure à la partie inférieure suivant le sens des flèches E, E.

Fig. 3. — Application de l'émulsion à une chaudière à plusieurs bouilleurs. — E, E', émulseurs; M, B, conduites de retour.

d'émulsion revient affleurer leur ouverture inférieure. Une bulle de vapeur se trouve ainsi emprisonnée dans chaque tube et refoule devant elle un petit piston d'eau; elle est suivie par de nombreuses autres bulles placées dans les mêmes conditions, de sorte qu'un mouvement ascensionnel continu et rapide d'eau et de

seurs. Au début de la mise en pratique du brevet, on adoptait généralement le sens ordinaire de la circulation de l'eau dans une chaudière ordinaire, circulation que l'interposition de l'appareil avait nécessairement pour résultat d'accroître dans de grandes proportions. C'est ainsi que, dans une chaudière ordinaire à un bouilleur (fig. 2), on fermait les deux cuissards A et à l'arrière un gros tube B plongeant jusqu'à la partie inférieure du bouilleur. Dans ces conditions, le sens de la circulation était celui indiqué par les flèches EE, et l'eau de retour se réchauffait progressivement dans le bouilleur avant d'être portée à l'ébullition au droit de la grille. Au contraire, dans toutes les applications récentes, on s'attache à donner au courant d'eau le sens opposé : on y trouve le grand avantage de rafraîchir constamment les tôles de foyer exposées aux coups de feu, sans d'ailleurs nuire en aucune façon à l'intensité de la circulation.

La figure 3 représente un type de chaudières à bouilleurs installées à l'usine électrique des tramways d'Amiens de la Compagnie française Thomson Houston. L'usine possède trois chaudières identiques marchant avec économiseur Green. Les surfaces de chauffe et de grille de chacune d'elles sont respectivement 95 mètres carrés et 3^m2,72. L'une de ces chaudières fut essayée avec et sans émulseur, le combustible restant identique durant les deux expériences (Briquelette d'Anzin qualité marine). Les résultats obtenus furent les suivants :

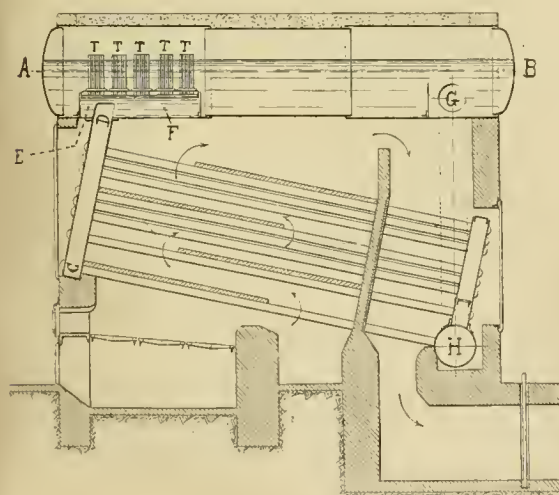


Fig. 4. — Application de l'émulsion à une chaudière multitubulaire. — A, B, corps cylindrique; C, D, collecteur; E, F, caisse fermée; T, T, émulseurs; G, H, conduite de retour.

vapeur se produit à l'intérieur des deux tubes, tandis que l'excès d'eau amené ainsi dans le ballon supérieur fait retour au second ballon par la communication extérieure. Un dispositif analogue, appliqué en grand dans une chaudière, amène un renouvellement successif des couches d'eau au contact des surfaces expo-

	SANS ÉMULSEUR	AVEC ÉMULSEUR
Date de l'essai	12 Sept. 99	16 Sept. 99
Durée de l'essai	8h18'	6h15'
Charbon brûlé brut	1.415 ^k	1.437 ^k
Poids des cendres	14 ^k	18 ^k 5
Poids du mâchefer	78 ^k	87 ^k 5
Charbon brûlé net	1.323 ^k	1.331 ^k
Eau vaporisée totale	11.785 ^k	13.340 ^k
Température de l'eau d'alimentation sortant du Green	117°45	113°50
Pression moyenne de la vapeur	7 ^k 5	6 ^k 28

	SANS ÉMULSEUR	AVEC ÉMULSEUR
Eau vaporisée par heure et m ² de surface de chauffe	14 ^k 9	22 ^k 4
Eau vaporisée par kilogramme de charbon net	8 ^k 907	10 ^k 023
Augmentation de vaporisation due à l'émulseur	"	48,9%
Augmentation de rendement due à l'émulseur	"	16,2%

M. Bellens a encore cité un autre essai comparatif exécuté par M. Witz, avant et après l'application de l'émulseur Dubiau, sur deux chaudières multitubulaires de la raffinerie de sucre de MM. Bernard, à Santes (Nord). On voit, sur la figure 4, que, dans ces deux chaudières, l'appareil émulseur composé de 15 faisceaux était disposé à l'avant du corps cylindrique AB et au-dessus du collecteur CD qui venait déboucher dans une caisse fermée EF, où pouvait s'établir le niveau d'émulsion, et que le retour d'eau se faisait par deux grosses conduites à l'arrière GH. Le sens de la circulation était donc inverse de celui établi dans les chaudières précédentes.

En employant du charbon provenant de la même livraison, M. Witz obtint les chiffres suivants :

	SANS ÉMULSEUR	AVEC ÉMULSEUR
Date de l'essai	22 Juin 99	18 Août 99
Surface de chauffe	400m ²	400m ²
Surface de grille	9,4	11,38
Durée de l'essai	8 ^h	8 ^h 15'
Charbon brûlé brut	5.520 ^k	7.600 ^k
Humidité de combustible	110 ^k	167 ^k
Cendres et scories	775 ^k	1.413 ^k
Charbon brûlé net	4.635 ^k	6.020 ^k
Eau vaporisée totale	37.073 ^k	56.891 ^k
Température de l'eau d'alimentation	13°2	12°9
Pression moyenne de la vapeur	5 ^k 95	5 ^k 26
Eau vaporisée par heure et m ² de surface de chauffe	11 ^k 6	17 ^k 24
Vapeur sèche fournie par heure	4.598 ^k	6.819 ^k
Vapeur sèche par kifogramme de charbon net	7 ^k 94	9 ^k 34
Calories de la vapeur fournies par heure	3.024.343	4.480.093
Augmentation de vaporisation due à l'émulseur	"	48,2%
Augmentation de rendement due à l'émulseur	"	17,6%

Les chiffres résultant des essais qui précèdent ont beaucoup d'analogie : c'est là une garantie de leur exactitude et on peut en déduire que l'appareil émulseur de M. Dubiau, appliqué à une chaudière d'un type quelconque, permet d'en augmenter le rendement dans les proportions de 16 à 18 % et la puissance de vaporisation d'environ 50 %. Ces résultats seront d'autant plus intéressants pour les propriétaires de générateurs que les frais d'entretien et de nettoyage se trouvent considérablement réduits, grâce à l'intensité de la circulation créée par l'émulseur.

§ 4. — Mécanique industrielle

La fabrication automatique des boîtes de conserves. — Les Américains fabriquent une grande quantité de conserves, notamment de conserves de viandes. Dans leurs usines ils adoptent, en général, un seul modèle de boîtes, ce qui simplifie beaucoup la fabrication. Ils ont porté l'outillage qui sert à l'obtention de ces boîtes à un haut degré de perfection. C'est ainsi qu'ils ont imaginé des machines réduisant au minimum le travail à main d'hommes et produisant automatiquement les boîtes.

La boîte américaine est entièrement soudée. Elle se compose d'un corps cylindrique agrafé et soudé, et de deux fonds emboutés, qui s'adaptent extérieurement à ce cylindre et y sont soudés; l'un de ces fonds est plein;

l'autre est percé d'une ouverture circulaire qui sert au remplissage de la boîte. La fermeture se fait au moyen d'une rondelle de fer-blanc, que l'on fixe au couvercle par une soudure.

Voici la description d'une machine toute récente servant à fabriquer ces boîtes de conserves. Cette machine, d'origine américaine, a été construite à Lubeck, par M. Ewers. Elle est montée pour fabriquer un modèle unique de boîtes : la boîte américaine du format quatre quarts ou litre.

Une cisaille, placée en tête de l'appareil, découpe à la fois cinq à huit plaques de fer-blanc de la dimension exacte nécessaire pour former le corps cylindrique de la boîte. Ces plaques se présentent successivement à l'entrée de la machine; elles sont enroulées et le cylindre obtenu est agrafé sur la génératrice. Le corps cylindrique, placé sur deux glissières horizontales, est entraîné par un système de griffes qu'actionne une chaîne, la partie agrafée placée en bas. Celle-ci passe sur un chiffon trempé dans un bain à décapier, puis dans un bain de soudure d'une longueur de 1^m,50; il est maintenu à la température convenable par des brûleurs à gaz. Un tampon essayeur est disposé à la suite du bain de soudure. Le corps cylindrique soudé est guidé dans un chemin métallique qui porte à un moment de sa course un butoir, qui le fait dévier de 90° et le dépose sur un plan incliné. Il roule alors et tombe dans une machine qui y adapte les deux fonds préalablement emboutis.

La boîte munie de ses fonds est élevée par une chaîne au-dessus d'un second bain de soudure, où elle se présente avec une inclinaison de 30° environ. La boîte inclinée roule dans le bain de soudure. Ce mouvement est obtenu par une chaîne sans fin qui pèse sur les boîtes et les force à passer successivement au décapage, à la soudure et à l'essayage. Quand l'un des fonds est soudé, la boîte se retourne automatiquement et l'autre fond est soudé à son tour.

La boîte entièrement fabriquée doit être essayée au point de vue de l'étanchéité. A cet effet les boîtes passent dans un dernier appareil formé essentiellement d'une roue inclinée, dont les rayons sont des tubes recevant l'air comprimé à 2 kilos produit par une pompe à air. A chaque extrémité des rayons est disposée une rondelle de caoutchouc, qui vient obturer exactement l'ouverture de la boîte. La boîte pénètre dans cet appareil, l'ouverture vient s'appliquer sur le caoutchouc, et l'autre fond est maintenu solidement. La partie inférieure de la roue plonge dans un bain d'eau, de telle manière que toutes les boîtes viennent plonger entièrement et successivement dans l'eau. Si une boîte n'est pas entièrement étanche, on s'en aperçoit aisément par le dégagement des bulles d'air, qui se produit sous l'influence de la pression. Un homme surveille cet appareil; son seul travail consiste à faire manœuvrer un taquet placé sur la roue, en face de chaque boîte. Ce taquet se trouve donc placé d'une manière spéciale pour les boîtes non étanches (que l'on nomme boîtes-fuites). La roue continue à tourner et deux butoirs font tomber successivement et séparément les boîtes bonnes et les boîtes-fuites. Ces dernières, qui doivent être peu nombreuses, sont resoudées à la main et replacées dans l'appareil à essai d'étanchéité.

Cette machine fabrique 3.000 boîtes à l'heure.

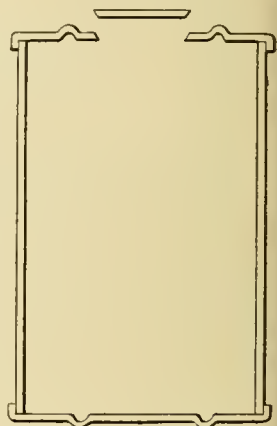


Fig. 1. — Schéma montrant les différentes parties d'une boîte de conserves américaine.

§ 5. — Chimie industrielle

L'application de l'acétylène dissous à l'éclairage. — La Compagnie P.-L.-M. va faire l'essai, pour l'éclairage de ses voitures et de ses feux avant et arrière, d'un nouveau mode d'emploi de l'acétylène, qui présente, sur la plupart des procédés connus, de grands avantages, notamment au point de vue de la sécurité. Lorsque le gaz acétylène n'est pas produit au lieu même de consommation et qu'il devient nécessaire d'en transporter une certaine provision sous un petit volume, on l'emmagasine dans des réservoirs, soit sous pression, soit à l'état liquéfié. L'un ou l'autre moyen entraîne forcément encombrement ou danger d'explosion. Restait à utiliser la propriété qu'ont certains liquides de dissoudre les gaz en forte proportion, comme cela se produit, par exemple, dans un siphon d'eau de seltz, et à trouver, dans le cas particulier de l'acétylène, le liquide absorbant pouvant servir d'intermédiaire.

En cherchant dans cette voie, MM. Claude et Hesse ont découvert que l'acétone dissout, à la température de 15°, 24 fois environ son volume d'acétylène par atmosphère¹. Il semblait donc déjà possible, par l'emploi de ce liquide, et en utilisant des pressions pas trop élevées, d'emmagasiner de grosses quantités de gaz; néanmoins, la sécurité ne paraissait pas encore absolue, puisque la partie de volume du réservoir laissée libre par suite du dégagement de gaz et pour tenir compte de la dilatation possible finissait par former une capacité pouvant devenir dangereuse. Pour se mettre complètement à l'abri de semblable éventualité, la *Compagnie française de l'acétylène dissous* appliqua l'un des principes énoncés par M. Henri Le Chatelier au cours de ses classiques recherches sur les propriétés de l'acétylène: Lorsque ce gaz traverse un tube d'un diamètre suffisamment petit, son inflammation ne peut plus se propager. Il fallait donc trouver le moyen de faire circuler le gaz à travers une infinité de tubes très étroits, et l'on en vint naturellement à l'idée de plonger dans le récipient un bloc en céramique de matière poreuse, dont la forme extérieure remplit exactement sa capacité. L'acétylène dissous se dégage à travers les pores de cette brique avant de passer aux brûleurs et les causes d'explosion sont ainsi complètement écartées. Dans ces conditions, il est vrai, un réservoir d'un litre rempli d'acétone ne dissout plus, sous la pression de 10 kilogrammes, par exemple, qu'environ 100 litres d'acétylène, mais cette proportion est encore assez forte pour que l'emmagasinement obtenu soit industriel.

L'acétone employé s'obtient par la distillation sèche de l'acétate de chaux.

Le résidu, une fois desséché par du chlorure de calcium et décanté, puis rectifié une ou deux fois par distillation, laisse un liquide d'une odeur éthérée, de 0,814 de densité à 0°, et dont le point d'ébullition est 56°. On s'en procure facilement. Du reste, le même liquide peut resservir indéfiniment, sauf quelques pertes provenant de l'évaporation ou des manipulations. L'emploi de l'acétylène dissous semble donc être la solution la plus pratique pour obtenir sans encombrement et sans danger un gaz portatif très éclairant.

§ 6. — Sciences médicales

L'élément psychique de la démorphinisation. — On sait que lorsqu'on veut désabituier un

morphinomane de sa morphine, on a recours habituellement à la démorphinisation progressive, c'est-à-dire qu'en partant de la dose que le morphinomane avait l'habitude de s'injecter, on la diminue progressivement pour arriver, enfin, à la suppression complète du poison. Au cours de cette démorphinisation progressive, on observe pourtant, malgré toutes ces précautions, des accidents redoutables (collapsus cardiaque, pouls filiforme, tendance aux syncopes, vomissements, etc., etc.).

Or, d'après les faits qui ont été cités dernièrement au cours de la discussion soulevée à la Société médicale des Hôpitaux, les accidents en question, qui semblent relever d'un trouble profond de l'économie apporté par la suppression du poison, seraient en grande partie *imaginaires*, c'est-à-dire qu'ils ne se produisent pas quand *le malade ne sait pas qu'on lui supprime la morphine*.

Le cas rapporté par M. Linossier est, sous ce rapport, particulièrement typique et constitue une véritable expérience *in vivo*.

M. Linossier avait à soigner un morphinomane, qui s'injectait journellement 40 centigrammes de morphine. Ce malade, ayant pris la fièvre typhoïde, M. Linossier en profita pour tenter la suppression graduelle du poison. Le malade ne s'en aperçut absolument pas et continua à s'injecter des solutions de plus en plus faibles et, finalement, de l'eau claire. Or, ces injections lui produisaient exactement la même impression que les anciennes injections de morphine.

Bien plus, un jour, M. Linossier injecta à ce malade 1 centigramme de morphine, en lui disant que le liquide injecté était de la caféine. L'effet produit fut absolument nul. Mais, une demi-heure après, le malade était obligé de refaire lui-même une soi-disant injection de 3 centigrammes de morphine et, immédiatement, il ressentit le bien-être habituel.

Le seul jour où se manifestèrent les symptômes de démorphinisation fut celui où le malade qui, depuis quelque temps, ne prenait plus de morphine, apprit qu'il était complètement démorphinisé.

Un autre cas, non moins probant, a été observé par M. Joffroy. Un morphinomane soumis une première fois à la démorphinisation a présenté des accidents tellement graves qu'il a fallu interrompre la cure. M. Joffroy fit une nouvelle tentative de démorphinisation, mais cette fois à l'insu du malade et de son entourage. Elle réussit pleinement sans que le malade ait présenté le moindre accident.

Autre fait non moins curieux. M. Rendu a connu un morphinomane dont les douleurs étaient calmées par le simple simulacre d'une injection faite avec une seringue qui ne contenait aucun liquide et dont on se bornait, une fois l'aiguille enfoncée, à faire manœuvrer le piston à vide. De même, M. Siredey a observé une dame devenue morphinomane, par le fait des douleurs occasionnées par un ulcère de l'estomac; brusquement et à l'insu de la malade, les injections de morphine furent remplacées par des injections d'eau salée. La malade ne s'aperçut pas de cette substitution et ses douleurs ne reparurent plus.

Tous ces faits montrent une influence psychique très évidente dans la genèse des accidents de la démorphinisation. On peut donc dire que la notion, très répandue dans le public, de la difficulté et des dangers de la démorphinisation contribue beaucoup et à la rendre difficile et à confirmer bien des morphinomanes dans leurs fâcheuses habitudes.

§ 7. — Géographie et Colonisation

Deux nouvelles publications coloniales. — La littérature coloniale vient de s'enrichir de deux nouvelles publications périodiques. L'une nous vient des Indes orientales: c'est le *Bulletin de l'Institut Botanique de Buitenzorg*; l'autre, des Indes occidentales: c'est le *West Indian Bulletin*.

L'Institut Botanique de Buitenzorg est bien connu de nos lecteurs par la description qu'en a donnée M. Chail-

¹ D'après une communication récente de M. Georges Claude, transmise par M. d'Arsonval à l'Académie des Sciences (séance du 30 avril 1899), la solubilité de l'acétylène dans l'acétone augmente avec une rapidité extrême lorsque la température diminue. L'acétone refroidi à 80°, sous la seule pression atmosphérique, dissout plus de 2.000 fois son volume d'acétylène; le volume du liquide, après saturation, étalé de 4 à 5 fois le volume initial.

ley-Bert, ici même⁴, l'année dernière. On se rappelle non seulement les services que cette institution a rendus à la science, mais encore et surtout l'influence profonde qu'elle a exercée sur le développement agricole et économique des Indes néerlandaises par les indications qu'elle a fournies aux planteurs de cannes à sucre, de tabac, de café et de thé, relativement à la culture de ces plantes. Les résultats des travaux entrepris dans ce but au Jardin Botanique de Buitenzorg parvenaient jusqu'à présent au public principalement par la voie de trois publications : deux d'entre elles, les « *Mededeelingen* » et les « *Inarverslagen* » rédigées exclusivement en langue hollandaise, ont surtout pour lecteurs des Hollandais ; la troisième, les « *Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg* », rédigée dans l'une des trois langues française, anglaise et allemande, est plus répandue et plus connue, mais présente le léger inconvénient de paraître à dates assez éloignées.

Le nouveau « *Bulletin* » de l'Institut Botanique sera, lui aussi, rédigé en l'une des trois langues française, anglaise et allemande. Il renfermera principalement des communications préliminaires sur les travaux en cours au Jardin Botanique et des résumés des mémoires plus importants qui paraîtront dans les autres publications de l'Institut. D'autre part, il publiera de courtes notices présentant un intérêt général pour les colons et les planteurs.

Ce *Bulletin* est distribué gratuitement aux savants et aux colons auxquels ses indications peuvent être utiles ; à ce titre, nous avons cru intéressant de le signaler à nos lecteurs.

La situation peu prospère de plusieurs colonies anglaises des Antilles, provenant, d'une part, des terribles cyclones qui dévastent chaque année ces îles, d'autre part, de la manière dont l'agriculture, qui fournit les principales ressources, y est pratiquée, a fait depuis longtemps l'objet des préoccupations du Gouvernement anglais. Reconnaissant le concours précieux que peuvent apporter à l'agriculture coloniale les jardins botaniques, il a favorisé le développement de ces institutions. De deux qu'ils étaient, il y a à peine quelques années, leur nombre a passé à douze. A la plupart d'entre eux sont annexés des champs d'expériences et des écoles d'Agriculture. Mais le Gouvernement est allé encore plus loin dans cette voie ; il a reconnu la nécessité de créer un Département spécial de l'Agriculture pour les Indes occidentales et il a chargé un des savants botanistes du Jardin de Kew, M. D. Morris, de l'organiser. Ce dernier se mit à l'œuvre à la fin de l'année dernière et, après une rapide visite des Antilles anglaises, il s'établissait à La Barbade, choisie comme siège du nouveau Département. En janvier, une conférence rassemblait dans cette île les principales autorités des colonies voisines en matière d'Agriculture, et l'œuvre du « Département impérial d'Agriculture pour les Indes occidentales » en recevait une vigoureuse impulsion.

Les travaux de ce Département seront publiés dans le *West Indian Bulletin*, dont le premier numéro nous est parvenu récemment. Celui-ci est consacré presque entièrement au compte rendu de la conférence de La Barbade, mais les communications qui y ont été présentées sont de première importance. La culture de la canne à sucre, l'une des plus répandues aux Antilles, y a été examinée en détail. M. J. P. d'Albuquerque, chimiste de la station botanique de La Barbade, a donné le résultat de ses expériences sur l'emploi de divers engrais chimiques, et M. J. R. Bovell, superintendant de la même station, a décrit ses essais de traitement en grand des maladies de la canne. La question des fabriques de sucre a été présentée par MM. W. Douglas et Fr. Watts, qui ont montré tout l'intérêt qu'il y aurait, pour réduire les prix de revient, à installer dans

chaque île une seule ou un petit nombre d'usines centrales, pourvues d'un outillage moderne perfectionné. Enfin, la question de l'instruction agricole, soit dans les écoles, soit dans les collèges, soit dans des établissements spéciaux, a fait l'objet de rapports de M. J. P. d'Albuquerque, de M. William Fawcett, directeur des jardins publics et des plantations à la Jamaïque, et de M. W. Simms. Le premier numéro du *West Indian Bulletin* contient encore d'intéressantes notices sur les industries coloniales, les méthodes agricoles aux Indes occidentales, les précautions à prendre pour éviter l'introduction de maladies parasitaires.

Nous croyons qu'il est inutile d'insister davantage pour montrer l'intérêt de cette publication et les efforts soutenus du Gouvernement anglais en vue de relever et d'étendre la production agricole de ses colonies des Antilles. Nos colonies de la Martinique, de la Guadeloupe et de la Guyane, situées dans les mêmes régions et se livrant aux mêmes cultures, sont appelées à profiter dans une grande mesure des expériences de leurs voisines.

L'Exploitation du Balata à la Guyane. --

Rien n'est plus instructif que les comparaisons. En matière coloniale surtout, elles font ressortir les qualités et les défauts des divers systèmes de colonisation. Nous en voulons aujourd'hui donner un exemple à propos de l'exploitation d'un succédané de la gutta-percha qu'on désigne sous le nom de Balata. Les arbres qui fournissent ce produit (*Mimusops Balata*, Gaertn.) appartiennent, comme le *Palaquium*, producteur de la gutta, à la famille des Sapotacées, et on les rencontre dans les forêts de la Guyane, du Vénézuéla et de Trinidad.

A la Guyane française, on n'exploite rien ; l'agriculture est complètement délaissée ; les forêts, qui comptent au nombre des plus riches du globe, ne sont visitées que par les prisonniers en rupture de ban, et tous les regards sont tournés vers les mines d'or. Le balata n'est donc pas récolté et on trouve seulement chez les commerçants de Cayenne quelques cravaches, comme spécimen de ce produit, fabriquées dans les forêts par les libérés. Les exportations n'existent donc pas, ou bien elles n'atteignent qu'une valeur négligeable. D'ailleurs, l'Administration de notre colonie ne s'occupe même pas des produits exportés ou, du moins, elle ne leur accorde qu'une attention très intermittente. L'Annuaire de la Guyane, pour 1898, donne seulement le tableau des exportations de 1893, et ce n'est certainement pas dans cette publication officielle qu'il faut chercher des documents de fraîche date. Si nous rapportons ce dernier fait, c'est uniquement pour mettre en évidence une fois de plus l'incurie bien connue de notre administration coloniale.

A la Guyane anglaise et à la Guyane hollandaise, au contraire, l'agriculture est en particulière faveur et on y poursuit activement l'exploitation des richesses forestières et agricoles. En ce qui concerne le balata, la Guyane hollandaise tient le premier rang, et, si nous en croyons un rapport récent du Dr Preuss, les exploitations de Surinam ont atteint les chiffres suivants pour les cinq dernières années :

1894.	108.286 kilos.
1895.	133.681 —
1896.	209.511 —
1897.	159.253 —
1898.	113.431 —

Ce produit se vend, sur place, 2 francs à 2 fr. 50 le kilogramme.

Bien que les chiffres d'exportation ne soient pas très considérables, ils dénotent une activité qu'il serait désirable de trouver à la Guyane française. Il suffit, d'ailleurs, de visiter successivement Demerari, Surinam et Cayenne pour être en mesure d'établir une comparaison entre les trois Guyanes, et cette comparaison, nous n'avons pas besoin de le dire, n'est pas à l'avantage de notre colonie.

⁴ *Revue générale des Sciences*, du 30 mai 1898, t. X, p. 397-411.

LA GÉOMÉTRIE AU TEMPS DE PLATON

Les écrits de Platon sont pleins d'allusions à la Géométrie, à l'Arithmétique, à la Musique, à l'Astronomie, et les Anciens ont écrit un certain nombre de livres pour exposer les connaissances mathématiques nécessaires à la lecture des dialogues. D'ailleurs, une tradition qui remonte probablement à Eudème, et qui, en tout cas, s'est formée et conservée dans toute l'Antiquité, nous présente Platon comme ayant déployé un zèle infatigable pour la Géométrie et comme lui ayant fait prendre un très grand essor. Il se serait particulièrement occupé d'une méthode nouvelle de démonstration, l'*analyse*, — du problème de la duplication du cube, — et aurait donné un puissant élan à la théorie naissante des Sections coniques. Ce qui est certain, c'est qu'il a connu un certain nombre d'hommes qui tous ont leur nom inscrit dans l'histoire de la Géométrie. C'est Théodore de Cyrène, dont il suivit les leçons; c'est Théétète, qu'il a mis en scène dans le dialogue de ce nom; c'est Eudoxe de Cnide, dont nous dirons le très grand rôle dans la constitution des *Éléments*; c'est Ménéchme, qui passe pour avoir le premier étudié les sections du cône; c'est le pythagorien Archytas, avec qui Platon semble s'être lié d'amitié en Sicile; c'est Amyclas d'Héraclée; c'est Dinosstrate, frère de Ménéchme; c'est Theudios de Magnésie, c'est Athénée de Cyzique, et d'autres, dont Proclus nous dit qu'ils ont contribué, chacun pour sa part, aux progrès de la Géométrie. Si nous ne pouvons assigner avec précision l'œuvre personnelle de Platon, nous avons du moins la certitude que, de son temps, près de lui, souvent peut-être, comme l'indique Proclus, sous sa direction, un travail énorme s'est accompli. L'admiration de Platon pour les Mathématiques, qui déborde de ses œuvres et qui se dégage de tout ce que la tradition nous dit de lui, n'a donc rien d'extérieur ni de superficiel. Il les a connues, cultivées avec passion; et, quand il demande, dans la République, aux futurs philosophes, de s'enfermer longtemps dans l'étude et dans la méditation de ces sciences, c'est qu'il en a subi le charme puissant, et qu'il a le sentiment de puiser à leur source même ce qui peut le mieux justifier l'élévation de ses doctrines.

Mais il importe de connaître, au moins dans leurs grandes lignes, les progrès de la Géométrie au *v^e* et au *iv^e* siècle. Nous constaterons ensuite que l'œuvre accomplie par les contemporains de Platon n'ajoutait pas seulement à une liste déjà longue un certain nombre de vérités nouvelles, mais qu'elle était de nature à appeler tout particu-

lièrement la pensée du géomètre sur des conceptions qui, si elles n'étaient pas tout à fait neuves, prenaient désormais une signification plus profonde.

I. — LES INCOMMENSURABLES. — LA MÉTHODE INFINITÉSIMALE.

Proclus, dans son résumé historique, signale particulièrement Eudoxe et Théétète comme ayant fait progresser la Géométrie. On peut se rendre compte, en prenant pour guide M. P. Tannery¹, de l'importance de leurs travaux.

D'une part, un passage de Suidas attribue à Théétète la rédaction d'une étude sur les cinq solides, c'est-à-dire sur les polyèdres réguliers, qui font l'objet du livre XIII des *Éléments*. Ce qui intéresse, d'ailleurs, dans l'étude de ces polyèdres, telle que la présente Euclide, c'est la construction du côté de chacun d'eux, étant connu le rayon de la sphère circonscrite, et l'auteur des *Éléments* fait intervenir des lignes irrationnelles de genres spéciaux. Or, il est naturel d'attribuer à Théétète la classification des irrationnelles, qui remplit le *X^e* livre, d'après un passage du *Théétète* de Platon, où le jeune géomètre, parlant des travaux qui se poursuivent dans l'entourage de Théodore, s'élève à une conception générale des lignes racines carrées incommensurables d'aires rationnelles; son maître Théodore avait personnellement étudié les racines de 3, 5, ..., jusqu'à 17. Ces remarques se confirment donc et montrent qu'on peut considérer comme due à Théétète toute la partie qui a pour objet la classification des divers genres de lignes irrationnelles, et l'application qui en est faite aux polyèdres réguliers. Les pythagoriciens avaient découvert, on le sait, l'incommensurabilité de la diagonale et du côté du carré; en d'autres termes, si l'on veut, ils avaient constaté le caractère irrationnel de la ligne racine carrée de 2. Leurs travaux à cet égard n'étaient pas allés bien loin, puisque Théodore devait montrer l'irrationalité de $\sqrt{3}$, et c'est au temps de Platon seulement que les développements sur les irrationnelles en général devaient prendre l'importance d'un chapitre spécial de la Géométrie.

Mais la notion générale d'incommensurabilité n'est-elle pas, en dehors des racines carrées, impliquée dans celle du rapport de deux grandeurs de même espèce, toutes les fois que ce rapport

¹ La *Géométrie grecque*, Gauthier-Villars, 1887.

n'est pas numériquement exprimable? Et n'est-elle pas dès lors enveloppée dans toute considération sur les rapports de longueurs, de surfaces ou de volumes, si seulement, en nommant ces rapports, on s'abstient [de spécifier que les grandeurs sont commensurables? En particulier, quand on écrit que quatre longueurs forment une proportion, sans aucune restriction sur la nature des rapports qu'elles donnent deux à deux, n'implique-t-on pas, consciemment ou non, l'idée d'incommensurabilité, dont l'irrationalité de la racine carrée n'est qu'un cas particulier? Si donc les pythagoriciens maniaient depuis longtemps les médiétés, il est peut-être d'un intérêt médiocre que Théétète, au temps de Platon, soit venu donner quelques types particuliers (les irrationnelles de divers genres), de lignes incommensurables? Eh bien, si étonnant que cela paraisse, nous avons les plus fortes raisons de croire que les pythagoriciens n'avaient pas osé accepter, dans sa généralité, la notion des incommensurables; qu'ils s'étaient bornés à noter le cas de la diagonale, comme une scandaleuse exception; qu'ils n'avaient jamais manié dans leurs démonstrations que des rapports supposés exprimables numériquement; et qu'enfin c'est seulement avec Eudoxe que la Géométrie allait décidément écarter cette restriction.

Des témoignages concordants permettent, en effet, d'attribuer au Cnidiien le contenu du v^e livre des *Eléments*. Ce livre débute par les définitions tout à fait générales des notions de rapport et de proportion.

Etant données deux grandeurs de même espèce, ce qu'on nomme leur rapport, c'est, — avant toute préoccupation de savoir si elle sera ou non représentable par un nombre arithmétique, — une certaine manière d'être quantitative des grandeurs, l'une par rapport à l'autre. Et, si $A, B — C, D$, sont deux couples de grandeurs, on dira que leurs rapports deux à deux sont égaux, ou qu'elles forment une proportion, si, quels que soient les nombres entiers m et p , l'une des relations

$$\begin{aligned} mA &> pB \\ mA &< pB \\ mA &= pB \end{aligned}$$

entraîne l'égalité de même rang du tableau :

$$\begin{aligned} mC &> pD \\ mC &< pD \\ mC &= pD^{(1)}. \end{aligned}$$

Ces définitions une fois posées, le v^e livre d'Euclide expose toutes les propriétés des proportions.

On s'étonnera peut-être que quatre livres tout

entiers, où se trouvent déjà les principaux théorèmes de la Géométrie plane, aient pu se dérouler sans que le géomètre fit jamais appel à la notion de similitude. Et il est curieux, en effet, de constater que, dans toutes les occasions où cette idée paraît être d'une application naturelle, Euclide fait un détour pour s'en passer. Si nous observons que les quatre premiers livres des *Eléments* sont assurément les plus anciens, et remontent à peu près complètement aux pythagoriciens eux-mêmes, nous trouverons là un indice significatif du trouble secret que leur causait la pensée des incommensurables, et nous apprécierons à sa valeur l'initiative d'Eudoxe.

En même temps, nous pouvons attribuer au même géomètre, — d'après un témoignage précis d'Archimède, — avec la mesure de la pyramide et du cône, la méthode qui sert à l'obtenir, qui sert aussi à démontrer que les aires de deux cercles sont proportionnelles aux carrés de leurs rayons, les volumes de deux sphères proportionnels aux cubes de leurs rayons, et qui servira d'une façon générale aux quadratures et aux cubatures d'Archimède. C'est la méthode infinitésimale des Anciens. On la désigne souvent sous le nom de méthode d'exhaustion.

Pour éclairer ces indications par un exemple, voici en substance la démonstration de la proportionnalité des aires de deux cercles aux carrés de leurs rayons, telle que la donne Euclide, et telle que nous avons le droit de l'attribuer à Eudoxe : Soient O et O' deux cercles, D et D' leurs diamètres.

Supposons que le rapport $\frac{D^2}{D'^2}$ soit égal non pas à $\frac{O}{O'}$, mais à $\frac{O}{\Sigma}$, Σ étant une aire différente de O' ; je

dis qu'on sera conduit à une absurdité. Si, par exemple, Σ est inférieur à O' , je pourrai inscrire dans le cercle O' un polygone régulier P' d'un assez grand nombre de côtés pour que la différence entre l'aire de ce polygone et celle du cercle O' tombe au-dessous de la différence entre Σ et O' : dès lors, l'aire P' surpassera Σ . Or, si en même temps nous considérons le polygone régulier P , semblable à P' , inscrit dans le cercle O , nous aurons $\frac{P}{P'} = \frac{D^2}{D'^2}$, et, d'après notre hypothèse, $\frac{P}{P'} = \frac{O}{\Sigma}$, ou enfin $\frac{O}{P} = \frac{\Sigma}{P'}$, égalité absurde, car P est inférieur à O , tandis que P' est supérieur à Σ .

L'œuvre d'Eudoxe marque un point culminant dans le développement de la Géométrie. Il est vraisemblable qu'elle arrivait d'ailleurs à son heure, préparée par les recherches de ses prédécesseurs immédiats. La preuve en est dans le travail d'Hippocrate de Chios sur la quadrature de certaines

¹ Pour plus de clarté, nous employons les notations modernes.

*hantes*¹, qui date du milieu du v^e siècle. La reconstitution assez récente d'un texte d'Eudème cité par Simplicius² a jeté quelque lumière sur ce travail, qu'il ne faut décidément confondre avec aucune tentative de quadrature du cercle, — en dépit d'un mot d'Aristote, peut-être interpolé, — et qui donne, au contraire, une assez haute idée du géomètre Hippocrate. Ses raisonnements s'appuient déjà sur la proportionnalité des aires de deux cercles aux carrés des rayons, et des aires de deux segments semblables aux carrés des cordes. Sans attendre la méthode infinitésimale qu'Eudoxe devait fonder, avait-il donné de ces théorèmes une démonstration spéciale? ou avait-il admis comme évident que les relations connues pour les polygones réguliers inscrits s'étendent tout naturellement aux cercles? La notion intuitive de *limite* aurait simplement précédé de quelque temps dans ses applications spontanées la théorie savante et rigoureuse : cela ne paraît pas impossible.

II. — LIGNES COURBES. — LIEUX GÉOMÉTRIQUES.

C'est à peu près au temps de Platon qu'on fait commencer l'étude des sections du cône, ellipse, hyperbole, parabole. Mais ces mots eux-mêmes rappellent certains travaux des pythagoriciens : ils correspondaient, on se le rappelle, aux trois cas distincts d'une construction, où un rectangle d'aire donnée est en défaut (ellipse), ou en excès (hyperbole), sur un autre, d'un certain carré — ou enfin ni en excès, ni en défaut (parabole). La théorie géométrique des sections du cône commença le jour où l'on s'aperçut que, suivant la position du plan sécant, selon qu'il coupe une seule nappe du cône, ou qu'il coupe les deux nappes, ou qu'il est parallèle à une génératrice de façon à couper une seule nappe suivant une courbe ouverte à l'infini, l'abscisse et l'ordonnée d'un point de la courbe se prêtent respectivement aux trois relations connues. Citons comme exemple le cas de la section parabolique, en empruntant à Apollonius les indications qu'il nous donne d'après les créateurs de la théorie.

Soit un cône de sommet A (fig. 1), dont la base soit le cercle BF, le plan ABF contenant l'axe; coupons le cône par un plan dont la trace sur le plan ABF soit ZH, parallèle à AF, et qui coupe le plan de base suivant la droite ΔE, perpendiculaire au diamètre ZH. Soit enfin une longueur ZΘ qui soit à ZA comme le carré construit sur BF est au rectangle des côtés AB, AF. — K étant un point quelconque

de la section, et KA perpendiculaire à ZH, ZA, l'abscisse du point K, est justement la longueur à construire dans la parabole de l'aire du carré de l'ordonnée KA faite sur la droite ZΘ. En d'autres termes, $\frac{ZA}{KA} = \frac{KA}{Z\Theta}$.

Lorsque ZH n'est plus parallèle à AF, Apollonius démontre que l'abscisse ZA est toujours la longueur à construire dans la parabole de l'aire KA², mais, suivant les cas, en hyperbole ou en ellipse d'un rectangle semblable à un rectangle donné, fait sur une droite connue.

D'où les noms d'hyperbole et d'ellipse aux sections correspondantes. Au fond, l'abscisse ZA étant désignée par x , et l'ordonnée KA par y , c'est la distinction des trois courbes faite d'après l'équation $y^2 = px + qx^2$, où q est nul, positif ou négatif.

Jusqu'à où les contemporains de Platon allèrent-ils dans l'étude des sections coniques? Il est difficile de le préciser. Apollonius nous dit lui-même, au III^e siècle, que leurs principales propriétés étaient connues avant lui. Et, d'ailleurs, cela se trouve confirmé par l'application qui en avait été faite, ainsi que nous le dirons dans un instant, au problème de la duplication du cube. Dès les premières recherches sur les coniques, c'est-à-dire, en somme, une fois posée leur définition mathématique, les propriétés géométriques durent apparaître en abondance.

En même temps que naissait cette théorie, d'autres courbes étaient imaginées pour servir à la solution de quelques problèmes spéciaux, quadrature du cercle, trisection de l'angle, duplication du cube. Telle, par exemple, la quadratrice, qu'inventa peut-être Hippias d'Elis, mais à laquelle pourtant la tradition a attaché de préférence le nom de Dinostrate, frère de Méneclème. En voici la définition :

Soit AOB le quart d'un cercle (fig. 2). Imaginons que le rayon décrive d'un mouvement uniforme l'angle AOB pendant le même temps qu'une parallèle à OA s'élève d'un mouvement uniforme de la position OA jusqu'à celle de la tangente BT. A chaque instant, le rayon et la droite mobiles, OP, MQ, se coupent en un point M : la quadratrice est la trajectoire de ce point.

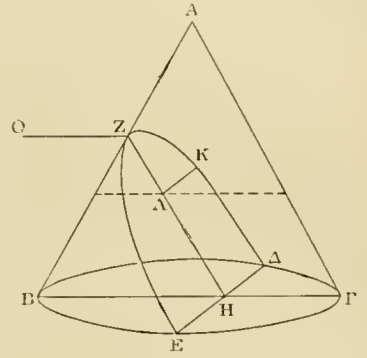


Fig. 1.

¹ On appelle ainsi la portion du plan comprise entre deux arcs de cercle sous-tendus par la même corde.

² Cf. P. TANNERY : *La Géom. grecque*. Hippocrate de Chios.

Cette trajectoire supposée tracée, on divisera facilement l'angle AOB en autant de parties égales qu'on voudra, en trois, par exemple, comme le demandait le problème de la trisection de l'angle : il suffit, en effet, de prendre le tiers de OB, soit OD, et de mener par D la parallèle DQ à OA. Cette parallèle coupera la quadratrice en M tel que le rayon OM réponde à la question.

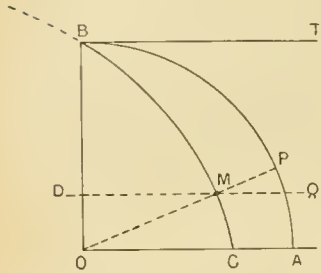


Fig. 2.

Pourquoi ce nom de quadratrice? (τετραγωνίζουσα). C'est que cette courbe peut encore servir (et c'était peut-être là son principal usage aux yeux de l'inventeur) à la quadrature du cercle. Ce problème (construire un carré équivalent à un cercle donné) exige seulement que l'on puisse construire deux lignes dont le rapport soit celui de la circonférence ou d'une fraction de la circonférence au rayon. Or, si C est le point limite de la courbe situé sur OA, on voit sans difficulté que les longueurs OA et OC sont dans le rapport du quadrant AB au rayon OA¹.

Le problème de la duplication du cube, appelé encore problème de Délos (parce que la légende attribue à Apollon lui-même l'initiative de cette recherche par le désir qu'il aurait exprimé de voir doubler son temple de Délos), peut s'énoncer ainsi : Etant donné un cube dont le côté est A, construire le côté d'un cube double du précédent. Cette question avait pu paraître aux géomètres du v^e siècle analogue à celle qui se trouvait résolue dans le plan : Construire un carré double d'un carré donné. Le côté du carré double est la diagonale du premier. Dans l'espace, quand on substitue le cube au carré, le problème est beaucoup plus compliqué ; on pourrait même dire qu'il est insoluble si l'on exigeait que la construction du côté du cube double se fit à l'aide de la règle et du compas.

Nous dirions aujourd'hui que, si A est le côté du cube donné, A³ est son volume, et par conséquent le côté inconnu est la racine cubique de 2A³, c'est-à-dire A³√2. Mais cela n'aurait rien signifié pour les géomètres anciens. Nous les voyons, à partir

¹ En langage moderne, nous pouvons représenter la quadratrice par l'équation :

$$\rho = \frac{2R}{\pi} \cdot \frac{\omega}{\sin \omega}$$

Pour $\omega = 0$, $\rho = OC = \frac{R}{\left(\frac{\pi}{2}\right)}$.

Il est bien entendu, d'ailleurs, que ce n'est pas une solution, à proprement parler, de la quadrature du cercle, parce que la longueur OC ne s'obtient pas à l'aide de la règle et du compas.

d'Hippocrate de Chios, ramener le problème à la recherche de deux moyennes proportionnelles entre A et 2A, le côté cherché étant la première de ces moyennes. En d'autres termes, A étant le côté du cube donné, X le côté inconnu du cube double, la question revenait pour eux à trouver deux longueurs, X et Y, satisfaisant à la double relation

$$\frac{A}{X} = \frac{X}{Y} = \frac{Y}{2A}.$$

Et, enfin, ils avaient le sentiment très net, s'ils n'en possédaient pas une démonstration rigoureuse, que la construction de ces moyennes ne pouvait se faire avec la droite et le cercle. Ils avaient donc recours à des lignes nouvelles, qu'ils jugeaient à propos de définir, ou aux sections coniques.

Eutocius, le commentateur d'Archimède, nous a conservé deux solutions de Ménechme : l'une fait intervenir deux paraboles, l'autre une parabole et une hyperbole. Voici, par exemple, la première solution :

Soient (fig. 3) deux paraboles ayant respectivement pour axes les droites rectangulaires Ox, Oy, l'une de paramètre a, l'autre de paramètre b ; et soit P le point où elles se coupent. Les ordonnées PQ, PR sont les moyennes proportionnelles entre les longueurs a et b. —

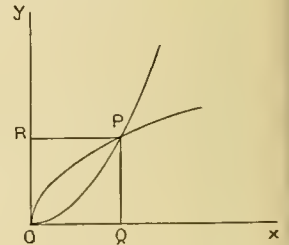


Fig. 3.

En effet, à cause de la propriété qui caractérise les points de la première parabole, on a :

$$\frac{a}{PQ} = \frac{PQ}{OQ} \text{ ou } \frac{a}{PQ} = \frac{PQ}{PR};$$

et de même, P étant un point de la seconde parabole, on a :

$$\frac{PR}{b} = \frac{OR}{PR} \text{ ou } \frac{PR}{b} = \frac{PQ}{PR},$$

ou enfin :

$$\frac{a}{PQ} = \frac{PQ}{PR} = \frac{PR}{b}. \text{ C. q. f. d.}$$

Eudoxe aurait construit pour le même problème, d'après Eutocius, certaine courbe de son invention : nous ne la connaissons pas. Archytas imaginait une ligne définie sur un cylindre droit par son intersection avec un tore¹, et déterminait ensuite les moyennes en coupant cette ligne par un certain cône. Platon enfin se serait occupé de la question, et Eutocius nous dit quelle aurait été sa solution. Le

¹ Surface de révolution engendrée par un cercle qui tourne autour d'un axe situé dans son plan.

caractère pratique de ce procédé est fait pour nous inspirer les doutes les plus sérieux sur son attribution à Platon lui-même¹.

Longtemps encore après Platon, la construction des deux moyennes suscitera les recherches des géomètres, et la liste des courbes définies et étudiées par eux s'augmentera sans cesse. Ces courbes seront toutes, comme les premières, des *lieux géométriques*, c'est-à-dire des ensembles de points ayant une propriété particulière, une propriété caractéristique, le *σύμπτωμα*, comme dit Proclus, qui contient en lui-même l'essence de la courbe, et donne, avec la définition, toutes les propriétés. C'est, en somme, ce qui équivaut pour nous à l'équation. Les lieux géométriques deviennent assez nombreux pour que des tentatives de classification soient faites dès l'Antiquité. S'il faut en croire Proclus (d'après Geminus), en un passage que confirment, d'ailleurs, à peu près les *Définitions* du Pseudo-Heron², une distinction aurait été faite en courbes *circulaires*, *héliçoïdes* et *campyles*, c'est-à-dire cercles, courbes qui s'engendrent autour des solides comme les hélices, et sections des solides. Mais cette classification serait postérieure à Platon, qui, après avoir distingué les lignes simples, droites et cercles, réunissait, en un seul genre de courbes *mixtes*, toutes celles qui ont été appelées depuis héliçoïdes et campyles.

III. — QUESTIONS DE MÉTHODE ET DE TECUNOLOGIE.

Proclus attribue à Platon l'invention de la méthode *analytique*, c'est-à-dire de celle qui con-

¹ Imaginons un instrument tel que ABCD (fig. 4), formé d'une règle fixe AB, et d'une règle mobile CD qui se déplace entre les montants AC, BD, tout en restant parallèle à AB.

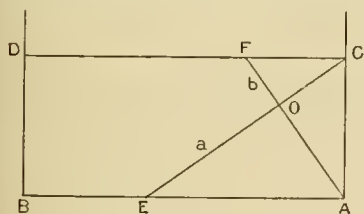


Fig. 4.

de telle façon, que les points E et F soient l'un sur le bord de la règle fixe, l'autre sur le bord de la règle mobile, en même temps que les prolongements de OE et de OF passent par les sommets C et A du rectangle formé par les règles et les montants.

Les triangles EAC, FCA, étant rectangles, la hauteur de chacun d'eux est moyenne proportionnelle entre les segments de l'hypoténuse, de telle sorte que l'on a :

$$\frac{OE}{OA} = \frac{OA}{OC} = \frac{OF}{OC}$$

OA et OC sont les longueurs cherchées.

² Cf. P. TANNERY : *Bulletin des Sc. Mathématiques*. Sur les lignes et les surfaces dans l'Antiquité, 1884, 1.

siste à prendre pour point de départ la proposition à établir et à en déduire une série d'autres jusqu'à ce que l'on parvienne à une vérité connue. Cette marche régressive s'oppose à la méthode dite *synthétique*, qui va de propositions déjà connues à une vérité nouvelle. En fait, nous trouvons au commencement du XIII^e livre d'Euclide des exemples de démonstration analytique, suivies chaque fois, d'ailleurs, de la démonstration synthétique du même théorème. Cette idée, qui n'est appliquée qu'à la fin des *Éléments*, remonterait-elle à Platon? Remarquons, en tout cas, qu'il ne saurait être question pour lui, à proprement parler, de l'invention de la méthode. Elle s'appliquait déjà d'elle-même quand, à propos d'un problème à résoudre, les géomètres le ramenaient à un autre plus simple. La tradition a désigné sous le nom d'*ἀπαγωγή* cette réduction d'un problème à un autre plus facilement abordable, plus près d'être résolu; et Hippocrate de Chios, par exemple, est cité pour son *ἀπαγωγή* célèbre, la réduction du problème de Délos à l'insertion de deux moyennes proportionnelles. D'autre part, s'il s'agit d'un théorème à établir, et non plus d'un problème à résoudre, la démonstration par l'absurde n'est-elle pas un exemple de marche analytique? Une proposition dont on veut démontrer la fausseté est posée avant tout, et on en tire ensuite une série de conséquences, jusqu'à ce que l'on parvienne à une proposition contradictoire. C'est même là l'emploi idéal de la marche régressive, car, dans de pareils cas, elle se suffit à elle-même, tandis que, lorsqu'il s'agit d'établir une proposition, comme au XIII^e livre d'Euclide, le fait qu'une vérité comme B peut s'en déduire ne suffit pas à prouver l'exactitude de la première. Il y a là seulement une indication : Si toutes les réciproques sont vraies, et dans cette hypothèse seulement, il est permis de renverser la chaîne des propositions; c'est pourquoi il faut faire une vérification en essayant la *synthèse*, comme Euclide en donne l'exemple. Or, la démonstration par l'absurde, que Zénon d'Élée maniait si habilement dans sa polémique contre les partisans de la pluralité, s'employait déjà sans aucun doute en Mathématique : il suffirait de rappeler cette démonstration de l'incommensurabilité de la diagonale que, d'après un témoignage d'Aristote, nous pouvons attribuer aux pythagoriciens, et qui consistait à montrer qu'un nombre n'est pas à la fois pair et impair.

Il semble donc difficile de prendre à la lettre le passage de Proclus relatif à l'invention de l'analyse, et peut-être faut-il y voir, comme le soupçonne M. P. Tannery, une confusion avec la double marche ascendante et descendante de la méthode philosophique décrite à la fin du VI^e livre de la République.

En tout cas, il est permis de rapprocher cette indication de Proclus d'une foule d'autres portant, à propos de l'histoire de la Géométrie, non pas précisément sur la matière de cette science, mais sur sa forme. Il s'agit tantôt de discussions sur les diverses sortes de principes, axiomes, hypothèses, postulats, définitions, tantôt de la distinction à faire des différentes espèces de propositions, théorèmes, problèmes, porismes, ... ; tantôt ce sont les parties de la démonstration qui sont séparées et reçoivent des noms distincts. Ces sortes de préoccupations, dont nous trouvons l'écho dans le commentaire de Proclus, ne remontent pas toujours à une haute antiquité, mais du moins, en dehors de ce qui concerne Platon, quelques allusions très précises à Ménechme et à Spensippe nous autorisent à penser que les questions de méthode et de technologie étaient déjà à l'ordre du jour parmi les contemporains de Platon.

Nous pouvons arrêter là ce résumé, nécessairement incomplet, des recherches géométriques au ^ve et au ^{iv}e siècle, tel qu'il est permis de le présenter sans trop d'incertitude.

Des dernières remarques qui précèdent nous concluons seulement que la pensée mathématique avait acquis déjà, au temps de Platon, assez de maturité pour devenir elle-même matière à méditation, et pour que la forme de la langue mathématique fournit un aliment précieux à la réflexion des géomètres. Quant à l'ensemble des travaux que nous avons mentionnés, s'il donne l'impression d'un accroissement très appréciable de connaissances, il marque aussi une évolution fort importante des concepts fondamentaux.

Tout d'abord l'étude des incommensurables est devenue de plus en plus complète. D'une part, le géomètre est amené à manier et à classer une foule de lignes irrationnelles; d'autre part, l'incommensurabilité des grandeurs n'est plus un obstacle à l'application des rapports et proportions aux longueurs, aux surfaces et aux volumes. Ce qui s'était présenté comme une redoutable antinomie, comme un scandale logique, ce fait que deux longueurs peuvent exister entre lesquelles il n'y a pas de rapport numériquement exprimable, cessait désormais de troubler l'esprit du géomètre. Mais, en même temps, nous sommes peu surpris de voir un penseur tel que Platon attacher aux incommensurables une importance énorme, comme si, pour lui, leur notion était un des points fondamentaux de la Géométrie. S'il y fait de si fréquentes allusions, s'il ne peut s'empêcher de les mentionner toutes les fois qu'il cherche dans le domaine de la Science l'exemple d'une vérité que tout le monde devrait connaître et méditer, la raison n'en est pas difficile à saisir. Pour que la notion nouvelle de la

grandeur incommensurable prit enfin sa place naturelle en Géométrie, il n'avait fallu rien moins, au fond, qu'une transformation radicale de l'idée de nombre.

Considérons deux grandeurs telles que la diagonale et le côté d'un carré; ne sont-elles pas liées entre elles par une certaine manière d'être quantitative, comme dit Euclide, indépendante de tout calcul, de tout procédé qui pourrait nous servir à l'exprimer? C'est là, dans ce qu'il aura de plus général, le λόγος, le rapport des deux grandeurs. Il ne revêt pas la forme particulière d'un nombre entier ou d'une fraction; qu'importe? Cela prouve simplement que les moyens qui nous faisaient aboutir à cette sorte d'expression étaient insuffisants; que l'idée de quantité, de rapport, de nombre, n'était pas épuisée par la méthode qui consistait à ajouter simplement, à juxtaposer des éléments identiques, unités ou fractions d'unité. Lorsque nous disons, en présence de nos deux longueurs, que l'une est déterminée en quelque façon par l'autre, qu'elle en participe de quelque manière, nous sommes en même temps dans l'impossibilité absolue de montrer certains éléments de l'une, dont la répétition permettrait de reconstituer l'autre. C'est tout simplement que ce mode nouveau de participation échappe à toute image additive.

Dira-t-on qu'il y a là un genre de quantité tout à fait singulier, n'ayant aucun rapport avec le nombre, seul connu jusqu'ici? Il est, au contraire, assez facile de donner une place au nombre nouveau dans l'échelle de ceux dont nous disposions auparavant. Il suffit, pour cela, de se laisser guider par Platon qui, précisément, a choisi ce problème pour faire Menon témoin des merveilleux effets de la réminiscence. Le procédé est très clair; mais il n'a plus aucun rapport avec la comparaison des nombres de l'Arithmétique primitive: il consiste à comparer des longueurs entre elles, non plus par les sommes d'éléments qu'elles représentent, mais par les carrés qu'elles sont en puissance de fournir.

L'intuition géométrique prend désormais un rôle spécial et nouveau, en tant que représentative de la quantité. D'une part, elle a révélé des états de grandeur que la simple addition d'éléments identiques ne suffit plus à constituer, et en même temps elle a fourni elle-même le moyen de les faire entrer dans l'échelle des nombres. D'autre part, comme elle généralise certaines propriétés quantitatives, les nombres arithmétiques ne sont que très rarement des carrés; 2, par exemple, n'est pas un carré. Or, en Géométrie, si l'on part du carré de côté 1, c'est-à-dire du carré 1, il suffira de construire, comme dans le *Menon*, le carré qui aurait

la diagonale pour côté; ce sera le carré 2. Les nombres 1 et 2 étaient, à cet égard, dissemblables; la Géométrie leur rend la similitude. Après cette étude (celle de l'Arithmétique), lisons-nous dans l'*Épinomis*, « vient immédiatement celle que l'on nomme ridiculement Géométrie (mesure de la Terre), et qui consiste à donner à des nombres naturellement dissemblables une similitude se manifestant sous la loi des figures planes. C'est là une merveille qui, si l'on arrive à la bien comprendre, apparaîtra clairement, comme venant non de l'homme, mais de la divinité ».

Mais il est une autre façon d'envisager les incommensurables. Si l'on essaie de trouver la mesure de la diagonale d'un carré, en prenant pour unité le côté, il est entendu qu'on peut diviser ce côté en autant de parties égales qu'on voudra; jamais un nombre de ces parties ne représentera la diagonale. Et cependant, il est aisé d'obtenir des nombres qui la mesurent avec une approximation de plus en plus grande. C'est ainsi que, par exemple, si elle contient une fois le côté, elle contient 14 dixièmes, 141 centièmes, 1.414 millièmes de ce côté, et il est clair que les longueurs 1, — 1,4, — 1,41, — 1,414... diffèrent de moins en moins de la diagonale. L'impossibilité d'obtenir la mesure exacte se confond alors avec l'impossibilité de parvenir au terme d'une suite qui est sans fin, en vertu même de la règle qui sert à la former, et on peut dire de la ligne incommensurable qu'elle est, dans ces conditions, la limite inaccessible de la série des longueurs que nous lui substituons. Or, cette manière de voir les choses, qui, au fond, n'est autre que la méthode d'exhaustion, va pouvoir s'employer dans une foule de cas. Qu'il s'agisse, par exemple, de l'aire d'un cercle, de la surface ou du volume d'un corps rond, de la longueur d'un arc de courbe, il n'est pas permis d'en parler tout d'abord avec clarté. Qu'est-ce qu'une aire plane limitée par une courbe? Qu'est-ce que la longueur d'une ligne qui n'est pas composée exclusivement de droites, ou le volume d'un solide que ne limitent pas seulement des faces planes? On se pose ces questions comme on se demandait ce que pouvait être un rapport non exprimable par un nombre. Pas plus que dans ce dernier cas, la Géométrie ne voudra renoncer aux autres considérations quantitatives, sous prétexte que d'elles-mêmes elles n'ont pas un sens précis. Et l'on peut dire que, dès les travaux d'Eudoxe, il n'y a plus dans ces sortes de questions aucune impossibilité. Chaque fois qu'interviendra une quantité quelconque relative à la circonférence du cercle, celle-ci sera considérée comme la limite d'un polygone régulier inscrit dont le nombre des côtés augmente indéfiniment. D'une façon générale, quand l'intuition

géométrique semblera offrir, par ses exigences de forme, quelque irréductibilité au nombre, la notion de limite et la méthode d'exhaustion sauront faire tomber l'obstacle. Par là disparaît tout ce qui semblait faire entrave à la fusion du nombre et de l'étendue continue.

En même temps, les problèmes de la trisection de l'angle et de la duplication du cube amènent tout naturellement Platon et ses contemporains à manier, avec les sections coniques, d'autres lignes plus ou moins compliquées, et à faire rentrer la notion générale de courbe dans celle de *lieux géométriques*. On se rappelle, en effet, si nous prenons en exemple les sections du cône, dans quelle propriété quantitative spéciale, caractéristique d'un quelconque de leur points, étaient leur signification et leur importance. Cela apparaît avec une clarté saisissante si l'on examine de près quelque problème où interviennent ces lignes, tel, par exemple, que les solutions de Ménechme pour la question des deux moyennes proportionnelles. Dans celle que nous avons citée, que représentent les deux paraboles, sinon chacune un lieu de points dont l'abscisse et l'ordonnée satisfont à une certaine relation? Le point où elles se coupent, c'est le point auquel correspondent deux relations, et il se trouve justement que la simultanéité des deux relations équivaut au fait géométrique que deux lignes particulières de la figure sont les moyennes cherchées. C'est déjà, deux mille ans avant Descartes, la Géométrie analytique qui prend naissance, sinon dans sa forme, au moins dans son esprit. Une courbe tire toute sa raison d'être, toutes ses propriétés d'une relation quantitative entre des longueurs et des surfaces qui correspondent à chacun de ses points. Au fond, elle est tout entière dans cette relation, qui est son caractère spécifique. Et c'est ainsi que tous les progrès de la Géométrie, au temps de Platon, concouraient à une pénétration de plus en plus étroite de la quantité dans le continu de l'intuition.

La participation des formes spatiales au nombre, que les pythagoriciens avaient devinée plus qu'ils ne l'avaient comprise, et qu'en tout cas ils interprétaient si naïvement en projetant simplement le nombre discret dans l'étendue continue, cette participation pouvait donc prendre désormais un sens autrement profond. Non seulement la quantité ne risquait pas d'entrer en conflit avec le continu de l'intuition sensible, mais elle recevait de lui l'extension la plus féconde. Ce n'est pas l'arithméticien, celui qui forme le nombre par addition finie d'unités, c'est le géomètre pour lequel toute figure exprime de quelque façon, des rapports quantitatifs, qui seul est capable de saisir toute la signification du nombre. Ainsi, les qualités de forme, de

figure, de continuité, tout un ensemble de caractères qui touchent à des considérations d'ordre synthétique, en ce sens qu'ils échappent à une vue purement analytique comme celle de l'arithméticien, — loin d'exclure le nombre ou de ne l'admettre qu'en se dissolvant, comme le supposait l'École de Pythagore, — semblent être désormais les conditions les plus favorables à l'épanouissement complet de la quantité.

Certes, la théorie des proportions et les éléments de la méthode d'exhaustion sont, de la part d'Eudoxe, une intéressante tentative de dissiper la synthèse et de ramener ainsi à des vues analytiques rigoureuses tout ce qui semblait échapper aux conceptions primitives de la Mathématique. Mais s'il y a là la trace d'une élaboration toute naturelle dans une science qui poursuit sans cesse le maximum d'intelligibilité, de semblables efforts aboutissent surtout à donner droit de cité à des notions complexes, qui ne sauraient d'un coup,

dans l'imagination du géomètre, se dépouiller de tout ce qu'y avait mis l'intuition sensible. C'est ainsi qu'un Platon, tout imprégné qu'il soit de la Science analytique par excellence, ne songe certainement pas à dépouiller les conquêtes de la Géométrie nouvelle de toutes leurs richesses, sous prétexte qu'elles changent les conditions d'intelligibilité. Bien au contraire, il les accueille avec enthousiasme, il les admire, et chez lui il en résulte simplement, à côté des tendances naturelles à tout mathématicien, une attitude nouvelle, qui lui fait rejeter volontiers les explications purement additives ou mécaniques, et l'entraîne sans cesse, — tout en lui laissant le sentiment qu'il atteint de mieux en mieux la réalité, — vers des préoccupations dynamistes et qualitatives.

G. Milhaud,

Chargé du Cours de Philosophie
à l'Université de Montpellier.

L'ÉQUIVALENCE DES DEUX SEXES DANS LA FÉCONDATION

L'existence de deux sexes, de deux types morphologiques différents, chez les animaux supérieurs au moins, semble avoir été connue de tout temps. L'observation de l'espèce humaine a naturellement amené les hommes à considérer que la sexualité devait être la règle chez les êtres vivants et l'on sait que la découverte des premiers cas de parthénogénèse fit errier au miracle. On savait bien aussi que, chez les Mammifères, chez les animaux voisins de nous par leur organisation, l'intervention des deux sexes était nécessaire à la procréation des jeunes; mais, aux diverses époques de l'histoire des sciences, on n'a pas répondu de la même manière à la question de savoir quel était le rôle de chacun des deux procréateurs dans l'acte essentiel de la reproduction.

Il semble bien que la manière de voir le plus anciennement admise ait été celle qui attribue au mâle seul la fabrication de l'enfant, la mère fournissant uniquement le terrain où le fœtus doit se développer; cette interprétation découlait naturellement de ce fait que la substance fournie par le mâle est de toute évidence, tandis que celle qui provient de la femelle, dans l'espèce humaine au moins, ne peut être découverte que par une observation plus minutieuse. Il résultait immédiatement de cette opinion que l'hérédité devait être exclusivement paternelle, à part, peut-être, une certaine influence exercée par la mère sur l'embryon pendant la gestation.

Cependant, même plusieurs siècles avant Jésus-

Christ, il s'est trouvé des penseurs qui, devant l'évidence de la possibilité de transmission aux jeunes des caractères des deux parents, ont accordé aux deux sexes des rôles équivalents dans l'acte de la reproduction. Hippocrate, entre autres, a supposé que la femme fournit, comme l'homme, un liquide séminal, et que le fœtus résulte du mélange des deux liquides. Suivant les proportions du mélange, l'enfant ressemble à son père ou à sa mère, mais il est possible qu'il tienne de l'un comme de l'autre.

Nous savons aujourd'hui que cette liqueur séminale femelle imaginée par Hippocrate n'existe pas, et, cependant, cela n'empêche pas que l'illustre médecin de Cos ait, avec cette hypothèse erronée, plus approché de la vérité qu'aucun de ses contemporains et même de ses successeurs pendant une longue suite de siècles. C'est qu'il inaugurerait, par cette conception du fluide femelle analogue au fluide mâle, une méthode de raisonnement qui consiste à accorder, dans l'interprétation d'un acte comme la fécondation, plus d'importance aux conséquences de cet acte qu'à l'apparence des éléments qui entrent en jeu dans sa consommation; l'évidence de la transmission équivalente des caractères mâles et des caractères femelles à l'enfant l'empêchait de croire à l'inéquivalence des éléments reproducteurs des deux sexes, et, comme il ne connaissait pas l'élément femelle, il l'imaginait semblable à l'élément mâle.

Malheureusement, Hippocrate n'a pas eu beau-

coup d'imitateurs et l'on constate, dans la plupart des interprétations de la reproduction, une tendance très marquée à attribuer plus de valeur à la *figure* des éléments sexuels qu'à l'aspect du produit qui résulte de la fécondation; on oublie trop souvent, dans ce genre d'interprétation des faits, combien l'observation microscopique peut être trompeuse, combien souvent elle amène à considérer comme identiques des choses aussi essentiellement différentes qu'une bactérie vivante et une bactérie morte par exemple, et *vice versa*.

Je ne cite que pour mémoire la fameuse querelle qui divisa, il y deux siècles, les *spermatistes* et les *ovistes*. Les premiers prétendaient que le spermatozoïde contient une réduction de l'homme tout entier et que la femelle fournit seulement à cette réduction, à cet *homunculus*, les conditions nécessaires à l'évolution. Les ovistes, au contraire, croyaient que l'ovule contenait l'embryon réduit et que le sperme n'avait pour rôle que de donner une impulsion à son développement. Les spermatozoïdes n'étaient, pour eux, que des vers parasites de la liqueur mâle. Entre la théorie d'Hippocrate, attribuant au mâle et à la femelle des rôles absolument équivalents, et la théorie des spermatistes ou ovistes, considérant un seul des éléments comme une réduction de l'être à venir, il a existé une manière de voir intermédiaire, qui a eu des adeptes, plusieurs siècles avant Jésus-Christ; c'est celle qui consiste à attribuer au père et à la mère des rôles également importants dans la fabrication du jeune, mais non des rôles équivalents. Pour Aristote, par exemple, la mère fournissait le corps, le père l'âme de l'enfant. Pour d'autres, les éléments du corps même étaient divisés en deux catégories, dont l'une provenait du père, l'autre de la mère. Linné, par exemple, dans la reproduction des végétaux, attribuait au père la formation des organes internes, à la mère celle des organes externes, etc...

Il est essentiel de détruire immédiatement cette théorie, car nous verrons que des découvertes microscopiques récentes ont semblé lui donner un regain de vitalité. Voici, je crois, un exemple capable de montrer lumineusement que cette interprétation est erronée. Si vous divisez les caractères de l'individu en deux catégories, — l'une A transmissible par le père, l'autre B transmissible par la mère, — comment expliquerez-vous ce fait si connu, qu'un enfant ressemble à son grand-père maternel? Car, s'il tient des caractères de sa mère, ces caractères ne pourront faire partie que du groupe B des caractères individuels. La mère n'atenu de son père que des caractères appartenant au groupe complémentaire A; il est donc impossible que, parmi les caractères qu'elle transmet à son enfant, il y ait un seul des caractères du grand-père.

Or, le fait de l'hérédité de grand-père maternel à petit-fils est indiscutable; donc l'hypothèse précédente est absurde. N'oublions pas cette conclusion, qui nous sera très utile par la suite. L'étude de l'hérédité prouve que tous les caractères du père *peuvent être transmis*, aussi bien que tous les caractères de la mère, suivant les hasards de l'amphimixie; il faudra donc accueillir avec défiance toute interprétation d'une observation microscopique tendant à établir une différence *fondamentale* entre les éléments paternel et maternel.

I. — PARTHÉNOGÉNÈSE PARTIELLE.

Avant d'entreprendre l'étude minutieuse des éléments sexuels qui entrent dans la constitution de l'œuf fécondé, il importe de passer en revue certains faits de sexualité imparfaite dont la connaissance est essentielle à l'interprétation des phénomènes.

Aujourd'hui tout le monde sait que certains êtres, appartenant à des espèces sexuées, sont susceptibles, dans certaines conditions, de se reproduire par *parthénogénèse*, c'est-à-dire par le moyen d'un élément cellulaire unique emprunté à un seul parent. Je n'insiste pas sur ce fait très connu, et qui ne se rattache pas directement à la question que j'étudie en ce moment, mais il y a des cas intermédiaires à celui de la *parthénogénèse absolue* et à celui de la *sexualité absolue*. J'entends par parthénogénèse absolue la formation d'éléments reproducteurs qui se développent d'eux-mêmes sans *pouvoir* emprunter en aucun cas le secours d'un élément complémentaire provenant d'un autre individu. J'entends, au contraire, par sexualité absolue la formation d'éléments reproducteurs qui, en aucun cas, ne peuvent se développer par eux-mêmes sans le secours d'un élément complémentaire emprunté à un autre individu. Les cas intermédiaires s'appellent cas de *parthénogénèse partielle*. Ce sont les cas dans lesquels il se produit des éléments reproducteurs capables, d'une part, de se développer par eux-mêmes en un adulte donné; d'autre part, de s'unir à un autre élément d'origine différente et de donner ensuite naissance à un adulte *autre* que le précédent.

L'exemple classique de la parthénogénèse partielle est celui de l'abeille, mais il n'est pas le seul; on le retrouve, par exemple, chez les pondeuses d'œufs mâles d'*Hydatina senta*, etc... Rappelons en quelques mots l'histoire de l'abeille.

La reine produit des éléments reproducteurs qui peuvent avoir deux destinées différentes: ou bien ces éléments se développent seuls, sans le secours d'un autre élément complémentaire, et alors ils donnent toujours des *faux bourdons*; ou

bien ils sont fécondés par un spermatozoïde de faux bourdon, et alors ils donnent naissance à des reines ou à des ouvrières¹. Ici, il est évident que le problème de l'hérédité se pose d'une manière nouvelle. Les expériences d'hybridation résolvent le problème avec beaucoup de clarté; elles ont été faites sur deux espèces : *Apis ligustica* et *Apis mellifica*.

Les mâles, résultant du développement sans fécondation d'un œuf parthénogénétique pondu par une reine, sont de la race pure de la reine; cela était facile à prévoir et n'apprend rien de nouveau. Au contraire, les œufs d'une reine de la seconde espèce, qui ont été fécondés par des spermatozoïdes d'un faux bourdon de la première espèce, donnent des reines ou des ouvrières qui tiennent à la fois des caractères des deux espèces parentes. Ces expériences, destinées à prouver que les mâles proviennent effectivement d'œufs non fécondés, ont pour nous une autre importance. Elles prouvent que, même dans le cas où l'œuf était susceptible de se développer sans fécondation, son imprégnation par un spermatozoïde donne naissance à un adulte qui tient à la fois du père et de la mère. Notons encore cette particularité, qui nous sera très utile tout à l'heure, et revenons maintenant à l'étude des cas de sexualité absolue.

II. — DISCUSSION DE L'ÉQUIVALENCE MICROCHIMIQUE DES ÉLÉMENTS SEXUELS.

Le rôle des idées préconçues est très grand dans l'histoire des découvertes scientifiques; en Cytologie, presque toutes les découvertes importantes ont été faites par des savants qui cherchaient à vérifier une hypothèse résultant de faits précédemment connus; dans certains cas, même, quelques-uns se sont laissé entraîner par le désir de voir une chose prévue, et ont découvert des particularités qui ont été démontrées ensuite ne pas exister, comme cela a eu lieu, par exemple, pour le fameux *quadrille des centres* d'Hermann Fol.

Quand on a commencé les études microchimiques sur les éléments sexuels, l'idée de l'équivalence des éléments mâles et femelles au point de vue du rôle héréditaire était à peu près adoptée par tous. On espérait donc trouver, dans les particularités morphologiques de la structure de ces éléments, quelque chose qui correspondit à cette équivalence et en expliquât le mécanisme. Nous allons voir que, pour certaines parties du sujet, on a éprouvé, quelques déceptions, si pour d'autres on a trouvé au contraire, des vérifications dépassant toute attente. Pour exposer cette histoire méthodique-

ment, envisageons successivement les découvertes faites sur les diverses parties constitutives des éléments sexuels.

Une cellule peut être considérée au point de vue descriptif comme contenant trois parties distinctes : le cytoplasma, le centrosome, le noyau; je laisse de côté la membrane et toutes les parties accessoires. Etudions donc d'abord le cytoplasma des éléments sexuels :

§ 1. — Cytoplasma.

Ici, dès le début, nous constatons, au point de vue morphologique, une différence extrêmement considérable : le spermatozoïde est presque toujours ridiculement petit en comparaison de l'ovule; chez le *Fucus vesiculosus*, par exemple, on peut considérer l'ovule comme soixante mille fois plus volumineux que l'élément mâle; dans certains cas, ce qu'on appelle cytoplasma semble être presque nul dans le spermatozoïde et est au contraire extrêmement volumineux dans l'ovule. Mais cela n'a pas d'importance si l'on veut envisager seulement la valeur des éléments de sexe différent au point de vue de l'hérédité dont ils sont les véhicules, car il est bien certain que les substances vivantes seules, c'est-à-dire les substances actives dans l'assimilation morphogénique, peuvent être les véhicules de la transmission des caractères. Or, tout le monde sait que les ovules sont encombrés d'une énorme quantité de substances nutritives inertes; au contraire, les spermatozoïdes sont réduits à leurs parties essentielles. On ne peut certainement pas affirmer qu'il y a équivalence entre les parties vivantes du cytoplasma de l'ovule et celles du cytoplasma du spermatozoïde, puisque l'on n'a, en ce moment, aucun moyen pratique de doser ces parties vivantes; mais on ne peut non plus, en se basant uniquement sur les différences de dimensions des éléments, nier cette équivalence¹. Il vaut mieux laisser la question pendante en ce qui concerne le cytoplasma; on ne peut en tirer d'argument ni pour ni contre l'équivalence des éléments des deux sexes.

§ 2. — Centrosome.

Passons maintenant à l'étude du second élément figuré des cellules sexuelles. Et d'abord, qu'est-ce qu'un centrosome? Le centrosome fut découvert par Van Beneden dans les cellules des Dicyémides en 1876 seulement. C'est, en effet, un corpuscule très petit (il a souvent moins d'un micron) et très difficile à apercevoir. Au moment de la division des cellules par karyokinèse, on le remarque assez facilement au centre de la sphère attractive entourée de ses radiations formant *aster*, mais il est

¹ Exceptionnellement aussi à des mâles, d'après Pérez.

¹ Cependant, la rareté de la polyspermie semble être une preuve indirecte en faveur de l'équivalence des cytoplasmas.

plus difficile à trouver dans les cellules au repos. On le considère néanmoins aujourd'hui comme un organe constant et permanent de la cellule, quoique, dans les cellules musculaires, par exemple, on n'ait pas encore réussi à l'apercevoir en dehors de la période de mitose.

On a beaucoup discuté sur l'origine et le rôle du centrosome. Quelques-uns le considèrent comme d'origine protoplasmique, d'autres comme d'origine nucléaire; d'autres enfin, comme Bürger, le considèrent seulement comme une figure mécanique momentanée, mais cela n'est guère soutenable, puisque, dans presque tous les cas, il se maintient comme élément à contour défini en dehors de la période de mitose; Watasé y voit un *microsome* analogue aux autres *microsomes* du cytoplasma.

Quant à son rôle, sa situation au centre des asters a naturellement amené Boveri à y voir le centre dynamique de la cellule, et cette question est intéressante au point de vue des échanges et des courants de substance dans la vie cellulaire, mais nous n'avons pas à l'étudier ici. Enfin, on a considéré aussi le centrosome comme un organe donnant, par sa propre division, une impulsion qui détermine la division des autres parties de la cellule et cela est certainement faux, puisque, dans beaucoup de cas, les éléments chromatiques du noyau se divisent bien avant le centrosome. Nous verrons précisément dans les phénomènes de fécondation l'interprétation qui a donné naissance à cette théorie.

Quoi qu'il en soit, on est aujourd'hui obligé d'admettre que le centrosome est un élément défini de la cellule, et il y a lieu de rechercher, si, au point de vue de cet élément défini, il y a équivalence entre le spermatozoïde et l'ovule.

C'est probablement cette idée préconçue qui a amené Hermann Fol à la description de son fameux *quadrille des centres*. Il annonça en 1891 que l'ovule possède un centrosome ou *ovocentre*, et le spermatozoïde également un centrosome ou *spermocentre*. Quand le spermatozoïde pénètre dans l'ovule pour la fécondation, le spermocentre d'une part, l'ovocentre d'autre part se divisent en deux parties, et chaque demi-ovocentre s'unit à chaque demi-spermocentre; ainsi se forment les deux centrosomes de la première figure karyokinétique de l'œuf fécondé qui va se diviser.

Aujourd'hui, personne ne croit plus au quadrille des centres; M. Guignard, qui en a été un des derniers partisans, l'a abandonné cette année même en découvrant les anthérozoïdes des Phanérogames angiospermes.

Mais, pour ne plus admettre le quadrille des centres, je crois qu'il est néanmoins très dangereux de nier, au point de vue du centrosome, l'équiva-

lence de l'élément mâle et de l'élément femelle. Voici en effet l'opinion qui a cours aujourd'hui :

L'ovocentre n'existe pas; l'ovule mûr dérive, il est vrai, de cellules qui avaient un centrosome, mais il n'a pas de centrosome. Au contraire, le spermatozoïde a un centrosome; c'est ce petit corpuscule que l'on voit entre la tête et la queue. Donc, dans l'œuf fécondé, le centrosome est fourni par le spermatozoïde et uniquement par lui; l'ovule avait perdu, avec son centrosome, la faculté de se diviser; le spermatozoïde la lui rend en lui apportant un nouveau centrosome d'origine exclusivement mâle.

Pourquoi appelle-t-on centrosome ce petit corpuscule que l'on voit entre la tête et la queue du spermatozoïde? C'est parce que, *une fois entré dans l'ovule*, ce corpuscule s'entoure d'un aster rayonnant qui lui donne tout à fait l'aspect du centrosome normal des figures karyokinétiques. Je ne prétends pas que cette interprétation soit erronée; mais, comme je n'oublie pas la notion *indiscutable* de l'équivalence des deux éléments sexuels au point de vue de l'hérédité, je n'accepte qu'avec défiance une théorie qui réduit à néant cette équivalence, surtout lorsque, comme je vais le montrer maintenant, une autre interprétation, *au moins aussi logique*, des faits observés permet de faire accorder la microchimie et l'hérédité.

On a constaté que les cellules d'où dérive l'ovule mûr ont un centrosome; l'ovule mûr n'en a pas¹, mais jamais, au cours de la maturation, on n'a vu l'ovule *éliminer* ce centrosome. Je pense donc qu'il est logique d'admettre qu'au cours des modifications chimiques qui déterminent la maturation, le centrosome, au lieu de rester un élément figuré, se dissout dans la masse totale de l'ovule, où il existe à l'état diffus. La substance correspondante reste au contraire figurée dans le spermatozoïde, où les conditions d'équilibre sont bien différentes, et constitue un granule que j'appelle le *procentrosome mâle*.

Lors de la fécondation, le procentrosome mâle attire à lui la substance du *procentrosome femelle* diffus dans l'ovule, et c'est précisément de cette attraction que résulte la figure *aster* que l'on voit autour du prétendu spermocentre. De telle sorte que le centrosome de l'œuf fécondé résulterait de la fusion de deux éléments équivalents, l'un mâle, l'autre femelle, le premier figuré, le second diffus. Il n'y a ici qu'une interprétation théorique des faits, mais, je le répète, cette interprétation est, au moins, aussi logique que celle qui est enseignée partout, puisque personne n'a jamais vu *éliminer*

¹ Cependant, cela n'est peut-être pas général. Wheeler, par exemple, annonce que, dans le myzostome, c'est l'ovocentre qui existe et non le spermocentre.

l'ovocentre, et, d'autre part, elle a l'avantage de s'accorder avec l'équivalence indiscutable des deux éléments sexuels au point de vue de l'hérédité.

§ 3. — Noyau.

Restent les éléments nucléaires; jusqu'à ces derniers temps, tout le monde était d'accord sur leur équivalence; et, en effet, nous allons voir qu'elle se manifeste morphologiquement d'une manière surprenante.

Pour bien nous en rendre compte, rappelons d'abord en quelques mots comment se comporte le noyau au cours de la *karyokinèse* ou division normale d'une cellule ordinaire. Les études microchimiques ont révélé que le noyau est loin d'avoir une structure homogène; les substances qui le constituent sont nettement distinguées les unes des autres par leurs affinités différentes pour les couleurs d'aniline. En dehors de la période de division, pendant l'intervalle que les micrographes appellent la *période de repos* (quoique ce soit le moment de la grande activité chimique qui détermine l'accroissement de la cellule), les substances les plus avides de matière colorante ou substances *chromatiques* sont réparties d'une manière variable au milieu des substances les moins faciles à colorer. On attribue une importance plus grande aux premières, parce que leur sort est plus facile à suivre au microscope; mais il y a peut-être là un abus.

Au moment où la *karyokinèse* se prépare, il se passe deux phénomènes distincts: 1° la substance chromatique se rassemble en un long filament contourné qui se divise bientôt en plusieurs segments placés bout à bout, ou *chromosomes*, dont le nombre est caractéristique d'une espèce donnée; 2° en même temps, la membrane du noyau disparaît, de sorte que tout ce qui, dans le noyau, n'est pas chromosome, est devenu indistinct du cytoplasma ambiant. Si l'on a quelque souci de la précision du langage, on ne doit donc pas conserver le nom de cytoplasma à la masse cellulaire totale dans laquelle baignent les chromosomes pendant cette phase de la *karyokinèse*, car il est certain que ce prétendu cytoplasma comprend une grande partie de ce qu'on appelait noyau pendant la phase dite de repos.

Je n'insiste pas sur les particularités ultérieures de la *karyokinèse*, ni sur le rôle du centrosome dans ce phénomène remarquable; qu'il suffise de savoir que chacun des chromosomes se fend en deux et que tout se passe de telle manière que chaque moitié de chaque chromosome appartiendra à l'une des deux cellules-filles; chacune des deux cellules-filles aura donc reçu une quantité égale de substances chromatiques et se trouvera contenir, dès le début, le nombre spécifique de chromosomes.

Chacune des deux cellules-filles a également reçu la moitié du centrosome primitif; quant aux autres substances du cytoplasma et du noyau, ce n'est que par induction que l'on croit à leur partage égal entre les deux cellules-filles.

Voilà les traits généraux du phénomène de la *karyokinèse*, dont les découvertes récentes tendent à généraliser l'existence dans toutes les divisions cellulaires normales.

Passons maintenant aux éléments sexuels. Il est aujourd'hui établi que les éléments sexuels, tant mâles que femelles, ne possèdent que la moitié du nombre de chromosomes caractéristique de leur espèce. Voilà, au point de vue des éléments figurés de la cellule, un argument qui plaide en faveur de l'équivalence; et en effet tout le monde admettait jusqu'à ces derniers temps l'équivalence nucléaire du spermatozoïde et de l'ovule, quoique cette équivalence ne fût démontrée en réalité que pour les substances chromatiques des noyaux.

Et cette équivalence nucléaire suffisait à satisfaire les biologistes soucieux de faire accorder la microchimie avec l'hérédité; il n'y avait, pour tout concilier, qu'à admettre que le noyau était le véhicule des propriétés héréditaires, à l'exclusion de tous les autres éléments de la cellule, et c'est ce qu'on a fait; mais je ne sais pas jusqu'à quel point cette affirmation est justifiée.

Les idées de Weissmann ont exercé une grande influence sur l'interprétation des phénomènes sexuels et, maintenant que son système est définitivement condamné, il serait peut-être bon de se débarrasser de toutes les conceptions qu'il a contribué à introduire dans la science. En particulier, c'est à lui que nous devons la manière, erronée à mon avis, dont on explique aujourd'hui le dédoublement du nombre des chromosomes spécifiques dans les éléments sexuels. Il faut avouer, d'ailleurs, que ce dédoublement, il l'avait pour ainsi dire prévu, au moyen d'idées théoriques très ingénieuses, mais absolument téléologiques, de sorte que la découverte de la réduction chromatique dans l'ovule et le spermatozoïde sembla être une vérification *a posteriori* de ses hypothèses et donna une nouvelle solidité à son système.

Sa théorie des plasmas ancestraux est indissolublement liée à celle de l'individualité des éléments figurés de la cellule; je vais essayer de la résumer grossièrement en quelques mots:

Partons de Protozoaires-ancêtres très nombreux, chacun d'eux ayant ses caractères¹ représentés par

¹ Il est inutile de revenir ici sur l'abus de mots qu'il y a dans cette hypothèse de la représentation des caractères (?) par des particules. Tout le monde a compris aujourd'hui que, derrière cette apparence de précision, il n'y a en réalité absolument rien.

une particule très petite, appelée un plasma. La nature, soucieuse d'introduire de la variété dans les individus, détermine la fusion de deux protozoaires *différents* en un seul, qui accumule ainsi deux plasmas (Weissmann considère cette fusion hypothétique et extraordinaire comme une génération sexuelle !); puis, elle détermine encore la fusion de deux cellules à double plasma, ce qui fait une cellule à quadruple plasma, et ainsi de suite; au bout de 10 fusions semblables, il y a déjà 1.024 plasmas ancestraux dans la cellule résultante. C'est comme cela que Weissmann explique l'évolution progressive; mais je n'ai pas à discuter ici tout son système: je veux seulement montrer quelle influence a exercée ce système sur l'interprétation du rôle des éléments figurés de la cellule.

Quoique très petits, ces plasmas occupaient tout de même une certaine place et leur nombre ne pouvait pas s'accroître indéfiniment, de sorte qu'au bout de quelque temps, il y a eu des cellules saturées de plasmas ancestraux et ne pouvant plus en acquérir.

Voilà la nature bien ennuyée de ne pouvoir continuer à introduire de la variété dans les individus, ce qui était pourtant nécessaire au progrès par sélection naturelle! Aussi, qu'a-t-elle imaginé? Elle a dédoublé quelques cellules, leur a enlevé la moitié de leurs plasmas ancestraux, pour leur permettre de se fusionner à d'autres cellules également dédoublées, et l'on conçoit que cela va permettre une variation infinie, à laquelle rien ne mettra plus désormais de limite. Or, ces plasmas ancestraux de Weissmann, leur inventeur les localise dans les *chromomères*, qui sont les éléments constitutifs des chromosomes; chaque chromosome, composé de plusieurs chromomères, représente donc un certain nombre, très considérable, de plasmas ancestraux; chaque chromosome est une individualité définie, à laquelle sont inhérents tous les caractères représentés par les plasmas qu'il contient dans ses chromomères. Le fait de la réduction du nombre de chromosomes dans les éléments sexuels prend ainsi, dans la théorie de Weissmann, une signification immédiate; c'est la préparation naturelle à la fusion, qui donnera un individu nouveau, accumulant des caractères d'origine diverse⁴.

Cependant, ce triomphe de Weissmann n'a pas été de longue durée, car, si, dans certains cas classiques, comme celui du *cyclope* ou de la *salamandre*, les partisans de l'individualité des chromomères trouvent une réduction vraie, un dédoublement vrai

du nombre des plasmas, il y en a d'autres, également classiques, comme celui de l'*Ascaris*, chez lesquels, malgré la diminution du nombre des chromosomes, il est *évident* qu'il n'y a pas eu réduction du nombre des plasmas ancestraux, l'ensemble des chromosomes de l'élément sexuel contenant certainement le quart de *chacun* des chromomères des cellules-mères qui avaient le nombre normal de chromosomes.

Il est curieux de constater la foi robuste des partisans de Weissmann qui, devant une constatation pareille, aiment mieux nier le *fait* observé que de lâcher leur théorie. Wilson, par exemple, dit qu'il attendra, avant de croire ce qui a été découvert chez l'*Ascaris*, que de nouvelles recherches viennent en donner une confirmation.

L'un des résultats les plus néfastes de la théorie de Weissmann a été de faire considérer la réduction chromatique dans les éléments sexuels comme *la cause* de la maturation, alors qu'il est bien évident, en réalité, que c'est la maturation qui est cause de la réduction. Il suffit, en effet, de comparer, sans parti pris, tous les faits bien connus aujourd'hui, pour voir que, s'il y a un phénomène véritablement commun à toutes les maturations d'éléments sexuels et à *elles seules*, ce n'est pas le dédoublement du nombre des chromosomes.

Le plus souvent, en effet, ce dédoublement du nombre des chromosomes, c'est-à-dire du nombre de segments bout à bout en lesquels se fragmente le filament chromatique, se montre dans l'avant-dernière bipartition des cellules de la lignée sexuelle. Mais cela n'a pas toujours lieu; la réduction du nombre des chromosomes apparaît quelquefois beaucoup plus tôt dans la lignée sexuelle, et se transmet de bipartition en bipartition jusqu'aux éléments sexuels eux-mêmes; ainsi en est-il, par exemple, chez le cyclope et la salamandre. C'est encore bien plus remarquable chez les plantes; chez les Cryptogames vasculaires, comme l'*Osmonda* par exemple, le nombre des chromosomes est réduit de moitié, depuis la cellule-mère de la spore qui donne naissance au prothalle, et dans tous les éléments du prothalle, jusqu'aux éléments sexuels. C'est là, évidemment, un résultat très remarquable et qui prouve, dans tous les cas, une différence entre les cellules de la lignée sexuelle et les cellules somatiques; mais, jusqu'à l'avant-dernière division, cette différence ne se manifeste que par cette réduction du nombre des chromosomes; à part cela, tout se passe de la même manière dans les deux catégories de cellules: *chaque karyokinèse est suivie d'une phase de repos*, c'est-à-dire d'une période d'assimilation, *grâce à laquelle les divers éléments de la cellule ont doublé au moment de la division suivante*. De cette manière, la quantité de substance

⁴ Il est à peu près impossible d'admettre aujourd'hui que la fécondation introduit des variations dans les espèces; il semble, au contraire, très probable que la fixité des caractères d'une espèce résulte précisément de la fécondation croisée.

vivante ne diminue pas d'une génération à la suivante. Pour les deux dernières divisions donnant naissance aux produits sexuels, il n'en est plus de même. Ces deux bipartitions ne sont pas séparées par une phase de repos intermédiaire; il n'y a donc pas place à un phénomène d'assimilation entre ces deux bipartitions, et voilà, à mon avis, le phénomène caractéristique de la maturation. En y réfléchissant bien, on voit d'ailleurs, que c'est le seul vraiment général, si l'on compare le cas de l'*Ascaris* à celui du cyclope et des plantes.

Toutes ces considérations amènent à considérer la maturation comme un phénomène chimique, attaquant probablement à la fois toutes les parties de la cellule et modifiant, par suite, les conditions d'équilibre général, de manière à diminuer de moitié la dimension possible de sa masse totale de substance vivante; d'où ces deux bipartitions sans phase de repos intermédiaire, qui sont le seul phénomène général optiquement constatable dans la maturation.

En raisonnant ainsi, on arrive naturellement à penser que ces phénomènes chimiques desquels résulte la maturation et qui transforment les éléments des deux sexes en cellules incomplètes et complémentaires, que ces phénomènes chimiques, dis-je, sont également complémentaires dans les deux sexes, et que, si telle partie du protoplasma, par exemple, ou de toute autre substance constitutive de la cellule, est détruite par la maturation dans l'élément femelle, c'est précisément cette même partie qui est conservée dans l'élément mâle; ou, en termes plus précis, étant donnée une molécule quelconque d'une cellule spécifique, une partie de cette molécule sera conservée dans l'élément mâle, la partie complémentaire étant, au contraire, conservée dans l'élément femelle; et cela permet de comprendre rigoureusement ce qu'on entend par équivalence des éléments des deux sexes, indépendamment de leur morphologie propre. Je n'insiste pas sur cette interprétation, que j'ai longuement développée ailleurs¹.

Après avoir discuté l'équivalence des éléments sexuels envisagés seuls, il faut maintenant les étudier dans l'acte de la fécondation.

III. — FÉCONDATION.

C'est un fait absolument général que les éléments des deux sexes d'une même espèce s'attirent quand ils se trouvent à une distance, même assez considérable, dans un milieu déterminé; le plus petit, ou élément mâle, se déplace donc vers le plus gros ou élément femelle et pénètre à son

intérieur. C'est là le phénomène de la fécondation.

N'envisageons, pour le moment, que les cas de sexualité absolue, comme nous les avons définis plus haut, c'est-à-dire les cas dans lesquels chacun des éléments, considéré seul, est incapable de se développer. Alors, avec notre interprétation précédente de la maturation, le phénomène de la fécondation se comprend très bien: chaque molécule incomplète de l'élément mâle complète la molécule incomplète correspondante de l'élément femelle, d'où résulte une cellule nouvelle, formée de toutes les substances vivantes de l'espèce considérée; c'est l'œuf fécondé, qui sera le point de départ du nouvel individu. Cela explique parfaitement l'équivalence absolue des deux sexes au point de vue de la transmission des propriétés héréditaires.

Mais, revenons au langage morphologique courant: on considérerait jusqu'à ces derniers temps que, dans l'acte de la fécondation, l'élément femelle fournissait le protoplasma (tout ou partie, suivant les auteurs) et la moitié du noyau; l'élément mâle apportait, peut-être un peu de protoplasma, le centrosome et la moitié du noyau. J'ai montré plus haut qu'il était un peu hâtif de considérer l'inéquivalence des éléments des deux sexes comme établie en ce qui concerne le protoplasma et le centrosome; mais, du moins, tout le monde semblait d'accord au sujet de l'équivalence des éléments nucléaires des deux sexes. Des expériences récentes viennent de tout remettre en question.

Depuis plusieurs années déjà, les frères Hertwig avaient montré que des ovules d'oursin auxquels on avait réussi, par une agitation convenablement réglée, à enlever leur noyau, pouvaient néanmoins attirer des spermatozoïdes, et qu'un spermatozoïde, pénétrant dans un de ces ovules sans noyau, déterminait sa segmentation. Un peu plus tard, Boveri montra que de telles fécondations d'ovules énucléés, non seulement donnaient lieu à une segmentation, mais même pouvaient arriver à produire de petites larves qui ne différaient des larves normales que par leur dimension moindre; à part cela, ces larves naines avaient tout à fait l'apparence des larves provenant de la fécondation d'ovules nucléés.

Cette expérience aurait conduit à douter de l'utilité du noyau de l'ovule dans l'acte de la fécondation et aurait ainsi détruit la notion de l'équivalence dans son dernier retranchement, si une remarque du même auteur n'avait immédiatement mis en garde contre une interprétation trop hâtive.

On sait que les différentes espèces d'oursins présentent, comme caractère commun de développement, d'avoir une forme larvaire extrêmement curieuse, le *pluteus*, qui ressemble grossièrement à une petite tour Eiffel. Pour quelques espèces, ces

¹ *La Sexualité*. Collection *Scientia*.

pluteus ne diffèrent pas sensiblement les uns des autres; cependant, les larves de *Sphærechinus granularis* et d'*Echinus microtuberculatus* sont extrêmement distinctes. Eh bien! en fécondant avec un spermatozoïde de la seconde espèce un ovule énucléé de la première, Boveri a obtenu un *pluteus*, nain il est vrai, mais identique, sauf les dimensions, à ceux de l'espèce *E. microtuberculatus*, sans aucun caractère emprunté à l'espèce *Sp. granularis*.

Cette observation est très importante au point de vue de l'interprétation du rôle du noyau femelle dans la fécondation, car elle montre, en toute évidence, que, dans les fécondations normales, ce noyau joue un rôle considérable, puisqu'une fécondation d'un ovule nucléé d'une espèce, par les spermatozoïdes de l'autre espèce, aurait donné un *pluteus* hybride à caractères mixtes.

Il y a encore autre chose dans cette dernière observation de Boveri: car, ainsi que le fait remarquer M. Giard, elle prouve que la fécondation des oursins considérés n'a pas lieu dans un cas de *sexualité absolue*. Cette particularité du spermatozoïde de l'espèce *microtuberculatus* se développant dans un morceau de protoplasma énucléé de *Sp. granularis* en donnant une larve *microtuberculatus* PURE, prouve qu'il y a là, en réalité, un cas de parthénogénèse. Le spermatozoïde en question n'était pas une cellule vraiment incomplète: sa maturation, c'est-à-dire ce phénomène chimique destructif auquel nous avons fait allusion précédemment, avait été imparfaite, puisqu'il suffisait de lui donner les éléments nutritifs qui lui manquaient pour lui permettre de se développer; il trouvait ces éléments nutritifs dans le cytoplasma de l'espèce *Sp. granularis* et se développait grâce à cela, sans qu'il y eût eu, à proprement parler, fécondation.

Et ce cas serait, à mon avis, tout à fait comparable à celui que nous avons vu plus haut, être normal chez les abeilles; seulement, chez les abeilles l'élément à maturation imparfaite était l'ovule; ici, c'est le spermatozoïde. A part cela, indépendamment de l'emprunt de réserves nutritives faite à un morceau de protoplasma ovulaire dans le cas de l'oursin, on peut établir entre les deux types un parallélisme absolu:

1° L'ovule d'abeille, se développant seul, donne une abeille de race pure; le spermatozoïde d'oursin, se développant seul, donne un *pluteus* de race pure; 2° l'ovule d'abeille, fécondé par un spermatozoïde d'une autre espèce, donne une abeille hybride ayant des caractères mixtes; le spermatozoïde d'oursin, fécondant un ovule nucléé d'une autre espèce, donne un *pluteus* hybride ayant des caractères mixtes.

On voit donc que, interprétée ainsi (et cette inter-

prétation est très vraisemblable), l'expérience de Boveri n'apporte aucune notion nouvelle dans l'étude de la fécondation; elle nous apprend seulement que, probablement, la sexualité des spermatozoïdes d'oursin n'est pas absolue; mais elle n'apporte pas d'argument réel contre l'équivalence nucléaire des éléments des deux sexes dans le cas de sexualité parfaite. Une autre chose intéressante, dans les résultats de Boveri, est le *nanisme* des larves; à ce point de vue, des expériences de Morgan sont encore plus curieuses; cet auteur a pu obtenir des larves normales extrêmement petites au moyen de fragments d'œufs de *Sphærechinus* qui n'avaient guère qu'un cinquième de l'œuf entier.

M. Delage¹ a repris les expériences de Boveri et de Morgan, et il a obtenu des résultats analogues, mais plus complets; il a donné le nom de *mérogonie* à la fécondation d'un morceau d'ovule par un spermatozoïde; ses expériences ne se sont pas limitées aux Échinodermes: il a obtenu des larves mérogoniques avec des fragments énucléés d'ovules de Mollusques (*Dentale*) et de Vers (l'annélide polychète, *Lanice conchylega*). Pour tous ces types, M. Delage a obtenu un développement complet jusqu'à la forme larvaire typique: *pluteus* chez l'oursin, *veliger* chez le Mollusque, *trochosphère* chez l'annélide; il a en aussi une blastule naine, mais normale, au moyen d'un morceau d'œuf qu'il évalue à $\frac{1}{37}$ de l'ovule normal, ce qui rappelle les

observations de Morgan. Enfin, il a réussi des hybridations mérogoniques entre trois espèces d'oursins; mais il ne dit pas si, comme Boveri, il a constaté que le *pluteus* fût de l'espèce pure qui avait fourni le spermatozoïde.

De tous ces résultats, M. Delage a tiré de nombreuses conclusions, dont quelques-unes sont particulièrement intéressantes et dont d'autres sont, au contraire, bien difficiles à accepter:

« D'après certaines théories actuellement en cours, dit-il, les chromosomes auraient une individualité, une personnalité permanentes au milieu des multiples avatars de leur évolution. Les expériences de mérogonie m'ont permis de soumettre cette idée au contrôle de l'expérience, quand on aurait pu croire qu'elle était condamnée à rester dans le domaine de la spéculation. Les cellules somatiques de l'*Echinus* ont 18 chromosomes; les cellules sexuelles mûres en ont donc 9. Les œufs normaux en ont 9 maternels et en reçoivent 9 du spermatozoïde, ce qui rétablit le nombre normal 18. Dans la mérogonie, le fragment ovulaire a 0 chromosome, le spermatozoïde lui en apporte 9; il devrait donc y en avoir 9 seulement dans les cellules de la larve. Or, il y en a 18; voilà le fait! J'ai pu, surmontant des difficultés très grandes, les colorer et les mettre en évidence chez les deux larves sœurs jumelles

¹ Y. DELAGE: Sur la fécondation mérogonique et ses résultats. *C. R. Acad. Sc.*, 23 octobre 1899.

issues d'un même œuf, et constater qu'elles avaient, l'une comme l'autre, 18 chromosomes, comme les larves provenant d'œufs intacts. Que s'est-il donc passé? Il s'est passé ceci que la cellule de l'embryon mérogonique, qui, à un moment donné, a reçu 9 chromosomes seulement, a néanmoins, en sortant de l'état de repos, sectionné son filament chromatique en 18 morceaux. »

Pour ce qui est de la négation de l'individualité des chromosomes, je trouve que M. Delage a parfaitement raison; j'ai moi-même essayé, il y a plusieurs mois, de montrer que cette manière d'envisager les faits est erronée¹; elle est entrée dans la science avec le Weissmannisme et elle doit être abandonnée comme lui. Je crois que les chromosomes sont des *figures* qui dépendent des conditions d'équilibre réalisées dans la cellule et que, s'il y en a deux fois moins dans les éléments sexuels et souvent dans leurs ancêtres immédiats, c'est pour des raisons mécaniques spéciales, réalisées dans ces cellules. Aussi trouvé-je, dans cette constatation de M. Delage, du retour au nombre normal dans les cellules de la larve, une vérification de l'interprétation que j'avais donnée de la réduction chromatique.

Je fais remarquer, en passant, que Boveri avait annoncé le résultat contraire; il avait dit que le nombre de chromosomes restait réduit dans les larves naines résultant de la fécondation mérogonique. Cette divergence entre les résultats de deux observateurs consciencieux, tient à l'extrême difficulté de la numération des chromosomes dans les larves d'oursin. Le résultat de M. Delage paraît, à mon avis, plus vraisemblable que celui de M. Boveri.

Mais voici des conclusions du mémoire de M. Delage, qui me semblent appeler, au contraire, les plus expresses réserves :

« En faisant la statistique des réussites de fécondation chez les œufs coupés et les œufs intacts, placés, pour le reste, dans des conditions absolument identiques, l'on arrive à cette constatation surprenante que, dans les expériences bien faites, la proportion des réussites est, au moins, aussi grande pour les œufs coupés que pour les intacts; fréquemment, elle est plus élevée. Si l'on tient compte de ce fait que le traumatisme opératoire ne peut que nuire aux œufs sectionnés, on est conduit à cette conclusion, qui s'impose, malgré son apparence paradoxale, que la *mérogonie favorise la fécondation*. Je ne puis affirmer, mais tout porte à croire que c'est à l'absence de noyau qu'est dû cet avantage. On a longtemps cru que l'ovule entier était fécondé; il a fallu reconnaître qu'il ne peut l'être qu'après avoir éliminé les trois quarts de son noyau². On a longtemps cru que son centrosome était indispensable à son évolution; il a fallu reconnaître que, le plus sou-

vent, il disparaît avant la fécondation. On est maintenant forcé d'admettre, d'après les expériences de mérogonie, que seul le cytoplasma ovulaire est *nécessaire* à la fécondation; et l'on est conduit enfin à se demander si ce quart restant du noyau n'est pas au moins *inutile* à la fécondation et peut-être à la formation des organes de l'embryon, si (en mettant à part les avantages qui peuvent résulter pour l'espèce du fait de l'amphimixie nucléaire) un œuf qui éliminerait *tout son noyau*, sans traumatisme, par un processus naturel analogue à l'émission des globules polaires, ne serait pas en meilleure condition pour être fécondé et en aussi bonne condition pour se développer, que l'œuf normal intact. »

Ainsi donc, il ne resterait plus *absolument rien* de cette fameuse équivalence que les phénomènes d'hérédité rendent si certaine! Après le centrosome, localisé chez le mâle, voici maintenant que le noyau a le même sort! Pour M. Delage, en un mot, la fécondation se réduit à ceci : la femelle fournit le cytoplasma, le mâle apporte le centrosome et le noyau. Comment alors expliquer que le petit-fils tienne de son grand-père maternel? Car, s'il tient de sa mère les caractères cytoplasmiques, comme elle tenait de son père exclusivement les caractères nucléaires et centrosomatiques, il n'aura *rien* de son grand-père, ce qui est la négation d'un fait acquis. Heureusement, si les expériences de M. Delage sont très intéressantes par elles-mêmes, elles sont susceptibles d'une interprétation autre que celle que leur donne le savant auteur.

D'abord, si, comme l'a suggéré M. Giard, et comme nous l'avons dit plus haut, il y a là un cas de parthénogénèse mâle, les expériences précédentes, tout en nous donnant la notion instructive de cette parthénogénèse nouvelle, n'intéressent en rien la question même de la fécondation, puisque nous sommes dans un cas de *sexualité incomplète*, comparable à celui de l'abeille.

L'observation de M. Boveri, de l'hérédité *unilatérale*, manifestée dans son *pluteus* hybride, plaide en faveur de cette manière de voir et démontre, en même temps, que le noyau femelle joue un rôle indéniable dans la fécondation.

Mais écartons même cette ingénieuse hypothèse et nous verrons que, néanmoins, *l'équivalence des éléments sexuels* dans les cas de sexualité absolue n'est pas menacée. J'ai déjà montré plus haut que le centrosome pouvait logiquement être considéré comme *diffus* dans l'ovule et non comme déficient. Une remarque analogue peut se faire au sujet de la substance nucléaire, dont une grande partie, au moins, nous l'avons vu, pendant la karyokinèse, se trouve mélangée au cytoplasma et, dans l'ovule, *reste mélangée au cytoplasma*. De sorte que, ce qui serait fécondé par un spermatozoïde dans les expériences de mérogonie, ce serait, non pas un morceau de cytoplasma pur, mais une sorte de substance monérienne contenant, intimement mélan-

¹ Les éléments figurés de la cellule et la maturation des produits sexuels. *Rev. scientifique*, 27 mai 1899.

² Mais, précisément, ces prétendues parties *éliminées* sont elles-mêmes fécondables, comme l'a montré Francotte; la division en quatre, qui donne naissance aux trois globules polaires et à l'ovule, est une conséquence et non la cause de la maturation.

gées sans forme figurée, toutes les substances constitutives de la cellule, protoplasma, centrosome, noyau.

Tout autrement en est-il de l'ovule non mûr qui a encore sa vésicule germinative et où, par conséquent, les substances nucléaires ne sont pas diffusées dans le protoplasma; aussi, un morceau d'ovule non mûr ne peut être fécondé, comme le fait remarquer M. Delage, ce qui, d'ailleurs, était bien évident *a priori*, puisque l'ovule non mûr, n'ayant pas subi les phénomènes chimiques de maturation, n'attire pas le spermatozoïde.

Que, dans cette nouvelle interprétation, qui ne fait pas appel à une parthénogénèse mâle, l'hérédité soit exclusivement du côté du père pour l'hybride de Boveri, cela s'explique parfaitement en faisant intervenir les substances constitutives du mâle et de la femelle avec leurs quantités propres; mais je n'ai pas à insister là-dessus dans cet article.

Qu'il me suffise d'avoir montré que ni les obser-

vations sur l'absence de centrosome figuré chez l'ovule mûr, ni les expériences de mérogonie de Boveri, Morgan, Delage..., n'obligent à renoncer à la notion de l'équivalence des éléments des deux sexes dans l'acte de la fécondation. Autrement, il faudrait, en sciences naturelles, renoncer à la logique humaine; l'équivalence est péremptoirement démontrée par les faits d'hérédité; si l'on arrive à prouver, par l'étude directe des éléments sexuels, que cette équivalence n'y est pas morphologiquement constatable, cela condamnera seulement la méthode de raisonnement qui consiste à attribuer aux parties figurées de la cellule une importance *invariable* et amènera à tenir plus de compte des substances chimiques actives, dont le microscope, à lui seul, ne peut pas toujours révéler la présence dans les éléments cellulaires.

Félix Le Dantec,

Chargé de cours
à la Faculté des Sciences de Paris

LA QUESTION DES PEPTONES

La question des peptones est une de celles qui intéressent le plus vivement le médecin, car depuis le jour où le phénomène de la digestion a été connu dans ses grandes lignes, on a été tout naturellement amené à chercher à utiliser les produits de la décomposition peptique de l'albumine pour suppléer à l'insuffisance de la fonction stomacale du malade. On voulait ainsi donner tout prêt un aliment directement absorbable. Il est donc de la plus haute importance de chercher à bien se rendre compte de ce qu'on doit entendre exactement par le mot *peptone*, et notre but, dans cette courte étude, est de montrer ce que les différentes Écoles comprennent aujourd'hui sous cette dénomination. Nous ferons d'abord très rapidement l'historique de la question, pour bien faire saisir comment on a été amené peu à peu aux conceptions actuelles.

I

C'est un Français, Mialhe¹, qui chercha le premier, en 1846, par des procédés précis, à se rendre compte des transformations subies par les matières albuminoïdes dans la digestion stomacale, la seule dont nous nous occuperons ici. C'est lui qui, pour désigner le mélange final, créa le mot *albuminose*, et c'est lui qui eut le grand mérite de voir

que la plus grande partie des albuminose est précipitée par les sels des métaux lourds, observation qui devait être plus tard si bien utilisée par l'École allemande.

En 1850, Lehmann² appelle *peptones* les substances qui résultent de la digestion peptique. Il constate que leurs propriétés sont très voisines de celles des albuminose de Mialhe et il a soin de distinguer une albumine-peptone, une fibrine-peptone, une caséine-peptone. Le premier, il émet l'opinion que les peptones sont directement absorbées dans l'intestin.

Puis Mûlder³ montre que la digestion de l'albuminose peut être poussée assez loin pour qu'on n'ait plus de précipité par la neutralisation de la liqueur.

Donc, jusqu'en 1858, on ne signale qu'un groupe de corps obtenus dans la digestion peptique et on appelle ces corps *albuminose* (Mialhe) ou *peptones* (Lehmann). Meissner³ fait une étude plus approfondie du sujet. Il constate que la neutralisation du liquide de digestion donne, en général, un précipité: il l'appelle *parapeptone* (aujourd'hui *syntonine*). Il voit que certaines substances donnent toujours un résidu inattaquable par le suc gastrique: c'est la

¹ *Zehrbuch der physiol. Chemie*, 1853, vol. I, p. 317-319.

² *Archiv f. d. holländ Beitrage zur Natur und Heilkunde*, vol. II, 1858.

³ *Zeit. f. rat. med.*, VII, VIII, X, XII, XIV.

¹ *Gazette méd. des Hôpitaux*, 1846, n° 32, et *C. R. Académie des Sciences*, 1846.

dyspeptone (aujourd'hui *nucléine*). Enfin, dans la partie soluble, il signale trois peptones : *a*, *b*, *c*, qu'il distingue suivant leur mode de précipitation par l'acide nitrique et le ferrocyanure de potassium acétique. La peptone n'est précipitable ni par l'acide azotique, ni par le ferrocyanure de potassium acétique : c'est cette définition qu'accepteront simultanément, vingt ans plus tard, Herth¹ en Allemagne, Henninger² en France, Danilewski en Russie.

Le travail de Meissner fut vivement critiqué par ses successeurs et en particulier par Maly³. Ce dernier soutint que la différence des précipités obtenus par Meissner tenait beaucoup plus à la concentration des dissolutions qu'à la nature des substances dissoutes. C'est une critique que nous retrouverons à propos des travaux des Écoles modernes.

Meissner avait cru que, sous l'influence de la digestion, la molécule albuminoïde se séparait en deux groupes dont l'un constituait la parapeptone : Brücke⁴ eut le mérite de voir que cette parapeptone n'est pas un produit final de la digestion, mais, au contraire, un produit intermédiaire, qu'on obtient facilement sous l'influence seule des acides dilués. Il distingua ensuite deux sortes de peptones : l'une soluble dans l'alcool chaud ou froid, *alcophyr*, l'autre, insoluble, *hydrophyr*, ayant encore des propriétés très voisines de celles de la substance albuminoïde primitive.

Adamkiewicz⁵ fit une remarque très intéressante : c'est qu'avec une dilution convenable, les précipités des peptones disparaissent à chaud, ce que ne font pas les précipités des matières albuminoïdes.

Schmidt-Mulheim⁶ ne fit pas faire un pas à la question : sa propeptone est la parapeptone de Meissner ou syntonine actuelle.

Entin Salkowsky⁷ admit trois degrés dans la peptonisation des matières albuminoïdes, et il distingua : les *syntonines* précipitables par simple neutralisation, les *propeptones* précipitables par le chlorure de sodium en présence d'acide acétique, les *peptones* restant en solution.

Nous n'avons pas l'intention de donner ici le tableau complet de toutes les tentatives qui ont été faites pendant les trentes dernières années, surtout en Allemagne, pour arriver à une connaissance plus exacte des différents produits de la digestion pep-

tique. Cette énumération serait fastidieuse et, étant donnés les résultats obtenus par les différents auteurs, servirait fort peu à éclairer la question, aux yeux de nos lecteurs. Mais nous devons revenir sur nos pas, remonter à une époque antérieure et voir comment les belles recherches de M. Kühne et de ses élèves ont amené l'École allemande à une conception assez précise, longtemps acceptée, des différents produits de la digestion peptique des matières albuminoïdes.

Le début des travaux de M. Kühne¹ sur la digestion remonte à une trentaine d'années; il les a poursuivis avec la plus louable assiduité pendant tout le cours de sa longue carrière de professeur, et encore aujourd'hui c'est avec acharnement qu'il défend son œuvre, menacée pourtant par les recherches des Écoles voisines. Comme Meissner, M. Kühne admet que, sous l'influence de la digestion, la substance albuminoïde se décompose en deux groupes : l'hémi-groupe et l'anti-groupe, de sorte qu'on a immédiatement l'hémi-albumine et l'anti-albumine, identique à l'hémi-protéine de Schützenberger². Puis, chacun des deux groupes s'hydrate parallèlement, donnant l'hémi-albumose et l'anti-albumose; le troisième degré de la digestion comprend l'hémi-peptone et l'anti-peptone. Leur mélange constitue l'*ampho-peptone*, et c'est toujours l'*ampho-peptone* que donne la digestion physique.

Enfin, dans chacun des deux groupes d'albumoses, hémi et anti, M. Kühne distingue les proto-albumoses, les hétéro-albumoses, les dysalbumoses et les deutéro-albumoses :

La *proto-albumose* est soluble dans l'eau froide et dans l'eau chaude; elle est précipitée de ses solutions par le chlorure de sodium à saturation;

L'*hétéro-albumose* est insoluble dans l'eau froide et dans l'eau chaude, mais soluble en présence de chlorure de sodium; un excès de sel la précipite;

Dans la digestion de la syntonine, il y a *formation simultanée* de proto-albumoses et d'hétéro-albumoses aux dépens de parties différentes de la molécule albuminoïde;

L'hétéro-albumose, laissée longtemps en contact avec l'eau ou, au contraire, desséchée, subit une sorte de dénaturation qui la rend insoluble dans l'eau chaude ou froide et insoluble dans les solutions salines : c'est la *dysalbumose*. Elle est soluble dans les acides et les bases, et elle est alors précipitée par le chlorure de sodium;

La *deutéro-albumose* est soluble dans l'eau; elle est précipitée par le chlorure de sodium, mais seulement en présence d'un acide, par exemple de l'acide azotique.

¹ *Zeit. f. physiol. Chem.* Bd I, p. 277, 1877.

² *C. R. Acad. des Sc.*, vol. LXXXVI, 1879.

³ *Pflüger's Archiv*, IX, 1884.

⁴ *Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wiss.* 1859 et 1870. Vorträge über Physiologie, Bd I, p. 316-320, 1885.

⁵ *Die Natur und Nährwerth des Peptones.* Berlin, 1877.

⁶ *Archiv f. Anat. und Physiol.*, 1880.

⁷ *Virchow's Archiv*, Bd LXXXI.

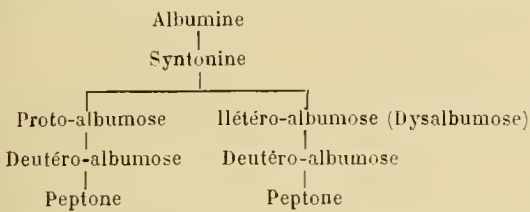
¹ *Virchow's Archiv*, Bd XXXIX, p. 430, 1867.

² *Bulletin Soc. chim.*, Paris, t. XXIII, p. 466, 1875.

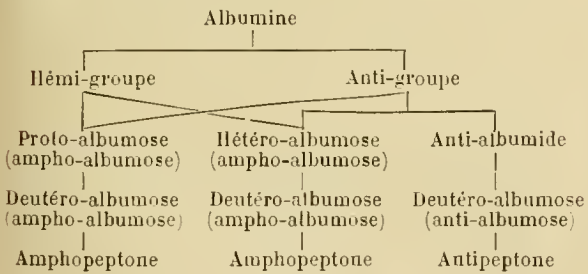
Enfin, c'est par la saturation avec le sulfate d'ammoniaque que M. Kühne sépare les peptones. Nous verrons son procédé avec plus de détails en constatant le parti qu'en a tiré de M. Neumeister. Retenons seulement que les membres de l'hémi-groupe se peptonisent bien plus facilement que ceux de l'anti-groupe et que l'hémi-peptone, attaquée par la trypsine, donne des produits de décomposition plus avancés, tels que les acides amidés, pendant que l'anti-peptone résiste, du moins d'après M. Kühne.

II

Mieux que cette énumération aride, le schéma suivant fera saisir les modifications successives que subit l'albumine au cours de la digestion gastrique :



Mais ce schéma met mal en évidence l'hypothèse de M. Kühne relative à l'existence de deux groupes hémi et anti. En voici un second, emprunté à l'ouvrage de M. Neumeister (p. 248), où l'on voit clairement les décompositions successives que subissent les deux groupes hémi et anti :



Il est évident, à l'inspection de ce schéma, comme le fait remarquer M. Neumeister, que l'expression hémi-peptone n'a plus qu'une signification théorique et que, d'autre part, le terme hémi-albumose doit disparaître de la littérature.

D'ailleurs, que cette partie théorique ne nous fasse pas perdre de vue le côté pratique de la question, et rappelons-nous que c'est toujours l'amphopeptone qu'on cherche à obtenir dans la digestion gastrique.

Voici comment M. Neumeister¹ sépare ces différents produits :

Etant donné un liquide de digestion, bien clair après filtration, on le neutralise avec de la lessive

de soude étendue : les *syntonines* se précipitent ; on filtre, on acidifie la liqueur *très légèrement* avec quelques gouttes d'acide acétique étendu, et on ajoute un volume égal d'une solution saturée de chlorure de sodium ; on fait bouillir ; l'albumine, qui avait été simplement dissoute et non atteinte par la digestion, se coagule ; après refroidissement, on la sépare par filtration.

Pour isoler les *albumoses*, la liqueur acidifiée est saturée de sulfate d'ammoniaque en poudre. Les albumoses sont précipitées ; on les retient sur un filtre et on les reprend par de l'eau distillée. Les sels sont enlevés par la dialyse ou par la baryte. Le chlorure de sodium permet ensuite de séparer les produits les uns des autres.

Voici, enfin, le procédé employé par M. Kühne¹ pour obtenir les peptones gastriques. Le liquide de digestion convenablement étendu, privé de l'albumine et de toutes les autres substances coagulables, est neutralisé, puis saturé à l'ébullition par du sulfate d'ammoniaque en poudre. Après refroidissement, on sépare les albumoses précipitées et aussi l'excès de sel qui s'est déposé. On chauffe de nouveau le liquide et, à ébullition commençante, on le rend fortement alcalin avec de l'ammoniaque et du carbonate d'ammoniaque. On le sature alors de sulfate d'ammoniaque ; on laisse refroidir et on sépare les albumoses précipitées. Enfin, on chauffe pour la troisième fois le liquide, et jusqu'à disparition de toute odeur ammoniacale ; on sature encore une fois à chaud avec du sulfate d'ammoniaque, et on acidifie notablement avec de l'acide acétique ; on a un troisième précipité, qu'on sépare après refroidissement. Les peptones restent alors seules en solution. Pour éliminer les sels, la liqueur acide est évaporée à l'ébullition. La solution concentrée est débarrassée du dépôt salin formé après refroidissement et traitée par $\frac{1}{3}$ de son

volume d'alcool ; on filtre, et la liqueur se divise bientôt en deux couches : une couche supérieure riche en alcool, une couche inférieure riche en sels. Avec une ampoule à robinet, il est facile de les séparer. On traite de nouveau la solution riche en sels par de l'alcool jusqu'à commencement de précipitation, et, comme précédemment, au bout de quelque temps on sépare, au moyen de l'ampoule à robinet, les deux couches formées, et l'on répète l'opération. Finalement on n'a qu'un résidu très riche en sels, qu'on rejette. Les solutions riches en alcool sont réunies ; elles contiennent relativement peu de sulfate d'ammoniaque, mais beaucoup de peptones. Placées dans un mélange réfrigérant, elles aban-

¹ VON R. NEUMEISTER : Lehrbuch der physiolog. Chemie, 1897, p. 238.

¹ Zeit. f. Biologie, N. F., Bd. 11, 1891. — Lire aussi : P. BALKE : Zeit. f. phy-iol. Chemie, Bd XXII, 1877, p. 249.

donnent encore du sel. Le liquide séparé est concentré à l'ébullition, ce qui élimine l'alcool; puis, par le carbonate de baryte, on élimine l'acide sulfurique; on filtre pour séparer l'excès de carbonate de baryte et le sulfate de baryte formé. On chauffe le filtrat et l'excès d'ammoniaque est enlevé par un fort courant d'air; les dernières traces de baryte sont précipitées par de l'acide sulfurique étendu. L'opération est terminée quand un essai ne se trouble ni par l'acide sulfurique ni par le chlorure de baryum. La liqueur est concentrée au bain-marie aussi fortement que possible, puis traitée par l'alcool absolu. Le précipité est bien lavé à l'alcool et la peptone est finalement desséchée dans le vide sur l'acide sulfurique.

M. Neumeister (p. 239) ajoute que la peptone ainsi obtenue ne contient plus qu'une trace de chlorure de sodium, si on a eu soin de prendre de la pepsine et de la fibrine, l'une et l'autre bien pures.

Tel est le procédé que M. Kühne et ses élèves ont longtemps utilisé pour obtenir les différentes albumoses ou les peptones. On voit que, par définition, le professeur allemand appelle « *peptones* » l'ensemble des corps qui, dans un liquide de digestion, ne sont pas précipitables par le sulfate d'ammoniaque. Il obtient ainsi un mélange très complexe, qui se présente sous l'aspect d'une poudre amorphe, *jaune comme du miel*, d'un *goût amer*, excessivement désagréable (Neumeister, p. 234). Ce sont les caractères que présentent, en général, les peptones du commerce.

Or, comme l'a bien fait observer en France M. le Professeur A. Gautier, ces caractères indiquent la présence de produits de décomposition plus avancés que les peptones, tels que toxalbumines ou alcaloïdes solubles dans l'alcool, et c'est la purification de ces peptones qu'a poursuivie l'École française. Elle a renoncé complètement à l'emploi du sulfate d'ammoniaque, qui est toujours très pénible à enlever, et elle a repris la vieille définition de Meissner qui appelait *peptones* les corps qui, dans un liquide de digestion, ne précipitent plus par le ferrocyanure de potassium acétique¹. M. A. Gautier² utilise uniquement l'alcool pour obtenir ces produits. Voici son procédé :

Après avoir fait une digestion en milieu sulfurique (6 ‰), cet acide est éliminé par l'hydrate de baryte. On filtre, on évapore à consistance sirupeuse, et on ajoute peu à peu de l'alcool à 83°, jusqu'au moment où le liquide se trouble et se sépare en deux couches : l'une inférieure, visqueuse, peu abondante; l'autre supérieure, peu colorée. On sépare cette dernière et on la verse par minces

filets, en agitant sans cesse, dans six fois son volume d'alcool à 98°; après un repos de deux jours, le dépôt qui s'est formé est redissous dans le minimum d'eau possible, et de nouveau précipité par l'alcool fort, comme il vient d'être dit. Cette peptone est alors épuisée par l'alcool à 93° bouillant, qui la dissout et la laisse se reprécipiter par concentration. On rejette les eaux-mères chaque fois; enfin on traite cette peptone à deux ou trois reprises par l'éther. On la reprend par l'eau et la solution aqueuse, concentrée, est enfin reprécipitée une dernière fois en la versant lentement dans de l'alcool à 99°, qu'on agite constamment.

Tel est le procédé recommandé par M. le Professeur A. Gautier pour obtenir les peptones. Ainsi préparées, elles forment une masse pulvérulente, amorphe, *blanche*, sans odeur, de saveur très faible, *à peine sensiblement amère*¹. Leur solution ne se précipite pas par le ferrocyanure de potassium acétique; elle ne blanchit pas quand on ajoute du sulfate d'ammoniaque en poudre et en excès. Ces peptones répondent donc bien à la définition de M. Kühne. Elles ont sur les peptones allemandes le grand mérite d'être débarrassées de produits toxiques sur lesquels nous aurons à revenir plus loin.

111

Mais les peptones ainsi définies, en dehors de l'intérêt scientifique qu'elles présentent, méritent-elles d'attirer l'attention du médecin? Nous allons répondre à cette question en donnant l'avis de l'École russe.

Le Professeur Morokowetz (de Moscou) s'est toujours élevé contre l'hypothèse de Kühne sur la formation des deux groupes hémi et anti. Avec Salkowski, il se borne à distinguer les syntonines, les albumoses et les peptones.

D'ailleurs, ce sont surtout les travaux de M. Danilewski² (de Saint-Petersbourg), poursuivis patiemment pendant de longues années, qui sont généralement acceptés en Russie. Or, l'éminent professeur considère comme un mélange absolument hétérogène, tout au plus bon à être rejeté, tout ce qui, dans un liquide de digestion, n'est pas précipitable par le sulfate d'ammoniaque. Les peptones russes ne sont dès lors que des albumoses françaises ou allemandes. Et voici le raisonnement

¹ Dans un ouvrage paru tout récemment : « Guide pratique pour les analyses de Chimie biologique », M. le Dr F. Martz estime qu'une bonne peptone doit être blonde. C'est là certainement une erreur, car la couleur blonde est alors due à un défaut de manipulations.

² Dr D. LAWROW : Sur le chimisme des digestions pepsiques et tryptiques des substances albuminoïdes. *Th. méd.* (en russe), 1898.

¹ On lira, dans la thèse de M. Henninger (De la nature et du rôle physiol. des peptones. *Th. méd.* Paris, 1878, n° 193), comment l'auteur préparait les peptones.

² A. GAUTIER et J. ALBAHARY : *Cent vingt exercices de Chimie pratique* (Masson, éditeur).

de M. Danilewski : Il admet que l'unique but de la digestion est l'hydratation de la molécule albuminoïde, qui la rend ainsi absorbable; mais, d'après lui, ne sont absorbés dans le tube digestif que les groupements fondamentaux qui, par une déshydratation ultérieure, provoquée par la cellule, pourront reconstituer une molécule albuminoïde. Or, dit M. Danilewski, si nous prenons l'ensemble des substances qui restent en solution dans un liquide de digestion après précipitation par un grand excès de sulfate d'ammoniaque, on aura beau essayer de les déshydrater, on n'arrivera jamais à obtenir une substance présentant les réactions colorantes classiques d'Adamkiewicz, de Pettenkofer et de Liebermann, tandis qu'il en est tout autrement pour les substances précipitées par le sulfate d'ammoniaque.

Donc les peptones, telles que les admet M. le Professeur Gautier, telles que les conçoit l'École de M. Kühne, sont considérées par M. Danilewski comme un mélange de substances n'ayant plus les caractères fondamentaux des matières albuminoïdes et ne pouvant plus jouir que d'une valeur alimentaire excessivement restreinte. Le professeur russe use d'ailleurs d'un réactif auquel il attribue la plus grande importance pour reconnaître si une solution de peptones ou d'albumoses contient tous les groupements de l'albumine : c'est le ferment-lab. Utilisant une observation de Okounieff qui avait vu que le ferment-lab coagule les solutions d'albumine, M. Danilewski estime qu'un liquide de digestion ne pourra jouir de propriétés nutritives que si les albumoses en solution sont coagulables par ce ferment¹. Or tous les produits désignés en France et en Allemagne sous le nom de *peptones*, qui ne sont plus précipitables par le sulfate d'ammoniaque, ne donnent pas cette coagulation². Ils ne doivent donc avoir qu'une valeur alimentaire très restreinte.

C'est aussi l'avis de M. le Professeur Kossel (de Marbourg). A la suite des travaux faits dans son laboratoire, son École tend à admettre, de plus, que les deutéro-albumoses et les peptones de M. Kühne doivent être confondues, partant de ce principe que le sulfate d'ammoniaque ne permet pas de séparer rigoureusement ces produits. Dès lors, dit l'École de M. Kossel, si les peptones de M. Kühne jouissent encore de quelques propriétés de l'albumine et possèdent quelque valeur alimentaire, elles le doivent uniquement à une certaine quantité de deutéro-albumoses non précipitées par le sul-

fate d'ammoniaque, qui est un mauvais réactif.

Mais voyons la théorie complète de M. Danilewski. Il soumet à la digestion l'albumine d'œuf (il en distingue d'ailleurs deux espèces). Il la traite par une solution chlorhydrique étendue à la température de 45°. Il a une solution qui, neutralisée, donne un précipité : c'est la *syntonide*. La solution de syntonide, soumise à l'action de la pepsine, donne deux groupes de substances : l'un *syntoprotalbine*, l'autre *peptique*. Le premier groupe comprend les *syntoprotalbines* α , β , γ , toutes trois insolubles dans l'eau froide et l'alcool froid. Elles diffèrent entre elles par leur solubilité dans l'eau chaude et l'alcool chaud, la solubilité allant en augmentant de α à γ . Elles diffèrent aussi par leur manière de réagir en présence de l'acide azotique. La solution aqueuse de α donne avec l'acide azotique un précipité insoluble dans un excès d'acide; la solution de β donne un précipité soluble dans un excès d'acide; la solution de γ ne précipite pas.

Le premier terme du groupe peptique est le *syntogène* à réaction neutre; puis, viennent les *pseudo-peptones* et les *peptones*, qui ont des réactions acides et décomposent facilement les carbonates. Ces trois produits sont solubles dans l'eau froide et diffèrent entre eux par leur solubilité dans l'alcool. Le syntogène se dissout dans l'alcool à 10-15 %; les pseudo-peptones dans l'alcool à 30-35 %; les peptones dans l'alcool à 70-75 %. En outre, le ferrocyanure de potassium a, sur ces trois groupes de corps, une action caractéristique. Les syntogènes sont précipités immédiatement; les pseudo-peptones ne sont précipités que très lentement; les peptones ne sont pas précipités par ce réactif.

Les peptones soumises à une digestion plus profonde donnent ensuite des produits qui ne contiennent plus tous les groupements de la molécule albuminoïde. L'un de ces produits et le plus important est le *glutinoïde*, qui ne contient plus de leucine ni de tyrosine, qui peut donner du glycocole et qui fournit encore la réaction du biuret.

Voici maintenant le procédé suivi par M. Danilewski pour obtenir ces différents produits :

La digestion terminée, on neutralise, on filtre et on précipite par le sulfate d'ammoniaque à saturation à chaud, en milieu successivement neutre, alcalin et acide, suivant la méthode de M. Kühne. Le précipité est repris par l'eau. Le sulfate d'ammoniaque est éliminé par la baryte. On filtre, on évapore à siccité et on épuise par de grandes quantités d'alcool de concentrations différentes. On a ainsi les différents termes du groupe peptique.

Comme on le voit, M. Danilewski appelle *peptones* le groupe de corps qui est précipitable par le sulfate

¹ Le mot « coagulation » est pris ici dans un sens tout particulier et correspond plutôt à un phénomène de condensation.

² VON D^r LAWROW : Zur Kenntniss des Chemismus der Verdauung der Eiweissstoffe. *Zeit. f. physiol. Chemie*, 1899. Bd XXVI, II. 6.

d'ammoniaque et qui, pourtant, n'est pas précipitable par le ferrocyanure de potassium acétique.

Voilà donc une peptone qui diffère de la peptone de M. Gautier et de la peptone de M. Kühne, et nous avons aussi raison de dire que la peptone de M. Gautier différerait de la peptone de M. Kühne. M. Kossel va plus loin et croit que tous ces produits ne sont que des mélanges.

IV

Malheureusement, bien peu d'expériences vraiment scientifiques ont été faites pour confirmer ou infirmer les hypothèses des différentes Écoles concernant la valeur nutritive de ces matières. Cela se comprend un peu, car la préparation de ces corps est toujours très pénible si l'on veut en obtenir une provision suffisante et, d'autre part, toutes les recherches faites avec des peptones du commerce n'ont évidemment aucune valeur. Il semble pourtant résulter de quelques recherches que les peptones n'ont qu'une très faible valeur alimentaire, bien plus faible même que les albumoses; nous sommes tenté de croire, quant à nous, que les albumoses, elles-mêmes, ne sont pas préférables aux matières albuminoïdes données en nature, même à des malades.

D'ailleurs, à propos des peptones et surtout à propos des albumoses, il est une question très importante qu'on ne peut passer sous silence, c'est celle de leur toxicité.

On a beaucoup discuté, ces dernières années, surtout en France, la question de la toxicité des peptones. Nous ne serons pas surpris de ce que les auteurs, trouvant des résultats différents, aient prétendu chacun de son côté, être dans le vrai, car chacun d'eux avait raison. Mais chacun d'eux aurait dû aussi commencer par définir ce qu'il entendait par le mot « peptone » et ne pas appliquer les résultats qu'il avait trouvés aux produits non comparables des autres expérimentateurs. Au fond, c'était là une simple querelle de mots.

Mais il est un point que nous tenons à bien mettre en lumière. M. le docteur Fiquet¹, qui croit avoir préparé des peptones d'après le procédé de M. Gautier, et qui a étudié leur toxicité et leur pouvoir nutritif, propose comme conclusion de son travail, « de ne donner ces produits aux malades que lorsque leur pureté aura été constatée et qu'une injection intra-veineuse de 2 grammes au moins par kilogramme d'animal faite à des lapins ou à des cobayes n'aura pu troubler leur état général. »

Nous nous élevons formellement contre ce critérium et voici pourquoi : Certainement, comme l'a très bien vu M. le Professeur Gautier, les peptones du commerce contiennent, en général, des alcaloïdes toxiques; mais ces alcaloïdes n'ont pas encore été suffisamment étudiés pour qu'on ne puisse pas chercher une autre cause à la toxicité des peptones. Nous croyons, quant à nous, que, pour la plus grande partie, cette toxicité tient, non à ces alcaloïdes, mais aux résidus protaminiques mis en liberté par la digestion gastrique. En injection intra-veineuse, les protamines sont excessivement toxiques (Kossel, Lilienfeld, Thomson). Dans le tube digestif, au contraire, elles sont bientôt décomposées et donnent des produits secondaires, qui ne provoquent des accidents que si on en absorbe de grandes quantités. Il en est de même, d'ailleurs, avec les nucléo-albumines.

On n'a donc pas le droit de conclure de la toxicité d'une peptone en injection intra-veineuse à sa toxicité en tant qu'aliment. La thèse de M. Fiquet nous permet même de conclure contre ses assertions. Il a trouvé, en effet, que les albumoses sont plus nutritives que les peptones purifiées (p. 60). Or, ses albumoses en injection intra-veineuse empêchent toujours la coagulation du sang chez le chien. Il n'y a donc pas de rapport entre leur pouvoir anticoagulant et leur pouvoir nutritif.

C'est un raisonnement semblable que nous appliquerons aussi aux recherches de Pollitzer², qui, dès 1885, avait vu que la protalbumose, l'antipeptone et l'amphopeptone n'empêchent pas la coagulation du sang à la dose de 0,30 par kilo d'animal, tandis que l'hétéroalbumose l'empêche déjà à très faible dose. Cette différence de toxicité dépend, selon nous, d'une teneur plus ou moins grande en substances protaminiques. Dès lors, si une albumose ou une peptone en injection intra-veineuse n'est pas toxique, c'est qu'elle est débarrassée de ses toxalbumines d'abord, mais aussi et surtout des résidus protaminiques. Mais alors c'est un aliment incomplet, dans le sens où l'entend M. le Professeur Danilewski, et on ne doit pas s'étonner de ne plus lui trouver qu'une valeur alimentaire restreinte.

Mais les peptones ont-elles au moins une composition définie? Nous pouvons répondre hardiment par la négative et sans avoir recours aux nombreuses analyses qu'on en a faites et qui prouvent qu'on n'a jamais pu obtenir deux fois de suite le même corps; nous rappellerons que, dès 1871, M. Lubarine³ voyait déjà qu'une digestion peptique poussée à fond avec une bonne pepsine peut donner de la

¹ E. FIQUET : Contribution à l'étude des dérivés protéiques des albuminoïdes naturels. Thèse de la Faculté de Médecine, Paris, 1897.

² *Verhand. der nat. med. Vereins zu Heidelberg N. F.*, Bd III, Heft 4, p. 292.

³ VON F. HOPPE-SEYLER : *Med. chem. Untersuch.* Bd IV, p. 463-483.

leucine et de la tyrosine. Henninger¹ a vérifié le même fait pour la leucine. M. Kuhne nie ces résultats, mais on reviendra certainement sur ces travaux.

Laissant de côté l'amphopeptone, M. Siegfried² lutte en ce moment pour faire admettre au moins l'antipeptone comme une entité. Notre conviction est qu'il se donne là une peine bien inutile, car déjà M. le Dr Kutscher³ a pu isoler dans ce produit, dit purifié, bien des corps divers, et, parmi eux, les bases hexoniques.

V

Comme conclusion, nous dirons donc que scientifiquement nous ne connaissons encore rien de la nature des peptones ou de leur constitution, et que les expériences correctement conduites manquent pour établir la valeur alimentaire de ces produits, sur la préparation desquels les avis sont si parta-

gés. Que pourrions-nous dire dès lors des peptones commerciales? Les observations cliniques faites jusqu'à ce jour avec ces produits ne prouvent absolument rien. Mais, hélas! il faut tenir compte de la mode et de l'influence de la réclame.

M. le Dr R. Romme écrivait récemment ici-même⁴ que la somatose était, tout au plus, bonne à provoquer la diarrhée, ce qui indique déjà un pouvoir toxique assez considérable. Cela n'empêchera pas le bon public de continuer à acheter de la somatose, ni les médecins de trouver des malades qui leur diront que cet aliment leur a certainement sauvé la vie. Notre opinion, et c'est par elle que nous terminons, est que nos honorables confrères auront grandement tort de ne pas se méfier de ce que leurs clients leur diront à ce sujet, car certainement, eux médecins, quand ils prescriront des peptones, ne sauront jamais ce qu'ils font absorber à leurs patients.

Dr Elophe Bénech.

REVUE ANNUELLE D'ANATOMIE⁴

I. — HISTOLOGIE GÉNÉRALE. CYTOLOGIE.

§ 1. — Le protoplasma.

Depuis une vingtaine d'années, les études cytologiques se sont considérablement développées; mais l'intérêt tout particulier qu'offrit d'abord aux chercheurs, munis de nouvelles méthodes d'investigation, le noyau, avec ses métamorphoses variées pendant la division, la maturation, etc..., fit négliger un peu le protoplasma. Puis, il faut l'avouer, jusque dans la science, la mode se glisse et vient exercer son habituelle tyrannie, et l'on traverse ainsi des périodes d'engouement momentané pour tel ou tel sujet. Mais la cellule est un organisme dont les deux parties capitales, noyau et protoplasma, sont tellement solidaires qu'on ne saurait longtemps les séparer. Aussi, voici, cette année et dans les toutes dernières, un regain de travaux sur le corps cellulaire.

Devons-nous d'abord conserver ce mot de *protoplasma*? Flemming⁵, qui l'a attaqué depuis long-

temps, revient à la charge à propos d'un article de Ballowitz, qui a eu le malheur de s'en servir. Mot vague, employé d'abord en des sens très différents, il a été irrémédiablement compromis à l'époque où l'on crut à tort que le protoplasma était une combinaison chimique définie, l'albuminoïde vivant. On sait aujourd'hui que c'est un mélange très variable de substances, non défini chimiquement. Le mot n'a plus qu'une valeur historique: c'est une de ces reliques qu'il faut entonner de respect, mais qui n'ont plus d'usage. Flemming propose, en lieu et place, le mot de *substance cellulaire* (*Zellsubstanz*) détaché du titre de son beau livre, qui fut la grammaire des cytologistes. Malheureusement, le mot est en français un peu long, un peu vague, et risquerait d'être mal compris. Malheureusement aussi, le terme protoplasme n'est plus réservé aux seules discussions savantes; il est entré depuis longtemps dans le domaine public, d'où on ne l'expulsera pas aisément. Et l'on continuera vraisemblablement à dire « protoplasme » comme on a continué, malgré d'énergiques tentatives, à dire « cellule », ce qui se justifie encore moins. Beaucoup préféreront, au moins, le mot *cytoplasme*, déjà bien plus précis. L'important est d'éviter la confusion entre le *corps cellulaire*, c'est-à-dire l'ensemble de tout ce qui n'est pas noyau, et le *cytoplasme*, partie de cet

¹ *Th. méd.*, Paris, 1878.

² *Zeit. f. phys. Chemie*, 1899.

³ *Ibid.*

⁴ Sollicité un peu tardivement de faire la Revue annuelle d'Anatomie, délaissée par M. le Professeur Beaugard qui tient à se consacrer désormais exclusivement aux études botaniques, je ne donnerai cette année qu'un court article. Je resterai, d'ailleurs, dans la tradition suivie jusqu'ici, en ne m'attachant chaque année qu'à un petit nombre de questions, dont l'aspect me paraît avoir subi un changement assez marqué pour mériter d'attirer particulièrement l'attention des lecteurs de la *Revue*. E. L.

⁵ W. FLEMMING: *Morphologie der Zelle*, in *Ergebnisse der*

Anatomie und Entwicklungsgeschichte de Merkel et Bonnet. Wiesbaden, 1898, p. 403.

¹ *Revue générale des Sciences*, 30 mai 1899.

ensemble, et substance génératrice de toutes les autres.

La plupart des cytologistes continuent à admettre que le cytoplasme est structuré; mais chacun aussi continue à prêcher pour sa théorie, cette structure étant, selon l'auteur, granuleuse, filaire, réticulaire, spongieuse, alvéolaire, etc... Pourtant, le nombre et la précision des observations augmentant chaque jour, un certain départ commence à se faire entre ces opinions. Malgré les travaux d'Altman et de ses disciples, la théorie granulaire ne parvient pas à s'imposer; on admet bien qu'il peut y avoir, qu'il y a souvent, sinon toujours, de fins granules plus ou moins nombreux dans le cytoplasme, mais on se refuse, en général, à leur attribuer la valeur d'éléments essentiels, et surtout d'être vivants élémentaires (Bioblastes d'Altman). On sait, d'autre part, que l'aspect granuleux peut être souvent dû aux réactifs employés. Les théories filaire et réticulaire ont, en quelque sorte, fusionné depuis que Flemming admet que, dans certains cas au moins, les filaments peuvent s'ordonner en un véritable réseau, depuis qu'il pose simplement en principe qu'il existe deux substances dans le cytoplasme, une substance homogène, interfilaire, et une filamenteuse, celle-ci pouvant se présenter sous des aspects très divers. Sa doctrine de la *charpente filaire* (Fadengerüstlehre), plus largement comprise, reste donc, en définitive, à peu près seule debout en face de la doctrine *alvéolaire* de Bütschli. Nous disons doctrine: Flemming proteste, en effet, de façon très vive contre le nom de théorie. Ces deux manières de comprendre le cytoplasme sont, dit-il, l'une et l'autre, non des vues de l'esprit, mais des doctrines, s'appuyant sur un grand nombre d'observations et les généralisant. Ballowitz, tout en se plaçant sur le terrain de la doctrine de la charpente filaire, admet que les travées du reticulum peuvent s'élargir et créer ainsi une texture spongieuse, ou même, par exagération de ce processus, donner naissance à une série d'alvéoles fermées de toutes parts. Flemming admet également l'existence de la structure alvéolaire; il la considère comme très possible, sinon démontrée, chez beaucoup de Protozoaires, où Bütschli l'a particulièrement étudiée. Mais il comprend autrement le mode de formation de ces alvéoles; elles sont, pour lui, dues à l'apparition de nombreuses et très fines vacuoles au sein de la masse interfilaire. Les deux structures pourraient donc coexister, se superposer, comme semble l'admettre aussi Martin Heidenhain¹ chez les Végétaux. Bütschli, pour Flemming, n'aurait qu'un tort: c'est de vouloir trop

généraliser, et d'admettre l'existence de cette structure en des points où elle est au moins douteuse, c'est-à-dire dans la plupart des cellules des animaux supérieurs.

Arnold¹ reprend l'étude de la structure du cytoplasma par la méthode de la dissociation, après macération dans la solution iodo-iodurée. Beaucoup d'éléments, les leucocytes et les cellules de la moelle osseuse notamment, finissent ainsi par se résoudre en une foule de corpuscules arrondis, ou plus souvent allongés en bâtonnets, qu'il appelle les *plasmosomes*, et qu'il ne faut pas confondre avec les granules d'Altman. Ils sont généralement plus gros, plus complexes, possèdent des prolongements filiformes, terminaux et latéraux, au moyen desquels ils s'unissent entre eux de diverses façons, donnant l'impression d'une structure tantôt filamenteuse, tantôt réticulaire ou spongieuse. Ils interceptent des espaces remplis par un paraplasmé hyalin. Ce sont, en somme, comme le remarque Flemming, des faits en faveur de la théorie réticulaire; mais, il faut, ajoute-t-il, se tenir en garde contre les gonflements et les déformations plus ou moins considérables que ce réactif occasionne fatalement. Ainsi, ce sont évidemment des altérations de ce genre qui font décrire à Arnold les fibrilles des fibres lisses comme interrompues par des grains, ces grains ne se présentant point par les autres méthodes, et apparaissant d'autant plus nombreux que l'action du liquide a été plus longue.

Klemensiewicz² trouve, lui aussi, une structure réticulaire très nette, non seulement dans les leucocytes, mais dans l'amibe, généralement présenté comme un des types de structure alvéolaire. Un auteur américain, M^{me} Andrews³, après avoir étudié un grand nombre de cellules vivantes, ou à l'état frais, conclut partout, au contraire, en faveur de la structure alvéolaire, et montre envers les réactifs fixateurs une défiance pleine de sagesse, mais un peu exagérée. Ballowitz⁴, dans les épithéliums des Salpes, conclut en faveur de la structure réticulaire, tout en admettant, comme nous l'avons déjà vu, que l'alvéolaire puisse en dériver parfois.

Il y a donc, dans ce dernier auteur, comme chez Flemming, une tendance à la conciliation entre les principales conceptions. D'ailleurs, bien des histologistes, avec Kölliker, Henneguy, etc..., poussent

¹ J. ARNOLD : Über Struktur und Architectur der Zellen. *Archiv für mikroskopische Anatomie*, 1898, Bd 52.

² KLEMENSIEWICZ : Neue Untersuchungen über den Bau und die Thätigkeit der Eiterzellen. *Mitteilung des Vereins der Ärzte*, 1898.

³ G. F. ANDREWS : The living substance, as such and as organism. Boston, 1897.

⁴ BALLOWITZ : Zur Kenntniss der Zellsphäre. Eine Zellstudie am Salpenepithel. *Archiv für Anatomie und Physiologie, Anatom. Abtheilung*, 1898.

¹ MARTIN HEIDENHAIN : Einiges über die sogenannten Protoplasmaströmungen. *Sitzungsberichte der physic. medic. Gesellschaft. Würtzbur.* 1898.

depuis longtemps déjà l'éclectisme plus loin, et demandent qu'on leur permette, jusqu'à plus ample informé, d'accueillir tous les faits bien vérifiés sans se hâter de généraliser, qu'on leur permette de considérer le cytoplasme comme pouvant être parfois homogène, parfois structuré, et de structure essentiellement variable avec les éléments. Les conceptions filaire et alvéolaire sont des doctrines, soit; mais ne menacent-elles pas de redevenir de simples théories entre les mains de bien des auteurs, qui, moins prudents que Flemming, posent en principe, en abordant l'étude d'un élément, et sur quelques constatations sommaires, que le cytoplasme est, de sa nature, soit réticulaire, soit alvéolaire, et édifient sur cette base fragile toute une série de conclusions morphologiques et physiologiques? La distinction, par exemple, entre un réseau et un complexe alvéolaire est chose parfois si délicate que toute affirmation est bien hardie, et demande un contrôle très répété et très sérieux. On distingue souvent, et avec quelque raison, entre l'*architecture de la cellule* et la *structure du cytoplasme*. Voici un élément rempli de gros grains de sécrétion qui se touchent presque: certains concluent à l'existence d'un protoplasme granuleux, d'autres à celle d'un protoplasme alvéolaire dont chaque alvéole contient un grain. Mais ces grains ne sont très généralement plus du protoplasme; ce sont des enclaves, des produits non vivants, élaborés par la substance cytoplasmique; ils sont en réalité en dehors d'elle. Et il se peut très bien qu'entre deux grains, la véritable structure de la lame cytoplasmique interposée soit homogène, ou filaire. On peut parler en ce cas d'une architecture alvéolaire du corps cellulaire pris dans son ensemble, mais non d'une structure alvéolaire du cytoplasme. Tant que vacuoles ou grains sont gros et ont des réactions spécifiques nettes, cette distinction entre architecture et structure reste facile; mais, là où ces qualités leur manquent, où finit l'architecture et où commence la structure? C'est ce qu'il est beaucoup plus difficile de déterminer, et c'est un terrain sur lequel il convient de ne s'avancer qu'avec la plus grande précaution.

De là vient sans doute que bon nombre d'auteurs récents laissent assez volontiers au second plan le problème de la structure générale du fond cytoplasmique, souvent un peu flou, pour s'attacher à l'étude de certaines portions de ce même cytoplasme, qui, en se différenciant plus ou moins légèrement, prennent des formes nettes et des caractères spécifiques, de ce qu'on peut souvent, en un mot, appeler, avec Prenant, des *cytosomes*.

C'est ainsi que Ch. Garnier, M. et P. Bouin, élèves du Professeur Prenant, étudient, sous le

nom d'*ergastoplasme* (de *εργασμα*, j'élabore en transformant), dû au premier d'entre eux, des formations filamenteuses d'une importance tout à fait spéciale. Ch. Garnier¹ reprend l'étude de filaments déjà signalés dans plusieurs cellules sécrétantes, et désignés récemment par B. Solger sous le nom de *filaments basaux*. Il fait pressentir leur importance dans la sécrétion. M. et P. Bouin² s'adressent à des cellules qui n'exercent pas, mais qu'on peut mettre en parallèle avec les éléments sécréteurs, parce qu'elles élaborent comme eux des matériaux, destinés ici à constituer une réserve. Chez les végétaux, c'est la cellule-mère du sac embryonnaire. Ils la prennent chez les Liliacées. Ils y montrent, à mesure qu'elle s'accroît, une structure d'abord mal définie, puis assez nettement réticulaire. C'est alors que commence la différenciation de l'*ergastoplasme*. Au voisinage du noyau, un grand nombre de travées concentriques du réticulum s'épaississent, se régularisent, et finalement se séparent des voisins sous forme de bâtonnets allongés, fusiformes, ayant une affinité toute particulière pour les colorants basiques d'aniline (safranine, gentiane), et pour l'hématoxyline au fer de Martin Heidenhain; ces bâtonnets se réunissent secondairement en plusieurs groupes distincts. Le plus souvent, dans chaque groupe, les filaments se rapprochent, se fusionnent, subissent une sorte de gélification, se transforment, en un mot, en un *corps paranucléaire* destiné à disparaître bientôt lui-même. Les filaments ergastoplasmiques n'ont rien de commun avec la partie achromatique des fuseaux de division, ni avec les asters, car filaments et corpuscules disparaissent bien avant la prophase de la première division. Ils ne peuvent donc être utilisés par la cellule que dans ses fonctions antérieures, qui consistent essentiellement dans la formation du deutoplasme de réserve. Malheureusement, les auteurs n'ont pu assister à la genèse de ce deutoplasme. Chez les animaux, ils ont retrouvé des formations tout à fait analogues dans la cellule fonctionnellement correspondante, c'est-à-dire dans l'oocyte, même en voie d'accroissement, élaborant aussi ses réserves. C'est chez l'*Asterina gibbosa* qu'ils ont fait cette constatation³.

¹ CH. GARNIER : Les « filaments basaux » des cellules glandulaires. *Bibliographie anatomique*, 1897. Nous ne faisons que signaler ce travail, nous réservant de revenir dans une autre occasion sur les cellules sécrétantes, actuellement étudiées de plusieurs côtés.

² M. et P. BOUIN : 1. Sur la présence de filaments particuliers dans le protoplasme de la cellule-mère des Liliacées. *Bibliographie anatomique*, 1898, n° 1. — 2. Développement de la cellule-mère du sac embryonnaire des Liliacées. *Archives d'Anatomie microscopique*, 1898, p. 419.

³ M. et P. BOUIN : Sur la présence de formations ergastoplasmiques dans l'oocyte d'*Asterina gibbosa*. *Bibliographie anatomique*, 1898.

Hammar dans les cellules de l'épididyme, Arn-Graf dans les néphridies de la elepsine, Schnie-wind-Thies dans les nectaires des diverses plantes, font des constatations du même genre.

Prenant¹ rassemble et groupe tous ces faits, très intéressants, pour montrer l'existence dans le cytoplasme de substances plus actives, réalisant la forme la plus parfaite de la matière vivante, d'un protoplasme de choix, d'un protoplasme supérieur. Cette substance, l'ergastoplasme n'en est qu'une forme; l'autre, c'est le kinoplasme de Strassburger, à peu près analogue, d'ailleurs, à l'archoplasme de Boveri. Pour Strassburger, le kinoplasme est la substance qui forme les fibres du fuseau dans les caryokinèses, et par conséquent celle aussi qui constitue les sphères attractives (archoplasmes de Boveri). C'est essentiellement le plasma moteur de l'élément, celui qui constitue, avec le centrosome et le noyau, l'individu-cellule, l'énergide. Pour de nombreux auteurs (van Beneden, Carnoy, M. Heidenhain, Bütschli, Eismund, etc...), si l'archoplasme ou le kinoplasme apparaissent sous une forme figurée nette, et généralement plus réfringents, plus colorables, ce n'est pas une raison pour en faire une espèce de protoplasme spécial; ces propriétés sont simplement dues à ce qu'en ces points la trame cytoplasmique est plus serrée. Tel n'est pas l'avis de Prenant. Avec Haacke, Rhumbler, etc., il est pour l'existence réelle de cette forme de protoplasme supérieur. Il groupe les observations montrant ses qualités morphologiques spéciales, ses réactions colorées, souvent très distinctes de celles du fond cytoplasmique. Ces faits établissent l'existence générale et constante dans les cellules de l'archoplasma, du kinoplasma et de l'ergastoplasma, sous la forme différenciée de corpuscules, remarquables, comme les chromosomes du noyau, par leur vive affinité pour les colorants, et constituant, parallèlement à eux, comme une sorte de chromatine cytoplasmique. C'est pourquoi il leur donne le nom de *cytosomes*. Ils sont en continuité, au moins à l'origine, avec la trame cytoplasmique, dont ils ne représentent qu'une différenciation; ils ont une forme nettement définie, une coloration spécifique, une évolution déterminée. Prenant serait disposé à faire de ce protoplasme supérieur un organe cellulaire constant, mais non permanent. S'il apparaît, en général, en toute cellule, sa présence ne correspond guère qu'à une phase donnée de l'activité cellulaire, en dehors de laquelle il diminue et peut disparaître complètement. Les deux formes principales du protoplasme supérieur, kinoplasme et ergastoplasme, paraissent analogues, mais non identiques, et correspondent

à deux modalités bien distinctes de l'activité cellulaire qui ne se manifestent jamais en même temps. Le kinoplasme est développé au maximum dans la cellule en division indirecte, en caryokinèse, l'ergastoplasme, dans la cellule en train d'élaborer un produit quelconque. Division et élaboration sont les deux seules formes possibles du mouvement cellulaire. « Toute cellule qui ne se divise pas s'hyper-trophie ou fabrique des matériaux de réserve. Toute cellule qui se divise est incapable de se reproduire. » Kinoplasme et ergastoplasme, division et élaboration, alternent, mais ne coïncident pas, ou plutôt ne coïncident qu'exceptionnellement.

Il est à souhaiter que l'étude de cytosomes bien définis de forme et de réaction continue à attirer l'attention des chercheurs. Ce problème, a au moins, autant d'intérêt que celui de la structure générale du cytoplasme, et les recherches ne peuvent manquer de fournir lentement, mais sûrement, des documents utiles à la solution de l'une et de l'autre question.

§ 2. — Le corpuscule central.

C'est encore dans le cytoplasme qu'on trouve l'organe si intéressant que van Beneden nomma le *corpuscule central*, et qu'on appelle souvent aujourd'hui le *centrosome*. Flemming¹ insiste aussi de nouveau sur la nécessité d'abandonner ce dernier terme, si commode pourtant, parce qu'il a été employé par Boveri dans un sens un peu différent. On sait que, lors de la division indirecte de la cellule ou caryokinèse, il se partage aussi en deux moitiés, qui, se plaçant chacune à l'un des pôles du fuseau achromatique, semblent y jouer le rôle de centres attractifs, répartissant également entre les deux cellules-filles la chromatine, partie essentielle du noyau. Or, une grande controverse divise depuis quelques années les cytologistes. Le *corpuscule central* est-il, comme l'avait d'abord pensé van Beneden, un organe permanent de la cellule, toujours environné d'un amas de cytoplasme condensé, dit *sphère attractive*? ou bien peut-il manquer? n'est-il, tout au moins, qu'une formation transitoire, se développant au moment seulement de la division, condamnée à disparaître ensuite? peut-être issue du noyau? La lutte reste ouverte, toujours très vive, entre les deux camps. En 1896, Strassburger et ses élèves cherchaient en vain le centrosome dans les caryokinèses des végétaux supérieurs. En 1897, Guignard², au contraire, les mit en évidence chez plusieurs d'entre eux.

L'an dernier, Bolles Lee niait leur présence dans les spermatoctes de l'escargot; cette année, O. von Rath, Meves et Korff, Flemming les trouvent

¹ PRENANT : Sur le protoplasme supérieur (archoplasme, kinoplasme, ergastoplasme). Etude critique. *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1898, p. 637.

² *Loco citato*.

² GUIGNARD : Les Centrosomes chez les végétaux. *C. R. de l'Académie des Sciences*, décembre 1897.

« très évidents » sur le même objet. Mais c'est surtout entre Carnoy¹, d'une part, et Flemming, de l'autre, que la lutte autour de cet infiniment petit, simple point aux plus forts grossissements, prend les allures d'une bataille en règle. Carnoy dirige une attaque violente contre la permanence et l'ubiquité des centrosomes et des sphères, qui, selon lui, ne survivraient jamais à la cinèse, et seraient condamnés à disparaître après chaque division. Il reproche à Flemming d'avoir soutenu de sa grande autorité la théorie contraire, et de battre aujourd'hui par trop prudemment en retraite. Mais passons les épithètes, car il s'agit de querelles personnelles qui ne font en rien avancer la science. Flemming en profite pour répéter qu'il n'a jamais affirmé l'ubiquité et la permanence, mais les a seulement considérées comme vraisemblables. Il avoue qu'on est loin actuellement de les trouver partout, d'autant plus que leur recherche est très difficile, mais; plus on va, plus augmente le nombre des cellules où ils sont de toute évidence.

Voici précisément un travail de Ballowitz² qui semble venir juste à point à l'appui de ses dires. Dans divers épithéliums (manteau, pharynx, cloaque) des Salpes, cet auteur montre les sphères attractives persistant au delà de la division dans les cellules au repos, sous forme d'une masse relativement énorme, déprimant le noyau, très nette par la plupart des réactifs, visible sur la cellule vivante même comme une grosse tache claire réfringente, et contenant un double centrosome également très net. D'aucuns ont dit que ces formations n'existaient que chez l'embryon, aux périodes de croissance et de multiplication cellulaire active. Il n'en est rien ici. Chez l'embryon, les sphères sont peu nettes, et c'est précisément chez l'adulte qu'elles atteignent leur maximum de volume et de netteté. Ballowitz³ montre également l'existence d'un double corpuscule central dans les cellules épithéliales et conjonctives de la cornée de l'homme adulte. Zimmermann⁴ trouve le même *diplosome* (c'est ainsi qu'il nomme le centrosome double) dans les cellules de plusieurs glandes ou conduits excréteurs glandulaires.

De tels travaux montreront vraisemblablement les centrosomes de plus en plus abondants, ce qui

¹ CARNOY : A propos de fécondation. *La Cellule*, 1898. Réponse à v. Erlanger et à Flemming.

² BALLOWITZ : Zur Kenntniss der Zellsphäre. Eine Zellstudie am Salpenepithel. *Archiv für Anatomie und Physiol. Anat. Abth.*, 1898, p. 435.

³ BALLOWITZ : Centralkörper in den fixen Hornhautzellen und in den Zellen des Epithels der hinteren Corneafäche erwachsener Säugetiere. *Verhandlungen der Anatom. Gesell. Kiel*, 1898.

⁴ ZIMMERMANN : Beiträge zur Kenntniss einiger Drüsen und Epithelien. *Archiv für mik. Anatom.* 1898.

n'empêche pas de dire, avec Giglio-Tos¹ il les signale dans les thrombocytes, et comme l'admet Flemming lui-même², que ces corpuscules peuvent dégénérer, se transformer, et aller jusqu'à disparaître dans les cellules où l'activité de l'élément a pris une direction particulière qui les rend inutiles. Ce qui n'empêche pas non plus d'admettre que, là même où ils sont utiles, ils peuvent tantôt être permanents, tantôt se détruire après cinèse et se reformer, suivant les cas et les besoins. L'étude des faits particuliers arrivera seule à la longue à nous fixer sur ce point, et ce serait vraisemblablement s'exposer à rétractation que d'admettre dès aujourd'hui une règle générale.

Si, comme on tend à le croire, les corpuscules centraux sont des centres cinétiques, régulateurs des mouvements, il ne faut pas s'étonner de les trouver en action dans la cellule ailleurs qu'au moment de la division. C'est, en effet, ce qui arrive; Henneguy montre, dans les spermatides des Lépidoptères, des centrosomes associés en forme de crochet. De chaque extrémité du crochet naît un filament qui sort de la cellule, et, devenu libre, forme un flagellum moteur. Meves arrive au même résultat, à quelques détails près. Le corpuscule central représente donc ici à la fois un centre d'origine et un centre cinétique pour le flagellum. De là à admettre que vraisemblablement le corpuscule basal que l'on trouve à l'insertion de chaque cil vibratile dans les épithéliums ciliés, est un centre cinétique de même nature, un kinocentre, il n'y a qu'un pas, et ce pas, Henneguy³ n'hésite pas à le faire. Lenhossek⁴ arrive aux mêmes conclusions. Dans l'épithélium épидидymaire (lapin, rat), il trouve un mélange de cellules ciliées et non ciliées; dans les secondes, le double corpuscule central est situé immédiatement au-dessous de la surface libre; dans les premières, on ne l'aperçoit point, mais on trouve à la même place les corpuscules basaux des cils.

Nous ne nous arrêterons pas sur la question de l'origine première des corpuscules centraux et des sphères, c'est-à-dire sur la question de l'origine de ces formations dans la cellule primordiale, dans l'œuf en division. Sur ce point encore, l'entente est loin de se faire. Nous rappellerons seulement qu'à l'heure actuelle les auteurs sont sur ce point divisés en trois partis. Les uns (Guignard, Clarkin, Blanc, van der Stricht) ont retrouvé et admettent avec H. Fol le *quadrille des centres*, c'est-à-dire la

¹ GIGLIO-TOS : I trombociti degli Itopsidi e dei Saurospidi. *Memorie dell' Acad. reg. delle Scienze*. Torino, 1897-98.

² HENNEGUY : Sur les rapports des cils vibratiles avec les centrosomes. *Archives d'Anatomie microscopique*, t. 1, 1897.

³ LENHOSSEK : Über Flimmerzellen. *Verhandlungen der anatomische Gesellschaft*, Kiel, 1898.

persistance et l'union, dans l'œuf fécondé, des centrosomes des cellules mâle et femelle, l'union du spermocentre et de l'ovocentre. La majorité (Boveri, Vejdowsky, Henking, Julin, Reinke, Rückert, v. Kostanecki, Sobotta, v. Erlanger, etc.) fait disparaître les ovocentres, les spermocentres persistant seuls. Enfin une troisième manière de voir, qui ne manque pas d'ingéniosité et qui mérite d'être contrôlée avec soin, est celle de Carnoy et Lebrun¹, de Herla. D'après eux, ovocentres et spermocentres disparaissent également; l'archoplasme mâle de la cellule se répand dans le cytoplasme pour le remanier profondément « et en faire une entité nouvelle de nature mixte » (Carnoy et Lebrun). C'est cette « entité » qui élabore ensuite de toutes pièces le nouvel archoplasme, les sphères qui président à la segmentation. C'est en somme le résultat du quadrille des centres atteint d'une manière indirecte.

Nous n'en finirons pas avec la Cytologie sans mentionner un livre d'A. Labbé², consacré à l'étude expérimentale de la cellule, et particulièrement de ce qu'on a appelé la Cytomécanique.

II. — ORGANES DE LA CIRCULATION.

§ 1. — Développement du cœur et des premiers vaisseaux.

Le cœur provient-il du feuillet moyen du blastoderme, comme on le croyait autrefois, ou du feuillet interne, comme on tend à le croire aujourd'hui? La question reste toujours en suspens, les auteurs qui ont étudié les Poissons osseux, les Oiseaux, les Mammifères, étant encore en majeure partie en faveur du mésoderme, tandis que ceux qui ont étudié récemment les Amphibiens tiennent presque tous en faveur de l'entoderme. A paru sur ce point, en 1898, un travail très important de Brachet³ de Liège. Prenant pour type un amphibien urodèle, le *Triton alpestris*, il nous montre de la façon la plus nette l'ébauche du cœur en train de naître comme une saillie pleine médiane de l'hypoblaste (feuillet interne), déjà différencié en tube digestif. Cette saillie augmente sous forme d'un large cordon cellulaire plein antéro-postérieur, qui bientôt se pince vers le milieu de sa longueur, et se détache de la paroi du tube digestif, avec laquelle il reste provisoirement continu à ses extré-

mités antérieure et postérieure, toutes deux bifides, et qui représentent l'une l'origine des aortes, l'autre celle des veines omphalo-mésentériques ou vitellines. Secondairement, ce cordon plein se creuse par écartement des cellules. Il se détache de plus en plus de l'hypoblaste, et, à sa suite, se détachent peu à peu les deux artères et les deux veines principales. C'est secondairement aussi que l'ébauche cardiaque se trouve entourée par l'épithélium péricardique, d'origine mésodermique: elle refoule véritablement ici la paroi du sac péricardique pour s'en coiffer. Aucune image ne permet d'admettre une participation quelconque du mésoblaste à la formation ou à l'accroissement de l'endothélium cardiaque. « Ce dernier s'accroît par multiplication sur place des cellules préexistantes. » Cœur et vaisseaux à la suite ne sont aucunement reliés à l'origine avec les îlots sanguins, et ne contiennent aucun élément figuré, aucun globule du sang.

Les premiers réseaux capillaires et le sang se développent plus tardivement, d'une façon tout à fait indépendante, mais aux dépens du feuillet interne également. Sur les embryons de Tritons de trois millimètres, Brachet voit se former un îlot sanguin unique, mais antérieurement bifurqué, médian, volumineux. Il est constitué par un amas de petites cellules serrées en voie de prolifération et faciles à distinguer des éléments de l'hypoblaste vitellin qui les entourent. Puis ces éléments s'arrondissent, se dissocient pour former les premiers globules rouges; un plasma liquide apparaît entre elles. C'est tardivement que quelques cellules isolées d'abord, puis réunies en une mince membrane et dont l'origine n'est pas complètement établie, viennent limiter cet amas à la périphérie et former autour de lui l'endothélium du vaisseau. Vers ce moment seulement l'îlot entre en communication avec les veines vitellines, et les hématies peuvent se répandre dans le cœur et les gros vaisseaux.

Ces données sur le développement des vaisseaux et du sang concordent très heureusement en général avec celles antérieurement obtenues par Schwink, Götte, Houssay, Davidoff, avaient également conclu en faveur de l'origine hypoblastique. Mais Brachet ne retrouve pas la disposition métamérique de l'îlot ventral, signalée par Houssay.

En ce qui concerne le cœur lui-même, la description de Brachet complète celle de Rabl sur le même objet (Salamandre). Götte, Rabl, Schwink admettaient déjà l'indépendance des ébauches du cœur et de l'aire vasculaire, du cœur et du sang. Rabl, Schwink, Houssay soutenaient l'origine hypoblastique du cœur. Mais Schwink le faisait provenir de cellules migratrices détachées une à une de l'hypoblaste vitellin, Houssay d'une sorte de parablaste.

¹ CARNOY et LEBRUN : La cytodierèse de l'œuf. La vésicule germinative et les globules polaires chez les Batraciens. *La Cellule*, 1898, t. XIV.

² ALPHONSE LABBÉ : *La Cytologie expérimentale. Essai de Cytomécanique*. Analysé dans la *Revue* du 15 avril 1899, p. 287.

³ BRACHET : Recherches sur le développement du cœur, des premiers vaisseaux et du sang chez les Amphibiens urodèles (*Triton alpestris*). *Archives d'Anatomie microscopique*, t. II, 1898, p. 177.

Schwink et Houssay admettaient, en outre, la duplicité primitive de l'ébauche cardiaque. Les figures très claires et très nettes de Brachet, confirmant les quelques données déjà fournies par Rabl, semblent ne devoir laisser aucun doute sur ces trois points : Chez les Amphibiens urodèles, le cœur naît du feuillet interne; il s'en détache à la façon d'un cordon plein, nettement limité; il est impair, unique et médian à son origine.

Comment concilier ce fait avec celui de l'origine mésodermique, qui paraît rester bien établie dans certains groupes et notamment chez les Poissons osseux? Ziegler, Schwink estiment que l'origine entodermique peut exister dans certains groupes, par suite d'une sorte de raccourcissement du développement, autrement dit par suite d'un processus de cœnogenèse. Comme le dit Brachet, l'explication est certainement ingénieuse, mais il est sage d'ajourner toute discussion de fond, jusqu'au jour où tout le monde sera d'accord sur la provenance réelle du cœur dans tous les groupes de Vertébrés, et ce jour est vraisemblablement assez éloigné.

§ 2. — Structure du cœur.

Sur la structure du muscle cardiaque nous trouvons également quelques détails nouveaux et d'un assez grand intérêt. Hoche¹, vérifiant une description donnée par Przewosky, montre qu'il n'y a pas, à proprement parler, de limites entre les différentes cellules du myocarde. Dans une file d'éléments, la structure fibrillaire se continue d'une cellule à l'autre. Au point de passage, on trouve, sur chaque faisceau de fibrilles, une sorte de disque intermédiaire épaissi, allongé, et plus vivement colorable. L'auteur croit voir, en outre, autour des cellules, une très mince membrane comparable au sarcolemme. Minervini² étudie la fibre du cœur aux divers âges de la vie. Chez l'adulte et le vieillard il trouve deux variétés de fibres. Les premières répondent à la description ordinaire, sont remplies de faisceaux de fibrilles, les uns périphériques ou primaires, les autres centraux ou secondaires. Les secondes, plus petites, plus riches en sarcoplasme, ne contiennent qu'une rangée de faisceaux primaires ou périphériques, et ont conservé leur forme primitive arrondie. Celles-ci abondent surtout chez les vieillards. Il semble donc qu'il y ait dans la vieillesse néoformation de fibres qui ne peuvent arriver à leur complet développement. Minervini considère les cellules de Purkinje, sous-endocardiques, comme des formes de cellules musculaires hydrophiques, dégénérées.

III. — TÉGUMENTS.

§ 1. — Tégument externe. Structure de l'épiderme.

Récemment encore, on considérait les cellules de la couche cornée de l'épiderme comme de simples écailles aplaties. Pourtant plusieurs auteurs, Hans Rabl¹ entre autres, ont insisté sur ce fait que non seulement ces écailles sont creuses, mais qu'en certains points (paume des mains, plante des pieds) leur cavité a une capacité notable. Mais qu'y a-t-il dans cette cavité? On a remarqué depuis longtemps que la couche cornée tout entière est susceptible de noircir par l'acide osmique, réactif histologique des graisses. Mais on pensait volontiers que c'est parce qu'elle se laisse imbiber par le sébum, matière grasse élaborée par les glandes sébacées, et déversée à la surface du tégument. Le Professeur Ranvier², reprenant cette question, arrive à des résultats tout différents. Pour éliminer le sébum et même la faible quantité de graisse contenue dans la sueur, il choisit une région qui « ne renferme ni poils ni glandes d'aucune espèce ». C'est la peau de la plante des pattes du cochon d'Inde. Et pourtant, des coupes faites dans cette région après dessiccation, gonflées dans l'eau, puis placées pendant une heure dans l'acide osmique, prennent, au niveau du *stratum corneum*, la coloration noire caractéristique. Elles contiennent donc une matière grasseuse ou une substance de réactions analogues. Mais cette matière est-elle répandue entre les cellules ou dans les cellules mêmes? C'est dans les cellules mêmes, car une coupe très mince où toutes les écailles creuses ont été ouvertes par le rasoir, et où la substance colorable a pu s'écouler, reste incolore; les coupes d'épaisseur moyenne sont tachetées de noir, comme tigrées. Quant à la nature de la substance contenue, il fallait, pour arriver à la connaître, pouvoir l'isoler en assez grande quantité. M. Ranvier y est arrivé en plongeant un membre humain entier pendant trente secondes dans l'eau bouillante. L'épiderme se détache comme un gant. Il est mis à macérer pendant vingt-quatre heures dans une petite quantité d'éther, et l'on obtient par décantation et évaporation quelques décigrammes de graisse épidermique. Cette substance jaunâtre, solide, noircie par l'acide osmique, a la consistance et la plasticité de la cire d'abeille; elle fond, comme elle, à 33°. La cellule épidermique devient donc, dans les couches superficielles, une écaille cornée creuse à contenu cireux: la « cire épidermique ». Le corps est revêtu par un véritable vernis protecteur; la couche cor-

¹ HOCHÉ : Du mode de réunion des cellules myocardiques. *Bibliographie anatomique*, 1897.

² MINERVINI : Particolarità di struttura delle cellule muscolari del cuore. *Anatomischer Anzeiger*, Bd xv, 1898.

¹ H. RABL : Untersuchungen über die menschliche Oberhaut. *Archiv für mik. Anatomie*, Bd XLVIII.

² RANVIER : Histologie de la peau. *Archives d'Anatomie microscopique*, I, II, 1898, et *C. R. de l'Acad. des Sc.*

née, si mince soit-elle, « nous défend par sa structure subéreuse contre les injures mécaniques et, par sa cire, contre les actions chimiques ».

Pourquoi l'épiderme de la patte du poulet, examiné dans les mêmes conditions, fournit-il une graisse onctueuse, toute différente, ressemblant à un mélange de cire et d'huile? C'est qu'il y a dans ce produit un véritable mélange de cire épidermique fournie par la couche cornée, et d'huile contenue dans les cellules les plus profondes de la couche muqueuse de Malpighi, au-dessous des parties écailleuses.

§ 2. — Présence de vaisseaux dans les épithéliums.

Les tissus épithéliaux ne contiennent pas de vaisseaux sanguins, telle est la règle générale sur laquelle il n'y a pas à revenir; c'est un des caractères essentiels des épithéliums. Mais à cette règle il y a quelques exceptions, signalées depuis longtemps par Ranvier, Kölliker, Waldeyer, Retzius (strie vasculaire du canal cochléaire), Bovier (épithélium olfactif du colayer), Phisalix (jabot du pigeon). J'en ai montré une moi-même dans l'épithélium intestinal du Protoptère. La question prend un regain d'actualité cette année avec les mémoires de Maurer¹, de Leydig² et de H. Joseph³. Maurer trouve des capillaires pénétrant dans l'épithélium de la muqueuse buccale chez les Amphibiens de nos pays (Grenouille, Crapaud, Salamandre, Triton), et il signale ce fait d'un épithélium vascularisé comme absolument nouveau, ce qui lui attire deux répliques de sens contraire. Dans l'une, Leydig rappelle que chez plusieurs Amphibiens exotiques, notamment chez le *Menopoma giganteum*, le *Pleurodeles laltii*, il a décrit depuis longtemps de très nombreuses anses capillaires s'enfonçant dans l'épiderme, et rentrant dans le derme sans s'être unies en réseau. Il rappelle également que F. et P. Sarasin ont montré un véritable réseau capillaire intra-épidermique très serré chez l'*Ichthyophis glutinosus*, enfin que, chez les Vers (Lumbricinae, Hirudinées), Mojsisowics et lui ont également décrit des épithéliums vascularisés.

La réplique de H. Joseph, élève du professeur Sigmund Mayer, est conçue dans un sens tout différent. Pour lui, Maurer s'est simplement laissé abuser par certaines dispositions très particulières et même déjà signalées du réseau capillaire dans la région palatine des Amphibiens. Le réseau est immédiatement sous-épithélial, les vaisseaux sont

même reçus dans des demi-gouttières creusées dans l'épithélium. En outre, ils sont pourvus superficiellement de nombreux diverticules, cupuliformes ou piriformes, qui pénètrent dans l'épithélium, mais s'y terminent bientôt en enl-de-sac. Des coupes obliques peuvent faire croire à l'existence de vaisseaux inclus dans l'épithélium même.

Mais jamais on ne voit une anse se détacher du réseau, cheminer dans l'épithélium et rentrer dans le chorion. Alors seulement on pourrait parler de vaisseaux intra-épithéliaux, et ce serait le renversement de toutes nos notions histologiques.

Peut-être H. Joseph prend-il la chose un peu trop au tragique. La présence de quelques anses vasculaires dans le palais de quelques Amphibiens et en deux ou trois autres points ne nous semble pas devoir ébranler notre conception actuelle des épithéliums. Dans le domaine de la Biologie, il n'y a guère de règle absolue; la vie est faite de ménagements, d'accommodements, de transitions. Plus la loi est stricte, plus intéressantes sont les quelques exceptions qu'elle peut présenter. Du reste, ces exceptions auraient ici un but particulier. Comme l'admet Leydig, la présence de vaisseaux dans l'épiderme serait en rapport avec la respiration cutanée, très développée, comme on le sait, chez les Batraciens, et ces vaisseaux abonderaient d'autant plus que l'espèce vit davantage dans l'eau.

Les observations de Maurer, qui donne la même raison d'être à ses vaisseaux palatins, sont d'accord avec les données de Marcacci et de Camerano, pour lesquels, chez les Amphibiens, la cavité buccale, vestibule des poumons, sert déjà, dans une certaine mesure, à la respiration.

Il en est vraisemblablement de même de l'intestin du Protoptère, quand l'animal s'enferme dans son cocon. Partout où il y a échange de gaz, les vaisseaux doivent s'approcher aussi près que possible de la surface: autre loi non moins stricte, qui viendrait ici contrarier la première. Il est évident, néanmoins, qu'il faudra reprendre en plusieurs points la question des épithéliums vascularisés, en tenant le plus grand compte des descriptions et des critiques de H. Joseph, et surtout des causes d'erreurs qu'il signale. Il est très possible que, dans le cas de Maurer notamment, on n'ait affaire qu'à de simples diverticules. Leydig, du reste, bornait à ces diverticules la pénétration des vaisseaux dans l'épiderme de la larve de la salamandre. Réduit à cela, et considéré même comme une papille rudimentaire uniquement vasculaire (H. Joseph), le vaisseau, pénétrant jusque entre les cellules épithéliales, mériterait encore d'attirer particulièrement l'attention.

E. Laguesse,

Professeur d'Histologie
à la Faculté de Médecine de Lille.

¹ MAURER : Blutgefäße im Epithel. *Morphologisches Jahrbuch*, Bd XXV, 1897.

² LEYDIG : Vascularisirtes Epithel. *Arch. f. mik. Anat.*, 1898, p. 152.

³ H. JOSEPH : Einige Bemerkungen zu F. Maurer's Abhandlung. *Arch. für mik. Anat.*, 1898, p. 167.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Dariès (G.), *Conducteur au service des Eaux de Paris, licencié ès sciences.* — *Calcul des Canaux et Aque-duc.* — Un vol. in-16 de 180 pages, avec 48 figures, de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire. (Prix: broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 fr.) Gauthier-Villars et G. Masson, éditeurs. Paris, 1899.

L'auteur commence par établir l'équation fondamentale de l'écoulement en mouvement uniforme, correspondant à une même section transversale et à une même pente longitudinale du cours d'eau, comme c'est le cas ordinaire dans un canal. Dans cette équation, qui lie les trois éléments du problème : section, pente, vitesse moyenne, cette dernière entre par une fonction dont Prony, Etelwein, Saint-Venant et d'autres ont donné diverses expressions, aujourd'hui délaissées, parce qu'elles ont le grave défaut de supposer constante la résistance due à la rugosité des parois, dont les expériences de Darcy et de Bazin ont montré la nature fort variable. Ces expériences, faites de 1845 à 1859, ont conduit à une formule qui est seule employée en France depuis plus de vingt ans. Il en existe pourtant d'autres: celle que M. Bazin lui-même a donnée en 1897, et qu'il a déduite de 700 expériences exécutées dans la plupart des pays d'Europe, aux Etats-Unis, dans l'Inde anglaise; celles de M. Glauvickler, de Hagen, de Ganguillet et Kutter, employées en Allemagne, en Angleterre, aux Etats-Unis; celle de l'Anglais Manning; ces deux dernières donnent des résultats pratiques aussi bons que ceux de la formule de M. Bazin.

La loi de variation des vitesses dans la section du canal, qui serait si utile à connaître, a été l'objet de nombreuses recherches: par M. Bazin, sur la rigole du canal de Bourgogne, la Seine et la Mirne; par Cunningham, sur le Gange; par Humphreys et Abbot, sur le Mississipi. Elles ont seulement prouvé que cette loi était fort compliquée, variait d'un cas à l'autre, et ne pouvait être traduite en formule générale.

Dans le chapitre II, M. Dariès, après avoir comparé au canal la conduite forcée équivalente, applique à la solution de quelques problèmes les formules qu'il a données dans le chapitre I. Il emprunte ces exemples aux canaux de Roquefavon, de La Roche de l'Ourocq, aux aque-lucs de l'Avre, de la Vanne, du Potomac; il montre comment on calcule un égout à section ovoïde. Il applique à la solution de certains de ces problèmes les abaques de M. d'Ocagne.

Le chapitre III est consacré au mouvement varié, toujours en supposant le régime permanent établi; il donne l'équation générale de ce mouvement, et sa forme différentielle, sous laquelle elle est ordinairement employée. Il étudie successivement les remous (remous d'exhaussement, dont il apprend à tracer la courbe par deux procédés; remous d'abaissement, auquel s'applique le premier de ces procédés, fondé sur l'intégration par la méthode de Simpson) et le ressaut.

Les formules du mouvement varié se simplifient et l'intégration devient plus simple quand la profondeur est faible par rapport à la largeur, ou que la pente est à peu près nulle. L'ouvrage examine ces deux cas, établit des formules de jaugeage du débit, étudie les effets d'un changement de section du canal: rétrécissement de faible longueur, rétrécissement brusque, et donne enfin les tables numériques nécessaires à l'application des diverses formules que nous avons indiquées.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Lafay (A.), *Capitaine d'artillerie.* — *Sur la Polarisation de la Lumière diffusée par le verre dépoli* (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris. — 1 brochure in-4° de 60 pages avec figures. Gauthier-Villars, imprimeur. Paris, 1899.

Desains avait ébauché l'étude de la dépolarisation de la chaleur et de la lumière diffusées par les corps dépolis. Après lui, M. Gouy observa que la lumière obtenue par la diffusion d'un faisceau polarisé « présente, en général, les caractères d'un mélange de lumière naturelle et elliptique, dans lequel la proportion de cette dernière peut atteindre une valeur notable ». Il observa, en outre, que, lorsque la lumière tombe sous une incidence assez grande sur une plaque dépolie, il y a deux directions suivant lesquelles la fraction de lumière polarisée est polarisée circulairement: la vibration est *sinistrorsum* pour l'une d'elles, *dextrorsum* pour l'autre.

Sur les conseils et dans le laboratoire de M. Gouy, M. le capitaine Lafay a entrepris une étude plus complète de la dépolarisation par diffusion. La complexité que présente le phénomène et qui tient à la nature des choses, empêche malheureusement de pouvoir énoncer, en un langage dont on aperçoive aisément la signification, la plupart des résultats de ses patientes et importantes recherches.

En étudiant des plaques de verre dont le grain du dépoli est de plus en plus fin, M. Lafay a reconnu que, dans la lumière diffusée, la proportion de lumière polarisée augmente à mesure que le grain devient plus fin; les mesures deviennent très difficiles lorsque la plaque approche du poli parfait, car alors l'intensité de la lumière émise en dehors de la direction de réflexion régulière devient très faible.

La définition du degré de dépoli est fondée sur la valeur de « l'angle limite de réflexion distincte », donnée importante, remarque justement l'auteur, et qui serait plus précieuse encore si la « distinction » de l'image réfléchie d'un objet pouvait être fixée elle-même d'une façon qui ne comportât aucun élément subjectif.

M. Lafay nomme *foyers* les points où les deux directions de polarisation circulaire percent la surface d'une sphère ayant pour centre le point d'incidence; sur cette sphère, ou plutôt sur une carte de cette sphère, il trace un diagramme indiquant, pour une valeur déterminée de l'incidence et une valeur de l'azimut de polarisation de la lumière incidente, l'orientation du grand axe de l'ellipse qui correspond à chaque direction de diffusion, et la valeur du rapport des axes de cette ellipse. Sur ces diagrammes, les foyers apparaissent nettement; on reconnaît aussi qu'en un point quelconque (c'est-à-dire pour une direction de diffusion quelconque), « l'ellipse qui caractérise la lumière polarisée a ses axes à peu près dirigés suivant les tangentes aux deux coniques sphériques homofocales qui, passant par ce point, ont pour foyers les deux foyers ».

L'auteur a étudié la déformation du diagramme et le déplacement des foyers quand, pour une même valeur de l'incidence, on fait tourner le plan de polarisation de la lumière incidente. Dans ces conditions, les deux foyers décrivent deux courbes qui se coupent en un point situé dans le plan d'incidence: la direction correspondante est nommée par l'auteur *direction principale*. Suivant cette direction, on peut avoir de la lumière diffusée circulaire, qui est polarisée *dextrorsum* ou *sinistrorsum*, pour deux orientations convenablement

choisies de la vibration incidente : pour cette direction, les deux composants de la vibration parallèle et normale au plan d'incidence ont entre elles une différence de phase de $1/4$ de période.

On a essayé l'effet de lumières de diverses couleurs, de lumière rouge et de lumière bleue. Le défaut d'intensité de la lumière diffusée ne permettait pas des mesures spectrophotométriques. Le résultat général de cette étude comparée est celui-ci : *Quand on passe du bleu au rouge, les phénomènes varient comme si l'on augmentait légèrement le degré de polissage.*

« On peut concevoir a priori, dit en terminant M. Lafay, la possibilité d'expliquer les phénomènes décrits au cours de ce travail, en considérant la diffusion comme due à des réflexions partielles sur un grand nombre de petites facettes irrégulièrement distribuées à la surface du corps dépoli; mais étant donnée l'impuissance où l'on est d'imaginer une distribution des aspérités superficielles conforme à la réalité, une semblable théorie comporterait un grand degré d'arbitraire et présenterait par suite peu d'intérêt. »

Il n'est pas bien sûr qu'on ne puisse pas édifier une théorie intéressante de la diffusion sur cette simple hypothèse que les orientations des facettes réfléchissantes sont distribuées « au hasard ». N'est-ce pas sur des hypothèses aussi peu soucieuses des réalités individuelles que sont fondées toutes les théories physiques « statistiques », telle la théorie cinétique des gaz? Ce n'est pas à dire qu'une pareille théorie de la diffusion soit aisée à faire, et l'on ne peut qu'approuver M. Lafay d'avoir jugé prudent, avant de s'engager dans cette voie, de commencer par une minutieuse étude expérimentale du phénomène.

BERNARD BRUNHES,

Professeur de Physique
à la Faculté des Sciences de Dijon.

Ostwald (W.), *Professeur de Chimie à l'Université de Leipzig*. — *Grundriss der allgemeinen Chemie*. (Précis de Chimie générale), 3^e édition. — 1 vol. in-8 de 550 pages avec figures. (Prix : 15 fr.). W. Engelmann, éditeur. Leipzig, 1899.

M. Ostwald vient de remanier complètement, dans une troisième édition, le *Précis de Chimie générale*, publié pour la première fois en 1889.

Rien n'est plus intéressant que de comparer entre elles la première et la dernière édition de cet excellent ouvrage. Il en ressort une impression très nette du développement considérable, depuis dix ans, de ce que le savant professeur de Leipzig a désigné autrefois sous le nom de « Chimie générale » et qui prend de plus en plus le caractère d'une véritable « Chimie rationnelle ».

Le plan général adopté soit dans la première et la deuxième édition, soit dans le traité complet du même auteur (*Lehrbuch der allgemeinen Chemie*), n'a pas été modifié. Par contre, la substance en a été complètement remaniée, de façon à faire de ce Précis un ouvrage tout à fait à la hauteur des travaux les plus modernes de la Chimie physique; nous ne croyons donc pas nécessaire de revenir ici sur le plan général, connu, d'ailleurs, du public scientifique français par l'excellente traduction publiée en son temps, par M. Charpy.

Nous nous bornons à attirer l'attention sur les chapitres entièrement refondus, relatifs aux dissolutions étendues, à la Thermo-chimie, à la Mécanique chimique et à l'Electrochimie, qui donnent une idée très nette des conceptions les plus nouvelles dans ces domaines.

En ce qui concerne la Thermo-chimie, M. Ostwald inaugure une notation entièrement nouvelle : toutes les données calorimétriques, au lieu d'être exprimées, comme précédemment, en calories-kilo ou calories-moyennes, sont publiées aujourd'hui en kilo-joules. Cette innovation heurtera sans doute bien des habitudes d'esprit; mais il faut reconnaître qu'au point de vue des applications et notamment des applications à l'Electro-Chimie, de jour en jour plus nombreuses, cette notation introduira de grandes simplifications dans les calculs. Nous n'hésitons pas à la regarder comme très

heureuse. Il est même à désirer que les thermo-chimistes se mettent rapidement d'accord pour suivre l'exemple du savant professeur de Leipzig, sinon l'emploi de quatre unités différentes (calorie-kilo, calorie-gramme, calorie-moyenne et kilojoule), créerait une confusion regrettable. Il y a là une intéressante question à soumettre au prochain Congrès international de Chimie.

Nous signalons enfin, d'une façon spéciale, les chapitres relatifs à l'Electrochimie, dans lesquels on trouvera réunies d'une façon très claire, et pourtant avec des détails suffisants, toutes les questions les plus actuelles de ce domaine; elles le sont, il est vrai, à un point de vue scientifique et abstraction faite des applications à l'industrie. Les techniciens qui désirent rester au courant des progrès de cette branche de la science, trouveront dans le Précis de M. Ostwald un guide à la fois très sûr et très moderne.

PH.-A. GUYE,

Professeur de Chimie
à l'Université de Genève.

Charabot (E.), *Professeur à l'Institut Commercial*, **Dupont (J.)**, *Ancien préparateur à la Faculté des Sciences de Paris*, et **Pillet (L.)**, *Ingénieur-chimiste*. — **Les Huiles essentielles et leurs principaux constituants**. (Avec une préface de M. E. GRIMAUD, Membre de l'Institut.) — 1 vol. in-8° de 1.000 pages avec figures. (Prix : 20 fr.) Ch. Béranger, éditeur, 15, rue des Saint-Prés. Paris, 1899.

A mesure que les applications de la Science deviennent plus nombreuses, il devient aussi de plus en plus nécessaire de créer des organes ou des traités où le chercheur, qu'il soit homme de science ou industriel, puisse trouver, sous une forme condensée, tous les faits, toutes les données qui ont un rapport quelconque avec le sujet qui l'intéresse. Or, il est notoire que, depuis quelques années, les huiles essentielles et les parfums sont l'objet de recherches multiples et suivies, tant en France qu'à l'Etranger, et que les résultats obtenus ont une répercussion inévitable sur l'Industrie des parfums qui, il faut bien le dire, si elle a été pendant longtemps une industrie presque exclusivement française, tend de plus en plus à s'acclimater à l'Etranger. Jusqu'à lors, on ne trouvait les documents concernant les essences que d'une façon éparse dans les grands traités comme dans le *Dictionnaire de Wurtz*, ou dans quelques périodiques comme le *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, le *Moniteur scientifique*, etc., qui, depuis quelques années, s'attachent à donner périodiquement une revue des progrès réalisés dans l'étude et l'industrie de ces matières. Le traité très documenté et volumineux que MM. Charabot, Dupont et L. Pillet viennent de publier, a donc, outre sa valeur intrinsèque, le grand mérite de paraître à point nommé, pour combler une lacune existant dans notre littérature chimique et industrielle. Nuls n'étaient, d'ailleurs, mieux préparés pour mener à bien une pareille tâche.

Appliquant à ce Traité une idée déjà émise par deux d'entre eux, dans un article publié jadis dans l'*Agenda du Chimiste* (1897), les auteurs rangent les essences en faisant entrer, dans un même groupe, celles dont le constituant intéressant appartient à la même fonction chimique. Ils voient, dans cette façon de procéder, l'avantage que les mêmes considérations analytiques s'appliqueront à toutes les essences d'un même groupe. Ils arrivent ainsi à classer les essences en onze familles :

- I. Alcools terpéniques et leurs éthers;
- II. Aldéhydes;
- III. Cétones;
- IV. Lactones;
- V. Phénols et dérivés;
- VI. Aldéhydes-phénols;
- VII. Aldéol;
- VIII. Terpènes et sesquiterpènes;

- IX. Ethers d'alcools de la série grasse;
 X. Composés sulfurés;
 XI. Corps à séries.

Chacune de ces familles se divise en autant de groupes qu'il y a d'individualités chimiques de même fonction; ainsi, dans la famille des alcools terpéniques, on a le groupe du bornéol, du linalool, du géraniol, etc.; la famille des cétones comprend: l'énone, la carvone, la pulégone, le camphre, etc... Cette classification est suivie de considérations générales sur l'examen des huiles essentielles: essai organoleptique, détermination des constantes physiques, analyse chimique. Chaque famille est ensuite étudiée dans ses constituants principaux, leur caractérisation et leur dosage; puis, chaque essence, il y en a 150, fait l'objet d'une étude spéciale tant au point de vue de sa composition que de ses falsifications. L'ouvrage se termine très heureusement par une série de tableaux schématiques indiquant les relations entre les principaux termes de la série terpénique. Qu'il nous soit permis de signaler une petite lacune dans le tableau V, un des plus intéressants et des plus captivants. Il s'agit des relations entre le pinène, le camphène, le camphre et les principaux dérivés du camphre. Dans ce schéma, les auteurs ont oublié de mentionner la campholide dérivée de l'acide ou plutôt de l'anhydride camphorique, campholide qui peut être transformée en acide homocamphorique en partant du camphre. Il en résulte qu'on peut remonter de l'acide camphorique et, par suite aussi, de l'acide camphorique au camphre. Cette légère observation, suggérée plutôt par un amour-propre d'auteur, n'enlève rien au mérite de MM. Charabot, Dupont et Pillet, qui ont fait une œuvre appelée à rendre de très grands services à tous ceux, hommes de science, praticiens et industriels, qui s'occupent, à des titres divers, des huiles essentielles.

A. HALLER,

Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.
 Correspondant de l'Institut.

3° Sciences naturelles

Grélot (Paul), *Chargé de Cours à l'École supérieure de Pharmacie de Nancy. — Origine botanique des caoutchoucs et gutta-percha. (Thèse présentée au Concours d'agrégation du 20 mai 1899.) — 1 vol. in-8° de 276 pages. Berger-Levrault et Co. Nancy, 1899.*

On ne peut se plaindre, aujourd'hui, du manque d'ouvrages sur les plantes à caoutchouc et à gutta. Aux diverses publications parues, en ces dernières années, tant en France qu'à l'étranger, vient encore s'ajouter le travail qu'a présenté, comme thèse, M. Grélot, au dernier concours d'agrégation de pharmacie.

Et M. Grélot a cherché à réunir, dans son mémoire, le plus grand nombre possible de documents. On peut s'en rendre compte déjà, simplement en feuilletant le volume.

Les trois premiers chapitres sont consacrés à l'étude des propriétés et de la composition des caoutchoucs, à l'histoire de leur découverte et de leur exploitation, et aux divers modes de récolte et de coagulation usités aujourd'hui dans tous les pays de production.

L'auteur examine ensuite longuement, en cherchant à préciser leurs caractères distinctifs, toutes les sortes commerciales. Puis il donne une idée du mouvement commercial actuel et des essais de culture tentés de tous côtés. Il continue par l'étude scientifique des laticifères et du latex; et enfin, il décrit toutes les plantes caoutchoutifères actuellement connues, ainsi même que celles qui sont à étudier industriellement ou qui sont encore indéterminées.

La seconde partie du travail est une étude analogue de la gutta-percha, conçue à peu près sur le même plan que précédemment; mais l'auteur examine, en outre, quelques succédanés de cette substance, tels que le balata.

Peut-être pourrait-on faire à M. Grélot le reproche général de n'avoir pas suffisamment confirmé son plan au titre même de l'ouvrage; c'est la première impression qui se dégage lorsqu'on a parcouru le livre. Il ne s'agissait peut-être pas tant, en somme, de faire une histoire complète du caoutchouc et de la gutta que de chercher à apporter un peu de lumière sur l'origine *botanique*, encore si obscure, des différents caoutchoucs commerciaux. Et M. Grélot s'est peut-être plus préoccupé, au contraire, de leur origine *géographique*.

Quant à nous hâtons de dire que, pour notre part, — nous souciant peu du titre — nous ne nous en plaignons pas, car c'est certainement, à notre avis, dans cette partie qui concerne à la description des sortes commerciales, que l'auteur a apporté le plus grand nombre de faits inédits. Il faut citer, en particulier, la longue étude des gommés de l'Etat indépendant du Congo, qui est la plus documentée et la plus précise que nous connaissions jusqu'alors.

Quant à l'origine botanique, nous savons, mieux que personne, combien il est difficile de l'éclaircir; et M. Grélot, étant donné le but qu'il poursuivait et les conditions particulières dans lesquelles était entrepris son travail, ne pouvait que reproduire, en les résumant et en les condensant, toutes les opinions antérieurement émises. C'est ainsi qu'il attribue, à son tour, d'après Morelet, presque tout le caoutchouc de Bornéo au *Calotropis gigantea*. Nous sommes persuadé qu'il y a là une erreur: le produit du *Calotropis gigantea* n'est qu'une sorte de résine, ainsi que celui du *Calotropis procera*; et les gommés de Bornéo proviennent plutôt, croyons-nous, de l'*Hevea elastica* et des *Willughbeia firma* et *Treacheri*. De même notre avis est qu'il faut rayer tout au moins le *Ficus religiosa* du nombre des espèces de *Ficus* qui fournissent le caoutchouc dans l'Assam, à Malacca et à Java.

Mais ce sont là des faits qu'il était impossible, pour l'auteur, de contrôler. Il a dû se résoudre également bien des fois, ainsi que ses prédécesseurs, à citer comme bonnes productrices de caoutchouc, dans une région, des plantes, telles que les *Landolphia Mendelii* et *florida*, qu'il signale, quelques pages plus loin, dans une autre contrée, et, d'après d'autres données, comme absolument sans intérêt.

Au sujet de Madagascar, M. Grélot fait remarquer que le *vahy* ne doit pas être seulement, comme nous l'avons dit, le *Landolphia madagascariensis*, et doit correspondre à plusieurs espèces; et la preuve en serait que l'auteur d'une récente petite brochure, publiée à Madagascar, a figuré, sous le nom de *vahy*, deux plantes absolument différentes. A vrai dire, nous n'avons jamais cru affirmer que le *vahy* était une liane déterminée, à l'exclusion de toute autre. Pareille affirmation est toujours impossible quand il s'agit de noms indigènes, et nous avons, nous-même, fait remarquer, à maintes reprises, que ces termes de *toll*, de *mada*, de *quidroa*, de *n'djenbo*, etc., s'appliquent à des catégories de plantes entre lesquelles les noirs ne savent établir aucune différence: c'est une restriction établie une fois pour toutes. Nous ajouterons que, en ce qui concerne le *vahy*, nous nous rallions, en particulier, complètement à l'opinion de M. Grélot, pour une raison, toutefois, différente de la sienne. Dans la brochure à laquelle nous faisons allusion tout à l'heure, il y a certainement une erreur: les deux plantes figurées sont trop dissemblables pour que les noirs leurs donnent absolument un même nom, puisque l'une a pour fruit une baie et l'autre un double follicule; c'est là un caractère trop visible et trop frappant pour que des indigènes mêmes n'en tiennent pas compte. Si nous admettons qu'il y a plusieurs *vahy*, c'est plutôt parce que nous avons reçu dernièrement, sous le nom de *piravahy*, une liane que nous avons démontré ne pas être le *Landolphia madagascariensis*. En réalité, nous aurions même tendance à croire qu'il n'y a pas véritablement de *vahy*, mais bien plutôt

beaucoup de plantes variées auxquelles les Malgaches donnent ce nom, en y ajoutant un qualificatif distinctif. Le nom de *vahy* indiquerait uniquement que la plante est grimpante; n'y a-t-il pas une légumineuse volubile appelée, dans l'île, par les indigènes *voarahy*?

Nous insistons sur ces détails parce que le travail de M. Grélot, qui est l'accumulation d'un grand nombre de faits, ne comporte pas d'autre analyse que celle que nous avons donnée en commençant. On ne peut que le signaler aux personnes — nombreuses aujourd'hui — que la question intéresse et même passionne, car elle se rapporte à l'une des branches les plus importantes de l'exploitation coloniale. Elles y trouveront beaucoup de renseignements intéressants, dont quelques-uns viennent compléter les ouvrages antérieurs, car chaque jour apporte sur le sujet quelques données nouvelles, à tel point qu'une publication qui date de six mois présente des lacunes — et c'est le cas même déjà aujourd'hui de la thèse dont nous parlons. Elles y trouveront également la description, non seulement des espèces reconnues comme caoutchoutifères, mais aussi de celles qui ont été signalées comme telles. M. Grélot en a peut-être même un peu exagéré le nombre, car beaucoup de celles qu'il cite sont certainement sans intérêt; peu importe, si les clefs, d'emploi assez facile, qui y sont données peuvent aider quelquefois à la détermination sur place, et permettre ainsi de rectifier quelques-unes des erreurs, trop nombreuses, que les rapports locaux, faits presque toujours sans contrôle scientifique — faute de volumes dans le genre de celui de M. Grélot — contribuent à propager.

HENRI JUNELLE,
Professeur-adjoint
à la Faculté des Sciences de Marseille.

4° Sciences médicales

Roger (H.), *Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.* — *Introduction à l'étude de la Médecine.* — 1 vol. in-12 de... pages. (Prix, cartonné: 6 fr.) G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris, 1899.

Le livre de M. Roger porte un titre suggestif et il tient tout ce qu'il promet. L'auteur prend le jeune étudiant au seuil du temple de la Médecine et il lui en montre les harmonieuses proportions, l'élevation et la profondeur.

M. Roger a un rare talent d'exposition: il sait être clair et concis; les questions les plus abstraites de la science contemporaine sont traitées avec cette netteté et cette simplicité que donne seule la pleine possession de son sujet. La lecture de ce livre est attrayante pour quiconque s'intéresse aux problèmes de la vie.

Partant de ce principe, que la vie n'est que la réaction des cellules organiques contre les forces extérieures, l'auteur montre que l'état de santé confine par des transitions insensibles à l'état de maladie: la Physiologie, c'est-à-dire la connaissance de l'homme sain, est inséparable de la Pathologie, qui a pour objet l'étude de l'homme malade. Les actions extérieures sont le *primum movens* des réactions organiques qui constituent la vie; celle-ci sera normale ou pathologique par une simple question de degré.

M. Roger passe alors en revue toutes les causes extérieures qui influencent l'être vivant, et c'est là l'étiologie: agents mécaniques, physiques, chimiques, animés. Ces derniers ne sont autres que les microbes, et toute cette étude de l'étiologie et de la pathogénie des maladies infectieuses est faite par un homme à qui ces hautes questions sont familières.

Après cette révision des causes étiologiques, arrive naturellement l'exposé des réactions organiques; cette partie du livre pourrait être intitulée: la lutte pour la vie.

Les réactions nerveuses, les troubles de la nutrition, les auto-intoxications normales et pathologiques sont étudiés tour à tour; car, si la cause des maladies est extérieure, leur évolution tient aux réactions cellulaires: ainsi se créent les affections organiques. Mais la fonction cellulaire, une fois déviée, l'organisme peut transmettre à sa descendance ces aptitudes nouvelles, et ici se pose la double étude de la pathologie du fœtus et de l'hérédité.

La pathologie du fœtus, abstraction faite des actions physiques, relève de l'intoxication et de l'infection, car le placenta peut, dans certaines conditions, laisser passer les poisons et les microbes; de là, les maladies congénitales dont les réalisations sont, suivant les cas, prochaines ou éloignées; l'hérédosyphilis, par exemple, peut affecter ces deux modalités.

L'hérédité proprement dite tient dans l'influence antagoniste des deux grandes lois de la conservation du type ancestral et de la loi d'évolution. Existe-t-il donc deux ordres de cellules? Les unes appartenant au plasma germinatif, qui seraient immortelles et assureraient le maintien de l'espèce, et les autres, constituant le corps, qui seraient destinées à périr? Or, l'ovule et le spermatozoïde représentent chacun une demi-cellule, et le développement n'est possible que quand la fusion est complète et la cellule entière reconstituée. Ainsi se mêlent les aptitudes des deux générateurs qui, soit qu'elles se fondent ou que les unes prédominent, constituent l'hérédité.

L'hérédité s'opère donc par le père et par la mère: hérédité des troubles nutritifs qui donnent les diathèses, hérédité des intoxications et des infections dont le mécanisme est bien voisin, puisque, dans les deux cas, il s'agit de poisons solubles; hérédité nerveuse; toutes ont pour origine la détermination fonctionnelle des cellules des procréateurs.

M. Roger étudie alors les grands processus morbides, l'inflammation, la suppuration, la gangrène, les septicémies variées, puis les inflammations spécifiques, dont la tuberculose est le type. Il note les conséquences organiques des maladies, les scléroses et toute la série des dégénérescences cellulaires.

Mais, si les causes pathologiques sont extérieures et générales, s'il n'y a pas de maladies d'organes, mais bien des affections organiques, celles-ci, une fois réalisées, ne restent jamais locales, car c'est l'harmonie fonctionnelle qui constitue la santé. Et s'il était besoin de démontrer la solidarité, qui unit tous nos appareils, la pathologie s'en chargerait: ces répercussions fonctionnelles font l'objet d'un chapitre intitulé: Synergies fonctionnelles et sympathies morbides.

Cela nous amène à l'étude de l'évolution des maladies. Le jeune étudiant peut alors s'instruire au lit des malades.

Cet examen du malade et l'application à la clinique des procédés scientifiques sont établis avec la précision que donne seule la pratique hospitalière, et ils conduisent naturellement à l'étude des méthodes générales de la Thérapeutique, qui est, ne craignons pas de le dire, le but et la fin de la Médecine.

A notre époque, où dans certains milieux la Clinique semble en défaveur, je suis heureux de citer cette phrase de l'auteur: « Je ne puis admettre l'abdication de la Clinique devant le flot montant de la Bactériologie ». J'avais écrit moi-même: « Il n'y a pas de raison d'opposer l'antique Médecine à la nouvelle; il n'y a qu'une science médicale, basée sur l'observation séculaire des faits biologiques, et dont le génie de Pasteur a démesurément agrandi l'horizon. »

Cette conformité de vue me rend plus sympathique l'œuvre de M. Roger, qui apporte à ce principe fondamental la sanction d'une autorité particulièrement compétente.

Dr P. DUFLOU,
Médecin des Hôpitaux.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 6 Novembre 1899.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. E. Vallier montre que les formules qu'il a récemment communiquées sur la loi des pressions dans les bouches à feu permettent d'établir le tracé des freins hydrauliques dans des conditions de précision supérieures à celles actuellement réalisées. Le travail du frein correspondant à la période de détente des gaz de la poudre après la sortie du projectile n'avait pas été mis en formules faute de données suffisantes sur les conditions du phénomène; cela est maintenant possible grâce aux tracés des pressions dus à l'auteur.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — MM. Ch. Fabry, J. Macé de Lépinay et A. Pérot communiquent leurs dernières recherches sur la masse du décimètre cube d'eau à 4°. Ils ont mesuré exactement, par des méthodes optiques différentielles, les dimensions et le volume d'un cube de quartz d'environ 4 centimètres de côté, puis la masse d'eau qu'il déplace (au moyen de sa masse et de sa densité). On en déduit que la masse du décimètre cube d'eau à 4° est de 1 kilogr. — 21 m^{gr} 4 à quelques milligrammes près. — M. Alphonse Berget a enregistré, par l'intermédiaire d'un microphone, les battements de l'échappement d'un chronomètre sur un cylindre noirci en rotation. Cette méthode supprime l'erreur personnelle dans l'observation du chronomètre; elle permet d'employer, avec une précision aussi grande qu'on veut, la méthode des coïncidences à la comparaison du chronomètre avec une pendule. — M. et M^{me} P. Curie ont constaté que les rayons émis par les matières fortement radioactives (polonium, radium), en agissant sur des substances inactives, peuvent leur communiquer la radioactivité, laquelle persiste pendant un temps assez long. Les auteurs ont reconnu que le phénomène n'est pas dû au transport de matière radioactive, sous forme de vapeurs ou de poussières, sur le corps inactif, mais qu'on est en présence d'une véritable radioactivité induite. — M. H. Becquerel remarque que les observations précédentes n'ont pu être faites que grâce à l'énorme radioactivité des matières employées; dans ses études personnelles, la recherche du même phénomène sous l'influence de l'uranium n'avait pas donné des résultats. — M. Eug. Demarçay a examiné au spectroscope des échantillons de chlorure de baryum contenant du radium en proportions croissantes. A côté du spectre du baryum et de quelques raies faibles provenant d'impuretés, on trouve une série de raies nouvelles qui caractérisent le radium; les plus fortes sont : $\lambda = 4.826,3$; $4.683,0$; $4.340,6$; $3.814,7$; $3.619,6$. — M. P. de Heen, en électrisant un plateau de résine et en le saupoudrant de fleur de soufre, puis en disposant autour du plateau un ou plusieurs loyers d'ébranlement de l'éther (flammes, aigrettes électriques), a reproduit les figures de Navart, telles qu'on les obtient généralement à l'aide de lames liquides. — M. Marcel Gutchard a étudié les oxydes de molybdène qui se forment par l'action de l'anhydride molybdique sur le molybdate d'ammoniaque et dans l'électrolyse de l'anhydride molybdique fondu, et auxquels on attribuait des formules intermédiaires entre MoO² et MoO³. Il a constaté que les produits obtenus et convenablement purifiés ne sont autre chose que du bioxyde MoO². — M. M. Berthelot expose ses recherches thermo-chimiques sur la diéthylène-diamine (pipérazine). On la trouve dans le commerce sous forme d'un hydrate, C²H⁴Az², 6H²O. Soumis à la dis-

tillation, il passe d'abord de l'eau, puis l'hydrate, puis la base anhydre. La chaleur de dissolution dans l'eau de cette dernière est de 5,16 cal. Sa chaleur de formation de combustion de 705,6 cal. Si l'on compare la diéthylène-diamine avec l'éthylène-diamine, on constate que la transformation de la seconde dans la première dégage de la chaleur, tandis que l'introduction d'un groupe C²H² dans les autres corps absorbe généralement de la chaleur. La différence est due évidemment à une condensation du carbone, donnant lieu à une saturation interne. Enfin, l'auteur donne les chaleurs de formation des chlorhydrates de pipérazine. — M. M. Berthelot rappelle que la chaleur dégagée pendant la neutralisation d'un acide fort monovalent par les monoamines est à peu près proportionnelle à la dose progressive de cet acide; pour les polyamines, au contraire, les valences successives correspondent à des chaleurs de neutralisation très inégales. Il en déduit une méthode pour le dosage des diamines, basée sur l'emploi de carbures colorants : la phthaléine, qui vire lorsque la première basicité de la diamine est neutralisée, et le méthylorange qui accuse la double basicité. Les poids de base calculés d'après les deux titrages donnent des résultats concordants. — M. Armand Gautier prépare le glycogène en épuisant par l'eau bouillante la matière première, divisée puis broyée. Dans la liqueur obtenue et filtrée, on précipite la presque totalité des corps azotés par l'acétate de mercure : après une nouvelle filtration, on précipite le glycogène par l'alcool et on le purifie par divers procédés. Cette méthode de préparation est en même temps une méthode de dosage, car tout le glycogène est obtenu. Il contient de 1 $\frac{1}{2}$ à 5 % d'eau suivant sa provenance. Chauffé en autoclave en présence d'un acide pendant plusieurs heures, il se transforme en un mélange de sucres réducteurs; le pouvoir réducteur varie aussi suivant la provenance. — M. Georges Lemoine a étudié la transformation du styrène en métastyrolène sous l'influence de la lumière solaire directe. Comme dans le cas du mélange d'acide oxalique et de chlorure ferrique, les expériences montrent que le rôle principal de la lumière est d'accélérer une transformation exothermique qui se serait produite dans l'obscurité à la même température mais beaucoup plus lentement. — MM. Charles et Georges Tanret ont étudié le premier produit de l'hydrolyse de la xanthorhammine, glucoside des fruits du *Rhamnus infectoria*. On l'obtient par l'action du ferment rhamnase; c'est un sucre, de formule C¹⁸H³²O¹¹, appelé rhamninoïse. Il est hydrolysé par les acides étendus et donne du rhamnose et du galactose. Il est réduit par l'amalgame de sodium en un sucre plus réducteur, la rhamninite, C¹⁸H³²O¹¹, qui peut s'hydrolyser en dulcité et rhamnose. L'oxydation du rhamninoïse par le brome donne un acide rhamninoïtrionique. — M. Eugène Charabot a étudié le développement progressif de l'essence de bergamote dans les fruits du *Citrus bergamia*. Pendant la maturation, la proportion des acides libres diminue légèrement; la proportion d'acétate de linalyle augmente d'une façon très sensible; la richesse totale de l'essence en linalol diminue; enfin la portion terpénique augmente, les proportions relatives de ses constituants (limonène et dipentène) restant constantes.

3^o SCIENCES NATURELLES. — MM. E. Wertheimer et L. Lepage exposent leurs recherches sur l'innervation sécrétoire du pancréas. Ils ont vu le pancréas, isolé de toute connexion non seulement avec le système nerveux cérébro-spinal, mais aussi avec les centres abdo-

minaux du sympathique, obéir encore à une excitation dont le caractère réflexe n'est pas douteux, puisque l'introduction d'acide dans le duodénum ne peut agir qu'à distance sur la cellule glandulaire. Il faut donc que les centres sécrétoires aient leur siège, soit dans le duodénum, soit dans le pancréas lui-même. — M. Louis Mangin a étudié une nouvelle maladie des Oëilletts, qu'on observe en Provence, et qui est caractérisée par la décomposition de la base de la tige et le flétrissement des feuilles. Dans les parties infectées, on rencontre des Champignons variés, des Bactéries et des Anguillules. Mais il est probable que l'agent destructeur est constitué par un mycélium polymorphe, portant des fructifications intermédiaires entre les *Cercospora* et les *Cylindrophora*. La maladie semble se propager par le bouturage. — M. Matteucci a examiné récemment l'état des principaux volcans de l'Europe méridionale. Au Vésuve, l'activité strombolienne du cratère terminal marchait de pair avec un épanchement latéral de laves; cet écoulement vient de cesser, mais il n'est pas impossible qu'il recommence. L'Etna, en repos depuis 1892, vient de présenter de fortes explosions et semble se préparer à un afflux lavique. Vulcano traverse une de ses phases solfatarienne habituelles. Stromboli conserve son activité explosive normale, avec un léger accroissement. Santorin, après trente années d'émissions gazeuses, semble se préparer à reproduire l'imposant spectacle de flammes et d'explosions qu'il a déjà donné dans la mer gée.

Séance du 13 Novembre 1899.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. C. Guichard étudie les congruences de cercles et de sphères qui interviennent dans l'étude des systèmes orthogonaux et des systèmes cycliques. Il démontre le théorème suivant : Si une sphère S décrit une congruence, le cercle C qui a pour pôles les points A et A' où la sphère S touche son enveloppe décrit aussi une congruence. — M. Paul Painlevé expose ses recherches sur la question suivante : étant donnée une équation

$$(1) \quad \frac{d^2Y}{dX^2} = R\left(\frac{dY}{dX}, Y, Z\right),$$

reconnaitre si elle a ses points critiques fixes, et (quand il en est ainsi) l'intégrer ou la ramener à un type canonique irréductible. L'auteur ramène toutes les équations de la forme (1) à 23 types, dont 5 seuls sont irréductibles. — M. H. Padé généralise les développements en fractions continues, donnés par Gauss et par Euler, de la fonction $(1+x)^m$.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. Sagnac fait connaître une nouvelle manière de considérer la propagation des vibrations lumineuses à travers la matière. Il suppose que les vibrations se propagent à l'intérieur d'un corps par l'intermédiaire d'un milieu identique à l'éther du vide. Il n'envisage pas de réactions mécaniques entre l'éther et la matière; enfin, il fait intervenir directement la discontinuité de la matière suivant un mécanisme principalement cinématique. Cette nouvelle conception permet de traiter avec précision et simplicité des problèmes liés actuellement à des considérations dynamiques complexes. M. F. Gaud présente les résultats qu'il a obtenus dans l'étude spectrophotométrique des lumières électriques à incandescence et à arc comparées à la lumière solaire. Ces données ont été obtenues en décomposant chacune des lumières par des écrans de couleurs homogènes et appréciant l'intensité des faisceaux transmis au moyen d'un simple appareil photométrique de Foucault ou linsen. — M^{me} S. Curie a retiré des résidus de minerai d'urane une certaine quantité de chlorure de baryum mélangé d'une substance fortement radio-active. Par des cristallisations et des précipitations fractionnées, elle a concentré la substance radio-active et observé en même temps que le poids atomique augmentait progressivement jusqu'à 145,8 (Ba = 138). Ces expériences

confirment l'existence du nouvel élément appelé *radium* et montrent qu'il possède un poids atomique plus élevé que le baryum. — M. A. Jaboin a préparé au four électrique, en réduisant par le charbon les phosphates correspondants, les phosphures de strontium et de baryum cristallisés, dont les formules sont respectivement P^2Sr^3 et P^2Ba^3 . Ces corps, très stables, qui jouissent d'une grande activité chimique, ont la propriété de décomposer l'eau à la température ordinaire en donnant de l'hydrogène phosphoré et de l'hydrate de strontiane ou de baryte. — M. M. Berthelot signale une petite rectification relative à sa précédente communication sur les diamines. — MM. W.-J. Pope et S.-J. Peachey, en traitant l'iodure d' α -benzylphénylallylméthylammonium par le dextro-camphorosulfonate d'argent, ont obtenu un mélange de deux dextro-amphorosulfonates Az ($C^7H^7.C^6H^5.C^3H^3.Cl^3$) $C^{10}H^{15}OSO^3$, droite et gauche, séparables par cristallisation fractionnée; c'est là un nouvel exemple de composés actifs formés par l'association autour de l'azote de quatre radicaux inactifs différents et une confirmation des vues de Le Bel sur la stéréochimie de l'azote. — M. Ch. Marie propose de doser le phosphore dans les composés organiques en oxydant ces derniers par le permanganate de potasse en solution nitrique. Après avoir éloigné l'excès d'acide azotique, on précipite l'acide phosphorique par la solution molybdique et on continue par le procédé ordinaire. Cette méthode donne d'excellents résultats et simplifiera l'analyse des glycérophosphates. — M. P. Bourcet a déterminé la quantité d'iode absorbée par un certain nombre de végétaux, en cultivant ceux-ci dans des terrains renfermant une proportion égale de ce métalloïde. Il a constaté que les Liliacées et les Chénopodées accumulent beaucoup plus d'iode (0,38 à 0,94 mgr. par kgr. de plante) que les Solanées ou les Ombellifères (0 à 0,14 mgr. par kgr.).

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. N. Gréhan, à l'aide d'une sonde œsophagienne, a injecté dans l'estomac de quelques chiens de grandes quantités d'alcool et a mesuré ensuite la proportion de ce corps absorbée par les différents organes. A partir d'une heure et demie après l'injection dans l'estomac et jusqu'à quatre heures après, la proportion d'alcool dans le sang est constante et égale à 0 cc. 57 par 100 cc.; c'est la période d'ivresse profonde; puis elle diminue jusqu'à disparaître. Les autres organes contiennent, après trois heures, les proportions suivantes d'alcool : cerveau, 0 cc. 41 pour 100 grammes; muscles, 0 cc. 33; foie, 0 cc. 325; reins, 0 cc. 39. — MM. E. Hédon et J. Arrous ont étudié les relations entre les actions diurétiques et les propriétés osmotiques des sucres en injection intraveineuse. L'activité diurétique des sucres croît en raison directe de leur tension osmotique et en raison inverse de leurs poids moléculaires. La toxicité des sucres paraît aussi, d'une manière générale, en rapport avec leur poids moléculaire, de telle sorte que les plus diurétiques sont aussi les plus toxiques. — MM. Ch. Achard et A. Clerc ont déterminé le pouvoir lipasique du sérum (pouvoir de saponification des graisses) dans divers cas pathologiques. Si l'on admet que l'activité lipasique normale (ortholipase) est représentée par un chiffre allant de 15 à 20, on constate qu'il y a hyperlipasie chez les diabétiques, les obèses, les myxœdémateux. Il y a ortholipasie dans un certain nombre d'affections aiguës et chroniques n'ayant pas présenté une grande gravité. Il y a eu hypolipasie pour les mêmes affections, lorsqu'elles ont été mortelles à brève échéance. La diminution extrême du pouvoir lipasique peut donc être tenue pour un signe de fâcheux augure. — MM. M. Caullery et F. Mesnil ont étudié la morphologie et l'inversion sexuelle d'un Epicaride parasite des Balanes (*Hemioniscus balani* Buchholtz). Les premiers, ils apportent une preuve positive indiscutable de l'hermaphrodisme de ces êtres; ils ont, en effet, observé la série complète des stades de transformation depuis le mâle jusqu'à la femelle adulte. Le développe-

ment de la chambre incubatrice présente aussi des phénomènes intéressants. — MM. Prillieux et Delacroix ont observé la maladie qui ravage les cultures d'ailliers dans la région d'Antibes et confirment les résultats des recherches de M. Mangin. Ils attribuent aussi la maladie à la forme mycélienne polymorphique signalée par M. Mangin. Ils ont observé trois formes de fructifications comidiennes : conidies hyalines, aiguës aux deux bouts; conidies hyalines, à extrémités arrondies; chlamydo-spores globuleuses; mais ils n'ont pas obtenu la forme ascospore. Ils désignent le parasite sous le nom de *Fusarium Dianthi* nov. sp. — MM. G. Couanon, J. Michon et E. Salomon ont fait de nouvelles expériences sur la désinfection antiphyloxérique des plants de vignes. Ils ont constaté qu'une immersion dans l'eau chaude à 53°, pendant cinq minutes, est un moyen pratique et économique pour désinfecter des plants de vignes quelconques, racinés ou non racinés. Insectes et œufs sont tués et les plants vivent et végètent normalement. — M. L. Maquenne a déterminé la quantité d'eau qui se trouve dans des graines placées dans différentes conditions de température et d'humidité. Le résultat le conduit à envisager les graines comme de simples corps hygroscopiques inertes, se mettant en équilibre d'humidité avec le milieu dans lequel elles se trouvent. — M. F. Wallerant expose ses idées sur l'origine de la symétrie dans les corps cristallisés et du polymorphisme. LOUIS BRUNER.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 31 Octobre 1899.

M. Hervieux, à l'occasion du procès-verbal de la précédente séance, fait remarquer que les conclusions de M. Loir, tendant à ce qu'on s'abstienne de vacciner dans les pays chauds pendant l'été, sont trop absolues. Agir ainsi serait ouvrir la porte toute grande à la variole et à la variolisation. — M. Bourquelot présente le rapport sur le concours du Prix Nativelle. — M. Ribemont-Dessaignes lit un rapport sur le concours du Prix Capuron. — M. Armand Gautier donne quelques renseignements sur les préparations cacodyliques et leur mode d'administration. En règle générale, l'acide cacodylique doit être prescrit à l'état de cacodylates neutres de soude ou de chaux, employés purs et en injections hypodermiques, à des doses pouvant varier de 0 gr. 05 à 0 gr. 45 d'acide cacodylique par jour. — M. le Dr Tuffier lit un travail sur l'extraction des projectiles intra-craniens déterminés par l'appareil de Contremoulin. — M. le Dr Boinet donne lecture d'un mémoire sur la chorée préparalytique. — M. M. de Fleury lit un travail sur la petite urémie nerveuse.

Séance du 7 Novembre 1899.

M. Delorme lit un rapport sur le concours pour le Prix Laborie. — M. Ch. Monod présente le rapport sur le concours du Prix d'Argenteuil. — M. Landouzy lit le rapport sur le concours pour le Prix de la fondation Monbini. — M. Roux donne lecture d'un rapport sur les ouvrages présentés pour le concours du Prix Audifred. — M. C. Gariel présente le rapport sur le concours du Prix Buignet. — M. Ed. König donne lecture d'un mémoire sur les complications orbitaires provenant de l'inflammation des cellules ethmoïdales. — M. Chiaïs lit un travail sur les variations qualitatives et quantitatives de la vapeur d'eau à Paris.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 28 Octobre 1899.

M. G.-H. Lemoine a trouvé, dans treize cas de dysenterie, le bacille décrit par M. Roger. En injections intra-péritonéales, il tue rapidement le lapin, le cobaye et le chat. L'ingestion de cultures produit également une diarrhée intense et la mort au bout de dix jours à un mois. — MM. Gilbert et Castaigne ont observé,

dans la colique hépatique, un phénomène d'inhibition des fonctions du foie, se traduisant par de la glycosurie. — M. Delezenne, poursuivant ses recherches sur les substances anticoagulantes, montrent que celles-ci doivent localiser leur action sur le globule blanc. — MM. S. Arloing et Dumarest combattent l'hypothèse d'un prétendu antagonisme entre la fièvre typhoïde et la tuberculose. L'immunisation typhique du cobaye n'empêche nullement l'infection par le bacille de Koch. — M. Pinoy a infecté, par le bacille de Koch, la glande sous-maxillaire d'un chien en injectant la culture dans le parenchyme glandulaire et en supprimant par l'atropine la sécrétion salivaire pour permettre l'infection par voie ascendante canaliculaire. — M. Lépine a observé, chez des chiens possédant des lésions du cerveau, une hyperthermie du pancréas; chez d'autres chiens, présentant diverses intoxications, la température du pancréas était, au contraire, inférieure à celle du rectum. — MM. Bacaloglu et Fossard ont observé deux cas de pseudohermaphroditisme. — M. Laguesse expose ses recherches sur l'origine du zymogène, qui naitrait du protoplasma cellulaire de la cellule pancréatique.

Séance du 4 Novembre 1899.

M. C. Phisalix a constaté qu'un chien fortement vacciné contre l'action anticoagulante du venin ne l'est pas contre la peptone. Inversement, la peptone inoculée préventivement au lapin ne le vaccine pas contre les coagulations intra-vasculaires produites par le venin. On en conclut que ces substances ne sont pas anti-coagulantes par le même mécanisme. — MM. de Grandmaison et Cartier ont observé une jeune accouchée ayant succombé à la septicémie. Le sang contenait le bacille d'Eberth pur; la pulpe du rein, de la rate, du foie ont également donné des cultures du bacille. L'infection sanguine paraît s'être faite par la plaie utérine. — MM. Maurel et Lagriffe ont observé l'effet des températures sur la vie des poissons. Les chondrostomes, lanches, gardons, goujons et congres ne sauraient vivre dans une eau au-dessus de + 33° ou au-dessous de + 2°. La mort au delà de ces températures paraît due à une modification physique des éléments histologiques. — M. Marchoux a observé au Sénégal un grand nombre de cas de dysenterie et a toujours trouvé les amibes déjà décrits. Les injections aux chats des déjections dysentériques reproduisent la maladie avec abcès du foie et ulcérations intestinales. — M. Manuelian envoie un travail sur les cellules du lobe optique des oiseaux. — M. Bohn expose ses recherches sur l'intoxication des êtres inférieurs par l'ammoniaque.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 3 Novembre 1899.

M. H. Pellat expose, d'après une communication faite par M. Blaserna au Congrès des Electriciens de Côme, les recherches de M. Folgerhaiter sur les variations de l'inclinaison magnétique en Italie depuis l'antiquité. Les briques et poteries ferrugineuses prennent, au moment de la cuisson, une aimantation qu'elles gardent indéfiniment. M. Folgerhaiter a constaté que les briques d'un mur construit par les Romains présentaient des aimantations très différentes, malgré la régularité de leur disposition; l'aimantation a donc été prise dans le four à cuire. Par contre, des poteries, dont la forme verticale indique avec certitude la position qu'elles ont dû occuper pendant la cuisson, ont conservé une aimantation qui est la même pour tous les vases de même époque et de même forme. En faisant cuire des vases semblables à ceux qui ont été conservés, dans des positions variables, on peut arriver à déterminer une relation entre l'inclinaison de l'aiguille aimantée et celle de la ligne neutre des poteries et résoudre ensuite le problème inverse. Parmi les vases étudiés par M. Folgerhaiter, les plus anciens

remontent au vi^e siècle avant J.-C. : ils sont au nombre de 26 ; l'inclinaison était négative à cette époque, sa valeur était de 3° environ. Sur 93 vases des vi^e, vii^e et viii^e siècles avant J.-C., l'inclinaison passe du négatif au positif ; au vii^e siècle, l'équateur magnétique traversait l'Italie. Cent ans avant J.-C., l'inclinaison était boréale et presque aussi grande qu'actuellement (58° ; cent ans après, elle atteignait 66° ; elle a donc passé par un maximum. Ces faits semblent contredire absolument les théories qui considèrent l'équateur magnétique comme grossièrement coïncidant avec l'équateur géographique. — M. Abraham expose les recherches qu'il a faites, en commun avec M. Lemoine, sur le phénomène de Kerr. Dans ces expériences, le faisceau elliptique sortant du condensateur a été étudié par la méthode photométrique : entre l'analyseur et le condensateur on place un prisme biréfringent, orienté parallèlement au nicol polariseur ; l'analyseur et le polariseur sont croisés, ce qui produit l'extinction des deux images. L'une d'elles réapparaît quand on charge le condensateur ; on tourne l'analyseur dans un sens et dans l'autre jusqu'à voir les deux images avec la même intensité ; l'angle d'écart mesure directement la différence de phase des deux composantes du rayon immergent. On peut montrer le phénomène de Kerr avec de l'eau distillée sans aucune précaution ; les deux pôles d'un transformateur (bobine de Ruhmkorff) sont reliés à l'appareil de Kerr par l'intermédiaire de deux condensateurs en cascade ; pendant la charge, qui dure $\frac{1}{500}$ de seconde, les deux armatures

du condensateur de Kerr sont au même potentiel ; pendant la décharge, qui se fait par une étincelle en dérivation sur les bornes du transformateur, la différence de potentiel monte très brusquement, puis descend lentement par suite de la conductibilité de l'eau. Les recherches avaient pour but de déterminer au bout de combien de temps le phénomène de Kerr disparaît quand on supprime le champ électrique ; M. Bichat et M. Blondlot ont étudié la question à l'aide d'un miroir tournant et sont arrivés à la limite de $\frac{1}{40.000}$ de seconde. Ce nombre indique la limite de sensibilité de la méthode du miroir tournant ; on peut aller beaucoup plus loin en mesurant l'espace parcouru par la lumière dans l'intervalle très court qu'il s'agit d'évaluer ; en $\frac{1}{300.000.000}$ de seconde la lumière parcourt

1 mètre, tandis qu'avec un miroir faisant 1.000 tours par seconde, un point lumineux distant de 5 mètres ferait 60 kilomètres par seconde et dans la fraction de seconde indiquée 0,2^{mm}. Dans les expériences, qui portent sur les liquides bien isolants, la bobine est fermée directement sur le condensateur, qui est déchargé par les étincelles, lesquelles servent de source lumineuse. La lumière, réfléchie par quatre miroirs, décrit, avant d'atteindre le condensateur, un trajet variable ; si la durée de ce trajet est assez longue, il arrivera que le phénomène, qui a commencé à décroître au moment où l'étincelle a jailli, ne soit plus observable.

On observe les rotations suivantes pour diverses valeurs du trajet :

20 ^{cm}	100 ^{cm}	500 ^{cm}
17°,3	8°,7	< 0°,5 :

au delà de 400 centimètres, on observe indéfiniment un phénomène non mesurable. Au bout du temps que met la lumière à parcourir 180 centimètres, le phénomène est notablement réduit. Ainsi le phénomène de Kerr, une fois établi, peut disparaître en un temps extrêmement court, inférieur à un quatre cent millionième $\left(\frac{1}{400.000.000}\right)$ de seconde ; il est bien peu vraisemblable qu'il soit dû à une déformation élastique, le

chemin parcouru par une onde pendant ce temps étant de l'ordre du micron. C'est un phénomène électrique, qui pourra servir à l'étude des ondes électromagnétiques.

C. RAVEAU.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES

F. C. Penrose : Sur l'orientation des temples grecs, d'après des observations faites en Grèce et en Sicile. — L'orientation du temple de Cabéirion, près de Thèbes, dont l'angle avait été discuté, a été de nouveau mesurée au théodolithe, et les résultats antérieurs de l'auteur confirmés. Un exemple analogue est donné par le temple archaïque de Neptune dans l'île de Paros, où l'on a employé la brillante étoile zodiacale Régulus.

En Sicile, la re-examen des temples de Girgenti a permis de préciser quelques éléments de détail ; la date d'orientation du temple de Juno Lacinia est reportée à la période de colonisation hellénique de cette ville.

Le point le plus intéressant concerne les deux temples athéniens Theseum et Erechtheum ; l'auteur montre que les jours des mois dans lesquels le lever du soleil, précédé par l'étoile, illuminait le sanctuaire, coïncidaient exactement, dans certaines années du cycle météorique, avec les jours des mois lunaires athéniens dans lesquels trois fêtes importantes, en relation au mois avec un de ces temples, étaient données. Les années ainsi déterminées concordent remarquablement avec les dates probables de la dédicace de ces temples.

2^o SCIENCES NATURELLES

R. C. Punnett : Sur la formation du plexus pelvique, avec référence spéciale au collecteur nerveux, dans le genre *Mustelus*. — Le principal objet de cette recherche était de déterminer si, à une période quelconque du développement de l'animal sélectionné, le nombre des branches composant le collecteur nerveux est plus grand qu'à la période adulte. On peut supposer, comme une conséquence logique de la théorie de Gegenbaur, qu'il en est bien ainsi, et l'histoire ontogénique du collecteur nerveux exposée ici, son développement maximum dans les jeunes embryons, et sa diminution graduelle subséquente dans les âges avancés de l'existence embryonnaire conduisant à sa condition adulte, doivent correspondre à son caractère primitif s'il y a quelque chose de vrai dans la théorie de la recapitulation.

L'histoire du collecteur postérieur, dont la vraie existence n'avait pas été décrite jusqu'à présent, jette une lumière considérable sur la théorie ci-dessus mentionnée. Nous avons ici un collecteur formé dans l'embryon et dont, plus tard, les nerfs composants se séparent pour courir séparément jusqu'à la nageoire. Ce fait montre clairement que la condition du collecteur est plus primitive que la condition dans laquelle les nerfs l'atteignent sans effectuer d'abord aucune jonction les uns avec les autres.

L'auteur montre que la formation de ce collecteur est due à la migration de la nageoire rostrale entière, et non à une contraction de l'aire caudale, comme on le voit par le fait suivant : les deux espèces *Mustelus laevis* et *M. vulgaris* diffèrent l'une de l'autre surtout par la position plus rostrale de la ceinture pelvique du dernier. Il est très improbable que cette condition provienne de l'excalation des vertèbres entre le pelvis et la région antérieure du *M. laevis*, à cause des deux faits suivants : a) la grande quantité d'excalations et d'intercalations qui auraient lieu dans différentes parties de l'animal par suite d'une telle hypothèse ; b) Dans plusieurs cas, le nerf de la ceinture peut passer en partie au-dessus, en partie au travers de celle-ci en ne montrant pas cette rigidité qu'on pourrait supposer d'après la théorie de l'excalation ; c) Le

nombre sérial du nerf de la ceinture peut être différent des deux cotés du même individu.

Dans l'hypothèse de la migration, les faits reçoivent une explication facile qui est aussi d'accord avec l'existence d'une plus grande extension caudale de l'aire d'innervation de la nageoire pelvique dans les mâles que dans les femelles de *M. laevis* et avec la variabilité de *M. laevis*, dont les espèces doivent être dérivées d'une forme plus stable, comme le *M. vulgaris*, par une migration rostrale de la ceinture pelvique.

Comme la migration est rendue très probable par d'autres raisons encore, le collecteur postérieur doit être considéré comme un résultat direct de cette migration, et sa connexion non douteuse avec le changement de la nageoire le long de la colonne vertébrale est d'une grande importance en expliquant la formation du collecteur nerveux antérieur.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 18 Novembre 1899.

M. F. S. Spiers lit un mémoire sur l'électricité de contact. Le but de ses recherches a été de déterminer d'une façon plus satisfaisante que précédemment le rôle joué par le milieu dans la différence de potentiel qui se produit quand deux métaux dissemblables sont placés en contact. Les premières expériences ont été effectuées avec l'appareil d'Ayrton et Perry, dans lequel les métaux en contact sont capables d'une rotation de 180° autour d'un axe vertical et placés entre deux inducteurs verticaux reliés à un électromètre à quadrants; l'auteur y a introduit l'arrangement de compensation de Lord Kelvin, de façon à mesurer les différences de potentiel par la méthode du zéro. Les métaux employés ont été le platine et l'aluminium. Dans le but d'enlever les couches d'air adhérentes aux surfaces des métaux, le tube qui contient ces derniers a été plusieurs fois chauffé et vidé d'air; pendant ces opérations on observe que la différence de potentiel entre les plaques diminue graduellement. Cet effet est dû à l'oxydation de l'aluminium, car, en polissant la surface, on obtient de nouveau les différences originales. L'auteur a cherché à enlever l'oxygène en le déplaçant par de l'hydrogène. Mais, après quatre lavages avec du gaz pur et sec à basse pression, il restait encore assez d'oxygène pour oxyder complètement l'aluminium; même au rouge l'oxyde d'aluminium n'est pas décomposé par l'hydrogène. L'auteur a alors substitué le fer à l'aluminium et brûlé tout l'oxygène avec de l'hydrogène en enfermant la partie inférieure de l'appareil dans un tube de cuivre et en chauffant au chalumeau. Par cette méthode, la valeur de l'effet Volta entre le fer et le platine dans une atmosphère d'hydrogène a été trouvée égale à 0,6 volt, le platine étant positif. Ce résultat diffère en grandeur et en signe de celui obtenu en prenant l'air comme milieu. M. O. Lodge, qui s'est beaucoup occupé de l'électricité de contact, considère comme remarquables les expériences de l'auteur. Il a toujours reconnu qu'il était impossible de se débarrasser par le vide des couches d'air adhérentes aux surfaces; le procédé de combustion est le seul qui résolve complètement la question. M. Leffeldt rappelle que l'action de l'hydrogène sur l'oxyde ferrique est limitée et qu'il est impossible d'arriver à une désoxydation complète par ce moyen. M. Armstrong pense qu'un grand pas a été fait vers la solution du problème, mais n'est pas complètement satisfait par les résultats. L'auteur ne s'est pas gardé vis-à-vis de l'humidité. Les gaz doivent être à la fois impurs et humides avant qu'une action chimique se produise, et on ne pourra pas arriver à une solution du problème avant d'avoir chassé non seulement l'oxygène, mais encore les impuretés et l'humidité qui l'accompagnent. Il est impossible de faire le vide complet dans l'appareil, et il reste toujours un nombre de molécules plus que suffisant pour produire l'effet Volta. La méthode de Dewar, basée sur l'emploi de l'oxygène ou

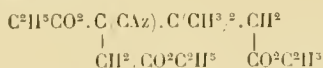
de l'hydrogène liquides, permettrait de se débarrasser des gaz et de la vapeur d'eau, et d'exécuter des expériences absolument concluantes; mais le phénomène pourrait disparaître aux basses températures. L'auteur s'est peut-être aussi trouvé en présence d'effets de combinaison, car il est prouvé que l'hydrogène s'allie au platine et au fer au rouge sombre. M. S. P. Thompson rappelle les arguments des partisans de la vieille théorie du contact. Ils prétendent que la propriété des métaux qui détermine la différence de potentiel quand ils sont mis en contact est aussi fixe et définie que les autres propriétés physiques, comme la densité, et que la différence de potentiel *apparente* observée dans l'air est à peu près la même que la différence *vraie*. D'après Pellat, l'effet Volta réel est voisin de l'effet observé dans l'air. La valeur de l'effet Volta dérivée de considérations thermodynamiques concernant l'effet Peltier est beaucoup plus petite que les différences de potentiel d'ordre chimique, qui sont de l'ordre du volt. M. Perry croit que l'effet Peltier n'est pas distinct de l'effet Volta; il n'en est que le coefficient différentiel. M. O. Lodge dit que si un circuit contenant l'effet Peltier est traité thermodynamiquement, comme s'il était une machine à feu réversible, on arrive à une équation reliant la valeur des effets Peltier avec le degré de variation de la force électromotrice totale dans le circuit avec la température. La force électromotrice qui varie n'est pas nécessairement l'effet Volta. M. Perry croit que si M. Ayrton pense que l'étendue de l'effet Peltier prouve la variation de l'effet Volta avec la température; mais, si celle-ci est faible, il ne s'ensuit pas nécessairement que l'effet Volta soit faible. On n'arrivera d'ailleurs probablement pas à décider entre les deux théories avant d'avoir réalisé une variation cyclique des phénomènes, c'est-à-dire avant d'avoir pu faire varier les surfaces et le milieu d'une façon parfaitement définie afin d'être capable de revenir à l'état primordial. M. O. Lodge désirerait également voir exécuter des expériences de cette nature. La difficulté est d'éviter l'action chimique; celle-ci n'est pas nécessaire pour obtenir l'effet Volta. M. Spiers répond à M. Leffeldt qu'il avait, dans ses expériences, très peu d'oxyde ferrique et beaucoup d'hydrogène, de sorte que la presque totalité de l'oxyde a été décomposée. Il compte poursuivre ses expériences en tenant compte des remarques qui ont été présentées.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Communications reçues pendant les vacances.

MM. William A. Bone et Charles H. G. Sprankling exposent les méthodes de préparation des acides succiniques alcoyl substitués. Ceux-ci s'obtiennent très facilement à partir des cyanosuccinates d'éthyle, obtenus par l'action des cyanacétates d'éthyle sur les éthers des acides gras α -bromés. — M. Francis E. Francis a fait réagir la benzalaniline sur la dibenzylkétone et a obtenu trois produits isomères, suivant les équations de R. Schiff. La desoxybenzoïne, traitée de la même façon, donne trois substances analogues, plus une quatrième, moins soluble et possédant un point de fusion plus élevé. — M^{lle} Emily C. Fortey a étudié l'action de la lumière et de l'oxygène sur la dibenzylcétone. A l'air et sous l'action du soleil, elle se décompose en benzaldéhyde, acide benzoïque et acide phénylacétique. En tube scellé et en présence d'oxygène, elle donne de l'oxyde de carbone, du toluène et une substance de formule $C^{15}H^{10}O$. — M. Sidney Young et M^{lle} E. C. Fortey ont retiré par distillation fractionnée l'hexaméthylène du pétrole de Galicie et l'ont obtenu sous forme d'un liquide se solidifiant à 49,7. Ils en ont déterminé la densité (0,79673), le point d'ébullition (80°,9) et les constantes critiques. — MM. W. R. Lang et Albert Rigant ont déterminé la composition et les tensions de dissociation des chlorures de cadmium ammoniacaux. Par l'action de l'ammoniaque liquide à — 70°, on obtient le corps $CdCl^2, 6AzH^3$. Chauffé à 100°,

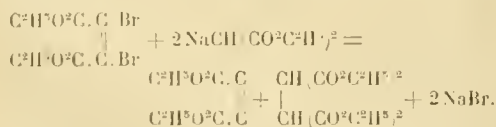
il se décompose en donnant le corps $CdCl_2 \cdot 2AzH^3$, très stable, ne commençant à se dissocier qu'au-dessus de 210°. L'étude des tensions de dissociation montre que le composé hexammoniacal ne peut exister au-dessus de 60°; les composés penta, tétra et triammoniacaux doivent donc se former entre 60° et 100°. — MM. Julius B. Cohen et Frederik B. Skirrow ont constaté que le couple aluminium-mercure est un bon agent de condensation. En sa présence, le chlorure de soufre S^2Cl^2 réagit énergiquement sur les hydrocarbures aromatiques en les transformant en disulfures. On obtient ainsi les disulfures de diphenylène $C^6H^4:S^2:C^6H^4$, de ditolylène. La distillation de ces disulfures donne généralement lieu à la production de sulfhydrates : sulfhydrate de camène C^6H^4SH , etc. — MM. Julius B. Cohen et Henry D. Dakin ont employé le couple aluminium-mercure comme agent d'hydrogénation. Avec le brome, ils ont obtenu très facilement des produits de substitution des hydrocarbures aromatiques et des paraffines : bromo-benzène, bromo toluène, bromo-méta-xylène, chloro-bromo-benzène, bromure d'heptyle, tétrabromo-heptane, etc., etc. — MM. W. H. Perkin junior et Jocelyn Field Thorpe, dans le but de faire la synthèse de l'acide isocamphoronique, ont fait réagir le dérivé sodé du cyano-diméthylglutarate d'éthyle sur le bromacétate d'éthyle et ont obtenu le cyanodiméthylbutanetricarboxylate d'éthyle :



Ce dernier, hydrolysé par l'acide sulfurique, produit l'acide diméthylbutanetricarboxylique $(CO^2H).CH^2.C(CH^3)^2.CH(CO^2H)CH^2.CO^2H$ et non l'acide isocamphoronique. Cet acide, en effet, n'a pu être cristallisé; il donne un anhydro-acide. — MM. Jocelyn Field Thorpe et William Udall, en faisant digérer le cinnamate d'éthyle avec le cyanacétate d'éthyle sodé, ont obtenu le phénylcyanoglutarate d'éthyle sodé : $CO^2(C^2H^5).CH^2.CH(C^6H^5).CNa(CAz).CO^2C^2H^5$. Celui-ci se combine avec le bromacétate d'éthyle pour former le phénylcyanobutanetricarboxylate d'éthyle $CO^2(C^2H^5).CH^2.CH(C^6H^5).C(CAz)(CO^2C^2H^5).CH^2.CO^2C^2H^5$. Cet éther, par hydrolyse, est transformé en un mélange des acides cis et trans-phénylbutanetricarboxyliques : $CO^2H.CH^2.CH(C^6H^5).CH(CO^2H).CH^2.CO^2H$; on les sépare par cristallisation fractionnée. Ces deux acides, traités par le chlorure d'acétate, donnent le même anhydro-acide. — MM. Siegfried Ruhemann et Alfred Cunningham ont montré que les sels éthyliques des acides non saturés se combinent avec la pipéridine; dans le cas du phénylpropiolate d'éthyle surtout, cette union a lieu avec un grand dégagement de chaleur. Il en est de même avec la benzamidine, qui forme un composé cyclique, la benzalphenylglyoxalidone :



Le sodiomalonate d'éthyle réagit sur le dibromomaléate, mais non suivant la manière indiquée par G. Pum, qui croyait obtenir du dimalonimaléate d'éthyle. La vraie réaction est la suivante :



On obtient donc de l'éthanedétricarboxylate d'éthyle et de l'acétylédicarboxylate d'éthyle, mais ce dernier s'unit immédiatement à une molécule de malonate d'éthyle pour donner du propénétricarboxylate d'éthyle. — M. Alex. Mac Kenzie a résolu l'acide mandélique inactif en ses deux constituants actifs par

l'emploi de la quinine et de la cinchonine. Il a préparé ensuite les sels des acides droit et gauche ainsi obtenus avec un certain nombre de bases organiques et de métaux. — MM. David Leonard Chapman et F. Austin Liddbury ont examiné des échantillons du sous-oxyde hypothétique de phosphore préparé par les méthodes de Goldschmidt et Reinitzer, ou de Michaelis et Pitsch, et ont comparé leurs propriétés physiques et chimiques avec celles du phosphore rouge à l'état finement divisé, préparé par l'action de la lumière sur une solution concentrée de phosphore dans le sulfure de carbone. Il y a une coïncidence complète dans les deux cas, et aucune propriété observée ne permet de distinguer les deux substances. Les analyses montrent que le pourcentage de phosphore est toujours plus grand que celui qui correspondrait à la formule P^4O . Les impuretés du phosphore sont dues surtout à la présence d'acides du phosphore formés par l'action de l'eau durant la préparation. Les auteurs concluent que le sous-oxyde n'est qu'une forme impure du phosphore rouge. — MM. W.-J. Sell et F.-W. Dootson, en faisant agir le chlore sur le sel chlorhydrique de la pyridine, ont obtenu : 1° une nouvelle dichloropyridine; 2° une tétrachloropyridine; 3° la pentachloropyridine; 4° une amino trichloropyridine, et 5° un composé de formule $C^5Cl^4AzH^2$, dérivant de deux noyaux pyridiques. — MM. Raphael Meldola et Percy P. Phillips ont poursuivi l'étude de l'éthényl-triamido-naphtalène. Le caractère acide du groupe AzH de l'amidine a été mis en évidence par la formation d'un composé argentique et d'un dérivé méthylé correspondant. Le caractère diazotable du groupe AzH^2 a été étudié, et les auteurs montrent que l'amidoamine est capable de se combiner avec les sels de diazonium d'autres bases.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 30 Septembre 1899.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. Cardinaal présente au nom de M. K. Bes une communication provisoire intitulée : « Sur la formation de la résultante. » Il s'agit de l'élimination de $n - 2$ de n variables entre $n - 1$ équations homogènes d'ordre quelconque.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Kamerlingh Onnes : « Méthodes et ressources en usage dans le Laboratoire cryogène de l'Université de Leyde. » Dans cette communication, illustrée par quatre planches, l'auteur s'occupe successivement du cryostat (vase à ébullition et boîte à ébullition) pour des mesures sur des gaz liquéfiés (surtout sur l'oxygène liquide), du compresseur à air de Brotherhood, destiné à la compression des gaz dont on désire conserver la pureté en empêchant l'air de s'y mêler, du décentage de petites quantités de Az^2O , de l'ébullition de grandes quantités de Az^2O , de la circulation de Az^2O . Il signale l'article intéressant de M. E. Mathias dans la *Revue générale des Sciences*, t. VII, p. 381-390. — M. Onnes présente encore au nom de M. W. van Bemmelen : « Spasmes dans la force magnétique de la Terre. » Cette communication est introduite par M. J.-P. van der Stok, président de l'Institut météorologique de Batavia, en retraite, dans les mots suivants : « Les lignes courbes enregistrées par le magnétographe, en particulier par le magnétographe à suspension bifilaire, accusent des mouvements particuliers qui se présentent aussi chez les lignes fournies par les seismographes de construction différente. Seulement, les enregistrements du magnétographe admettent une recherche statistique de quelque importance, ces instruments fonctionnant déjà depuis vingt ans. Cette recherche a été faite par M. van Bemmelen quant aux mouvements de courte période, qu'il appelle des spasmes et qui diffèrent des pulsations ordinaires. Il s'est proposé d'étudier aussi les lois auxquelles satisfont ces spasmes; seulement, cette étude est restée sans résultat jusqu'ici, parce qu'il n'a pas réussi à

construire un instrument enregistreur assez sensible. » — Enfin, M. Onnes présente au nom de M. F. Haasenoehrl : « Les constantes diélectriques de l'acide nitrique et de l'oxygène liquides. » L'auteur explique d'abord la méthode et décrit ensuite les appareils, l'arrangement des expériences, l'étalonnage du condensateur, les mesures elles-mêmes, pour s'occuper, enfin, de l'application des résultats à la formule Clausius-Moséli. — M. V.-A. Julius présente, au nom de M. A. Smits : « Recherches avec le micromanomètre. » M. Smits continue une étude antérieure (voir *Revue générale des Sciences*, t. VIII, p. 423), curieux de savoir si les résultats obtenus en expérimentant avec des dissolutions de NaCl, de KOH et de sucre de canne, se présentent aussi chez d'autres dissolutions. Après avoir répété en partie les expériences antérieures avec un micromanomètre perfectionné, il s'est occupé des dissolutions de H_2SO_4 , $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ et K_2CO_3 ; seulement, K_2CO_3 se comporte d'une manière différente des autres. Enfin, l'auteur compare ses propres résultats avec ceux obtenus par M. Dieterici, à l'aide d'un anéroïde très sensible; de plus, il indique comment il s'est assuré que ses dissolutions ne contenaient pas de petites quantités d'air dont la possibilité avait été posée par M. Jahn. — M. J.-D. van der Waals présente, au nom de M. E.-H.-J. Cunaeus, une communication intitulée : « La détermination du pouvoir réfractif comme méthode de recherche des phases coexistantes de mélanges d'acétone et d'éther. » Le but de cette étude est la recherche du rapport entre la composition de la vapeur au-dessus d'un mélange de deux fluides, celle du mélange et la pression. Au début des expériences, on ne connaissait que le travail de Linde

de août 1895; depuis, les travaux de Lehfeldt et Harmann ont paru. La détermination précise de la composition de la vapeur forme la grande difficulté du problème. Inspiré par les épreuves de MM. Ramsay et Travers, l'auteur s'est efforcé à y parvenir, sans condensation de la vapeur et sans analyse chimique, à l'aide du pouvoir réfractif qu'il déterminait d'après la méthode de Lord Rayleigh. Description de l'appareil, discussion de la correction du pouvoir réfractif à cause des déviations des lois de Boyle et de Gay-Lussac. Tableaux des résultats, etc. — M. van der Waals présente encore, au nom de M. R. Sissingh : « Les propriétés générales de la représentation optique par des rayons centraux dans une série de surfaces sphériques centrées. » Sont nommés rapporteurs : MM. H. Kamerlingh

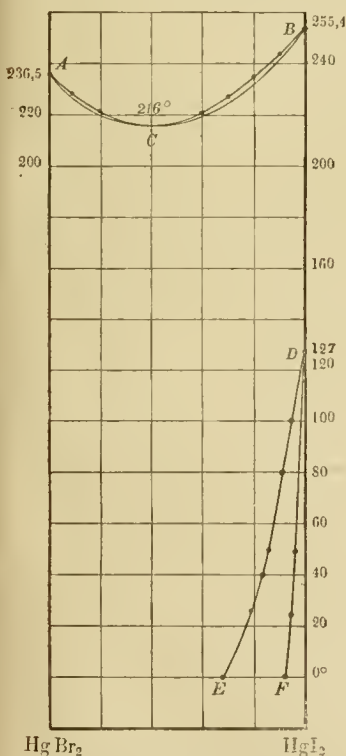


Fig. 1. — Graphique de la conversion des cristaux mixtes de $HgBr_2$ et HgI_2 .

Onnes et H.-A. Lorentz. — M. T. Zaayer présente, au nom de M. W. Einthoven : « Contribution à la théorie de l'électromètre capillaire de Lippman. » Dans un mémoire paru en 1896 (*Pflüger's Arch.*, t. XLIII, p. 440), M. Hermann prétend que les résultats obtenus par

MM. Burch et Einthoven, à l'aide de la recherche sur le mouvement du mercure dans l'électromètre capillaire et donc empiriquement, sont des conséquences immédiates de sa théorie et en forment donc une vérification. Dans sa réponse à M. Hermann, l'auteur s'efforce de faire avancer la connaissance des lois qui régissent le mouvement du mercure dans l'électromètre capillaire à l'aide de quelques nouvelles expériences. — M. H. Haga montre un négatif obtenu à l'aide de rayons d'uranium, fournis par la composition « A » de l'usine de Haëu (*Annales de Wiedemann*, août 1899).

— Ensuite M. Haga présente la thèse de M. E. Bouwman : « Action retardataire de la torsion et décroissement logarithmique des oscillations de torsion de fils minces. » — M. H.-W. Bakhuis Roozeboom présente la thèse de M. W. Reinders : « Cristaux mixtes de HgI_2 et $HgBr_2$. » Ce cas appartient à un des types les plus simples. La ligne de fusion AB (fig. 1) qui joint le point de fusion de $HgBr_2$ (236°,5) à celui de HgI_2 (355°,4), montre un minimum C de 216°,1 à 59 % de $HgBr_2$. Dans ce minimum, la matière se solidifie en des cristaux mixtes de constitution égale. A droite, les cristaux ont une teneur plus grande en HgI_2 , à gauche, ils ont une teneur plus grande en $HgBr_2$. Seulement, les différences sont très petites; car la ligne des cristaux (courbe inférieure ACB) reste dans la proximité de la ligne de fusion (courbe supérieure ABC). Au-dessous de 216° on trouve des cristaux mixtes, de toute proportion possible, du système rhombique. A 127°, le constituant HgI_2 pur se transforme dans les cristaux tétraédriques rouges (point D). Ce point de transition s'abaisse par l'addition de $HgBr_2$. De plus, il se transforme dans un intervalle de transition, limité par deux courbes, la courbe DE des cristaux jaunes et la courbe DF des cristaux rouges, etc. — Ensuite, M. Roozeboom présente, au nom de M. E. Cohen et C. van Eyk, la seconde partie de « L'énantiotropie de l'étain » (voir *Revue générale des Sciences*, t. X, p. 800). Les résultats de leurs expériences sont déposés dans le graphique (fig. 2), les températures formant les abscisses et la vitesse de transformation les ordonnées. A la température de -48° la vitesse de transformation admet un maximum. Les auteurs ont prouvé, en outre, les lois suivantes : 1° l'étain blanc sec se transforme à -7° en étain gris; le procédé est lent et commence par les bords; 2° l'étain blanc sec en contact avec des quantités minimales d'étain gris en forme de poudre se transforme beaucoup plus vite; 3° la présence du sel rose augmente encore davantage la vitesse de la transformation. La présence de quantités d'étain gris et de sel rose à la fois est le plus efficace. — Enfin, M. Roozeboom présente au nom de M. E. Cohen : « Une nouvelle espèce d'éléments de transition (espèce sixième). » Ces éléments sont construits d'après le schéma :

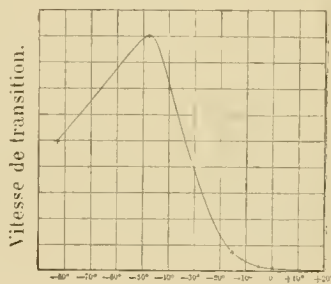


Fig. 2. — Énantiotropie de l'étain. — Graphique faisant connaître la relation entre la vitesse de transition et la température.

Électrode du métal M dans la modification stable.	Solution d'un sel du métal M.	Électrode du métal M dans la modification métastable.
---	-------------------------------	---

Cette combinaison peut être réalisée, en égard aux propriétés particulières de l'étain, dans la forme :

Électrode d'étain gris.	Solution d'un sel d'étain.	Électrode d'étain blanc.
-------------------------	----------------------------	--------------------------

Dans la figure 3, qui représente un élément de cette espèce, *a* et *b* sont deux éprouvettes, réunies par le tube-milieu *c*, de même capacité, et portant l'une la modification grise, et l'autre la modification blanche, toutes les deux en poudre. Dans ces poudres descendent deux fils de platine *r*¹, *r*² fondus en verre et recourbés en bas en forme d'anneau. Après avoir rempli *a*, *b*, *c* d'une dissolution aqueuse d'un sel d'étain, *a* et *b* sont fermées par des bouchons de liège, enveloppant les fils. L'élément est porté par une tige en verre *g*, etc. L'auteur donne d'abord la théorie de cet élément, ensuite il s'occupe des tensions électrolytiques et de la relation entre la variation du point de transition avec la pression extérieure et les coefficients de température de l'élément. — MM. C.-A. Lobry de Bruyn et H.-C. Byl : « L'isaldane. » Dans ses recherches intéressantes sur l'aldol, M. Wurtz a décrit deux produits de condensation formés de deux molécules d'aldol avec soustraction d'une molécule d'eau. Un d'eux, le dialdane, qui se forme de l'aldéhyde en même temps que l'aldol, a été étudié par lui. D'après lui, on a :

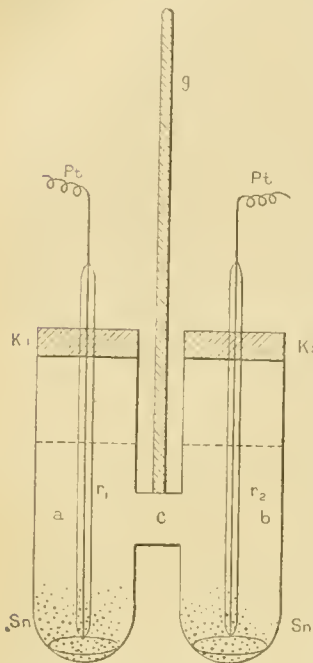
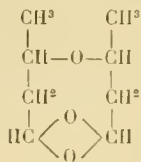


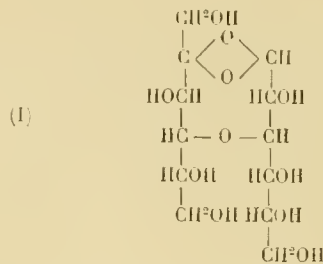
Fig. 3. — Élément de transition de sixième espèce. — *a*, *b*, éprouvettes réunies par le tube *c*; *r*₁, *r*₂, fils de platine.

2 (CH³.CHOH.CH²COH) = CH³.CHOH.CH².CH : CH.CHOH.CH²COH + H²O.

Le second, qui s'appelle isodialdane, n'a été obtenu qu'en très petite quantité. Déjà, en 1884, l'auteur a publié (*Bull. Soc. Chim.*, t. XLII, p. 161) une expérience qui procure l'isodialdane d'une manière beaucoup plus facile; maintenant il en fait connaître la formule de structure. Il trouve que, par perte d'une molécule d'eau, deux molécules d'aldol se transforment en :



un système assez stable, excepté sous l'influence d'acides dilués. D'après cette formule, l'isodialdane est une substance analogue au sucre de canne, en ce sens que la relation entre l'isodialdane et les deux molécules originales d'aldol rappelle la relation entre le sucre de canne et la glucose et la fructose (lévulose). L'auteur croit qu'il est permis de supposer, dans la molécule de saccharose dont la composition est inconnue, l'existence d'un même complexe de carbone et d'oxygène que dans l'isodialdane. Alors en se servant des formules stéréochimiques de fructose et de glucose, on trouve le schéma (1) ci-après, où la partie gauche représente la molécule de fructose et la partie droite, la molécule de glucose. — M. S. Hoogewerff présente la thèse de M. W. van Dam : « Sur la réaction de l'hypobromite de potassium en dissolution alcaline sur les amides des oxyacides aromatiques. »



3^e SCIENCES NATURELLES. — M. W. Beyerinck : « Sur la formation de l'indigo dans la guède (*Isatis tinctoria*). » Il y a quelques années, M. E. Alvarez s'est occupé de la fermentation indigotique (*Comptes rendus*, t. CV, p. 286). Il examina une plante des *Indigofera* et trouva les résultats suivants : « Si l'on fait une décoction de la plante, qu'on stérilise après l'avoir placée dans des éprouvettes ou en des ballons Pasteur, on peut conserver au liquide sa coloration rougeâtre plusieurs mois, sans que l'indigo se produise. Au contraire, si l'on ajoute quelques microbes de la pellicule de fermentation ordinaire, soit la bactérie spéciale isolée, on obtient, au bout de quelques heures, une abondante production d'indigo. » M. Beyerinck, après avoir pris connaissance du mémoire cité, essaya de faire une décoction de la guède (*Isatis tinctoria*) qui, de même, devrait contenir l'indican, pour répéter les épreuves de M. Alvarez. Seulement, il ne réussit pas à obtenir une substance qui restât invariable à l'air, ni par l'ébullition, ni par l'extraction à une température basse. Toujours la fermentation de l'indigo se présentait d'elle-même sans aucune influence de microbes. Plus tard, l'auteur s'est convaincu que les résultats de M. Alvarez sont exacts, néanmoins, aussi bien par rapport à la décoction d'*Indigofera leptostachya* que par rapport à celle de *Polygonum tinctorium*. Donc les plantes indigotiques appartiennent à deux groupes physiologiquement différents. Le but de ce mémoire est d'examiner les deux espèces de matières chromogènes en question. La matière chromogène de la guède n'est pas de l'indican, comme on suppose généralement; plutôt elle est l'indoxyle très instable C⁸H⁷AzO. Au contraire, *Indigofera leptostachya* et *Polygonum tinctorium* contiennent le glucoside très stable indican, dont les matières constituantes, d'accord avec l'hypothèse de MM. Marchlewski et Radcliffe (*Chem. Centralblatt*, t. LXV, p. 204, 1898), sont l'indoxyle et le sucre. Parce que la guède ne contient pas de glucoside d'indigo, elle ne contient non plus un enzyme à même de décomposer cette glucoside. Au contraire, les deux plantes à indican possèdent cet enzyme. Cet enzyme a été préparé en très grandes quantités. La différence importante entre les deux espèces se manifeste dans les diverses méthodes d'extraction, etc. — M. A.-A.-W. Hubrecht présente au nom de M. J.-F. van Bemmelen : « Résultats de recherches comparatives des régions du palais, de l'orbite et de la tempe des *Monotremata*. Les recherches ont rapport à *Ornithorynchus* et *Echidna*. — M. K. Martin présente un travail de M. F. Noetling (service géologique de l'Inde anglaise intitulé : « The miocene of Burma. ») Sont nommés rapporteurs MM. Marlin et Th.-H. Behrens. — M. B.-J. Stokvis présente, au nom de M. J. Forster de Strasbourg, la thèse de M. H. Conradi : « Zur Frage der Toxinbildung bei den Milzbrandbacillen, » (Formation de toxine chez les bacilles de l'anthrax) et celle de M. R. Weil : « Zur Biologie der Milzbrandbacillen » (La biologie des bacilles de l'anthrax).

P.-H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

VOYAGES D'ÉTUDE DE LA REVUE.

CROISIÈRE EN TUNISIE, A TRIPOLI ET A MALTE

AVEC LE CONCOURS DE LA COMPAGNIE DES MESSAGERIES MARITIMES

(VACANCES DE PAQUES : 7 AVRIL - 29 AVRIL 1900)

Les deux livraisons que la *Revue* a consacrées, vers la fin de 1896, à l'étude scientifique de la Tunisie¹, et qui ont tant contribué à faire connaître l'œuvre du Protectorat français dans la Régence, ont inspiré à un grand nombre de nos lecteurs le désir de visiter le pays. Beaucoup nous ayant exprimé ce désir, nous nous sommes fait l'interprète de leurs vœux près du Comité de Patronage de nos voyages. Nous avons aujourd'hui le plaisir d'annoncer aux intéressés que le Comité a approuvé notre dessein de conduire une croisière sur les côtes tunisiennes, à Tripoli et à Malte aux prochaines vacances de Pâques.

D'autre part, la Compagnie des Messageries maritimes a bien voulu nous promettre pour ce voyage son beau navire le *Senegal*, si justement apprécié de nos touristes, ou, à défaut, un paquebot de même importance et de même type.

La durée de la croisière sera de vingt-trois jours. Les escales et les excursions à terre seront combinées de façon à faire voir aux passagers l'ensemble du pays et à leur laisser, en chaque lieu, le temps d'étudier à loisir tous les faits qui s'imposeront à leur attention.

Ces faits se rapportent, comme on sait, à des sciences diverses. Avec beaucoup de raison, M. Gaston Boissier a fait remarquer ici même² qu'en Tunisie tous les

genres de curiosité trouvent à se satisfaire. Les civilisations qui se sont succédé dans cette partie de l'Afrique y ont laissé d'éloquents témoins de leur splendeur évanouie : pour ainsi dire, à chaque pas sur le sol de la Régence, l'archéologue rencontre des monuments grandioses où se lit le génie des races qui les ont érigés : mosaïques, tombeaux, temples, arènes, théâtres, fontaines, aqueducs, palais racontent au visiteur l'histoire du pays, depuis l'ère des Ibères jusqu'à l'époque actuelle, en passant par la période phénicienne, la domination et la colonisation romaines, l'invasion arabe, l'intervention des Croisés, la conquête turque, le gouvernement des beys et les événements qui ont abouti à l'établissement de notre Protectorat.

Ni l'ethnologue, ni le géologue, ni l'ingénieur, ni l'agronome, ni l'économiste ne parcourront non plus avec indifférence cette terre de Tunisie, si riche, si variée, peuplée de races si diverses par les aptitudes et les mœurs, avec lesquelles nos industriels et nos colons sont forcés d'entrer en relation, soit pour extraire du sol le fer, le zinc, les phosphates qu'il contient, soit pour le couvrir d'abondantes moissons.

L'artiste aussi aimera pérégriner en Tunisie pour y jouir de l'extraordinaire spectacle que donnent en ce pays les bazars des villes, quelques coins de Nature, et, par-dessus tout, les nomades du désert, les habitants des oasis, la population du littoral et des îles.

Enfin, nos excursions en Tunisie apprendront à tous les touristes ce qu'ont déjà fait de ce pays les Français qui sont en train de le transformer : ceux d'entre nous qui connaissent déjà l'Algérie pourront comparer aux méthodes culturales usitées dans cette partie de l'ancienne Barbarie, les méthodes mises en œuvre dans la Régence, aux pratiques de colonisation, d'administration et de gouvernement longtemps en vigueur dans notre

¹ Monographie de la Tunisie, comprenant vingt quatre articles publiés dans la *Revue générale des Sciences* du 30 novembre et du 15 décembre 1896.

Malgré le tirage de plusieurs éditions de ces livraisons, toutes sont aujourd'hui épuisées. Mais la monographie de la Tunisie qu'elles contenaient a été publiée à nouveau, sous forme d'un ouvrage de luxe intitulé : *La Tunisie*, et édité cette année par la librairie Ch. Delagrave.

² GASTON BOISSIER : L'histoire en Tunisie, *Revue générale des Sciences*, 30 novembre 1896, t. VII, p. 949.

ancienne colonie, celles qu'un esprit plus scientifique et plus humain a introduites dans le pays voisin que nous avons charge de rendre prospère. Ils étudieront sur place la façon dont sont conçus en Tunisie les rapports des indigènes et de nos nationaux, le respect dû à la personne et aux biens des habitants, les efforts et le talent déployés par d'éminents représentants de la France pour donner, dans tout le pays, à la fois au colon et à l'autochtone, les moyens de s'instruire et de travailler utilement.

En vue de rendre l'observation en ces matières plus féconde, nous avons, avec l'autorisation de M. René Millet, Résident général de la République Française à Tunis, sollicité le concours de quelques savants proposés à de grands Services administratifs dans la Régence. Nous avons demandé à M. Machuel, Directeur général de l'Instruction publique en Tunisie, à M. Gauckler, Directeur des Antiquités, à M. Paviller, Directeur général des Travaux publics, à M. Hugon, Directeur de l'Agriculture et du Commerce, à M. le Dr Adrien Loir, Directeur de l'Institut Pasteur de Tunis, de vouloir bien accueillir nos passagers, et donner à ceux d'entre eux qui désireront les entendre, soit en réunion générale, soit dans des séances de groupes, des conférences sur toutes les questions d'ordre scientifique ou économique ayant trait au passé, au présent et à l'avenir de la Régence. Nous remercions ici nos éminents compatriotes de l'aide très précieuse qu'ils ont l'amabilité de nous promettre.

Après avoir visité toute la Tunisie depuis Bizerte et

Tunis jusqu'à Gabès, vu Carthage et ses environs, la vallée de la Medjerda, Béja, Hammam-Ilif, le domaine et les celliers de Potinville et de l'Enfida, Kairouan, Sousse, Monastir, Méhdia, El-Djem et son amphithéâtre, Sfax et sa forêt d'oliviers, Gafsa et ses mines de phosphates nouvellement exploitées, les oasis de Gabès et le curieux système de culture qui y est pratiqué, l'île de Djerba, encore vierge de toute invasion européenne, puis, dans tout le Sud-Tunisien, Médénine, la norveille du désert, nous nous embarquerons pour Tripoli.

Une visite à ce port, tête des caravanes pour l'Afrique Centrale, complètera de la façon la plus heureuse les notions que nous aura permis d'acquérir l'étude des oasis et du désert compris entre le Sahel tunisien et la Tripolitaine.

Au retour, nous ferons escale à Malte, transition in liguée entre le monde musulman, que nous viendrons d'observer, et notre civilisation d'Occident. Nous y passerons une pleine journée, temps suffisant pour bien voir l'île, ses habitants, — gouvernants et gouvernés, — ainsi que ses monuments, où se conserve impérissable le souvenir d'un glorieux passé.

Enfin, notre navire s'arrêtera à Naples; pendant deux journées et demie, les touristes pourront visiter tout à l'aise cette grande cité, la baie magnifique qui l'entoure, et, dernier adieu au monde romain étudié en Tunisie, la ville éteinte de Pompéi.

Le départ de France aura lieu à Marseille, le 7 avril. Le retour s'effectuera en ce même port, le 29 du même mois.

Louis Olivier.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Election à l'Académie des Sciences. — Le lundi 4 décembre dernier, l'Académie des Sciences a procédé à l'élection d'un membre dans sa Section de Chimie, en remplacement de Charles Friedel, récemment décédé.

Sept candidats se trouvaient en présence. La Section avait présenté :

En première ligne : M. A. Etard.

En seconde ligne : M. Le Bel.

En troisième ligne : MM. Colson, Hanriot, Jungfleisch, H. Le Chatelier et G. Lemoine.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 57 :

M. Lemoine a obtenu	21 suffrages
M. Etard —	19 —
M. Le Bel —	17 —

Au deuxième tour :

M. Lemoine a obtenu	23 suffrages
M. Etard —	19 —
M. Le Bel —	15 —

Enfin le scrutin de ballottage a attribué :

A M. Lemoine	32 suffrages
A M. Etard	25 —

En conséquence, M. Lemoine a été déclaré élu. Ce succès est d'autant plus flatteur pour lui qu'il avait comme concurrents des savants de très haute valeur.

§ 2. — Physique

Les rayons de Becquerel et les corps nouveaux. — Parmi les découvertes de ces derniers mois, il en est peu qui offrent l'originalité et la haute

portée de celle à laquelle M. et M^{me} Pierre Curie ont attaché leur nom. Les physiciens l'ont savant et se le disent entre eux, mais le public l'ignore. La nature très élevée de cette recherche et l'extrême modestie des auteurs en sont des causes suffisantes.

Découvrir des corps nouveaux n'est pas banal, et, si l'année qui va finir en a vu apparaître trois ou quatre, c'est qu'elle a été privilégiée, car en tout un siècle on n'a pas atteint la centaine; — mais, ce qui est plus rare, c'est d'imaginer une méthode propre à les faire découvrir, surtout là où les procédés déjà usités étaient en défaut.

Il y a moins de deux ans, on connaissait des rayons uraniques ce qu'en avait vu Niepce de Saint-Victor dans des travaux trop oubliés, ce qu'en avait vu M. H. Becquerel, qui ont le mérite de montrer, après les avoir découverts à nouveau, qu'ils sont absolument distincts de la phosphorescence, enfin quelques détails ajoutés au travail de ce savant par des physiciens anglais ou allemands.

Alors, déjà se posait avec insistance la question suivante : Quelle est la source d'énergie à laquelle ces radiations peuvent être attribuées? Aucune des théories connues ne permettait d'y répondre, — et c'est probablement l'extrême difficulté du problème qui tenta M. et M^{me} Curie.

On sait que les rayons uraniques se révèlent par des actions photographiques ou électriques¹ : ils noircissent les plaques sensibles et déchargent les corps électrisés qui se trouvent au voisinage de leur source. Or, les actions photographiques sont difficilement mesurables, tandis que la décharge électrique se prête à des mesures très précises. On peut donc juger de l'intensité de ces radiations par la rapidité de leur action sur les corps chargés, et c'est à ce procédé que

¹ Voyez dans la *Revue* du 30 janvier 1899, t. X, page 4 et suiv., l'article de M^{me} S. Curie sur *Les Rayons de Becquerel et le Polonium*.

s'arrêtèrent M. et M^{me} Curie pour déterminer cette intensité.

Au moment où ils débutèrent, l'uranium et ses composés étaient les seuls corps pour lesquels l'émission de rayons de Becquerel avait été reconnue. Ils montrèrent d'abord que le thorium et ses composés possèdent la même propriété, puis ils abordèrent l'étude de certains minéraux, parmi lesquels la pechblende. A leur grande surprise, ce corps, d'une constitution assez complexe, était plus radio-actif que l'uranium ou le thorium.

Cette propriété pouvait avoir deux causes différentes, qu'il importait de bien distinguer. Il était possible, d'une part, que la radio-activité, ainsi que la phosphorescence, fût influencée par de petites impuretés inactives par elles-mêmes, ou bien aussi, comme semblaient l'indiquer les travaux antérieurs, que cette propriété singulière accompagnât partout l'atome, et fût absolument indépendante de la rencontre simultanée de deux corps distincts susceptibles de modifier, sous les actions extérieures, leur état de combinaison.

Nous ne donnerons pas le détail de cette première recherche, exposée déjà dans la *Revue*, et nous rappellerons seulement que le résultat, appuyé sur les expériences les plus diverses, fut entièrement favorable à la seconde hypothèse. Dès lors, la question semblait jugée : la pechblende contenait un corps nouveau, caractérisé par une radio-activité exceptionnelle.

Alors commença, pour M. et M^{me} Curie, assistés plus tard de M. Bémont, la difficile opération de la concentration de ce corps nouveau. Là, tout était à faire ; les méthodes chimiques devaient être inventées, la radio-activité étant le but et le guide constant dans la recherche. Dissoudre, précipiter, redissoudre au hasard, en cherchant toujours de quel côté était allé le corps actif, tel fut, pendant des mois, le travail auquel furent soumises, par petites fractions, des quantités considérables de pechblende, qui donnèrent, pour finir, quelques centigrammes d'un corps particulièrement actif, mais encore loin de l'état de pureté. Tout ce qu'on pouvait en dire était qu'il appartenait au groupe du bi-muth, et que la radio-activité de l'ensemble très impur qui le contenait était 400 fois plus grande que celle de l'uranium. Ce corps, encore un peu hypothétique à cette époque, fut dénommé *Polonium*, en souvenir du pays de M^{me} Sklodowska Curie.

Des observateurs moins attentifs auraient pu considérer leur tâche comme terminée ; mais, au cours de la concentration à laquelle ils s'étaient livrés, ils avaient remarqué que la radio-activité ne suivait pas sans exception la succession des réactions prescrites pour l'isolement relatif du polonium. Ils recommencèrent donc, et trouvèrent un corps caractérisé par des propriétés distinctes, et venant se ranger à côté du baryum. Ce corps, plus actif encore que le premier, reçut le nom de *Radium*. Cette fois, une autre propriété caractéristique fut immédiatement reconnue : M. Eugène Demarçay aperçut, dans le spectre du mélange que lui remirent M. et M^{me} Curie, une raie distincte de toutes celles qui avaient été cataloguées jusqu'ici¹.

Cette dernière vérification était fort utile, nécessaire même dans l'état actuel de nos connaissances. Mais, un jour viendra probablement où la radio-activité suffira pour caractériser un corps nouveau. Déjà nous savons, par les recherches de M. Rutherford, que les radiations de l'uranium sont distinctes de celles du thorium. Le pouvoir absorbant de certains corps pour ces radiations varie suivant leur provenance. Les radiations thoriques ont paru jusqu'ici assez homogènes, tandis que les radiations uraniques se distinguent certainement en deux groupes au moins. Les rayons du radium sont bien plus pénétrants que ceux du polonium ; lorsque ces radiations seront complètement étudiées, elles se distingueront probablement par des

caractères bien tranchés de celles des autres corps radio-actifs. Assurément, cette démonstration reste à faire ; mais, lorsqu'elle sera acquise, nous posséderons une méthode nouvelle, non seulement pour découvrir des éléments, mais encore pour les caractériser².

Pourquoi avons-nous recours à l'analyse spectrale comme confirmation utile ou nécessaire ? Uniquement parce que la méthode nouvelle n'a pas fait toutes ses preuves. N'en fut-il pas de même de la méthode spectrale au début des recherches de Kirchhoff et Bunsen ? Le succès de cette méthode s'affirma par la découverte de corps nouveaux, qui furent ensuite entièrement caractérisés par des masses atomiques distinctes. C'est là, en somme, le dernier critérium, mais il n'est suffisant que depuis l'époque où la détermination des masses atomiques est devenue assez précise pour que les rayons d'erreurs probables ou possibles dans les déterminations de ces constantes, s'excluent entièrement. Or, cette condition est à peine remplie encore aujourd'hui pour des éléments tels que le fer, le nickel et le cobalt, ces deux derniers surtout.

On demanda autrefois à l'analyse spectrale de prouver son efficacité et la sûreté de son diagnostic. On le demanda encore à la méthode de M. et M^{me} Curie, mais avec le même espoir de la voir subir victorieusement cette épreuve. Peut-être même peut-on considérer ce dernier pas comme presque entièrement franchi. En effet, une note récente nous a appris que le traitement, fait avec la collaboration de M. Debierne, d'une demi-tonne de résidus, a donné un chlorure de baryum dans lequel la masse atomique du métal radifère augmente avec sa radio-activité, pour atteindre 145,8, celui du baryum étant environ 138 dans un chlorure inactif préparé en même temps que le chlorure actif.

On peut donc dire que la méthode imaginée par M. et M^{me} Curie pour découvrir des corps nouveaux a conduit immédiatement à un double succès, et que les auteurs ont fait eux-mêmes les vérifications permettant de lui accorder pleine confiance.

Mais ce n'est là qu'un côté de l'intérêt que présentent leurs travaux. Déjà, ceux de M. Becquerel avaient abouti à un point d'interrogation. L'uranium est une source permanente de radiations, qui semblent être de très courte longueur d'onde et présentent, par conséquent, le caractère des vibrations émanées de corps ayant une température extrêmement élevée, à moins qu'ils soient la conséquence d'une modification chimique de ce corps. Déjà, l'hypothèse de M. W. Crookes, consistant à admettre que le bombardement moléculaire y intervient, est rendue improbable par les expériences de MM. Elster et Geitel, qui n'ont constaté aucune diminution du phénomène lorsque l'uranium est dans le vide. D'autres hypothèses ont été réfutées successivement ; celle même de M^{me} Curie — consistant à admettre que les corps radio-actifs arrêtent au passage des rayons très pénétrants et les transforment — à contre elle une autre expérience de MM. Elster et Geitel, qui ont observé le phénomène dans toute son intensité à plusieurs centaines de mètres sous terre ; la réfutation n'est pas suffisante, assurément, mais il faut en tenir compte.

Si, après les premiers travaux de M. Becquerel, cette question de la source des rayons restait sans réponse, au moins pouvait-on se retrancher derrière la prodigieuse faiblesse de l'énergie mise en jeu pour ne voir, dans ces phénomènes, qu'une exception peu apparente

¹ Il est prudent, toutefois, de faire ici une petite restriction, qui n'a pas échappé à M. et M^{me} Curie. Des recherches récentes leur ont montré que la radio-activité peut se transmettre, par une sorte de contagion, aux corps voisins sans que, pour cela, la matière elle-même semble s'être transportée. Cette radio-activité *acquise* disparaît, il est vrai, assez rapidement, à l'inverse de celle qui est *propre* au corps naturellement actif. Mais il se peut que certaines expériences du début, et en particulier celles qui ont conduit à admettre l'existence du polonium, aient été faussées par ce phénomène alors inconnu.

² Dans une note récente, M. Demarçay signale treize raies et deux bandes nouvelles dans le baryum radifère.

aux lois connues de la Nature. Mais nous n'en sommes plus là. Le radium illumine indéfiniment un écran fluorescent; ses sels sont spontanément lumineux; il agit sur l'oxygène, à tel point qu'un flacon fermé contenant du baryum actif laisse échapper de l'ozone bien caractérisé par son odeur lorsqu'on débouche le flacon. Le verre même du flacon prend une teinte violette de plus en plus marquée manifestant une modification chimique importante. En somme, le radium produit autour de lui des actions chimiques intenses, sans éprouver de modification apparente ni aucune diminution dans son action.

Pour passer du général au particulier, on peut se demander comment il se fait que les mêmes rayons puissent décharger les corps électrisés par une ionisation manifeste de l'air ambiant, et provoquer la formation de l'ozone, agissant ainsi à la fois en deux directions opposées. Il n'est peut-être pas très difficile d'en donner la raison: l'air soumis à l'effluve contient aussi de l'ozone et décharge aussi les corps électrisés. Or, l'ozone est très instable, et sa décomposition donne, en premier lieu, naissance à un nombre égal de molécules d'oxygène et d'ions libres qui disparaissent rapidement. Il est donc souvent bien difficile de dire si l'ionisation n'a pas été précédée d'une association instable, comme dans la phosphorescence. C'est là probablement que gît l'explication des deux modes d'action des rayons du radium.

Quoi qu'il en soit de ce détail, l'ensemble de la question des rayons de Becquerel est l'une des plus mystérieuses qui se posent en ce moment. En dehors de la méthode créée par M. et M^{me} Curie, leur travail aura en pour conséquence à la fois de démontrer toute l'importance de cette question, et de donner, par l'isolement de deux corps très actifs, le moyen de poursuivre la recherche dans des conditions de sensibilité et, par conséquent, de facilité infiniment plus grandes qu'auparavant.

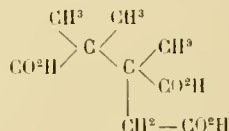
§ 3. — Chimie

L'Essence de Jasmin. — On sait que M. Hesse a reconnu que l'essence de Jasmin renferme principalement les corps suivants: acétate de linalyle, acétate de benzyle, linalol et alcool benzylique, au lieu du méthylal du glycol styroléniqne, que M. A. Verley prétendait exister dans cette essence. Une étude plus approfondie vient de conduire l'auteur à la découverte de corps nouveaux, qui jouent, en ce qui concerne le parfum, un rôle tout à fait prépondérant. Les portions supérieures de la distillation de l'essence, traitées par l'acide picrique, fournissent en assez grande abondance un picrate cristallin, qui n'est autre que le picrate d'indol.

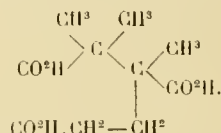
L'indol existe dans l'essence de Jasmin à la dose de 2 1/2 % environ. Chose assez curieuse et qui n'avait pas encore été signalée, il se combine au bisulfite de sodium en donnant un hydrosulfonate. On peut extraire, en outre, des mêmes portions l'éther méthylantranilique (1 2 % environ) par un traitement à l'acide sulfurique. Enfin, de la portion bouillant au-dessus de 100° dans le vide, on peut extraire, par un traitement convenable, une cétone C¹¹H¹⁶O, bouillant à 257-258°. C'est la *Jasmone* (3 %). Cette cétone possède une odeur excessivement puissante, à laquelle l'essence doit son parfum particulier. Cependant, il est curieux de constater que l'indol et l'antranilate de méthyle, qui sont des corps doués, comme l'on sait, d'une odeur très désagréable, communiquent à l'essence l'odeur de la fleur fraîche. Il est probable que ces corps, découverts par M. Hesse dans l'essence de Jasmin, doivent encore se trouver dans un grand nombre d'essences, où leur présence n'a pas encore été constatée.

L'acide homocamphorique et l'acide camphorique. — L'histoire du camphre vient de s'enrichir d'un fait nouveau fort intéressant. On sait que les α monodérivés du camphre s'oxydent aisément en donnant de l'acide camphorique. Les didérivés $\alpha\alpha$, au contraire, résistent énergiquement et, en aucun cas, ne donnent lieu à la formation d'acide camphorique. MM. Lapworth et Chapman ont découvert que le di-bromocamphre $\alpha\alpha$ peut s'oxyder au moyen de l'acide nitrique contenant une forte proportion de nitrate d'argent, et donne alors, avec un faible rendement (3 à 4 %), un nouvel acide de formule C¹⁰H¹⁶O⁵, isomère de l'acide isocamphorique¹. Ils ont donné à ce nouveau corps le nom d'acide *homocamphorique* pour les raisons que voici :

L'acide camphorique possède très certainement la constitution :

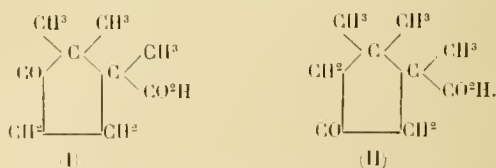


La synthèse qui en a été effectuée par MM. W.-H. Perkin et J.-F. Thorpe l'a établi. Il en résulte que l'acide homocamphorique sera :

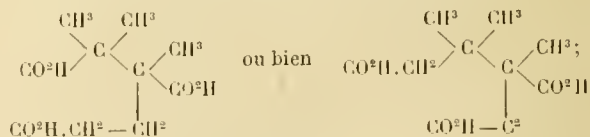


Cet acide homocamphorique est, en effet, tribasique, comme le prouve l'analyse de son sel d'argent. Quand on le chauffe, il commence par donner un anhydro-acide C¹⁰H¹⁴O⁵, ainsi que le font, du reste, et l'acide camphorique de Marsh et Gardner et l'acide camphorique lui-même. Cet acide anhydride, chauffé davantage, perd de l'acide carbonique en donnant un corps de formule C⁹H¹³O³, qui constitue, non pas un anhydride d'acide bibasique, mais un acide cétonique. Le fait de l'obtention d'un acide cétonique dans une telle opération prouve à peu près certainement l'existence d'une chaîne adipique dans l'acide homocamphorique.

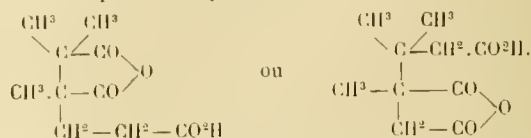
Cet acide cétonique, auquel MM. Lapworth et Chapman ont donné le nom d'acide *camphonique*, est oxydé par l'acide nitrique étendu, avec production quantitative d'acide camphorique. Cette raison, jointe à la précédente, prouve que l'acide camphonique doit posséder l'une des deux formules de constitution suivantes :



La constitution de l'acide homocamphorique, déduite de ces deux formules, ne peut être que :



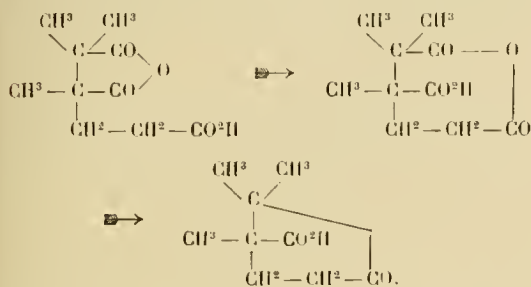
et l'on aura pour l'anhydro-acide :



La formation de l'acide camphonique, nécessitant la fermeture d'une chaîne adipique, il s'ensuit que la

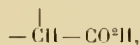
¹ Chem. Soc., t. LXXVI, p. 986.

formule (I) est la seule probable; la formation de l'acide camphonique s'effectuera d'après la transformation :



D'autre part, Walker a obtenu, dans l'électrolyse de l'allocamphorate d'éthyle, un acide cétonique C⁹H¹⁴O³, qui est identique à l'acide camphonique.

Dans cette opération, il est probable que le groupement



qui existe dans l'acide camphorique, s'oxyde de la façon suivante :



Si cette supposition est vraie, il s'ensuit que le groupement CO, qui existe dans l'acide camphonique, correspond au groupe CH—CO²H de l'acide camphorique et, dans ce cas, la seule formule de Brédet pourrait rendre compte de ces faits. Cette assertion est encore à prouver.

Séchage et fermentation des feuilles de tabac à cigares.

— Comme on l'a vu dans l'intéressant article de M. Leheup¹, la production du tabac n'est pas seulement une question agricole, c'est aussi une opération industrielle importante. Il ne suffit pas, en effet, d'avoir obtenu une belle récolte de feuilles, possédant un ensemble de caractères déterminés; il faut encore transformer ces feuilles en produit fumable, capable de répondre à toutes les exigences des consommateurs.

Plusieurs opérations, dont les principales sont un séchage prudent et une fermentation bien conduite, permettent d'atteindre ce résultat; elles sont extrêmement délicates, surtout pour les fins tabacs à cigares, et, malheureusement, n'ont guère eu jusqu'ici d'autre base que l'empirisme.

Un savant bien connu, O. Læw, que le *Department of Agriculture* de Washington s'est attaché il y a deux ans, a entrepris de sortir de cette routine et a commencé l'étude systématique de la préparation des feuilles de tabac à cigares, telle qu'on l'exécute dans l'Amérique du Nord, à la Havane et à Cuba. Ses premières observations viennent de faire l'objet d'un Rapport². Elles méritent d'être signalées autant pour faire ressortir l'importance sans cesse croissante des ferments solubles au point de vue industriel, que pour guider ceux qui, de plus en plus nombreux, tentent la culture du tabac dans nos colonies.

Aussitôt après la récolte, les feuilles de tabac sont suspendues dans des chambres où l'humidité, la température et l'aération doivent être réglées avec le plus grand soin, si l'on veut obtenir les transformations qui caractérisent le tabac sec de qualité supérieure. Lorsque le temps est trop sec, il est nécessaire de fermer les chambres et même d'y introduire de la vapeur d'eau, sous peine d'arrêter prématurément les réac-

tions dont les feuilles sont le siège; quand, au contraire, le temps est trop humide, il faut combattre le danger des moisissures par une application soignée de la chaleur artificielle.

M. Læw distingue deux périodes dans le séchage: pendant la première, qui dure seulement quelques jours, les feuilles sont encore vivantes et subissent les effets du jeûne: l'amidon est dissous, et le sucre qui en résulte, partiellement consommé par la respiration, partiellement aussi transporté dans les nervures, où, comme Müller-Thurgau l'a montré, il repasse à l'état d'amidon. Dans la seconde période, les ferments solubles qui préexistaient dans la feuille verte et ceux qui se sont formés sous l'influence du jeûne, agissent à l'exclusion du protoplasme. On prolonge cette période quatre semaines et même davantage, suivant les cas.

Pendant le séchage, les feuilles se colorent en brun et prennent une odeur, d'abord analogue à celle des concombres, mais qui fait place, dans la suite, à l'odeur grossière de paille forte du tabac sec.

Quand les feuilles ont atteint l'état convenable par le séchage, on les soumet à la fermentation. Leur teneur en eau est alors de 18 à 25 %. On les empile dans des chambres maintenues tièdes et humides. La température des piles s'élève d'abord beaucoup, par suite de la fermentation: on démonte les piles de temps en temps pour la modérer et, du même coup, changer les feuilles de place et les mettre, tour à tour, dans des conditions analogues. C'est, en effet, une oxydation, comme M. Schlössing l'a montré pour les tabacs manufacturés en Europe, qui caractérise cette phase de la fermentation; aussi, les feuilles doivent-elles passer alternativement par toutes les couches, profondes et superficielles, de la pile, pour atteindre toutes au même degré de maturation.

La fermentation dure à peu près six à huit semaines, pendant lesquelles l'odeur grossière du tabac séché fait place, peu à peu, à l'arôme délicat du tabac fini. En même temps, les feuilles prennent un aspect lustré et une texture particulière. Ces changements sont accompagnés d'une diminution du taux de nicotine et des nitrates, de la disparition du sucre et d'une production sensible d'ammoniaque.

Les feuilles réservées pour les enveloppes de couleur claire exigent une fermentation plus froide et plus longue que celles employées pour les enveloppes foncées ou le remplissage des cigares.

Quelques manufacturiers font subir au tabac une préparation spéciale dans le but d'obtenir une coloration plus intense, souvent demandée pour les feuilles de remplissage. Cette opération, qu'on pourrait appeler *petunage* (*the petuning*), se pratique pendant ou après la fermentation. Elle consiste à pulvériser sur les feuilles une solution de carbonate d'ammoniaque préparée soit avec de l'eau seule, soit avec une décoction de tabac, additionnée ou non de rhum, de mélasse, etc. Le carbonate d'ammoniaque augmente la réaction alcaline des feuilles due à la fermentation et augmente l'intensité des processus oxydants.

D'après Læw, aucune bactérie ne concourt à la transformation des feuilles de tabac. La teneur en eau est, d'ailleurs, insuffisante pour porter les substances nutritives de l'intérieur des cellules à la surface des feuilles, seul endroit où l'on puisse rencontrer quelques microorganismes. Les principaux changements chimiques ont lieu sous l'influence des ferments solubles. C'est ainsi que, pendant le séchage, l'amylase et une sorte de trypsine agissent concurremment avec les ferments solubles que M. Gabriel Bertrand a découverts et étudiés sous le nom d'*oxydases*³; durant la fermentation, les oxydases interviennent presque seules. Contrairement à la théorie de Sucheland, il n'y a donc pas à s'occuper des prétendus bactéries spécifiques de l'arôme: le développement de cet arôme et celui de la couleur sont dus surtout à l'action des oxydases.

¹ *Revue générale des Sciences* du 30 octobre 1899.

² *Report* n° 59; U. S. *Department of Agriculture* (Washington), 1899.

³ Voir *Revue générale des Sciences*, décembre 1896.

§ 2. — Mines et Métallurgie

Carburation du vent au haut-fourneau. —

La quantité de combustible consommée pour la fabrication de la fonte au haut-fourneau est l'élément qui joue le plus grand rôle dans le prix de revient du métal, et son influence se fait particulièrement sentir par les temps de disette de coke, comme ceux que nous traversons. Aussi les inventeurs s'évertuent-ils à réduire leur consommation par tous les moyens possibles. M. Pugh, directeur du haut-fourneau de Gouraincourt, près Longwy, y a fait l'application d'un appareil de son invention, ayant pour but de fournir des éléments combustibles et réducteurs à l'air chaud avant son introduction dans le fourneau. Nous donnerons quelques détails sur ce dispositif en raison de son originalité. Entre l'appareil Cowper et la canalisation d'air aboutissant aux tuyères est interposée une chambre en tôle de forme cylindrique, C (fig. 1), garnie intérieurement de briques réfractaires, dans les parois de laquelle, à la partie inférieure, sont pratiquées quatre fenêtres *g*. Chacune d'elles est obturée par une plaque *p*, avec trou central *o*, qui ménage l'entrée des hydrocarbures envoyés par un injecteur, D, placé à l'extérieur. L'air chaud est amené dans le bas de la chambre par la conduite inférieure, se carbure intimement au contact des jets d'hydrocarbure qu'il rencontre et continue sa marche dans ce nouvel état en se dégageant par la conduite supérieure qui l'amène au fourneau. Des boîtes à soupape, EE, sont reliées aux conduites à l'avant et à l'arrière de l'appareil, ce qui permet d'isoler ce dernier en cas de nettoyage, sans arrêter pour cela la marche de l'exploitation.

On peut remarquer qu'il serait possible de remplacer les injecteurs par des brûleurs, en pratiquant, dans la plaque *p*, un certain nombre de trous d'admission d'air à section variable : on réglerait ainsi la combustion et on obtiendrait, à la sortie même des tuyères, l'oxyde de carbone et l'hydrogène, c'est-à-dire les agents réducteurs à des températures très élevées. Cette disposition peut être intéressante dans le cas où l'on aurait à traiter des minerais peu réductibles et à produire des fontes riches en manganèse et en silicium.

Quoi qu'il en soit, les essais de M. Pugh sont à suivre, au double point de vue de la rapidité de la réduction et de l'économie réalisée dans la consommation du coke.

§ 5. — Géographie et Colonisation

Les questions coloniales au Congrès international d'Agriculture de 1900. — Le Congrès international d'Agriculture, qui se tiendra à Paris au moment de l'Exposition, doit comprendre sept sections, dont la sixième, consacrée aux *cultures spéciales du midi* et aux *cultures des colonies* promet d'être particulièrement intéressante. C'est, en effet, la première fois que seront traitées, dans un congrès, ces questions multiples d'ag-

riculture tropicale de première importance pour les peuples européens qui poursuivent avec l'acharnement, que l'on sait, leur œuvre d'expansion coloniale.

Il ne suffit pas, en effet, de s'assurer la possession de colonies nombreuses et étendues; cette possession ne serait qu'une cause de ruine — et nous ne le savons que trop — si on néglige l'exploitation de leurs mines ou celle de leurs richesses agricoles et forestières. Comment d'ailleurs poursuivre et obtenir l'éducation d'un peuple primitif autrement que par le travail? Les seules colonies prospères sont les colonies où l'agriculture, largement pratiquée, fournit aux indigènes le travail quotidien, à la fois source inépuisable de profits, condition essentielle du bien-être, et instrument incomparable d'éducation morale.

Un Congrès d'agriculture coloniale ne peut donc que réunir dans une même pensée et pour un effort commun tous ceux qui ont à cœur la prospérité coloniale de la France.

Le Comité chargé de préparer l'organisation de cette

section du Congrès international de l'Agriculture a choisi pour président M. Milne-Edwards, le savant directeur du Muséum d'histoire naturelle, dont on connaît le dévouement éclairé à toutes les œuvres de colonisation.

Des questions multiples et toutes très intéressantes seront traitées dans ce Congrès, dont le programme comprend les articles suivants :

- 1° Situation actuelle et progrès récents de l'agriculture dans les colonies et dans les pays tropicaux en général;
- 2° Statistique comparée de la production agricole dans les colonies des divers pays;
- 3° La main-d'œuvre agricole dans les colonies;
- 4° Le crédit agricole; son influence sur le développement de l'agriculture;
- 5° L'élevage aux colonies: difficultés locales qu'il rencontre;
- 6° Cultures à propager dans les pays tropicaux et intertropicaux;
- 7° Les jardins coloniaux; leur influence sur le développement agricole d'une colonie;
- 8° Le régime économique des colonies. Tarifs de douane; rapports entre la métropole et ses colonies.

Un programme aussi étendu et aussi intéressant ne peut que provoquer des discussions particulièrement instructives, et nous sommes persuadés que les résultats en seront remarquables si l'on en juge par la valeur des savants ou des agriculteurs français et étrangers qui ont accepté de présenter des rapports au Congrès et qui prendront par conséquent une large part aux discussions.

Le nombre des adhérents, déjà considérable, fait prévoir que la réunion de la Section coloniale du Congrès d'agriculture de 1900 constituera la première manifestation imposante et presque officielle de l'agriculture tropicale.

Toutes les communications ou adhésions doivent être adressées à M. H. Sagnier, secrétaire général de la Commission d'organisation du Congrès international d'Agriculture, 106, rue de Rennes, à Paris.

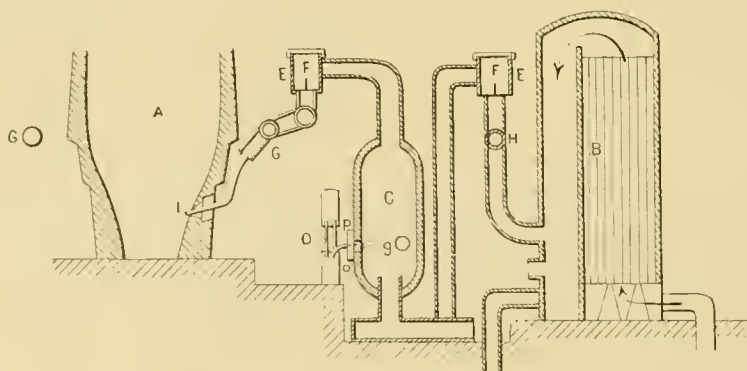


Fig. 1. — Appareil pour la carburation du vent dans les hauts-fourneaux. — A, haut-fourneau; B, appareil à air chaud Cowper; C, appareil carburateur; D, injecteur; E, E, boîtes à soupape; F, F, soupapes; G, conduite circulaire de vent chaud; H, conduite mettant les différents Cowper en relation directe avec G; I, tuyère; g, ouverture; p, plaque; o, trou central de la plaque par lequel les hydrocarbures peuvent être injectés.

LES BOERS ET LES RACES DE L'AFRIQUE AUSTRALE

Lorsqu'en 1652 les premiers colons hollandais s'établirent au Cap de Bonne-Espérance, ils trouvèrent la région occupée par deux races, semblables à certains égards, mais très différentes l'une de l'autre au point de vue de la taille. La plus grande peuplait le littoral et les plaines fertiles, et se donnait le nom de *Khoi-Khoi* ou *Quaquu*; nous l'appelons aujourd'hui race *hottentote*. La population de petite taille vivait dans les déserts de l'intérieur et était désignée par ses voisins sous le nom de *Sâh* (au pluriel *Sân*), mot qu'on peut traduire par *aborigène*; ce sont les *Bosjesmans* des Hollandais ou les *Bushmen* des Anglais, autrement dit les « Hommes des buissons ». Du nom hollandais nous avons fait celui de *Boschismans*.

Nous voudrions donner un aperçu des races humaines qui ont peuplé le sud-est de l'Afrique et réussi à s'y implanter. Nous dirons d'abord quelques mots des Boschimans, qui, d'après les traditions des Hottentots, auraient précédé toutes les races actuellement établies dans le pays.

I. — LES BOSCHISMANS.

A l'heure actuelle, les Boschismans se rencontrent encore, en petit nombre, dans les contrées occupées par les Européens; mais la plupart ont émigré vers le nord, en plein désert de Kalahari, où ils errent par bandes de quinze à cinquante individus, qui changent constamment de place. Ce sont de véritables nains, dont la taille moyenne ne dépasse pas 1^m.37 pour les hommes et 1^m.22 pour les femmes. Malgré leur faible stature, ils se montrent vigoureux et remarquablement agiles. Par les caractères de leur chevelure, par les traits de leur face, par les proportions de leur corps, les Boschismans sont des nègres (fig. 1), et, néanmoins, leur peau n'est pas noire: elle offre un ton d'un jaune sale. Leurs cheveux sont noirs et si crépus qu'ils s'enroulent, dès la sortie de la peau, en petites touffes

qu'on a comparées à des grains de poivre. Leur crâne est allongé d'avant en arrière et quelque peu aplati à sa partie supérieure. Leur face affecte une forme losangique, à cause de l'étroitesse du front, du rétrécissement de la région inférieure du visage et de la saillie exagérée des pommettes; le nez est à la fois court, large et épaté; les mâchoires sont proéminentes et la bouche, relativement petite, est entourée de lèvres volumineuses; le menton, enfin, est singulièrement fuyant.

Je ne saurais passer sous silence un caractère que l'on observe chez les femmes: je veux parler de la *stéatopygie*, c'est-à-dire du développement énorme des fesses, dans lesquelles la graisse s'accumule en abondance. La région fessière paraît d'autant plus renflée qu'il existe au-dessus une ensellure très accusée de la région lombaire.

Chez nous, le Boschisman ou sa compagne passeraient difficilement pour des types de beauté. On nous en a montré des spécimens au Jardin d'Acclimatation et nous avons pu juger de leur laideur. Il est vrai que tous les goûts sont dans la Nature; Saartje Bartmann, la fameuse Vénus



Fig. 1. — *Stinée*, femme boschismane, âgée de 32 ans.

hottentote qu'on exhiba à Paris en 1815 et qui était en réalité une Boschismane, a trouvé des adorateurs dans la Ville-Lumière, comme elle en avait trouvé en Angleterre. Notre Muséum d'histoire naturelle en possède le squelette, le portrait, le moulage sur nature, et chacun de nous peut se rendre compte de la séduction que cette belle personne devait exercer sur le sexe fort.

Ce n'est pas le costume qui est de nature à embellir les Boschismans: les hommes jettent une peau sur leurs épaules; les femmes en fixent parfois une seconde à la taille. Les deux sexes s'ornent de colliers, d'une étroite ceinture de verroteries, de larges anneaux d'oreilles, mais ils négligent les soins de propreté les plus élémentaires. Non contentes de la crasse qui les couvre, les femmes s'en-

duisent d'une pommade faite de beurre fondu et d'une substance colorante.

La pauvreté des contrées dans lesquelles ils errent oblige les Boschismans à consacrer la majeure partie de leur temps à chercher leur nourriture. Aussi n'ont-ils qu'une industrie des plus misérables ; leurs huttes sont des abris rudimentaires en branchages ; leurs ustensiles, peu variés, sont généralement en bois, quoiqu'ils sachent fabriquer de grossières poteries, dont ils ne font guère usage, car elles seraient exposées à se briser dans les déplacements continuels de la tribu. Les hommes fabriquent des sagaies et des arcs qui leurs servent à lancer des flèches empoisonnées. Le poison qu'ils emploient leur est fourni par les entrailles d'une chenille ou bien par le lait de l'euphorbe, auquel ils mélangent du suc d'amarillis toxique et du venin de serpent. Plus d'une fois, les Boers ont connu, à leurs dépens, les effets de ces poisons.

A part quelques chiens misérables, les Boschismans n'élèvent que fort peu d'animaux domestiques ; c'est à peine si ceux du nord possèdent quelques chèvres, dont ils ne mangent pas la chair, qui leur inspire une répugnance superstitieuse. Le gibier, les plantes sauvages qu'ils rencontrent forment le fond de leur alimentation. Jamais l'homme ne se préoccupe de la nourriture de sa moitié, car il prétend qu'elle est assez habile pour ne pas se laisser mourir de faim.

L'existence pénible qu'ils mènent développe chez ces nomades une acuité extraordinaire des sens. Ils ont un flair tout particulier pour suivre une piste ; s'ils découvrent des empreintes de pieds humains, ils reconnaissent à quelle race, à quelle tribu appartient l'être qui a traversé leur pays. En revanche, ils cultivent peu leur intelligence : à peine savent-ils compter jusqu'à trois.

Chaque petite tribu élit son chef, dont les pouvoirs ne sont pas héréditaires et qui, souvent, n'a sous ses ordres que quinze à vingt personnes, en comprenant dans ce chiffre les femmes et les enfants. Aussi, n'est-il pas surprenant que les Boschismans ne soient pas en état de résister à des voisins qui les traquent sans cesse, et que leur nombre aille en diminuant de jour en jour. Leur disparition peut être prédite et sera hâtée par leurs luttes intestines. Livingstone nous raconte qu'il a rencontré un vieux Bushman qui avait tué cinq personnes de sa race. C'était un homme instruit, car il savait compter jusqu'à cinq. Il se montra d'abord farouche ; mais, après avoir reçu un morceau de viande, il se familiarisa avec le voyageur, s'assit près de son feu et lui narra ses exploits : « Parmi les personnes qui avaient succombé sous ses coups, deux étaient des *femelles*, nous dit-il, en comptant sur ses doigts ; le troisième

était un *mâle*, et les deux autres des *veaux* ». — « Il faut, lui dis-je, que vous soyez bien endurci pour vous vanter d'avoir tué des femmes et des enfants, surtout de votre propre nation ; qu'est-ce que Dieu vous dira lorsque vous paraîtrez devant lui ? » — « Que je suis un homme adroit », répondit ce vieillard, qui me parut n'avoir pas la moindre conscience, et qui, par conséquent, ne songeait point à la responsabilité de ses œuvres ».

Cependant, les Boschismans paraissent croire à une autre vie ; quand un homme meurt, on l'enterre avec sa sagaie pour qu'il puisse encore se défendre et chasser. Les missionnaires apostoliques ont même découvert chez eux toute une série de croyances religieuses : un dieu suprême (*Goha*), une sorte de vierge (*Ko*), un démon (*Gonna*). Mais ces êtres surnaturels rappellent tellement ceux du christianisme qu'on est en droit de se demander si ce ne sont pas les missionnaires eux-mêmes qui ont interprété à leur façon la mythologie des Bushmen. Ce qui est certain, c'est qu'il n'existe chez eux ni prêtres, ni sorciers.

La langue des Boschismans est toute spéciale ; elle est caractérisée par des voyelles claquantes, des *kliks*, qui la rendent fort peu harmonieuse.

Assurément, la petite race dont je viens de dire quelques mots n'a jamais été pour les Boers un ennemi bien redoutable. Toutefois, les *Hommes des buissons* n'ont pas abandonné sans lutte le pays qu'ils occupaient primitivement, et, dans plus d'une occasion, les colons ont pu juger des effets de leurs flèches empoisonnées. Les Khoï-Khoï ont été, sans contredit, des adversaires avec lesquels il a fallu compter davantage.

II. — LES KHOÏ-KHOÏ.

La race Khoï-Khoï ou Quaqua comprenait jadis seize nations prospères. Elle a bien perdu de son importance, et les seuls groupes qui comptent à l'heure actuelle sont ceux des *Hottentots*, des *Namaquas*, des *Koranas* et des *Griquas*.

Physiquement, ces tribus ressemblent beaucoup aux Boschismans, mais, chez elles, la taille moyenne s'élève à 1^m,66 (fig. 2). Leur crâne est petit et très allongé d'avant en arrière ; il n'est pas aplati dans sa région supérieure. Les pieds et les mains sont d'une petitesse remarquable chez les *Hottentots* et leurs congénères.

Le costume et les objets de parure rappellent tellement ceux qui sont en usage chez les Boschismans qu'il est inutile de les décrire de nouveau. Mais les Khoï-Khoï se distinguent de ceux-ci par le genre de vie, l'industrie et le caractère. Pasteurs avant tout, ils élèvent une grande quantité de bœufs ; par suite, ils sont forcément nomades. Dans

les endroits où ils campent, ils construisent des huttes, ou *kraal*, qui se composent de matériaux légers, facilement transportables. La bête de somme qu'ils emploient pour effectuer ce transport c'est le bœuf. Lorsque l'animal est jeune, ils lui introduisent dans la cloison du nez un bâton qui servira plus tard à le diriger.

Les Hottentots savent travailler le fer et le cuivre; ils fabriquent de nombreuses poteries. Leurs armes sont la sagaie, l'arc et le bouclier; pour la chasse, ils se servent de petites flèches empoisonnées. Ce sont, en effet, de grands chasseurs, qui vivent principalement de gibier et de laitage; il leur répugne de tuer leurs animaux domestiques. D'humeur belliqueuse, les Khoï-Khoï pratiquent de fréquentes razzias chez leurs voisins. Aussi leur organisation sociale se ressent-elle de leur caractère batailleur. A la tête de chaque tribu est placé un chef militaire; en seconde ligne vient le chef civil, puis le médecin et enfin le *surri* ou prêtre. La polygamie existe chez eux, mais, en général, le Hottentot se contente de deux épouses. On a prétendu que les femmes étaient de véritables esclaves; toutefois, d'après M. Halm, ce n'est qu'en public qu'elles sont rudoyées par leurs maris; à la maison, les rôles sont intervertis, et l'époux ne peut manger une bouchée de viande sans en avoir reçu l'autorisation de sa moitié.

On est tout surpris de trouver chez des peuplades aussi primitives un système décimal complet, qu'elles ont sans doute emprunté à des voisins. Mais, ce qui leur est particulier, c'est leur esprit fortement satirique; un mariage disproportionné, un chef impopulaire fournissent matière à couplets. Souvent ces satires sont prises en mauvaise part, et il s'ensuit des duels à coups de pied, à coups de bâton, ou bien encore à la sagaie.

Foncièrement superstitieux, les Hottentots croient à toutes sortes d'êtres surnaturels, les uns

bons, les autres méchants. Dans le royaume du génie du mal vont habiter, après la mort, les vieillards qu'on a laissés mourir de faim, soit parce qu'ils n'étaient plus en état de se procurer eux-mêmes leur nourriture, soit parce qu'ils étaient soupçonnés de sorcellerie, et les individus qui n'ont pas reçu les honneurs de la sépulture. Malgré l'existence des *surri*, qui paraissent plutôt des maîtres de cérémonie que des prêtres proprement dits, on ne trouve chez les Khoï-Khoï ni temples ni idoles.

Toutefois, des cérémonies religieuses ont lieu à la nouvelle et à la pleine lune; on sacrifie alors des animaux, on fait des libations de lait et on se livre à des danses accompagnées de chants.

La langue des Quaqu possède les *koïks* de la langue boschismane, quoiqu'elle en diffère autant que l'anglais du sanscrit. Toutes les tribus du groupe se comprennent entre elles, si éloignée que soit leur aire d'habitat.

Les Griquas ne forment pas une race spéciale; ils se rattachent intimement aux Hottentots. Jules Verreaux, qui avait vécu chez eux, fut vivement frappé des ressemblances existant entre les deux groupes, et, dès 1840, il n'hésitait pas à déclarer que les

premiers tiraient leur origine des seconds. Mais, les lois en vigueur dans la colonie du Cap ne s'étendaient pas jusqu'au pays où avaient émigré les Griquas pour fuir l'oppression des Blancs; aussi virent-ils « leur nombre se grossir de beaucoup de déserteurs, lesquels prirent des femmes chez les Koranas, ce qui fait que beaucoup d'individus de cette tribu tiennent autant aujourd'hui des Cafres que des Hottentots et des Blancs ». (Delegorgue). Le métissage est tellement apparent dans certains endroits que Livingstone en est arrivé à regarder tous les Griquas comme des mélangés d'Européens et de femmes indigènes, hottentotes ou boschismanes.

Parmi les déserteurs dont parle Delegorgue, qui



Fig. 2. — Jacob Moïlié, Hottentot, âgé de 34 ans.

vinrent mêler leur sang à celui des indigènes pour donner naissance à la population actuelle des Griquas, se sont trouvés de nombreux individus ayant commis des crimes ou des délits; ils fuyaient pour ne pas faire trop intime connaissance avec la justice des Hollandais ou des Anglais. La moralité de ces individus était plus que douteuse et ils ne contribuèrent pas à élever la mentalité des tribus chez lesquelles ils se sont réfugiés. Il n'est donc pas surprenant que les Griquas se montrent moralement inférieurs à la plupart de leurs voisins.

III. — LES CAFRES.

Plus belliqueux que les Boschismans, les Hottentots furent, pour les premiers colons, des adversaires plus redoutables. Mais les tribus qui, depuis 1786, ont surtout engagé la lutte contre les Boers, ce sont les tribus *cafres*. Elles forment un grand ensemble, qui comprend toutes les populations vivant dans l'Afrique australe, au delà du Zambèze (à l'exception des peuplades dont je viens de parler), et qui se divise en trois groupes principaux :

1^o Les *Béchuanas* ou *Bakalaharis*;

2^o Les *Bassoutos* ou *Bakomis*;

3^o Les *Matabélès* ou *Cafres de l'Est*.

Aux Béchuanas se rattachent les fameux *Makololos*, qui, sous le règne de leur grand chef Sébitouané, ont étendu leur domination jusqu'à la rivière Chiré et qui ont joué un rôle important dans les démêlés entre le Portugal et l'Angleterre.

Il serait beaucoup trop long de faire une étude détaillée des Cafres; aussi me contenterai-je de donner à leur sujet quelques indications générales.

Ce sont des hommes robustes (fig. 3), d'une taille élevée, qui atteint en moyenne 1^m,70. Les Makololos sont cependant un peu moins grands. La coloration de leur peau varie du brun noirâtre au noir presque

pur. Leurs cheveux sont noirs, épais et fortement crépus. Ils ont le crâne allongé d'avant en arrière et la face allongée de haut en bas, avec un nez large et épâté, des lèvres volumineuses et un menton fuyant. Les femmes sont généralement bien faites; dans leur jeunesse, elles offrent, dit Lichtenstein, « ce contour arrondi et gracieux que nous admirons dans les antiques (fig. 4); leur physionomie annonce la douceur et la gaieté ».

Parmi les Matabélès, on trouve une population assez différente des autres par ses caractères physiques; ce sont les Zoulous. Leur coloration est souvent moins foncée, leurs traits sont plus fins, leur nez s'allonge et fait plus de saillie, leurs lèvres sont moins volumineuses que chez les autres Cafres. C'est qu'ils ont reçu une certaine quantité de sang arabe. On sait que les Arabes avaient fondé des colonies sur la côte orientale d'Afrique, depuis Quiloa jusqu'à Sofala et qu'ils s'étaient établis sur plusieurs points de Madagascar. Ils se croisèrent avec les Nègres du voisinage, et, lorsque la lutte s'engagea pour la possession des mines d'or, les vaincus, métis ou sémites, se réfugièrent plus au sud,



Fig. 3. — Cafre en costume ordinaire.

où ils s'allièrent de nouveau avec les populations nigritiques indigènes. C'est ainsi que l'influence arabe se fit sentir dans une assez large mesure chez les Zoulous, qui conservèrent cependant les mœurs de leurs frères restés purs. Ils continuent, par exemple, à aller complètement nus jusque vers l'âge de dix-huit ans. A cette époque, le garçon se met une ceinture d'écorce, à laquelle il suspend deux petits morceaux de peau, l'un par devant, l'autre par derrière. La jeune fille couvre sa nudité à l'aide d'une ceinture large... de trois doigts à peine (fig. 5). Quand elle sera mariée, elle aura le droit de porter une sorte de manteau à longs poils

qui lui servira de couverture la nuit. C'est également après son mariage que la femme est autorisée à relever ses cheveux en chignon.

Les guerriers portent un costume moins simple; ils ont même deux costumes différents, dont ils s'affublent suivant les circonstances, quelque chose comme la grande et la petite tenue de nos militaires. Ces uniformes consistent en queues de bœufs et d'autres animaux, fixées par un bout seulement aux bras, aux jambes, sur le dos et sur la poitrine. La tête est surmontée d'un immense panache. Lorsque les guerriers exécutent leurs danses et pirouettent sur eux-mêmes, toutes ces queues voltigent en produisant le plus singulier effet.

Ce n'est pas seulement l'amour du panache que les Cafres ont de commun avec les civilisés d'Europe; comme nous, ils aiment à se couvrir d'objets de parure. Aux bras, aux jambes, aux oreilles, ils portent des anneaux d'ivoire ou de cuivre; au cou, ils ont des colliers aussi nombreux que variés. Ils se peignent le visage et le corps avec de l'ocre délayée dans de l'eau et ils fixent cette peinture en s'enduisant d'une couche de graisse. Les femmes montrent parfois quelques tatouages.

Dans certaines tribus, notamment chez les Bassoutos, on rencontre des personnes du beau sexe dont les jambes sont



Fig. 4. — Jeune fille cafre.



Fig. 5. — Jeunes filles cafres.

chargées d'une telle quantité d'anneaux de cuivre que leurs chevilles en sont toutes gonflées. Mais elles supportent ces instruments de supplice avec le même stoïcisme que nos élégantes endurent un corset trop serré ou des chaussures trop étroites.

Les Cafres vivent dans des demeures assez spacieuses, construites en branchages recourbés et présentant toujours une forme hémisphérique (fig. 6). Ces habitations ou *kraal* sont réunies en villages, auprès desquels on rencontre invariablement les parcs à bestiaux. C'est que tous ces Nègres élèvent de nombreux troupeaux, en même temps qu'ils se livrent à l'agriculture et à la chasse. Leur alimentation se compose surtout de millet, de lait et de gibier; jadis, ils ne buvaient que de l'eau pure; mais, depuis qu'ils sont en contact avec les Euro-

peuropéens, ils font volontiers abus des boissons alcooliques. Là, comme ailleurs, c'est à l'aide d'alcool frelaté que les Blancs cherchent à *civiliser* les populations primitives.

Je ne passerai pas en revue l'industrie des Cafres; je me bornerai à signaler, en passant, les corbeilles en jonc tressées par les femmes avec tant d'habileté qu'on peut y conserver des liquides sans qu'une goutte s'en échappe. J'ajouterais que les hommes travaillent les

soin particulier à

la confection de leurs armes, qui consistent essentiellement dans la sagaie et dans une masse de jet en bois dur. Je ne saurais non plus passer sous silence leur grand bouclier en peau de bœuf séchée au soleil (fig. 7).

La belle capacité du crâne cafre permettrait, à elle seule, de supposer que la race est intelligente. Elle compte des orateurs et des artistes qui montrent certaines dispositions pour le dessin, la sculpture et la musique. Tous les Cafres ont une véritable passion

Malgré la cruauté dont ils ont donné maintes preuves en temps de guerre, les Cafres se montrent, en temps de paix, généreux et hospitaliers; l'étranger qui vient chez eux avec des intentions pacifiques est reçu poliment et il est assuré de se procurer facilement le nécessaire.

La polygamie est d'un usage général parmi eux. Un homme possède autant de femmes que ses moyens lui permettent d'en acheter. Une fille coûte dix à douze vaches. Si grand que soit le nombre



Fig. 6. — Femmes cafres broyant du grain.

pour la danse. Delegogue a assisté à une fête dansante qui a laissé dans son esprit un souvenir que le temps n'aurait pu effacer : 25.000 guerriers zoulous y prirent part en présence du roi entouré de 80 belles négresses.

L'intelligence s'allie chez ces tribus à la bravoure et à l'énergie. Réunis en grandes communautés qui obéissent chacune à un chef, les Cafres reconnaissent de bonne heure un roi, et celui-ci dispose d'une armée fort disciplinée. Il est vrai que plusieurs de ces despotes usèrent de procédés efficaces pour maintenir la discipline. Djacka, par exemple, un roi zoulou, punissait de mort ses sujets convaincus de lâcheté et de désobéissance.

des épouses, la jalousie ne se glisse jamais parmi elles. On voit, au contraire, la première femme travailler sans relâche afin de réaliser assez d'économies pour permettre à son mari d'acquérir d'autres épouses. Il n'est pas rare de voir un homme à la tête de vingt ou trente femmes.

On a prétendu que les Cafres croyaient à un être suprême et à une autre vie. Toutefois, on ne trouve chez eux ni fétiches, ni trace de culte. Ils n'ont pas pour les morts ce respect que l'on rencontre chez les populations convaincues qu'une partie de l'individu survit au corps. Lorsqu'un homme meurt, ses parents se gardent bien de toucher son cadavre; ils se contentent de passer quelques cordes sous le

corps pour le trainer à 4 ou 500 mètres du village. Ils laissent aux hyènes le soin de lui donner la sépulture.

Nous dirons bientôt le rôle qu'ont joué les Cafres dans l'histoire de la nation boer, dont nous avons maintenant à parler.

IV. — LES BOERS.

Nous avons rappelé, au début de cet article, que les Hollandais s'établirent en 1652 au Cap de Bonne-Espérance. Ce fut la Compagnie des Indes qui envoya Van Riebeck y fonder une station pour le ravitaillement de ses navires; Van Riebeck emmena avec lui sa famille et une centaine de soldats. Plus tard, la ville d'Amsterdam expédia dans la colonie naissante des orphelins, qui partirent accompagnés de marins et de soldats libérés du service. En 1680, il y avait 600 Européens au Cap. Cinq ans plus tard, lors de la révocation de l'édit de Nantes, des protestants français, fuyant les dragons de Louvois, demandèrent un refuge à la Compagnie



Fig. 7. — Cafre Zoulou du Natal portant le bouclier.

des Indes, qui les envoya dans la colonie fondée par Van Riebeck. Un premier convoi, composé de 300 personnes (hommes, femmes et enfants), y parvint en 1688. D'autres suivirent, et ainsi se forma la nation *boer* (prononcez *bour*), mélange intime de Hollandais et de Français. C'est cette nation qui a colonisé le Cap de Bonne-Espérance, le Natal, l'État libre d'Orange et le Transvaal.

Dès leur arrivée, nos compatriotes calvinistes reçurent un chaleureux accueil des Hollandais, qui leur distribuèrent de l'argent, des vivres, du bétail, et leur assignèrent comme résidence Stellenbosh, la vallée de la Perle et celle des Eléphants, aujourd'hui appelée le Coin français. Toutefois, ils durent se soumettre à certaines conditions, notamment accepter le monopole de la Compagnie des Indes pour l'achat des denrées dont ils avaient besoin. Il est vrai que la même obligation avait été imposée par le gouverneur Van Riebeck aux colons hollan-

dais eux-mêmes. Quelques années plus tard, l'usage de leur langue fut interdit aux Français, tant pour les communications officielles que pour le service divin. Quoi qu'il en soit, nous ne saurions oublier la cordiale réception faite à nos malheureux compatriotes obligés de fuir la terre natale.

D'ailleurs, les procédés qu'on a tant reprochés au premier gouverneur de la colonie du Cap s'expliquent aisément : les émigrants étaient peu nombreux au début, et, pour résister aux races indigènes mentionnées ci-dessus, ils durent se soumettre à une discipline sévère.

§ 1. — Établissement des Boers en Afrique.

Les premières relations avec les naturels de l'Afrique australe ne furent cependant pas mauvaises. Les colons achetèrent d'abord aux nègres des terres, qu'ils mirent en valeur; mais bientôt ils exproprièrent purement et simplement les vieux propriétaires du sol, qu'ils réduisirent même en esclavage. C'est là une tache dans l'histoire de la nation boer; notre désir étant de la faire connaître

sous son vrai jour, nous ne saurions passer ce fait sous silence. Ces hommes qui, à maintes reprises, même aux époques les plus troublées, ont montré des sentiments si nobles et si humains, qui poussent l'amour de la justice à un si haut point, ces hommes, dis-je, ont fait preuve, à l'égard des indigènes, d'une dureté qui nous surprend. Mais, pour eux, l'esclavage était une institution logique, et le grand Prétorius lui-même déclarait que la servitude du noir au blanc était d'institution divine. Profondément religieux, ils trouvaient dans la Bible la justification de leurs actes : « Quand vous approcherez d'une ville, y est-il écrit, combattez contre elle. » Ils ne trouvaient pas de ville à prendre, mais ils s'emparaient sans compensation des terres occupées par les tribus nègres. Combien de faits de ce genre n'ont-ils pas été accomplis au nom de la religion par ceux-là mêmes qui aujourd'hui jettent la pierre aux Boers?

Les Boers, croissant et multipliant, se trouvèrent vite à l'étroit dans le pays qu'ils avaient occupé à l'origine. Aussi, un certain nombre de colons se virent-ils dans la nécessité d'émigrer vers le nord, emmenant avec eux femmes, enfants, esclaves et troupeaux. Cet exode ne s'accomplit pas sans luttes; les Boers n'avançaient qu'en combattant. En 1786, ils atteignirent le pays des Cafres, et c'est alors que l'Angleterre voulut, pour la première fois, s'emparer de leur territoire. Personne n'ignore que la flotte anglaise fut battue, aux îles du Cap-Vert, par l'escadre franco-hollandaise. En 1795, les Boers avaient proclamé leur indépendance. La Grande-Bretagne, prise soudain d'un grand zèle pour la maison d'Orange, voulut lui conserver sa colonie; elle s'en empara sans difficulté et elle l'a gardée pour elle. Le régime auquel furent soumis les colons amena, en 1815, une première révolte, qui fut noyée dans le sang. En 1834, lassée du traitement que lui faisaient subir les Anglais, une partie de la population boer se dirigea vers le nord-est et fonda un nouvel État entre le fleuve Orange et le Vaal; ce nouvel État reçut le nom de *République libre d'Orange*. Trois ans plus tard, les émigrants franchirent le Vaal, mais ils se heurtèrent aux Matabélés, qui en massacrèrent un grand nombre; les survivants se maintinrent néanmoins sur le terrain conquis. C'est alors que Pieter Retief, colon d'origine française, se mit à la tête d'un parti qu'il conduisit dans la riche contrée du Natal, laquelle était à ce moment au pouvoir des Zoulous. Attiré dans un guet-apens, Retief fut tué par le roi cafre. Les Boers vengèrent leur chef: sous les ordres d'André Prétorius, ils infligèrent, en 1838, une sanglante défaite à 36.000 Zoulous. Quelque mois plus tard, le 16 décembre de la même année, Dingaan, le grand chef des ennemis, fut de nouveau battu; il reconnut alors la suzeraineté des Boers, qui, le 14 février 1840, proclamèrent la *République de Natalia*. En 1843, les Anglais s'annexèrent la jeune République.

Prétorius dut se replier sur le Vaal et il organisa l'*État libre d'Orange* (1848). Poursuivi par les Anglais et vaincu, il eut la douleur de voir l'État d'Orange devenir une province britannique. La plupart de ses compagnons ne voulurent pas accepter la domination de l'Angleterre; ils chargèrent leurs femmes et leurs enfants sur leurs charriots à bœufs et allèrent retrouver ceux de leurs frères qui avaient franchi le Vaal. La *République du Transvaal* date de cette époque. Les Anglais avaient mis à prix la tête de Prétorius; les Boers leur répondirent en le nommant président de la République nouvelle. Enfin, le gouvernement de Londres, renonçant à réduire ces hommes intrépides, reconnut en 1852 l'indépendance du Trans-

vaal et de l'État libre d'Orange. Une constitution républicaine fut votée; un *volksraad*, ou assemblée du peuple, fut élu par le suffrage universel.

Voici en quels termes M. Edgard Roels résume, dans une fort intéressante brochure, les événements qui se sont produits depuis cette époque :

« Jusqu'en 1877, l'histoire des Boers se résume en sanglants et perpétuels combats contre les Cafres de différentes tribus, combats pour protéger la tente et la famille, combats pour l'occupation de nouveaux districts plus au Nord; un fait grave cependant s'était produit pendant cette période: la découverte de gisements aurifères.

« On peut, sans erreur, y rattacher la décision prise par le Gouvernement anglais le 12 avril 1877 d'annexer le Transvaal.

« Le représentant de sa Gracieuse Majesté vint, sans plus d'avertissements, à Prétoria, accompagné d'hommes armés, et proclama la souveraineté de l'Angleterre; l'année suivante, Lord Wolseley renouvelait cette déclaration, au mépris du traité de 1852.

« Les Boers, instruits par leur passé et par la récente aventure de leur voisin, l'État d'Orange, qui s'était vu prendre, en 1870, par l'Angleterre, sans autre forme de procès, la région diamantifère de son territoire, aujourd'hui Kimberley, résolurent de combattre, malgré l'affaiblissement où les avait conduits leurs luttes continuelles contre les indigènes et la précarité de leur armement.

« Pleins de foi dans la sainteté de leur cause, ils proclamèrent la guerre de l'indépendance: Paul Kruger, Joubert et Prétorius, le fils du premier Président, en furent les chefs.

« En trois rencontres, les troupes anglaises furent vaincues; dans la dernière bataille, le 27 février 1881, sur la colline de Majuba, le général Joubert les écrasa complètement; toute la brigade anglaise y fut détruite, et son chef, le général Colley, se brûla la cervelle.

« L'Angleterre dut traiter.

« L'Angleterre fut cependant encore assez adroite pour conserver, dans la Convention de 1881, le protectorat sur le pays qui venait de lui faire subir de si graves échecs militaires.

« Les Boers protestèrent contre cette suzeraineté, tant et si bien que le gouvernement britannique reçut, à Londres, une délégation boer à la tête de laquelle se trouvait le président Kruger, et qui était envoyée par le Transvaal pour réclamer l'abolition de la suzeraineté. *Le nouveau traité de 1884, qui fut la conséquence de ces négociations diplomatiques, ne contient, en effet, plus trace du mot suzeraineté*, et la République sud-africaine rentra dans tous ses droits souverains, sauf une restriction :

l'Angleterre a, pendant six mois après leur rédaction, le droit d'opposer son *veto* aux traités que le Transvaal conclurait avec d'autres Etats que la République d'Orange¹. »

Les Boers élevèrent à la mémoire des victimes de la guerre de l'indépendance le monument de Paarde-Kraal (fig. 9) ; ils s'y rassemblent tous les ans, le jour de Dingaan, c'est-à-dire le 16 décembre, anniversaire de la bataille à la suite de laquelle le chef Zoulou dut, en 1838, faire sa soumission complète, ainsi que je l'ai dit plus haut.

En somme, depuis la seconde moitié du xvii^e siècle, les Boers ont dû avoir constamment les armes à la main. Chaque fois qu'ils réussirent à s'emparer d'un nouveau territoire sur les indigènes, l'Angleterre vint pour leur ravir le fruit légitime de leurs efforts et de leurs victoires. Cette histoire, il est bon de le remarquer, explique surabondam-



Fig. 9. — Monument de Paarde-Kraal.

ment la rivalité qui existe entre les descendants des premiers colons hollandais et français d'une part, et les Anglais d'autre part.

¹ E. ROELS, *La Question sud-africaine*, Paris, édition de l'*Humanité nouvelle*, 15, rue des Saints-Pères, 1889. — Cf. aussi du même auteur : *Boers et Anglais. Autour des mines d'or du Transvaal*, Paris, A. Hennuyer, 1898.

§ 2. — Nature et ressources des pays occupés par les Boers.

Des pays occupés par les Boers nous ne dirons que quelques mots. L'Afrique australe est loin de se composer uniquement de plaines ou de déserts ;

dans maintes régions s'élèvent de hautes montagnes entre lesquelles existent des défilés bien propres aux embuscades (fig 10). De grands cours d'eau prennent naissance au pied de ces montagnes et fertilisent les contrées qu'ils traversent. Parfois, les eaux se précipitent des hauteurs en magnifiques cascades qui augmentent le pittoresque du paysage ;

telle est, par exemple, la cascade de Kruger, dans le Magaliesberg (fig. 8).

Dans le sud du Transvaal et l'Etat libre d'Orange, le climat est à peu près celui de l'Europe méridionale ; dans le nord, la température est plus chaude,



Fig. 10. — Vue générale des Gorges de Krugersdorp.

tandis qu'elle s'abaisse au voisinage du Cap. Aussi, les Européens s'y acclimatent-ils sans peine, d'autant plus facilement que les maladies épidémiques sont rares et qu'ils n'y sont exposés à aucune maladie endémique sérieuse.

Il serait oiseux de parler des richesses minéralogiques de la région. Les gisements d'or et de

houille, les champs de diamant sont trop connus pour qu'il soit utile de les rappeler au lecteur. Une grande partie de ces gisements est, à l'heure actuelle, exploitée par des Européens, qui emploient souvent pour cette exploitation l'outillage le plus perfectionné (fig. 12). Mais ce qu'on sait moins, c'est que les pays sud-africains qui entourent le désert de Kalahari sont appelés à un grand avenir agricole; partout où la charrue peut creuser un sillon, le sol se montre d'une merveilleuse fertilité, et les céréales y poussent admirablement. La République du Transvaal paraît être la plus favorisée à ce point de vue. Grâce à son climat, on peut y cultiver, à côté des oranges, des citronniers et des plantes semi-tropicales, les arbres fruitiers de nos pays, notamment, le poirier et le pommier. Le tabac transvaalien est d'une qualité qui le fait rechercher dans toute l'Afrique australe.

La flore spontanée est d'une richesse remarquable : elle comprendrait au moins 42.000 espèces, c'est-à-dire deux ou trois fois plus que n'en compte l'Europe entière. Parmi les végétaux du Transvaal, je signalerai l'Arbre merveilleux, qu'on voit aux environs de Johannesburg. On désigne sous ce nom un arbre qui forme, à lui seul, tout un bois. Il s'étend à la façon du banian (*Ficus bengalensis*); lorsque ses branches touchent la terre, elles poussent des racines et deviennent autant de troncs qui ne cessent d'être reliés à la souche primitive.

La vie est donc facile, dans cette région, pour une population se livrant à l'agriculture et à l'élevage, comme le fait la nation boer. Et aux pro-

duits que fournissent les champs et les troupeaux, on peut aisément joindre ceux de la chasse. Le gibier abonde partout, et il n'est pas nécessaire de faire un long voyage pour trouver à tirer une antilope. Dans ces conditions, le Boer, qui ne sort, pour ainsi dire, pas sans son fusil, ne pouvait manquer de devenir chasseur, et c'est un chasseur d'une adresse prodigieuse.



Fig. 11. — Un vieux Boer.

§ 3. — Caractères physiques et genre de vie des Boers.

Qu'ils soient d'origine française ou d'origine hollandaise, les 340.000 Boers disséminés dans l'Afrique australe, et dont 125.000 habitent le Transvaal, sont des hommes très grands, très solidement charpentés; leur taille moyenne ne serait pas inférieure à 1^m,80, d'après plusieurs auteurs. Ils ont conservé les traits de leurs ancêtres, et, malgré les croisements qui se sont opérés entre les deux populations ayant donné naissance

à la race, on rencontre fréquemment deux types qu'il est facile de distinguer : l'un montre des cheveux blonds et des yeux bleus (fig. 11), l'autre des cheveux bruns et des yeux foncés. On ne saurait être surpris de rencontrer le type blond avec plus de fréquence, car les Hollandais ont contribué pour une bien plus large part à la formation de la nation que les Français. Quoi qu'on en ait dit, le milieu a fort peu agi sur les caractères physiques des colons. C'est évidemment à leur genre de vie



Fig. 12. — Une exploitation aurifère au Main Reef. — Dans le fond, maisons de Johannesburg.

qu'ils doivent, en grande partie, leur robuste constitution et leur force de résistance; mais la physiognomie est restée française ou hollandaise. On a affirmé que les femmes boers avaient acquis une véritable stéatopygie, c'est-à-dire un développement de graisse

dans la région fessière, qui rappellerait, de loin il est vrai, ce qu'on observe chez les Boschismans ou les Hottentotes; il n'en est rien. Les personnes du beau sexe qui offrent cette particularité sont des métisses et elles ne font pas partie de la nation boer. Assurément, la chair est faible dans l'Afrique australe, comme elle l'est dans tous les pays du monde; des femmes, des hommes se sont parfois laissés aller à la tentation; mais le fait est plutôt rare. Les unions légitimes avec les populations noires sont tout à fait exceptionnelles, car les individus qui oublient ainsi leur dignité sont mis au ban de la société. Le nègre est, aux yeux des colons, un être trop inférieur pour qu'il soit permis de s'allier à lui. Si, en dehors du mariage, un Boer commet une faute avec une négresse, il ne reconnaît jamais les enfants qui peuvent naître de ces



Fig. 13. — Chariot boer traversant une rivière.

relations illégitimes. Si une femme blanche, fût-elle une prostituée, accorde ses faveurs à un homme de couleur et qu'on le sache, elle est immédiatement mise à l'index. Cette sélection explique fort bien la persistance chez les colons des caractères de leurs ancêtres européens.

Personne n'ignore qu'en hollandais, le mot *boer* signifie *paysan*. Les colons de l'Afrique australe méritent d'ordinaire ce nom par leur carrure et par la lourdeur de leur démarche. Ils possèdent en même temps l'esprit d'ordre et d'économie qui caractérise nos paysans, dont ils ont toute la ténacité. C'est que le Boer est essentiellement l'homme des champs. Il vit souvent isolé avec sa famille dans une ferme, ou *plaas*, qui n'offre guère de confort. Le fermier construit lui-même sa maison à l'aide de briques qu'il a fabriquées de ses propres mains et qui sont simplement séchées au soleil. Les murs de l'habitation sont blanchis à la chaux et le toit est en paille. Dans ces chaumières, on trouve deux ou trois chambres sans

autre parquet que le sol battu, et meublées de la façon la plus sommaire; elles ne contiennent pas toujours de lits pour les enfants, auxquels il arrive de coucher par terre, sur des peaux.

A côté de la ferme, si elle est située dans une région où l'eau soit rare, le paysan s'empresse de creuser un étang, autour duquel il mettra une certaine étendue de terrain en culture. Des jardins admirablement entretenus, des vergers plantés d'arbres variés existent à proximité d'un grand nombre de maisons de paysans. C'est dans ce milieu que le Boer mène une vie toute patriarcale, entouré de sa famille et de nombreux troupeaux. Il aime, en effet, l'élevage et, grâce aux gras pâturages qu'on rencontre dans les plaines, notamment dans le voisinage des *pans*, c'est-à-dire des réservoirs naturels qu'on trouve fréquemment dans le



Fig. 14. — Chariots boers au marché de Johannesburg.

pays, il lui est facile de nourrir un nombre parfois considérable de bœufs et de moutons.

En général, les fermes sont fort distantes les unes des autres; pour se rendre chez ses voisins, le paysan a de longues marches à faire. Aussi ignore-t-il les relations de voisinage, les veillées au coin du feu, les lectures en commun. Toutefois, le père ne manque jamais, au moment des repas et le soir, de lire, à haute voix, dans la Bible quelque passage édifiant; c'est dire que la Bible fait partie du mobilier de chaque habitation.

Les centres sont généralement trop éloignés des fermes pour que les enfants puissent fréquenter l'école; par suite, le paysan boer est obligé de s'adresser à des instituteurs ambulants, qui louent leurs services à des prix très modestes. Dans ces conditions, l'instruction ne saurait être très développée. Les riches fermiers, les citadins eux-mêmes laissaient fort à désirer à ce point de vue; mais le gouvernement a compris qu'il y avait là une lacune à combler, et il a créé dans tous les

centres importants des établissements d'instruction à divers degrés. Pendant longtemps encore l'homme des champs se bornera à savoir lire, écrire et compter; la population urbaine, au contraire, sera bientôt en état, si elle ne l'est déjà, de remplir tous les emplois exigeant des connaissances sérieuses, emplois pour lesquels on était fréquemment obligé de recourir à des étrangers. De nombreux jeunes gens viennent compléter leurs études en Europe et retournent chez eux munis

des manières d'autrefois, un repas, dont il vaudra mieux ne pas surveiller les apprêts, et un lit, qu'il vaudra mieux ne pas visiter avant d'en user. » Pas plus que Montégut, je ne suis allé dans le Transvaal ni dans l'État libre d'Orange; mais ce sont des pays qui ont reçu la visite de quelques Européens et où l'on se promène en chemin de fer. Or, j'ai lu bien des relations de voyages et je dois déclarer que les auteurs ne signalent point comme générale cette insigne malpropreté dont parle



Fig. 15. — Johannesburg en 1899.

d'une instruction solide, qui leur permettra de rendre de grands services à leur pays.

Revenons aux paysans. Montégut, qui a emprunté ses renseignements à un Anglais, c'est-à-dire à un ennemi héréditaire des Boers, s'exprime en ces termes : « Les maîtres sont à l'avenant du logis. Si vous y pénétrez, vous serez rarement reçu par des hôtes en habil de fête : le Boer porte des habits qui sont toujours vieux, et ainsi sont tous ceux de sa famille, car la vanité n'a pas de prise sur les jeunes garçons, ni la coquetterie sur les jeunes filles. Dans cet intérieur peu brillant, vous trouverez cependant un accueil cordial, car, en dépit de sa taciturnité, le Boer est hospitalier, et il vous offrira, avec une politesse se ressentant

l'écrivain que je viens de citer. Dans le récit du major Serpa Pinto, il est bien question d'une vieille sorcière dont la personne et les manières n'avaient rien d'avenant; mais, en revanche, le voyageur a rencontré des femmes avenantes, propres, et des maisons fort bien tenues. S'il eût été de ceux qui se laissent volontiers aller à généraliser, il n'eut pas manqué de nous dire que les Boers se nourrissaient d'herbe, tout comme leurs bestiaux. En effet, deux enfants, qui avaient été chargés par leur père de le guider, avaient disparu; on se mit à leur recherche, et le major les vit occupés à manger une sorte de graminée. Poussé par la curiosité et mû par le désir de s'instruire, il cueillit une poignée de cette espèce de fin roseau, se mit à en

mâcher et ne fut pas peu surpris de lui trouver une saveur très douce, qui rappelait celle de la canne à sucre. C'était une simple gourmandise que s'offraient ses petits compagnons de voyage. Cela ne les empêchait pas de se nourrir habituellement de riz, de maïs, de viande de chevreau et de lait, comme tous les paysans de la contrée.

Il n'est pas très rare de rencontrer des Boers à deminomades; ce sont ceux qui se sont établis sur des points où les rigueurs

de l'hiver se font sentir. A l'approche du froid, ils chargent sur un chariot leur mobilier sommaire, leurs femmes et leurs enfants et vont passer la mauvaise saison dans un endroit plus propice. Ces chariots des paysans, que souvent on désigne sous le nom de wagons, sont faits de poutrelles et de fer et reposent sur quatre grosses roues de bois (fig. 13); leur longueur atteint 6 à 7 mètres. On y attelle seize, vingt-quatre, trente-deux bœufs et on trouve le moyen de leur

faire franchir les ravins et les rivières. C'est dans ces véhicules qu'on transporte les denrées aux marchés qui se tiennent dans les villes et qui offrent le coup d'œil le plus pittoresque avec les chariots dépourvus de leurs bâches et les bœufs

dételés (fig. 14). Certes, le mode de locomotion dont il s'agit manque de rapidité; mais il en existe d'autres, et, à l'heure actuelle, tous les grands

centres sont reliés par des voies ferrées. A lui seul, le Transvaal possède 1.200 kilomètres de chemins de fer, comme il possède ses postes, ses télégraphes, ses téléphones, qui fonctionnent avec une régularité que parfois nous serions tentés de lui envier.

Chez les fermiers, on se marie jeune.

Dès qu'un garçon a atteint l'âge requis pour contracter union, il commence par dresser la liste de toutes les jeunes filles des districts environnants, met une plume à

son chapeau, monte à cheval (car le Boer marche peu à pied), et il commence une curieuse tournée de fiançailles. « Arrivé au logis qu'il s'est proposé de visiter en premier, il entre sans mot dire et exhibe de sa poche une boîte de prunes confites, friandise très recherchée des Boers, et une chandelle de cire, langage symbolique que

la mère et la fille comprennent à l'instant. Les prunes sont pour la mère, et elles ne sont jamais refusées; la chandelle est pour la jeune fille, et elle est quelquefois repoussée; dans ce cas, le galant remonte à cheval sur l'heure et reprend sa tournée. Si la chan-



Fig. 16. — *Afrikan Bank Company, à Johannesburg.*



Fig. 17. — *Brasserie à Johannesburg.*

delle est acceptée, elle est allumée sur-le-champ, et la mère se retire en fichant une épingle à un pouce ou deux de la flamme pour mesurer au jeune couple ses heures d'entretien » (Montégut).

Les Boers, que j'ai eus en vue jusqu'ici sont les vrais paysans; mais il existe de riches fermiers, qui possèdent des habitations confortables, des chevaux de luxe et des cabriolets. Près des villes, le colon s'est embourgeoisé au point qu'il n'est pas rare d'entendre chez lui un piano jouant l'hymne national ou quelque danse nouvelle: c'est un cadeau qu'il a fait à sa fille après avoir vendu quelques têtes de bétail. Dans les villes elles-mêmes, les Boers vivent à l'européenne; mais là, ils ne constituent souvent qu'une infime minorité. A Johannesburg, par exemple, dans cette cité de l'or qui a poussé en quelques années (fig. 15), on compte actuellement 100.000 habitants, sur lesquels les blancs n'atteignent que le chiffre de 50.000; or, parmi ces Blancs, ce sont les Anglais qui prédominent. Ce sont eux qui ont fondé

liser avec les grands établissements similaires d'Europe. Il ne faudrait donc juger des Boers, comme on a trop de tendance à le faire ni par la population des villes, où l'on rencontre des agioteurs venus des quatre

points cardinaux, ni par celle des centres miniers, où le vrai Boer est en infime minorité.

§ 4. — Mœurs et Civilisation des Boers.

Les Boers ont certainement des défauts, et nous n'avons pas cherché à les dissimuler; mais quelle est la nation qui n'en a pas? On les a accusés d'inhumanité, et nous avons vu, en effet, qu'ils se sont souvent montrés durs avec les indigènes et qu'ils ont longtemps lutté pour maintenir l'esclavage. J'ai dit que leurs idées religieuses y avaient contribué dans une large mesure; leur histoire nous a fait voir que, dans bien des cas, ils avaient été contraints de prendre les

armes, soit pour conquérir de nouveaux territoires lorsqu'on venait leur ravir ceux qu'ils avaient mis en valeur, soit pour repousser les attaques des nègres. Mais, à l'égard des blancs,



Fig. 18. — La Tour du téléphone, à Johannesburg.



Fig. 19. — Hôtel des postes, à Johannesburg.



Fig. 20. — Parc de Johannesburg.

les principaux établissements de commerce, les banques les plus importantes comme l'Afrikan Bank, par exemple (fig. 16), et une foule de maisons industrielles. On trouve notamment dans cette ville des brasseries (fig. 17) qui peuvent riva-

ils ont toujours été loyaux, francs et hospitaliers. Même envers la nation ennemie, ils font preuve de sentiments humains. « Les blessés, écrivit le général White après le combat de Lady-smith, ont été traités avec *beaucoup d'humanité* par

les Boers. Le général Joubert m'a aussitôt envoyé une lettre dans laquelle il m'offrait un sauf-conduit pour les médecins et pour l'ambulance, afin de transporter les blessés. » Chaque jour le commandant en chef de l'armée transvaalienne montre les mêmes qualités de cœur, et son exemple est suivi par tous ceux qui servent sous ses ordres.

Le patriotisme des Boers leur a valu l'admiration du monde entier. A l'heure actuelle, tout le peuple est debout et les membres du Gouvernement eux-

liers, des Plessis, des Roubaix et bien d'autres. Ils ne parlent plus notre langue, mais c'est notre sang qui coule dans leurs veines.

On a adressé au Gouvernement transvaalien des reproches qui me paraissent tout aussi immérités que la plupart de ceux qu'on adresse aux paysans. C'est, dit-on, un gouvernement arriéré, qui ne fait rien pour favoriser le commerce et l'industrie, qui pressure les Sociétés minières, qui gaspille les deniers publics, qui refuse toute satisfaction aux



Fig. 21. — *Commissioners, Street, à Johannesburg.*

mêmes, le président Kruger en tête, sont partis aux armées. Ses huit fils servent sous les ordres du général Joubert; et au moment où nous rédigeons ces lignes, la nouvelle arrive en Europe de la mort du procureur général de Prétoria, qui s'est fait tuer à Glencoe, et de celle du sous-secrétaire d'État à l'Instruction publique, tombé glorieusement devant Ladysmith. Et tous ces hommes font leur devoir simplement, sans forfanterie, car dès leur enfance on leur a appris ce qu'ils devaient à leur patrie, si elle venait à être menacée. Parmi ces vaillants figurent de nombreux descendants de Français : le commandant en chef en est un, et, dans son armée, on trouve des Du Toit, des Hugo, des Vil-

étrangers. A ces griefs, M. Roels a répondu, non par des phrases, mais par des faits et par des chiffres. Lisez ses brochures, et vous verrez que ce gouvernement arriéré consacre chaque année 6 millions à l'Instruction publique sur un budget qui dépasse à peine 100 millions; qu'il a construit, comme je l'ai rappelé 1.200 kilomètres de voies ferrées; qu'il a organisé un service de postes, de télégraphes et de téléphones logés dans véritables palais (fig. 18 et 19); qu'il a construit des bourses pour favoriser le commerce et l'industrie; que l'assemblée du peuple siège, à Prétoria, dans un édifice qui est aussi un magnifique palais (fig. 22). Les étrangers, il les a laissés s'établir

dans le pays, et il n'a rien fait pour entraver le développement de Johannesburg, par exemple, où les *burghers*, autrement dit les citoyens boers, ne constituent qu'une minime partie de la population. En dehors des monuments que je viens de citer et qui ont été construits aux frais du Transvaal, la cité possède des rues, telle que « Commissioners' Street » (fig. 21), qui peuvent rivaliser avec celles de nos grandes villes européennes, un parc ravissant, où croissent une foule de belles plantes, (fig. 20) et des attractions de toutes sortes.

Il est vrai que quatorze années de résidence étaient imposées aux étrangers avant que la qualité de *burghers* (d'électeurs) leur fût concédée; mais, en agissant ainsi, le Gouvernement ne faisait que lutter pour son existence. « Nous n'étions, disait dernièrement le président Kruger, que 10 à 12.000 *burghers* et nous nous serions exposés à être submergés dans le flot des immigrants; aujourd'hui la République compte 30 à 40.000 citoyens, nous pouvons donc ouvrir plus largement les portes de la cité. Plus tard, nous pourrions nous montrer plus accueillants encore. Mais, avant tout, les Boers doivent veiller à ne pas se laisser exproprier d'un pays qui est le leur. » Et, dans un grand esprit de conciliation, il en arriva à proposer de conférer la naturalisation aux étrangers après sept années de séjour. Quel est le pays d'Europe, demanderai-je avec M. Arthur Desjardins et avec M. Paul Leroy-Beaulieu, qui se montre aussi libéral ?

Il est encore parfaitement exact que la plus grosse part des impôts est prélevée sur le produit des mines. Mais la République sud-africaine n'est-elle pas libre de voter les lois fiscales qui lui conviennent? Pour notre part, nous ne nous sentons pas le courage de la blâmer de faire surtout peser les taxes sur ces *uitlanders*, ces étrangers venus aux champs d'or pour y faire des fortunes scandaleuses. On est assez surpris vraiment de voir l'Angleterre prendre parti pour les *uitlanders*, comme s'il s'agissait de sujets anglais, quand ils sont venus de tous les pays du monde. Voulez-vous savoir ce qu'ils sont en réalité? Relisez les passages suivants de la belle lettre que le général Joubert adressait à la reine Victoria quelques jours avant la déclaration de guerre. Après avoir rappelé la décou-

verte de riches gisements d'or dans le Transvaal, le général, qui est en même temps vice-président de la République, écrivait :

« Cette découverte n'a certes pas profité aux malheureux Boers. Des hommes qui, pour toutes sortes de raisons, ne pouvaient plus rester dans leurs pays respectifs, et dont aucune nation ne pouvait plus rien attendre, envahirent par flots le nouvel Eldorado, entraînant à leur suite la tourbe des spéculateurs éhontés. Puis arrivèrent les capitalistes ambitieux, pernicieusement influents, préoccupés uniquement de décupler leurs fortunes par n'importe quels moyens, et indifférents quant aux destinées de notre pays... »

« Que Votre Majesté réfléchisse donc un peu sur les agissements de ces hommes, qui, à présent, crient à l'oppression !

« Opprimés ! eux ? ces hommes qui ont amassé des fortunes dans notre pays et qui sont plus riches que jamais ne le fut aucun des vieux *trekkers* (immigrants) boers et que ne le seront jamais leurs enfants et leurs petits-enfants.

« Opprimés, ceux qui ont essayé de renverser la République sud-africaine et qui ont provoqué la panique à Johannesburg, causant



Fig. 22. — Rue de Prétoria et Palais du Gouvernement.

ainsi le départ de beaucoup d'habitants apeurés; ceux-là qui sont responsables du terrible accident de chemin de fer survenu en Natalie et qui coûta la vie à tant de créatures humaines ! Opprimés, enfin, ceux qui auront à répondre du sang répandu pendant l'infâme invasion de Jameson et du sang qui coulera demain... »

Certes, il y a de braves gens parmi les étrangers; mais combien sont nombreux les hommes à antécédents douteux ! Voici une anecdote qui viendra confirmer l'opinion du général Joubert. A Johannesburg s'est fondé un cercle qui ne compte guère que des membres appartenant à l'aristocratie de la finance; chaque clubman doit payer 1.250 francs de droit d'entrée et verser une cotisation de 62 fr. 50. Un jour, un ancien magistrat de Kimberley demanda son admission; il fut repoussé. Cet échec suscita un vif étonnement dans la ville, et, comme un ami exprimait sa surprise au candidat évincé, celui-ci répondit en souriant : « Il y a dans ce club trop d'anciens habitants de Kimberley qui ont des raisons de m'en vouloir et de ne pas

me pardonner mes anciennes fonctions de juge! » Ne vaut-il pas mieux faire principalement peser les charges sur ces hommes que de pressurer les malheureux fermiers?

J'ai dit que l'argent provenant des impôts était employé à de louables usages, les plus grosses sommes étant affectées aux grands services publics et aux villes qui en ont le plus besoin par suite du développement qu'elles ont pris. A Prétoria, les dépenses sont infiniment plus réduites qu'à Johannesburg; la simplicité continue à régner dans la capitale, où les grandes rues (fig. 22) ne sauraient être comparées à celles de la cité de l'or. La résidence du président de la République lui-même ne rappelle guère les somptueux palais de nos chefs d'État européens, ni même les hôtels de nos ministres.

Pour le budget de la guerre, il suffit, en temps ordinaire, de sommes relativement faibles, car l'armée permanente ne comprend que les 600 hommes du

régiment d'artillerie de Prétoria et les 2.000 hommes des troupes de police. Mais, de seize à 16 à 60 ans, tous les individus valides doivent le service militaire en cas de guerre: alors la République sud-africaine et l'État libre d'Orange peuvent mettre sur pied 55.000 hommes au courage éprouvé, qui partent en guerre sans autres bagages que leur fusil, leur cartouchière et un morceau de bœuf salé attaché à la selle de leurs chevaux. Et quel usage savent faire de leur arme ces soldats improvisés, mus par le plus ardent patriotisme! Dès l'enfance, on leur a appris à s'en servir; à peine adolescents, ils considèrent comme un jeu d'abattre à 250 mètres un gnou ou une antilope. Dans un combat leurs balles portent, et, grâce à leur sang-froid, ils tirent comme à la cible.

Nous ne voulons rien conjecturer de l'issue de la guerre actuelle; mais ce que nous pouvons prédire, c'est que les Boers lutteront vaillamment. Ils défendront jusqu'à la mort leur chère République, à laquelle ils ont juré fidélité. Qui ne sait avec quel empressement ils ont prêté, à Krugersdorp, le serment de verser leur sang pour elle le jour où elle serait menacée. Chaque homme apportait une pierre

qu'il déposait sur le sol et promettait de ne jamais trahir ni la Constitution ni la patrie. Les pierres s'entassaient et un monument d'une touchante simplicité s'élevait rapidement (fig. 23). Le monument n'a pas disparu et les Boers n'ont pas oublié leur serment. S'ils succombent, comme le disait tout récemment le président Kruger, le monde sera étonné de la résistance qu'ils auront opposée à leurs ennemis. Ils ont déjà montré ce dont ils étaient capables; nous savons que les femmes elles-mêmes ont fait preuve d'un courage sans égal. Dans la guerre contre les Zoulous, elles excitaient leurs maris, rechargeaient leurs armes, tuaient à coups de hache les ennemis qui cherchaient à passer en rampant sous les chariots

rangés autour du camp. La race n'a pas dégénéré; en ce moment, des centaines de femmes et de jeunes filles combattent aux côtés de leurs maris ou de leurs frères. En vérité, il nous semble impossible, quelque opinion que l'on



Fig. 23. — Monument boer, à Krugersdorp.

puisse avoir, de ne pas saluer avec respect ce petit peuple qui n'a pas craint de s'exposer à toutes les horreurs de la guerre plutôt que de s'incliner devant le droit du plus fort.

Au début de l'humanité, la force a, sans doute, primé le droit, comme elle le prime encore chez les populations restées au bas de l'échelle sociale. Mais nous sommes à la fin du XIX^e siècle: des progrès ont été accomplis depuis l'époque où nos ancêtres luttèrent, comme dit le poète latin, pour se procurer des glands ou des tanières; nous avons la prétention de marcher à la tête de la civilisation, et nous n'avons pas encore de tribunaux d'arbitrage. Il serait temps de renoncer aux pratiques que nous n'hésitons pas à condamner chez les sauvages et de proclamer que l'idéal de toute nation vraiment civilisée doit être de faire passer avant la force le droit et la justice¹.

D^r R. Verneau,

Assistant d'Anthropologie au Muséum.

¹ Conférence faite le samedi 28 octobre, dans la salle des Prévôts, à l'Hôtel de Ville. (*Enseignement populaire supérieur de la ville de Paris.*)

LES PENTOSANES

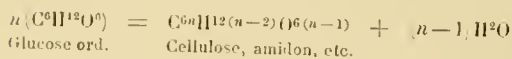
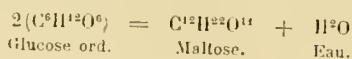
Il n'est pas actuellement de chimiste, de botaniste ou d'agronome qui ne connaisse, au moins pour l'avoir lu ou entendu prononcer, le nom de *pentosane*; et beaucoup, qui ne s'occupent pas spécialement de cette question, peuvent croire qu'il s'agit là d'un groupe de substances parfaitement étudiées, dont on n'ignore ni l'origine, ni les propriétés, ni le rôle physiologique. Il n'en est cependant pas tout à fait ainsi: l'étude des pentosanes est fort difficile, et, malgré de nombreuses recherches, bien des points sont encore dans l'ombre. J'essaierai de les faire ressortir en résumant l'ensemble des faits acquis.

I

On sait qu'il existe, très répandues chez les êtres vivants, un grand nombre de substances ternaires qu'on a appelées hydrates de carbone, parce que l'hydrogène et l'oxygène s'y trouvent exactement dans le même rapport que dans l'eau; telles sont, par exemple: l'arabinose $C^5H^{10}O^5$, le glucose $C^6H^{12}O^6$, le sucre ordinaire $C^{12}H^{22}O^{11}$, l'amidon $(C^6H^{10}O^5)^n$, etc.

Les plus simples de ces substances, celles auxquelles toutes les autres peuvent être rapportées, sont les glucoses, dont on distingue deux groupes principaux: celui des *hexoses*, qui a six atomes de carbone, avec la formule générale $C^6H^{12}O^6$, et celui des *pentoses*, plus nouvellement connu, qui a seulement cinq atomes de carbone et se représente par la formule générale $C^5H^{10}O^5$.

Tous ces glucoses sont susceptibles de s'unir les uns aux autres, molécule à molécule, et cela en nombre indéfini, grâce à des déshydrations successives que représentent les formules ci-dessous:



Il en résulte des corps de plus en plus complexes, ayant toujours la formule brute d'un hydrate de carbone, mais, en outre, la propriété caractéristique de se résoudre en sucres réducteurs, quand un les hydrate par ébullition avec les acides dilués.

Les termes les plus élevés de cette union, ceux qui résultent de la soudure d'un grand nombre de molécules sucrées, sont complètement insolubles dans l'alcool, tout au plus gonflés par l'eau bouillante et absolument amorphes. On leur a donné le

nom d'*hexosanes* quand ils dérivent d'hexoses, et celui de *pentosanes* quand ils dérivent de pentoses.

D'après cela, on conçoit qu'il doit y avoir une grande analogie de propriétés entre les deux groupes de corps. C'est, en effet, ce qui a lieu, et il suffit de se rappeler les caractères des principales hexosanes, c'est-à-dire de l'amidon, de la lichénine, de la cellulose ordinaire, de la galactane, de la mannocellulose, pour se représenter en même temps, d'une manière assez exacte, ce qu'on appelle des pentosanes¹.

II

La plus anciennement et, sans doute aussi, la mieux connue des pentosanes est la gomme de bois, découverte par Poumarède et Figuier. Contrairement à l'opinion de Fourcroy, Payen avait montré, en 1838, que le ligneux n'est pas un principe immédiat défini, mais qu'il renferme, à côté de la cellulose fondamentale, toute une série de corps, qu'il désigna, en bloc, sous le nom de matières incrustantes. Malheureusement, les résultats qu'il obtint, basés sur l'action de la potasse fondante sur la sciure de bois, ne pouvaient passer pour bien précis. Partant de cette idée, Poumarède et Figuier opérèrent à froid, avec une solution de soude à 40 %. Ils observèrent que le bois cédait alors à la lessive alcaline une sorte de gomme de même composition centésimale que la cellulose et probablement analogue, pensaient-ils, à la pectine de Braconnot².

La question en resta là jusqu'en 1879, époque à laquelle Th. Thomsen remarqua que la gomme de bois se transforme, par ébullition avec l'acide sulfurique étendu, en un sucre réducteur et fermentescible, sucre qui, un peu plus tard, fut préparé par Koeh à l'état de pureté sous le nom de sucre de bois, et rapproché par ce chimiste de l'arabinose de Scheibler³.

Cette observation importante aurait suffi à déterminer la constitution chimique de la gomme de bois, si l'on avait connu, à cette époque, la véritable formule de l'arabinose; mais on ignorait s'il y avait d'autres sucres réducteurs que ceux à six atomes de carbone. Ce fut seulement lorsque

¹ Les pentosanes donnent, par exemple, des dérivés nitrés analogues au fulmicoton. Plusieurs poudres pyroxyliées contiennent certainement des nitropentosanes.

² Mémoire sur le ligneux et sur les produits qui l'accompagnent dans le bois. *Comptes rendus Acad. des Sc.*

³ *Pharmaceutische Zeitschrift für Russland* (1886).

Kilian a montré que l'arabinose est un glucose en C⁵, que Wheeler et Tollens¹ reprirent l'étude du sucre de bois — aujourd'hui xylose — et le classèrent définitivement dans le groupe des pentoses. Du même coup, ils créèrent l'expression de *pentosanes* pour désigner toutes les substances, plus ou moins voisines de la gomme de bois, qui se transforment en pentoses par ébullition avec les acides étendus.

De telles substances se rencontrent abondamment dans la Nature : la plupart donnant de l'arabinose, quelques-unes, d'après les expériences de Maquenne et celles de Tollens, un méthylpentose². Peut-être même existe-t-il des pentosanes mixtes, dérivant d'un mélange de plusieurs sucres en C⁵ et jusqu'à des hexopentosanes, dans la constitution desquelles entreraient à la fois des hexoses et des pentoses. Toutefois, ce sont là des questions encore incertaines et, semble-t-il, assez loin d'être résolues.

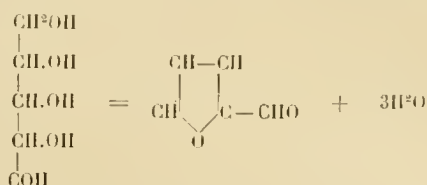
Il est fort difficile, en effet, d'étudier et surtout d'isoler les pentosanes. Toutes ces substances sont amorphes, comme les rares combinaisons dans lesquelles on peut les engager, — non sans crainte d'altération irrémédiable — et, de plus, insolubles dans presque tous les dissolvants neutres.

L'eau seule en attaque quelques unes, surtout à chaud, en donnant des dissolutions épaisses, difficiles à filtrer, rendant les précipités colloïdaux, en résumé, se prêtant mal aux purifications et aux déterminations précises.

En général, on extrait les pentosanes en traitant les produits qui en renferment, par une solution alcaline. On filtre, on sature par un acide et l'on précipite par l'alcool. Dans ces conditions, il est presque impossible que le précipité ne renferme pas soit des matières albuminoïdes, soit des hexosanes, soit d'autres matières inconnues. On peut, il est vrai, s'assurer s'il contient ou non de l'azote, déduire les cendres, faire d'autres compensations, mais jamais on n'a la certitude de pouvoir décrire un corps pur et surtout une pentosane unique.

Toutes ces difficultés font que, jusqu'ici, on a trop souvent recherché les pentosanes chez les êtres vivants par des méthodes indirectes. La moins mauvaise consiste dans l'hydrolyse des produits à examiner par ébullition avec un acide étendu, et la recherche du ou des pentoses qui ont pu prendre naissance au cours de l'opération. Mais cette méthode a encore été trouvée trop longue, et beaucoup se sont contentés de la réaction dite du furfurole. On distille en présence d'acide chlorhydrique moyennement concentré ; les pentosanes passent rapide-

ment à l'état de pentoses, puis, ceux-ci, se déshydratant, engendrent le furfurole d'après la réaction suivante :



Le furfurole est volatil; on le reconnaît dans le liquide distillé, à la coloration rouge très intense qu'il donne à froid avec l'acétate d'aniline ou, à chaud, avec la phoroglucine et l'acide chlorhydrique.

Ainsi mise en pratique, la recherche des pentosanes est soumise à plusieurs causes d'erreur et peut très bien indiquer la présence de ces substances quand il n'y en a pas. C'est ainsi que l'acide glycuronique, l'oxycellulose, etc., se transforment facilement en furfurole, que les hexoses et leurs générateurs en fournissent de petites quantités, que le rhamnose et beaucoup de glucosides donnent du méthylfurfurole, lequel peut être confondu avec le furfurole ordinaire, etc.

Une réaction très simple et extrêmement sensible, que j'ai indiquée pour distinguer les hexoses des pentoses, donne des résultats plus exacts¹. Un petit fragment de la substance, celle, par exemple, qu'on a extraite à l'aide de la soude, est doucement chauffée dans un tube à essais avec quelques milligrammes d'orcine et 2 ou 3 centimètres cubes d'acide chlorhydrique concentré. Le liquide se colore en bleu violet si l'on a affaire à un pentose ou à une pentosane. Il devient, au contraire, rouge-orangé avec les hexoses, les méthylpentoses et les divers corps susceptibles de fournir ces sucres par hydrolyse.

Malgré les causes d'erreurs signalées plus haut, la méthode au furfurole a été préconisée non seulement pour la recherche des pentosanes, mais encore pour le dosage de ces corps. On doit opérer alors dans des conditions qui soient, autant que possible, toujours les mêmes, et l'on détermine la quantité de furfurole produite. L'incertitude dépasse quelquefois 10 %; mais, en dépit de cette imperfection, la méthode a pu donner quelques résultats instructifs.

III

Les pentosanes sont extrêmement répandues dans les végétaux. La gomme de bois ou *xylane*, surtout, a été signalée dans des organes appartenant aux plantes les plus diverses. En résumant les

¹ Sur le xylose ou sucre de bois, un deuxième pentaglucose. *Liebig's Annalen*, t. CCLIV, p. 301 (1889).

² C'est le cas pour les algues du genre *Fucus*.

¹ G. BERTRAND : Sur quelques réactions colorées des hydrates de carbone. 1891. *Bull. Société Chimique* (3), t. V, p. 939, et t. VI, p. 259.

recherches faites à ce sujet par Poumarède et Figuié, Thomsen, Koch, Wheeler et Tollens, Hébert, Stone et Lotz, et moi-même, on peut dire que la xylane fait partie du tissu lignifié de toutes les plantes angiospermes, que ce tissu appartienne à la tige, aux feuilles ou aux fruits. Elle accompagne alors, à titre de matière incrustante, la vasculose de Fremy et cette espèce de résine à fonction phénolique que j'appelle *lignol*¹. Chez les plantes gymnospermes (Conifères, etc.), le bois n'a pas tout à fait la même composition; il ne cède aux lessives alcalines que des traces d'une gomme, que j'ai reconnue comme un mélange de galactane et de xylane; par contre, j'y ai trouvé une quantité importante de manno-cellulose. Ainsi, l'étude des pentosanes conduit à reconnaître des processus chimico-physiologiques distincts chez deux classes de végétaux, angiospermes et gymnospermes, que l'on sait profondément séparés par leur morphologie et leur structure anatomique. Il y a là, me semble-t-il, comme une indication des services que la Chimie pourra rendre un jour à la Systématique.

La même différence de composition présente encore un autre intérêt, mais d'ordre plus pratique. Quand on saccharifie à fond du bois de Conifères, cellulose comprise, on obtient un mélange de sucres où domine, d'après ce qu'on a vu plus haut, le glucose et le mannose. Au contraire, la même opération portant sur du bois de hêtre, de charme ou d'une autre angiosperme, donne du glucose et du xylose. Or, le glucose et le mannose seuls sont fermentescibles; le xylose résiste à l'action de la levure. On ignorait ces détails quand on a voulu créer l'industrie, bien vite tombée, de l'alcool de bois.

La xylane n'existe pas seulement dans les tissus lignifiés; on en a trouvé aussi dans certaines graines, capucine, pivoine, balsamine, quelques mucilages et même, d'après Voswinkel, dans plusieurs Champignons.

Si les faits relatifs à la xylane sont assez nets, nous n'avons, par contre, des pentosanes dérivées de l'arabinose, que des connaissances peu précises. On n'a même pas encore isolé de principe immédiat qui puisse être désigné simplement sous le nom d'*arabane*. C'est en hydrolysant, avec des acides étendus, des composés pectiques, des gommes de toutes sortes, principalement de la

gomme arabique ou de cerisier, que Scheibler et d'autres chimistes ont obtenu l'arabinose. Or, dans toutes ces expériences, l'arabinose semble avoir toujours été accompagnée de galactose, sucre à six atomes de carbone; d'où il faudrait conclure que les matières premières sus-indiquées renferment un mélange de plusieurs hydrates de carbone, ou peut-être même des hexopentosanes.

Je ne puis insister davantage ici, la littérature chimique manquant de documents, sur les liens qui paraissent exister au point de vue chimique entre les gommes et les composés pectiques; je dois me borner à signaler l'intérêt que pourrait présenter l'étude de cette question sous le rapport de la dégénérescence gommeuse des tissus végétaux. Les composés pectiques, en effet, constituent presque totalement, d'après les expériences de Payen et celles de Mangin, la zone intercellulaire des tissus non lignifiés.

On ignore encore si des pentosanes existent normalement chez les animaux. Salkowsky et Jastrowitz ont seulement signalé la présence de petites quantités de pentoses dans certaines urines. Mais ces sucres pouvaient provenir aussi bien des aliments que de la désintégration des cellules. Les pentoses sont difficilement assimilés et, comme le montrent les expériences d'Ebstein et les miennes, il suffit d'absorber quelques grammes de ces sucres pour les voir apparaître rapidement dans l'urine. On détermine ainsi un pseudo-diabète dont la durée est, en quelque sorte, proportionnelle à la dose de sucre ingérée.

Les pentosanes qui entrent pour une part notable dans la composition des fourrages, ne sont guère mieux utilisés par les herbivores. Il en disparaît une partie seulement dans leur tube digestif, probablement comme la cellulose, sous l'influence des microbes. C'est même une chose assez surprenante de voir ces substances si aisément saccharifiables, présenter une telle résistance aux sucs digestifs et aux ferments microbiens. On les retrouve, beaucoup moins altérées que la cellulose, dans le fumier de ferme consommé, et, tout récemment, Tollens a pu en doser des quantités notables jusque dans la tourbe.

En résumé, les pentosanes sont des principes constituants essentiels des tissus végétaux. A ce titre, l'étude de leur répartition, de leurs rapports réciproques et de leurs propriétés, intéresse non seulement plusieurs branches de la science pure, mais encore celles qui s'appliquent à l'économie rurale et à diverses industries. C'est une raison pour croire bientôt résolu la plupart des problèmes qu'elle présente encore à l'heure actuelle.

Gabriel Bertrand,
Assistant au Muséum.

¹ G. BERTRAND : Sur la composition immédiate des tissus végétaux, *Comptes rendus Acad. des Sc.*, t. CXIV, p. 1492 (1892), et Note sur les tissus lignifiés, *Bull. Soc. Chimique* (3), t. VII, p. 368 (1892), dans laquelle il faut lire (ligne 15) *oralique* au lieu de *malique*. J'avais d'abord employé le nom de *lignine*, mais pour éviter une confusion avec la lignine des auteurs allemands, qui comprend l'ensemble des matières incrustantes autres que les hydrates de carbone, j'adopte aujourd'hui celui de *lignol*.

LA CONTAMINATION DES EAUX DE SOURCE DÉRIVÉES A PARIS

Le fait de la propagation de maladies d'origine bactérienne, de la fièvre typhoïde en particulier, par les eaux servant à l'alimentation, a été constaté avec une telle netteté dans un si grand nombre de cas qu'il justifie les précautions dont on s'entoure pour amener dans les villes des eaux de source exemptes de toute contamination.

Paris n'avait autrefois pour sa consommation que l'eau de rivière et celle des puits urbains. Belgrand y amena les eaux des sources de la Vanne et de la Dhuis. Plus récemment, les eaux de source de l'Avre ont été captées et amenées à Paris¹, de sorte que l'alimentation journalière en eaux de source de la Capitale est en moyenne de :

Vanne.	110.000 mètres cubes.
Avre.	75.000 —
Dhuis.	49.000 —

S'il est incontestable que l'usage de ces eaux de bonne qualité ait été la cause de la diminution considérable des cas de fièvre typhoïde observés à Paris, il n'en est pas moins vrai que cette maladie n'a pas disparu. Cela tient peut-être à ce que cette affection reconnaît d'autres modes de propagation de son contagion que le transport par l'eau; mais cela tient surtout : 1° à ce que la quantité d'eau de source est insuffisante et que l'on distribue encore de l'eau de rivière, au moins à titre temporaire pendant les périodes de sécheresse estivale; 2° à ce que nos eaux de source ne sont pas irréprochables, et que leur accès n'est pas suffisamment interdit au bacille d'Eberth.

Cette année notamment, l'attention publique a été appelée par deux fois sur nos eaux de source. En janvier, les eaux de l'Avre arrivaient à Paris, laiteuses, et leur opacité durait environ deux mois. On signalait en même temps une épidémie de fièvre typhoïde dans le xiii^e arrondissement, alimenté par ces eaux. Une campagne de presse détermina l'envoi d'une Commission qui se rendit le 12 février à ces sources. En juillet et août, une épidémie de fièvre typhoïde, cette fois plus générale et plus intense, se déclara principalement dans les quartiers alimentés par l'eau de la Vanne. Nous dirons quelques mots de cette épidémie, qui a été étudiée par le Dr Thoinot, mais nous commencerons par examiner les conditions dans lesquelles se trouve l'eau de source de l'Avre. Cette eau a, en effet, été mise en suspicion, au commen-

cement de l'année, par le Laboratoire municipal de Paris. Le Dr Thoinot, si compétent dans ces questions d'épidémies d'origine hydrique, a formulé, au sujet de la pureté des eaux de l'Avre, des réserves formelles; enfin, un ingénieur, M. Félix Brard, connaissant parfaitement la région dans laquelle les sources de cette rivière prennent naissance, a fait une étude sur les pertes et sur les sources de l'Avre, qui montre nettement la nature vaclusienne de ces dernières et les dangers de contamination qui peuvent en résulter.

I

La partie de la vallée de l' Eure qui nous intéresse est caractérisée par un grand nombre d'excavations, dont quelques-unes atteignent de très grandes dimensions. Ces excavations résultent d'effondrements et sont dues à la corrosion du sous-sol calcaire par les eaux souterraines. Elles affectent, la plupart du temps, la forme d'un entonnoir et se désignent sous le nom de *mardelles*. M. Bonnin, dans une notice sur la vallée de l'Yton, voisine de celle de l'Avre, a signalé une mardelle-entonnoir ayant 70 mètres de diamètre sur 16 mètres de profondeur, soit un creux de 30.000 mètres cubes environ.

M. Félix Brard a visité, dans les vallées de l'Avre et de la Vigne, plus de 150 excavations, trous, gouffres, mardelles. Les mardelles de cette vallée ont de 4 à 30 mètres de diamètre, de 2^m,50 à 7 mètres de profondeur, soit un cube de 30 à 2.000 mètres cubes.

Il a cherché à se rendre compte, par le calcul, de la quantité de marne calcaire dissoute annuellement par les eaux souterraines, de manière à expliquer l'importance des vides souterrains.

Les eaux de l'Avre renferment, avant de se perdre, environ 36 milligrammes de chaux par litre. D'autre part, les eaux des sources, situées en aval, en renferment environ 82 milligrammes. L'excès de chaux provient incontestablement de la dissolution du sous-sol calcaire. Or, le débit des sources étant de 90.000 mètres cubes par jour, la différence ci-dessus correspond à 2.698 tonnes de carbonate de chaux par an. La densité du calcaire étant de 1,6, cela fait 1.686 mètres cubes, et, en tenant compte de l'argile, on peut estimer à 2.000 mètres cubes la quantité de sous-sol calcaire enlevé annuellement par les eaux. Il n'est donc pas étonnant qu'il y ait des vides de 2.000 mètres cubes dans le bassin de l'Avre et de 30.000 mètres

¹ Les études définitives du captage furent faites en 1887, les travaux en 1890-93, et la mise en service de l'eau eut lieu le 1^{er} avril 1893.

cules pour l'ensemble des mardelles reconnues par M. Brard.

Si nous insistons sur l'existence et la formation de ces mardelles, c'est parce que ces entonnoirs communiquent avec le sous-sol, y amènent directement les eaux superficielles et, avec elles, toutes les impuretés provenant du lavage des sols et du fumier par les eaux pluviales

Dans la même région, les rivières et les ruisseaux disparaissent dans des *bétoires*. On nomme

raînes et servant à l'écoulement de ces eaux au lieu de les alimenter.

Les sources de l'Avre captées et amenées à Paris se composent de deux groupes de sources (fig. 1) : 1° la source du *Breuil*, 2° le groupe des quatre sources dites de *Rueil* ou de la *Vigne*, parce qu'elles formaient, avant le captage, le ruisseau de la Vigne. Ce sont les sources d'*Erigny*, de *Foisy*, des *Graviers* et du *Nouvel*.

La source du Breuil paraît être une source véri-

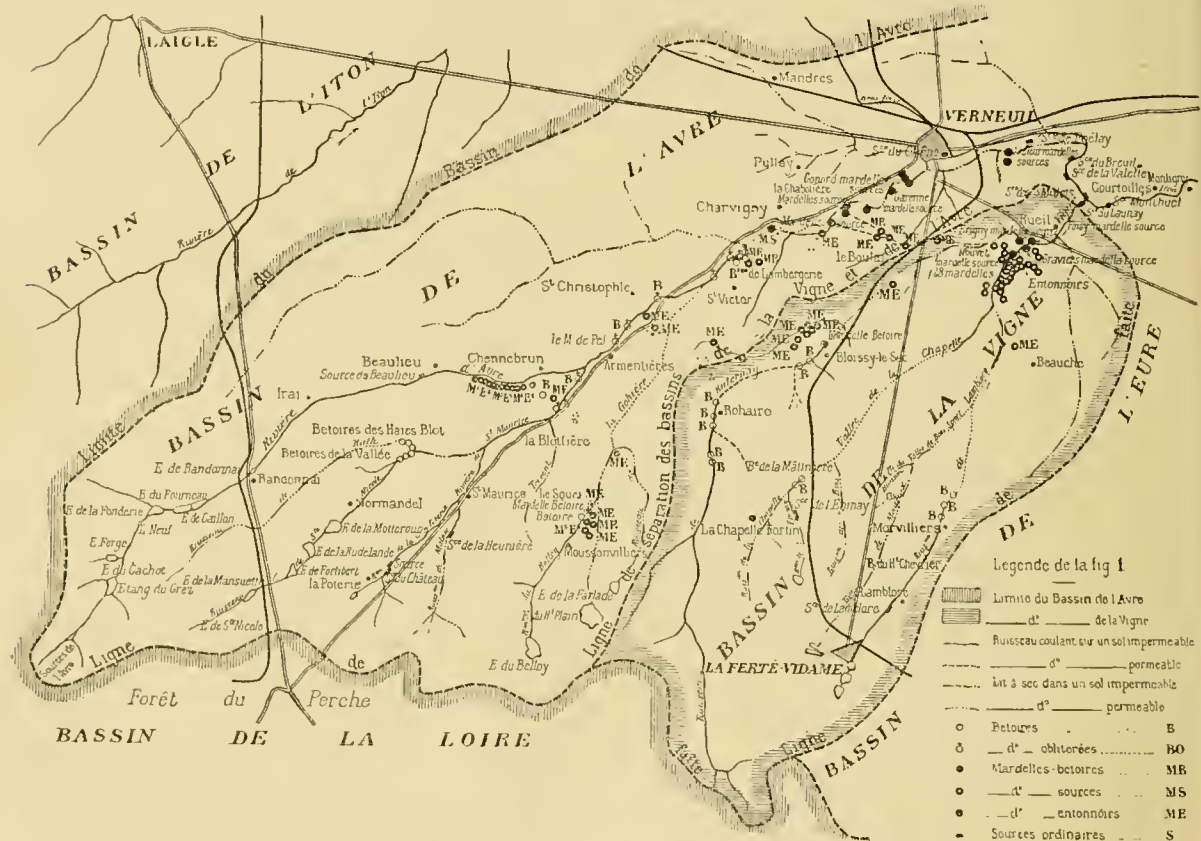


Fig. 1. — Carte des Sources de la vallée de l'Avre et de la Vigne.

ainsi des « boit-tout » résultant de l'érosion de la couche argilo-sableuse qui forme le lit de la rivière et sert de manteau imperméable au gravier perméable du sous-sol. L'eau, n'étant plus retenue à la surface par un sol imperméable, pénètre dans la bétoire. Cette eau va rejoindre les eaux souterraines dans le sous-sol calcaire.

Ajoutons, pour terminer cet aperçu, qu'à côté de la mardelle-entonnoir et de la bétoire, telles que nous venons de les décrire, il faut aussi citer : 1° la *mardelle-bétoire*, qui n'est autre que la mardelle-entonnoir, produite dans le lit d'un ruisseau et formant un gouffre dans lequel disparaît toute l'eau du rivulet ; 2° la *mardelle-source*, formée par une mardelle située en contre-bas des eaux souter-

table. Elle ne se trouble pas, ou très légèrement ; elle a un débit régulier (80 à 90 litres à la seconde) et doit avoir un assez long parcours souterrain dans le gravier filtrant de la vallée.

Le groupe des sources de la Vigne a, au contraire, un débit irrégulier (660 à 1.400 litres à la seconde) ; ces eaux se troublent souvent à l'époque des crues. Ce ne sont donc pas des sources véritables. M. Brard les compare à des mardelles-sources.

Les sources de la Vigne, dit le D^r Thoinot, sont des sources vaclusiennes, comme un grand nombre de sources des sols crayeux (sources de la Houe, du Lison, de la Fontaine de Vacluse, etc.) ; il peut donc, de ce fait, résulter pour elles des dangers de contamination.

« L'étude des sources vaclusiennes, ajoute le Dr Thoinot, est nouvelle en Hygiène, et elle y apparaît déjà comme fort importante. Ces eaux comptent à leur actif plusieurs épidémies de fièvre typhoïde, telles celle de Sauve (Gard), étudiée par M. Martel, celle de Besançon¹ ».

Toutes les eaux de la rivière de l'Avre et de ses affluents se perdent, en partie ou en totalité, dans leur parcours. Les pertes se font, soit par des fissures invisibles, soit par des bétôires, et les eaux perdues reparaissent au jour avec les sources nom-

de la Lambergerie, pas une goutte d'eau de l'Avre n'arrivait en été à Vernueil; tout se perdait en route. Aujourd'hui fonctionnent seules des fissures invisibles, encore assez nombreuses et volumineuses pour tarir la rivière aux époques de faible débit.

L'Avre n'est pas seule à se perdre. Tous les ruisseaux de cette vallée ont le même sort; le ruisseau de Ruth se perd dans les bétôires des Haies-Blot; le ruisseau de Saint-Nicole, dans

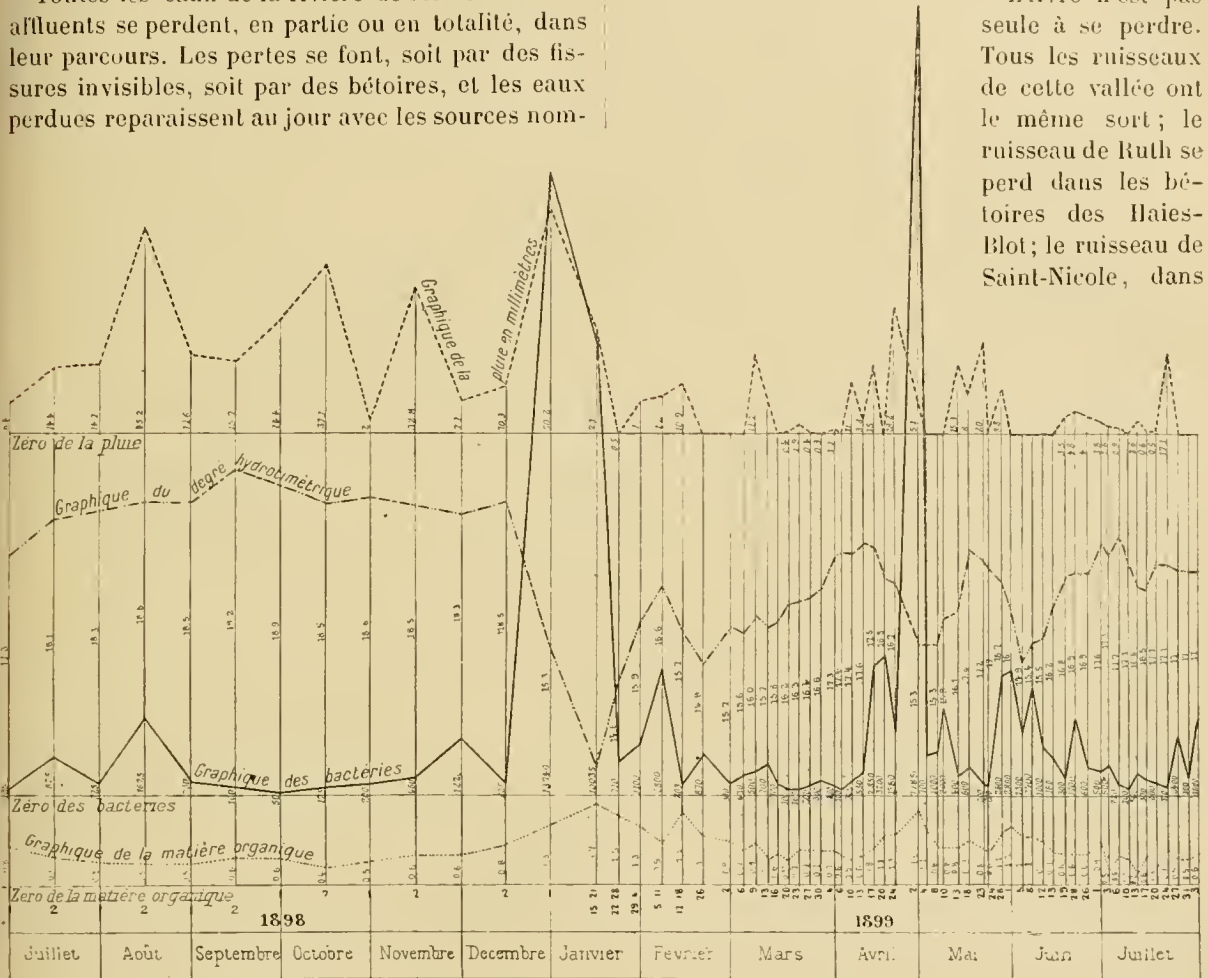


Fig. 2. — Pertes de l'Avre et de ses affluents. — Relations entre les graphiques de la pluie tombée, de la matière organique, des bactéries et du degré hydrotimétrique.

breuses et puissantes qui sillonnent la contrée. et au nombre desquelles figurent les sources de la Vigne.

Dans son parcours, depuis sa source dans la forêt du Perche jusqu'à son entrée dans l'Eure à Chennebrun, cette rivière coule sur un sol imperméable et son volume va en augmentant. A partir de Chennebrun, ses pertes commencent. A Armentières (au moulin de Pel), à la Lambergerie, existent, ou mieux existaient des bétôires énormes, qui pouvaient absorber plusieurs centaines de litres à la seconde.

Avant l'obturation des bétôires d'Armentières et

la bétôire de la Vallée; le ruisseau de Saint-Maurice disparaissait autrefois au Trou-d'Arlet, qui a été obturé, etc.

Que deviennent les eaux qui disparaissent, ainsi dans le sol? Des expériences de M. Ferray, pharmacien à Evreux, exécutées en 1887, ont permis de s'en rendre compte. M. Ferray a employé la fluorescéine, matière colorante verte, soluble dans l'eau, et dont l'intensité colorante considérable a été souvent mise à profit pour cet usage. Il a versé le 8 septembre, à 7 heures du matin, 3 kilos de fluorescéine dans l'Avre, au niveau de la bétôire de la Lambergerie. Le 10 septembre, à 7 heures du matin, l'eau des sources Gonord était colorée; le même jour, à 3 heures, la fluorescéine apparaissait

¹ Etudiée par le Dr Thoinot en 1894.

dans l'eau de la source Poëlay, et le 11, à 5 heures du matin, la coloration apparaissait dans les trois sources que devait capter la Ville de Paris : Erigny, les Graviers et Foisy.

Une nouvelle expérience, faite en jetant de la fluorescéine dans le Trou-d'Arlet, où se perd le ruisseau de Saint-Maurice, eut pour résultat de colorer les sources Gonord, Poëlay et du Nouvet.

Dans ces deux expériences, la vitesse d'écoulement des eaux a été de 3 kilomètres par 24 heures.

Il est donc bien démontré que les eaux provenant des pertes de l'Avre peuvent cheminer sous les plateaux séparant les vallées de l'Avre et de la

ches soulèveraient à nouveau la question de savoir si les eaux de l'Avre sont toujours vraiment potables. »

Les essais continus de MM. Miquel et Albert Lévy à l'Observatoire municipal de Paris, montrent aussi que tout est variable dans les eaux de source de l'Avre : degré hydrotimétrique, teneur en chaux, en nitrates, en matières organiques, en bactéries.

Si l'on compare graphiquement, comme l'a fait M. Félix Brard, le degré hydrotimétrique, la teneur en matières organiques et en bactéries de l'eau des sources, d'une part; et, d'autre part, la quantité de pluie tombée dans le bassin de l'Avre, on peut faire plusieurs observations très instructives (fig. 2).

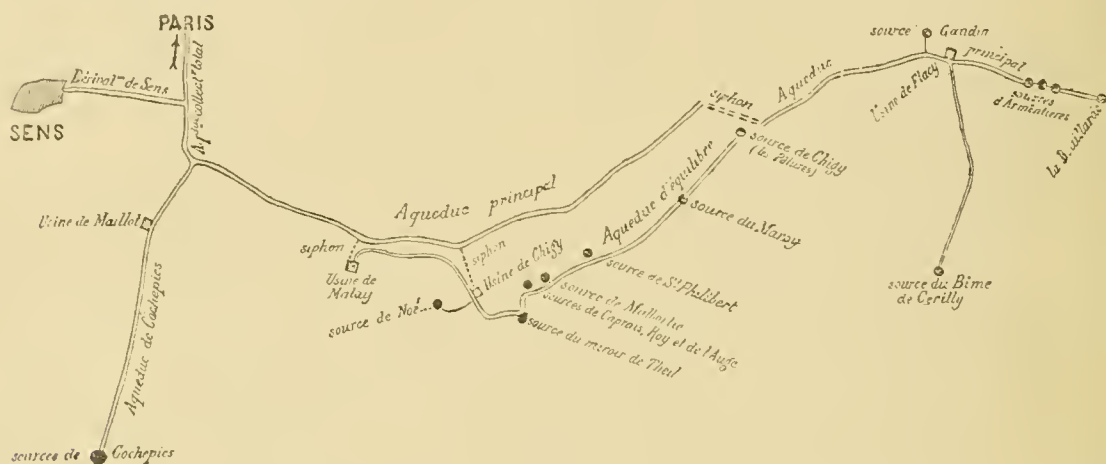


Fig. 3. — Sources de la vallée de la Vanne, d'après une carte dressée par le Service des eaux de la Ville de Paris.

Vigne, et venir réapparaître dans les sources de la Vigne situées en aval.

II

Les études chimiques et bactériologiques effectuées sur les eaux de l'Avre, en montrant les variations de composition que subissent ces eaux, viennent confirmer les craintes qu'a fait naître leur origine.

Dans des recherches poursuivies de mars 1895 à avril 1898, M. Schlœsing a trouvé que les eaux de l'Avre présentaient des variations étendues dans leur teneur en acide nitrique. Il conclut à la présence, dans leur lit, d'eaux de deux origines : les unes provenant d'infiltrations pluviales, épurées par les procédés naturels; les autres, fournies par des ruissellements absorbés par des terrains trop perméables et arrivant aux sources trop peu de temps après leur absorption.

« Les eaux de l'Avre dérivées à Paris, dit M. Schlœsing, ne seraient donc pas toutes certainement des sources vraies, ne débitant leurs eaux qu'après un séjour prolongé et un déplacement méthodique dans un sol épurateur; et mes recher-

On voit d'abord que le degré hydrotimétrique est en relation avec la quantité de pluie tombée; quand cette dernière augmente, le degré baisse très sensiblement. Les variations des matières organiques et des bactéries sont inverses; elles croissent quand la quantité de pluie tombée s'élève.

Ces variations trouvent une explication des plus simples, si l'on adopte la manière de voir de M. Schlœsing. Les eaux de source de l'Avre sont constituées par un mélange de deux sortes d'eaux : les unes souterraines, cheminant dans un sous-sol calcaire, sont riches en chaux et pauvres en matières organiques et bactéries; les autres, fournies par les ruissellements absorbés par les mardelles et les bêtaires, ont été peu en contact avec le calcaire et n'ont pas eu le temps de s'épurer; elles sont donc pauvres en chaux et riches en matières organiques, et en micro-organismes. Il y a là, comme on le voit, une explication simple et rationnelle des variations que subissent les eaux de l'Avre.

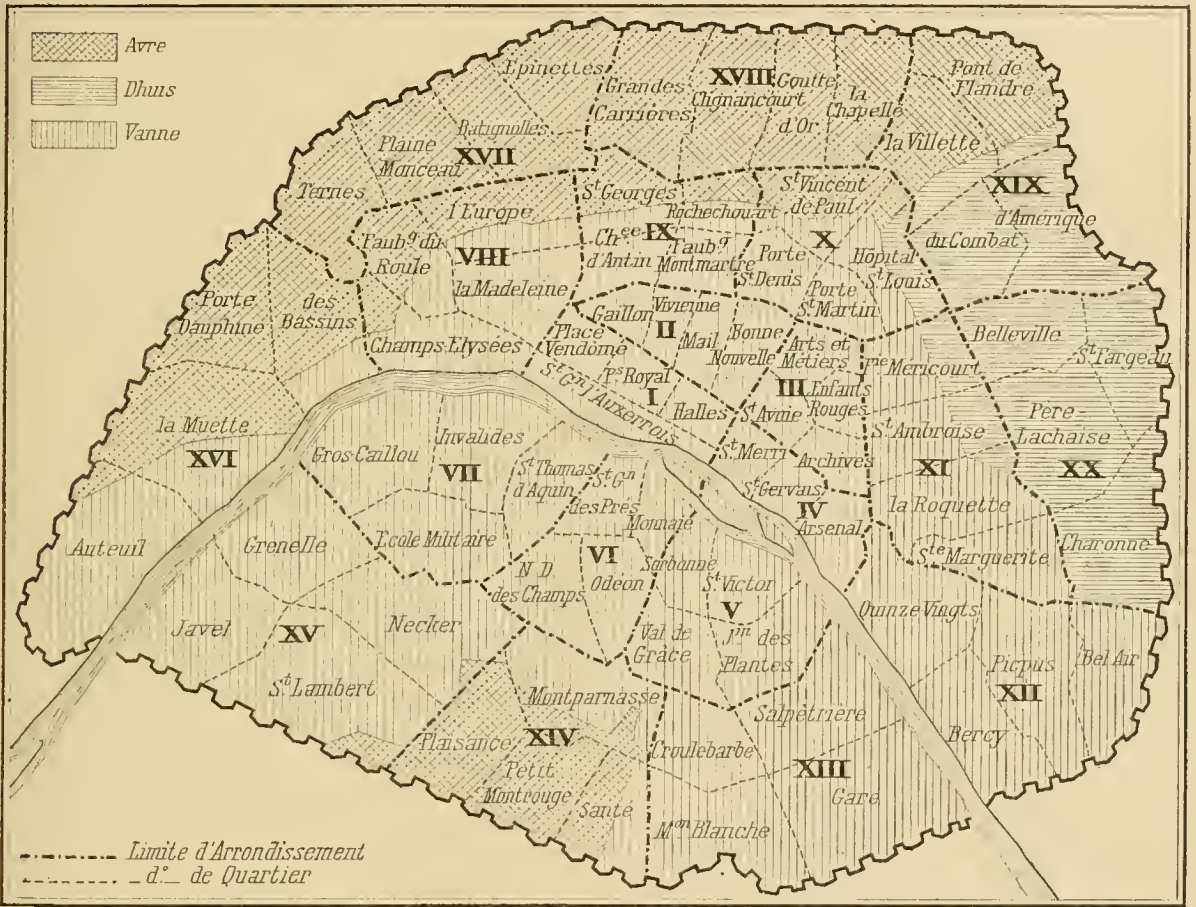
III

Est-il possible d'apporter un remède à cette situation et d'éviter, en ce qui concerne l'Avre, les

causes de contamination que nous avons signalées?

M. F. Brard répond affirmativement à cette question. On peut arriver à améliorer considérablement le régime des eaux de l'Avre en oblitérant des bétaires et des mardelles. En 1877, on a déjà oblitéré, tant dans la rivière de l'Avre que dans le ruisseau de Saint-Maurice, 171 mètres de longueur de bétaires. Ces travaux, exécutés en ciment armé,

ner l'eau en aval, de façon que les pertes se fissent par des terrains perméables où la filtration serait lente et régulière, au lieu d'une absorption brutale qui ne laisse le temps ni à la matière organique ni aux micro-organismes d'être détruits. Le desideratum est d'oblitérer les bétaires et surtout les mardelles-bétaires et de laisser les eaux filtrer lentement dans le sol, là où le terrain des fonds de vallée est perméable. »



F. Borremans, 17, rue St Sulpice

Fig. 4. — Distribution des eaux de source dans les divers arrondissements et quartiers de Paris.

ont coûté, en moyenne, 73 francs le mètre courant. On pourrait donc, sans engager une somme élevée, oblitérer les bétaires des Haies-Blot et de la Vallée, les mardelles-bétaires du Souci et du Buternay, les bétaires de la Lamblore et de la vallée de la Chapelle-Fortin, les mardelles-bétaires des prairies de Chennebrun.

A ces mesures, il faudrait joindre l'application des arrêtés préfectoraux, interdisant l'irrigation des prairies qui ont des fonds plus bas que les prairies situées en aval, ou des gouffres absorbants.

« L'oblitération des bétaires des affluents de l'Avre, dit M. F. Brard, aurait cet avantage d'ame-

IV

Nous avons insisté longuement sur la contamination de l'eau de l'Avre, à cause des discussions auxquelles cette source a donné lieu; nous dirons maintenant quelques mots de l'eau de la Vanne.

Les eaux de source qui arrivent à Paris sous le nom de Vanne sont formées par la réunion de diverses sources : les unes proviennent de la vallée de la Vanne; les autres forment le groupe des sources de Clochepies (fig. 3). Le groupe des sources de Clochepies paraît bon. Les eaux de la vallée de la Vanne peuvent se diviser en plusieurs catégories : les unes, — qui constituent d'ailleurs la majeure

partie des eaux collectées, — proviennent de sources légitimes et bien protégées (sources d'Armentières, la Bouillarde, Cerilly, Saint-Philibert); les autres sont des eaux de source de deuxième catégorie (sources Gaudin, Noé et source du Miroir). Enfin il entre dans l'aqueduc des eaux superficielles recueillies par des drains à une profondeur variable, mais, en général, assez faible (drains de Flacy, des Pâtures et du Maroy).

En raison de ces origines diverses, la pureté des eaux de la Vanne a été l'objet de critiques de la part des hygiénistes.

« Les eaux que l'on boit à Paris, sous le nom

3° Zone de la Dhuis (6 quartiers recevant exclusivement la Dhuis) : 40 cas pour 100.000 habitants.

La source du Miroir paraît avoir été l'origine de cette épidémie. En effet, à Theil, où cette source prend naissance, toute la population boit de l'eau de puits, à l'exception de deux familles qui boivent de l'eau de la source du Miroir. Or, dans l'une de ces familles a éclaté, le 6 août, un cas de fièvre typhoïde, toute la population alimentée à l'eau de puits restant absolument indemne. Cette source du Miroir a déjà été soupçonnée de contamination : elle communique, dit le Dr R. Moreau, de Sens, avec les pièces d'eau stagnante de l'ancien château

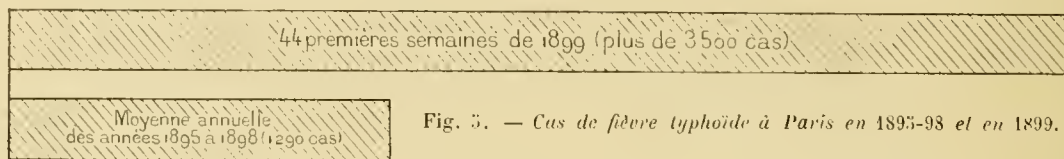


Fig. 5. — Cas de fièvre typhoïde à Paris en 1895-98 et en 1899.

d'eau de la Vanne, dit le Dr Thoinot, sont contaminables, et leur excellente qualité générale peut se trouver détruite par des pollutions accidentelles ».

Cela est tellement vrai qu'on a constaté, à deux reprises au moins, la contamination de ces eaux.

De février à mai 1894, il y a eu, à Paris, une épidémie de fièvre typhoïde, qui fut étudiée par les Drs Thoinot et Dubief, et qui était due aux eaux de la Vanne.

En juillet et août 1899, une nouvelle épidémie, étudiée par le Dr Thoinot, doit également être attribuée aux eaux de la Vanne. Voici, en effet, comment ont été répartis les cas de fièvre typhoïde pour les vingt neuvième, trentième et trente et unième semaines, en les totalisant suivant la distribution

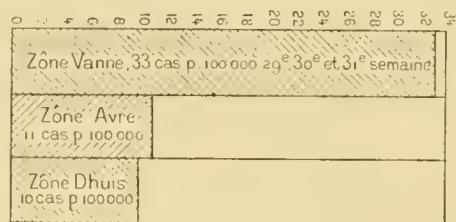


Fig. 6. — Répartition de la fièvre typhoïde des 29^e, 30^e et 31^e semaines de 1899 à Paris.

d'eaux (fig. 4) et en les proportionnant pour chaque zone à 4 pour 100.000 habitants (fig. 6) :

1° Zone de la Vanne (47 quartiers recevant exclusivement l'eau de la Vanne, ou quartiers recevant des eaux de source mélangées dans lesquelles prédomine la Vanne) : 33 cas pour 100.000 habitants ;

2° Zone de l'Avre (11 quartiers recevant exclusivement l'eau de l'Avre et 6 quartiers recevant un mélange d'eaux de source dans lequel domine cette eau) : 11 cas pour 100.000 habitants :

de Theil, et cela malgré la tranchée faite en 1895 pour l'isoler.

V

La fièvre typhoïde a sévi cette année avec une grande intensité à Paris. Alors que, pendant les quatre années 1895 à 1898, il y avait eu 5.152 cas et 912 décès, soit, en moyenne, 1.290 cas et 228 décès par an, il y a eu, pendant les quarante-quatre premières semaines de cette année, plus de 3.500 cas et plus de 600 décès (fig. 5 et 7).

Nous avons dit que, dès le début de l'année, le Laboratoire municipal de Paris avait appelé l'attention sur nos eaux de source et sur les dangers de contamination qu'elles pouvaient présenter. On doit reconnaître que ses prévisions pessimistes n'ont été, malheureusement, que trop vérifiées.

Puisqu'il est acquis maintenant que ce sont les eaux servant à l'alimentation qui sont le principal véhicule des germes épidémiques, il faut en conclure qu'il y a des vices dans notre service des eaux et se demander quels sont ces vices.

Le premier est, sans contredit, le mélange des eaux de rivière aux eaux de source, mélange qui se fait lorsque le débit de source devient insuffisant. Le second résulte de la contamination même des eaux de source, contamination qui n'est, fort heureusement, pas permanente, et qui résulte de l'adjonction aux eaux de source reconnues pures, de sources insuffisamment protégées.

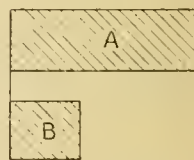


Fig. 7. — Décès par fièvre typhoïde. — A, 44 premières semaines de 1899 (plus de 600 décès) ; B, moyenne annuelle des années 1895 à 1898 (228 décès par an).

« De 1894 à 1899, dit le D^r Thoinot, nos diverses eaux de source ont toutes à leur actif des cas de fièvre typhoïde, ce qui, d'ailleurs, est parfaitement en rapport avec ce que nous savons de leur nature et de leur protection. La Vanne réclame, pour sa part propre, l'épidémie de 1894 et celle de 1899. Ni l'Avre, ni la Dhuis n'ont encore causé d'épidémie, mais l'Avre a eu un rôle nocif dominant de 1895 à 1897. Nouvelle venue à Paris, elle n'a certes pas donné toute sa mesure ; j'ai la ferme conviction que ses eaux sont à la merci d'un accident, dont on devine les conséquences pour Paris. Je ne verrais pas sans grande crainte pour notre ville l'écllosion d'une épidémie de fièvre typhoïde dans un des villages traversés par la rivière de l'Avre ou ses affluents avant leur perte ».

Le malheur est que nos ingénieurs se préoccupent avant tout d'amener à Paris le plus d'eau possible et que, dans ce but, ils sont tentés d'être un peu trop tolérants quand il s'agit de la pureté des eaux amenées. La quantité d'eau de source que possède Paris serait, cependant, largement suffisante si une grande partie de cette eau n'était pas distraite de son véritable emploi : l'alimentation. On sait, en effet, que dans nombre d'immeubles l'eau de source sert à faire les chasses du tout-à-l'égout, les manœuvres des ascenseurs, etc.

Il serait à désirer que les eaux destinées à être amenées à Paris fussent soumises à un contrôle plus sévère. On peut donner comme exemple l'organisation en usage à Liège, où une Commission, composée de géologues, de chimistes, de médecins et d'ingénieurs autorisés, étudie l'origine et la pureté des eaux destinées à être amenées dans la ville.

Or, notre alimentation en eau de source va bientôt s'augmenter par l'addition de quelques sources de la vallée du Loing et du Lunain. Est-on assuré que ces eaux se présentent avec toutes les garanties de pureté, qu'avec nos connaissances actuelles on est en droit d'exiger pour Paris? Cela paraît douteux, si l'on en croit le D^r Thoinot : « J'ai bien peur, dit-il, que les eaux des deux sources de Saint-Thomas et de Villemer (vallée du Lunain), provenant d'une région à pertes, que nous a fait connaître le travail de M. Viré⁴, d'une région analogue, en un mot, à celle du bassin de l'Avre supérieure,

n'aient pas plus droit à notre confiance que les sources de la Vigne. »

« Le Comité consultatif d'Hygiène, sur le Rapport de M. Jacquot, en 1894, avait demandé que la Ville renoncât à l'aménée de deux sources de la vallée du Loing (les sources de Bignan et du Sel) ; ces deux sources n'en ont pas moins été comprises dans les travaux et *n'en seront pas moins amenées à Paris!* »

« Nos ingénieurs sont, en effet, dominés par une inéluctable nécessité résultant de la façon, vicieuse à mon avis, dont ils ont compris l'assainissement de la ville ».

On le voit, la nécessité de tracer un plan de réorganisation de notre service des eaux s'impose absolument aujourd'hui. Les faits que nous avons résumés sont de nature à appeler l'attention sur la question si importante des eaux d'alimentation.

Il est malheureusement avéré aujourd'hui que la fièvre typhoïde n'est pas encore rayée de la liste des maladies parisiennes. Il est non moins incontestable, d'autre part, qu'il faut attribuer, en grande partie, sinon entièrement, cet état de choses à une organisation défectueuse du service des eaux : emploi fréquent d'eau de source à des usages tout à fait étrangers à l'alimentation, mélange des eaux de rivière aux eaux de source pour compléter l'eau manquant du fait de ces emplois non alimentaires ; addition aux eaux de source reconnues pures d'eaux de sources de pureté douteuse, qui y sont jointes, toujours dans le but d'augmenter la quantité d'eau amenée ; tels sont les principaux faits qui peuvent expliquer la possibilité de contamination de nos eaux.

Il n'est pas impossible de remédier à ces inconvénients. On peut améliorer le régime des eaux des vallées de l'Avre et de la Vigne par l'oblitération des bétouilles et des mardelles ; on peut renoncer à l'emploi des eaux insuffisamment protégées ; on peut surveiller plus étroitement la pureté des eaux et ne faire à l'avenir que la captation de sources de pureté non douteuse ; ce ne sont point là des améliorations irréalisables. Nous avons l'espoir que nos administrateurs tiendront compte de l'avertissement que le bacille d'Eberth leur a donné cette année et qu'ils voudront n'offrir aux Parisiens et à leurs hôtes de 1900 que des eaux de pureté irréprochable.

X. Rocques,

Ex-Chimiste principal
au Laboratoire municipal de Paris.

⁴ Les eaux souterraines en pays de plaine. La vallée du Lunain, par A. Viré, *Spelunca*, n^{os} 9 et 10, 1897.



BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Poincaré Henri, *Membre de l'Institut*. — **Cinématique et Mécanismes. Potentiel et Mécanique des Fluides.** (*Cours professé à la Sorbonne et rédigé par M. A. Guillet*). — 1 vol. in-8 de 392 pages avec 279 figures. (Prix : 15 fr.). G. Carré et C. Naud, éditeurs, Paris, 1899.

Avant d'être chargé d'enseigner la Physique mathématique à la Sorbonne, avec l'éclat que l'on sait, M. Poincaré avait professé pendant quelques années la Cinématique. Ses leçons avaient été recueillies à cette époque par M. A. Guillet et viennent de paraître sous forme d'un fort volume imprimé de près de 400 pages. Il ne faut pas chercher dans cet ouvrage sur des questions élémentaires la nouveauté des vues et la finesse d'analyse qui se trouvent à chaque page des ouvrages que M. Poincaré a consacrés chaque année aux plus difficiles questions de Physique mathématique et qui lui ont donné dans ce domaine une autorité aussi incontestée que celle dont il jouissait déjà dans le monde entier en Mathématiques pures. Les *Leçons de Cinématique* sont un ouvrage classique, avec toutes les qualités de simplicité et de rigueur dans les démonstrations, de variété dans les applications, que le nom seul de l'auteur suffit à nous garantir.

Le volume est divisé en deux parties, correspondant aux deux semestres d'enseignement :

Dans la première partie, composée de six chapitres, nous trouvons la Cinématique et les Mécanismes. Chapitre I : Cinématique. Chapitre II : Mouvement d'une figure plane invariable glissant sur un plan; application au tracé de la tangente à un lieu géométrique; roulement et glissement des courbes; centre de courbure de diverses trajectoires; recherche des points d'inflexion; mouvement épicycloïdal. Chapitre III : Mouvement d'un corps solide invariable; mouvement épicycloïdal sphérique; rotations successives. Chapitre IV : Mouvement hélicoïdal. Chapitre V : Mouvement relatif d'un point; théorème de Coriolis. Chapitre VI : Mécanismes; engrenages; engrenages coniques; engrenages hélicoïdaux de Hooke et de White; engrenages à axes concurrents; joint de Cardan; engrenages à axes quelconques; vis sans fin; bielle; excentrique; cames diverses; coulisse de Stephenson; centre instantané de la coulisse; théorème de Philipps; mouvement du tiroir; balancier et contre-balancier; parallélogramme de Watt; inverseur de Peaucellier.

La deuxième partie se subdivise elle-même en deux, conformément aux traditions de la chaire de Cinématique à la Sorbonne. — Premier sujet. Chapitre I : Fonction des forces; potentiel; flux de forces; équation de Poisson; exemples. Chapitre II : Théorème de Green et ses applications; problème de Dirichlet. Chapitre III : Attraction exercée par un ellipsoïde. — Deuxième sujet. Chapitre IV : Mécanique des Fluides; hydrostatique et applications; stabilité; corps flottants; baromètre. Chapitre V : Hydrodynamique; théorème de Lagrange; théorème de Bernoulli; ondes liquides; tourbillons; théorème de Helmholtz; exemples de mouvements tourbillonnaires; mouvement d'un corps solide plongé dans un liquide; sphères pulsantes.

Cette seconde partie constitue une excellente introduction à la *Théorie du Potentiel Newtonien* qui vient de paraître, et à la *Théorie des Tourbillons* de M. Henri Poincaré.

Familiarisé avec les éléments par l'étude du volume que j'analyse, le lecteur pourra aborder avec fruit la

discussion des parties les plus difficiles de la science dans les deux autres volumes.

M. BRILLOUIN,
Maître de Conférences
à l'École Normale Supérieure.

Tisserand (F.), *Membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire de Paris*, et **Andoyer** (H.), *Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Paris*. — **Leçons de Cosmographie** (2^e édition). — Un vol. in-8^o de 369 pages, avec 140 figures et 12 planches. (Prix : 6 fr.). Armand Colin et C^o, éditeurs, Paris, 1900.

Les *Leçons de Cosmographie*, de MM. Tisserand et Andoyer, dont la maison Armand Colin vient de donner une seconde édition, ont paru peu de temps avant la fin prématurée et si regrettable de l'éminent directeur de l'Observatoire de Paris, auquel un touchant hommage vient d'être rendu dans sa ville natale. La rapidité avec laquelle cette nouvelle publication succède à la première atteste un succès que les juges les mieux qualifiés avaient prévu dès le début.

Ce n'est jamais chose aisée que d'écrire un traité élémentaire irréprochable; l'auteur doit dominer son sujet de très haut; être à même d'apprécier les points où il faut insister, ceux sur lesquels il peut glisser plus rapidement, ceux enfin qu'il doit négliger pour ne pas surcharger son ouvrage sans utilité réelle. La difficulté est surtout grande quand la science dont il expose les principes confine à une autre beaucoup plus ardue, dont l'accès est encore interdit à son lecteur, et dont il doit néanmoins parler discrètement en en faisant comprendre l'étendue, en même temps qu'il lui emprunte des résultats dont il ne peut que formuler les énoncés sans en donner la démonstration. Tel est le cas de la *Cosmographie vis-à-vis de la Mécanique céleste*.

La connaissance approfondie, que possédaient MM. Tisserand et Andoyer, de toutes les parties les plus élevées de la science astronomique, jointe à leur compétence professionnelle pour ce qui a trait à la pratique des observations, les mettait mieux que personne en état de produire une œuvre parfaite, et il n'est point exagéré de dire qu'ils y ont réussi.

L'étude du mouvement diurne de la sphère céleste avec la définition des systèmes usuels de coordonnées, l'exposé des procédés d'observation, la description du Ciel ne laissent rien à désirer ni comme clarté ni comme élégance.

Les quatre chapitres suivants, consacrés à la Terre, au Soleil, à la Lune, aux Planètes, aux Comètes et aux Étoiles filantes, disent tout ce qu'il est essentiel de savoir sur ces objets multiples, y compris les faits d'actualité fournis par les observations les plus récentes.

Le chapitre VI, consacré à l'Astronomie stellaire, mérite les mêmes éloges.

Là se termine le traité didactique proprement dit. On ne saurait trop louer les auteurs d'y avoir ajouté des notions succinctes sur l'histoire de l'Astronomie. Bien des noms plus ou moins célèbres devaient naturellement être omis dans l'énumération rapide, qu'ils font, des fondateurs de la science et de leurs principaux successeurs. Qu'on nous permette néanmoins de regretter de n'y point trouver celui du français Picard, ce créateur de la Géodésie, auquel l'Astronomie pratique est redevable de si grands progrès.

Cinq savantes notices, précédemment écrites par Tisserand pour l'Annuaire du Bureau des Longitudes, enrichissent ce volume, qu'illustrent aussi de belles planches hors texte.

E. STEPHAN,
Correspondant de l'Institut.
Directeur de l'Observatoire de Marseille.

2° Sciences physiques

Broca (André), *Professeur agrégé de Physique à la Faculté de Médecine de Paris. — La Télégraphie sans fils. — Un vol. petit in-8° de la Collection d'actualités scientifiques* (202 p. et 34 fig.) Gauthier-Villars, éditeur, Paris. 1899.

Lorsque la presse quotidienne annonça que des signaux électriques pouvaient être transmis à quelques dizaines de kilomètres sans l'intermédiaire d'un fil, ce fut, dans le grand public, une grosse émotion. Ceux pour qui le nom de Faraday était passé au lointain souvenir de l'école, ceux qui ignoraient Maxwell et Hertz, virent l'invention du jeune savant italien Marconi sortir tout armée de ses recherches, et le sacrèrent grand génie. Certes, dans la télégraphie sans fils, Marconi a des mérites très grands; par un judicieux emploi des appareils existants, par d'ingénieuses inventions de détail, il a fait franchir à l'immense domaine des ondes électriques le seuil du laboratoire; il lui a fait faire son entrée dans le monde.

Si, d'une part, les non-initiés pouvaient être tentés de faire à Marconi une situation trop exclusive, on pouvait craindre, l'autre part, qu'un physicien de métier méconnût son œuvre pour ne songer qu'aux prédécesseurs; on peut donc considérer comme très heureux pour la diffusion future de l'histoire impartiale de la télégraphie sans fils que le premier ouvrage de vulgarisation ait été confié à un physicien d'un esprit sûr, à la fois érudit et nourri de modernisme, et ayant vu d'assez près l'invention pour estimer à leur valeur les détails d'expérience qui en ont assuré le succès.

Faire un exposé populaire des idées modernes sur la transmission de l'énergie dans l'espace n'est pas facile. L'analogie hydraulique des phénomènes qui accompagnent le courant électrique semble un peu usée, connue de tous et partant dénuée d'intérêt. Ce ne sera pas le moindre mérite de M. Broca de l'avoir rajeunie, et de l'avoir développée au point d'en faire une image très suffisante de l'onde frontale et même de l'induction.

Jusqu'ici, on avait admis un canal rigide. M. Broca, rappelant les beaux travaux de M. Marey, compare le conducteur électrique à un tuyau de caoutchouc, susceptible d'éprouver un gonflement local, dû à une brusque compression interne, et se propageant en se diffusant. On comprend ainsi l'étalement de l'onde électrique, dont l'importance dans la télégraphie sous-marine est capitale. Mais, pour expliquer l'induction, il faut faire un pas de plus. M. Broca le franchit en supposant le tuyau de caoutchouc noyé dans un liquide incompressible, et capable lui-même de propager, extérieurement au conducteur, l'onde produite par sa déformation. Cette réaction du milieu augmente encore la diffusion de l'onde, dans la réalité comme dans l'image.

Nous voilà donc en possession de tous les principes de la propagation du courant; nous avons aussi compris l'induction. Mais ici l'auteur est pris d'un scrupule: Le lecteur ne pourrait-il pas croire qu'une image aussi fidèle est la réalité même? Les physiciens ne le pensent pas, mais alors il faut montrer comment le lien peut exister entre deux ordres de phénomènes de nature absolument distincte. La solution nous est donnée par le beau théorème de Vaschy sur l'action des masses scalaires et des masses vectorielles en des points déterminés d'un champ de force. Nous savons alors que tout se passe comme si les masses électriques existaient, et nous pouvons passer outre.

C'est de là que part M. Broca pour aborder l'histoire de la télégraphie sans fils; et, sachant ce qui vient d'être dit, on ne sera pas surpris de le voir débiter par les expériences de Fizeau et Gounelle, suivies bientôt de celles de Siemens sur la propagation d'un ébranlement le long d'un fil. C'était bien déjà l'onde frontale que l'on observait, plus ou moins diffusée suivant les propriétés du conducteur.

Les signaux bridés de lord Kelvin forment, pour ainsi dire, le passage entre l'onde unique et l'oscillation. C'est à cette dernière que sont consacrés les deux chapitres suivants, la production et la réception des ondes. Nous revoyons rapidement l'histoire de la question, depuis les immortels travaux de Hertz, pour arriver, très naturellement, à une étude détaillée du mystérieux récepteur de M. Branly, le cohéreur d'après M. Lodge, ces deux désignations correspondant à une idée particulière du mode d'action de l'instrument. Ne pourrait-on point le nommer simplement un *brandy*, comme on dit un *hughes* ou un *baudot*?

La propagation de l'induction dans les diélectriques forme l'objet des deux chapitres qui suivent. Ici, le conducteur et le producteur d'ondes disparaissent de plus en plus; c'est de la lumière que nous nous rapprochons; nous retrouvons la réflexion, la réfraction, la diffraction et les interférences, avec des différences cependant, comme la résonance multiple.

Le rôle de l'antenne n'est pas toujours bien compris. M. Broca, qui a longuement médité sur la question, montre que l'énergie, guidée par l'antenne, s'échappe par sa pointe, conformément à une expérience de MM. Sarasin et de la Rive, mais ne se propage pas en ondes sphériques. L'analogie qu'il relève fort ingénieusement entre l'énergie ainsi propagée et le phénomène de Zeeman nous ramène d'ailleurs à l'Optique. Quant à l'antenne réceptrice, qui a donné lieu à tant de compétitions, il rappelle que son emploi est dû à Franklin.

Nous sommes aux derniers chapitres, et l'auteur ne nous a encore parlé que des éléments de la télégraphie sans fils. Fermerons-nous le livre sans l'avoir appris? Une douzaine de pages encore, et nous sommes complètement renseignés. Les appareils sont simples, et, comme tous les principes nous étaient parfaitement connus, quelques rapides explications suffisent pour que plus rien ne nous reste mystérieux. Au seuil de ce chapitre, un lecteur attentif et doué d'un peu d'imagination eût pu tout combiner. D'autres donneront, plus tard, la minutieuse description des appareils. Pour le moment, il vaut infiniment mieux en connaître à fond les principes.

CH.-ED. GUILLAUME,
Docteur ès sciences,
Physicien au Bureau international
des Poids et Mesures.

Riban (J.), *Chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Paris. — Traité d'Analyse chimique quantitative par Electrolyse. — 1 vol. in-8° de 304 pages avec 96 figures. (Prix : 9 fr.) G. Masson et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1899.*

L'ouvrage que vient de publier M. Riban sur l'analyse électrolytique comble une lacune regrettable, car aucun ouvrage original n'existait en français sur ces questions, et les quelques traductions que nous possédons correspondent à des livres déjà anciens et assez imparfaits. L'analyse électrolytique quantitative prend, depuis quelques années, un développement important; après avoir été pendant longtemps appliquée seulement à un très petit nombre de cas spéciaux, pour lesquels elle est particulièrement commode et précise, tels que le dosage du cuivre, elle tend maintenant à devenir une méthode générale ou du moins assez étendue. Les applications de l'électricité à l'analyse chimique ont probablement été souvent entravées par le manque de précision dans la définition des conditions à réaliser que comportaient la plupart des travaux qui y étaient relatifs. Pendant longtemps on a évalué l'intensité des courants employés en centimètres cubes de gaz tonnant dégagés par minute, et on indiquait les intensités à employer avec un appareil spécial au lieu de les rapporter à l'unité de surface d'électrodes; certains auteurs se bornaient même à indiquer le nombre de piles à employer.

Le livre de M. Riban ne donne pas prise à cette critique; pour plus de précision, l'auteur a jugé utile de décrire en détail ces appareils de production et de me-

sure des courants électriques. C'est ce qui fait l'objet des trois premiers chapitres.

Le chapitre IV est consacré à la description des appareils d'électrolyse, de leur montage et de leur groupement dans différents cas; beaucoup de dispositifs ingénieux sont dus à l'auteur du livre; signalons spécialement l'appareil d'électrolyse à électrodes hémisphériques qui constitue un progrès important en permettant de définir rigoureusement les conditions de chaque analyse.

Les chapitres suivants comprennent la description des différentes méthodes d'analyse électrolytique; ils forment trois parties, relatives: la première au dosage individuel des métaux et des métalloïdes, la deuxième, à la séparation quantitative des métaux, la troisième, à diverses analyses industrielles ou spéciales. Les différentes méthodes sont décrites très complètement et d'une façon très claire et discutées avec l'autorité que donne à l'auteur sa longue pratique de l'analyse et de l'enseignement. L'ouvrage de M. Riban est mis au courant des travaux les plus récents, tels que ceux de Neumann, de Vortmann, de Ducru, de Hollard, etc., et constitue ainsi un guide nécessaire et suffisant pour le chimiste qui veut employer les procédés de l'analyse électrolytique.

G. CHARPY,
Docteur ès sciences.

Charabot (Eugène). *Professeur d'Analyse chimique à l'Institut Commercial de Paris. — Les Parfums artificiels. — 1 vol. in-12 de 300 pages. (Prix : 5 fr.)* J.-B. Baillière et fils, éditeurs, 19, rue Hautefeuille, Paris, 1899.

Comme le beau *Traité sur les huiles essentielles* auquel l'auteur a collaboré, le volume sur les parfums vient à son heure et comble une lacune dans la série des monographies dont la maison J.-B. Baillière et fils a entrepris la publication. On sait, en effet, toute l'extension qu'a prise l'industrie des parfums artificiels, dans ces dernières années, et la concurrence active qu'elle fait aux parfums naturels. L'importance de cette fabrication est telle qu'il existe en France et en Allemagne des usines spéciales qui produisent ces matières sur une grande échelle, et ne produisent qu'elles. Ce volume intéressera donc tout à la fois les chimistes qui désirent se mettre au courant de la question, les industriels, qui y trouveront des indications précieuses, et les fabricants de parfums composés, qui pourront se rendre compte, grâce aux données fournies, de la qualité et de la pureté des matières premières qu'ils emploient.

Pour faciliter l'exposition, l'auteur a rangé les divers parfums d'après leurs fonctions chimiques, puis traite, en tête de chaque chapitre, à un point de vue général, de l'identification, du dosage, de l'extraction et des modes de préparation applicables à tous les corps ayant une même fonction chimique et réunis en un même groupe. C'est ainsi qu'on a le chapitre des composés nitrés, avec le nitrobenzène ou essence de mirbane, et les nombreux muses artificiels; le chapitre des alcools et éthers, avec le bornéol, le terpinéol, le géraniol, menthol, etc., benzoates, cinamates, salicylates de méthyle, d'éthyle, etc.; celui des phénols et éthers de phénols; le chapitre des aldéhydes; celui des cétones, et enfin celui des olides, avec un seul représentant: la coumarine.

Tous les parfums artificiels employés de nos jours sont-ils décrits dans ce petit volume? Il serait bien téméraire de l'affirmer, un certain nombre de fabricants ayant des produits qui leur sont propres et dont ils se gardent bien de divulguer la composition. C'est ainsi, par exemple, que, pendant plusieurs années, une des maisons les plus renommées d'Allemagne a fourni au commerce, sous le nom d'essence de néroli artificielle, un produit qui devait son parfum principalement à l'an-

thranilate de méthyle, lequel se trouve, d'ailleurs, également dans l'essence de néroli naturelle.

A. HALLER,
Professeur à la Faculté des Sciences de Paris
Correspondant de l'Institut.

3^e Sciences naturelles

Joergensen (Alfred), *Directeur du Laboratoire de Physiologie et de Technologie des Fermentations à Copenhague. — Les Microorganismes de la Fermentation. (Traduction de M. PAUL FREUND), 2^e édition. — 1 vol. in-8^o de 432 pages avec 79 figures. (Prix : 8 fr.)* Société d'Éditions scientifiques. Paris. 1899.

L'ouvrage de M. Joergensen a trouvé en France le même succès qu'en Allemagne, et il est devenu maintenant tout à fait classique pour tous ceux qui s'occupent de Bactériologie à un point de vue non médical.

M. Joergensen était spécialement qualifié pour écrire un tel livre, avec sa grande compétence et les travaux si importants faits dans son laboratoire; mais quoiqu'il s'agisse d'un traité classique, l'auteur n'a pas voulu que cette deuxième édition fût une simple réimpression, il a tenu à ce que son livre fût maintenu au courant des plus récentes recherches.

Il a introduit ainsi les bactéries alcoogènes, celles à action diastatique ou peptonisante, de nouveaux détails sur les organismes du Képhir; parmi les moisissures, l'*Amylomyces Rouxii* occupe une place correspondant à l'importance qu'il a acquise en distillerie, et l'*Oidium* non plus que le *Peronospora* ne sont oubliés.

Dans le chapitre relatif aux levures alcooliques, un magistral exposé historique donne même les travaux de Buchner, et, pour les levures pures, M. Joergensen attribue très impartialement au grand savant Hansen la part qui lui revient à côté de Pasteur.

Signalons enfin une intéressante revue des progrès réalisés pratiquement dans diverses industries par l'application des recherches scientifiques et une bibliographie mise à jour, telle qu'on en rencontre rarement d'aussi complète.

La traduction très consciencieuse de M. Freund a respecté la clarté et les aperçus très larges de l'auteur, et la deuxième édition de ce livre prendra certainement place à côté de la première sur la table de travail de tous ceux qui s'occupent de fermentations.

P. PETIT,
Professeur à la Faculté des Sciences.
Directeur de l'École de Brasserie de Nancy.

Pizon (Ant.), *Agrégé des Sciences naturelles. — Etudes biologiques sur les Tuniciers coloniaux fixés. — 1 vol. in-8^o de 56 pages avec 16 planches. (Extrait du Bulletin de la Société des Sciences naturelles de l'Ouest de la France, Vol. VIII, fasc. 1.)* Nantes, 1899.

Il est très difficile d'élever et de conserver en captivité les Tuniciers coloniaux; de plus, le pigment abondant de la plupart des espèces vient souvent s'opposer à des observations microscopiques approfondies. Aussi, pour reconstituer l'histoire des générations successives qui depuis l'individu primordial issu de l'œuf (oozoïde) ont, par bourgeonnements répétés, formé la colonie, a-t-on généralement été réduit à récolter et à comparer des échantillons à des stades différents pour déduire de ces observations isolées une connaissance de l'évolution complète des Tuniciers. M. Pizon a pu élever et faire vivre une jeune colonie de *Botrylloides*, qu'il avait réussi à fixer sur une plaque de verre et dont il a suivi l'évolution depuis le début de février jusqu'à fin mai: il a pu observer huit générations successives de bourgeons (Blastozoïdes) se formant aux dépens les uns des autres, s'épanouissant et régressant. Son mémoire est l'exposé détaillé de ses observations.

Parmi les principaux points mis en lumière par M. Pizon, je signalerai plus particulièrement ses recherches sur la manière dont les divers individus de la colonie se groupent en *systèmes* à chaque génération et

¹ Sur ce *Traité*, voyez la *Revue* du 30 novembre 1899, t. X, page 878.

la façon dont se fait la dégénérescence des individus. A cet égard, M. Pizon met en évidence le rôle du cœur, qui bat de très bonne heure dans le bourgeon et continue à fonctionner longtemps après que l'individu a cessé d'exister physiologiquement.

Il était intéressant de mesurer aussi la durée de chaque génération. M. Pizon a trouvé quatre à cinq semaines pour la durée totale, mais l'état adulte et fonctionnel ne comprend pas plus de cinq à six jours. Toutefois, il faut remarquer à ce sujet que la durée de l'évolution de chaque génération dépend incontestablement de la nourriture, de la température et de plusieurs autres facteurs; il en est de même du développement des produits sexuels. Or, la vie en aquarium est, malgré tout, très précaire; elle est beaucoup plus active en mer où, de plus, elle est influencée par une foule de circonstances extérieures qui n'agissent pas sur les êtres tenus en captivité. Les phénomènes qu'on observe sur ces derniers n'offrent donc souvent qu'une image atténuée, parfois même inexacte, de la réalité.

Cette réserve faite, il faut reconnaître que l'éducation des colonies de Tuniciers, telle que l'a réalisée M. Pizon, est très précieuse par les résultats directs qu'elle fournit, et, de plus, elle offre un moyen de contrôler les résultats obtenus par des observations faites sur les échantillons recueillis à l'état de liberté. Elle permet l'intervention de l'expérimentation véritable et fait ainsi espérer la solution de nombreux problèmes que soulève l'étude des Tuniciers coloniaux. M. Pizon annonce d'ailleurs la publication d'un deuxième mémoire ayant pour objet le genre *Botryllus* et quelques autres espèces d'Ascidies composées.

D^r R. KÜHLER,

Professeur à l'Université de Lyon.

4° Sciences médicales

Nimier (H.), Professeur au Val-de-Grâce, et **Laval (Ed.)**, Médecin aide-major de première classe. — **Les Projectiles des armes de guerre. Leur action vulnérante.** — 1 vol. in-18 de 212 pages avec figures. (Prix : 3 fr.). F. Alcan, éditeur, Paris, 1899.

M. le Professeur Nimier vient d'examiner l'intéressante question de l'action vulnérante des projectiles de guerre dans son cours de Chirurgie d'armée, professé au Val-de-Grâce. La première partie est consacrée à l'étude des projectiles d'infanterie; la seconde, à celle des projectiles d'artillerie.

L'infanterie utilise les petits projectiles dont on a cherché, en ces dernières années, à réduire la masse, tout en augmentant la force vive dont ils sont animés. La supériorité balistique, sinon vulnérante, des balles actuelles de petit calibre sur leurs devancières existe au triple point de vue de la diminution du calibre, de l'augmentation des vitesses, de la difficulté de la déformation. La force de pénétration dans les tissus se trouve accrue dans des proportions que l'on a essayé de déterminer expérimentalement. A 300 mètres, une balle Lebel, dont le calibre est de 8 millimètres, la longueur de 30 millimètres, le poids total de 15 grammes, la vitesse initiale de 640 mètres, perce quatre cadavres et traverse le bras d'un cinquième; à 500 mètres, elle perce trois cadavres et reste dans le quatrième; à 1.000 mètres, deux cadavres sont perforés et la clavicle du troisième est brisée; à 1.700 mètres, un seul cadavre est traversé et la balle s'arrête dans le second. La balle du Mosin russe (calibre 7,62, longueur 30 millimètres 50, poids total 13 grammes 70, vitesse initiale 643 mètres) a pu perforer, à 600 mètres, sept cadavres. Enfin, la balle du nouveau fusil des Etats-Unis, du calibre 6, traverse deux ou trois hommes à 4.570 mètres; elle en perce un à 5.490 mètres.

De tels projectiles, dont le tir abondant compensera

la réduction du calibre, amèneront en grand nombre des blessures immédiatement mortelles. Mais, si le chiffre des tués sur le champ de bataille doit être important — et il le sera d'autant plus que des masses énormes prendront part ordinairement à l'action — les blessés qui auront pu être relevés auront plus de chances de guérison que jadis. La petitesse et la netteté du trajet, l'étroitesse des orifices cutanés réduiront au minimum les dangers d'infection; la perfection de la technique chirurgicale, les progrès de la thérapeutique conservatrice créeront des conditions favorables à une guérison, qui sera, en outre, plus souvent définitive, et permettra par sa rapidité de remettre en ligne un certain nombre de blessés, pour peu que les hostilités se prolongent.

Le caractère des projectiles employés par l'artillerie est leur réductibilité en de très nombreux petits projectiles. Ils ne sont donc plus destinés à agir sur l'ennemi par leur masse intacte, comme les anciens boulets; leur efficacité tient non seulement à l'accroissement de leur vitesse restante lors de l'arrivée au but, mais aussi à leur mode de fragmentation. La vitesse initiale de l'obus est notablement inférieure à celle de la balle, mais les gros projectiles conservent plus que les petits leur mouvement de propulsion. Quant aux effets vulnérants des obus, on en est encore réduit à des suppositions. L'éclat ou la balle — projectile secondaire — doit, d'après certaines expériences, pour mettre un homme hors de combat, être animée d'une vitesse d'au moins 110 mètres. Il faut tenir compte aussi du souffle du projectile qui, tiré à l'air libre, provoque des effets dangereux dans une zone de 3 à 4 mètres autour du point d'éclatement, et qui, en espace clos, est capable de faire des ravages considérables tant par la violence des gaz dégagés que par le pouvoir asphyxiant des vapeurs nitreuses produites par l'explosion. De là, l'action morale de l'artillerie, qui est la résultante des impressions multiples, auditives et visuelles, subies par les combattants.

Tels sont les principaux points traités dans cette intéressante étude où l'on trouvera, condensé sous un petit volume, tout un ensemble de renseignements très complets sur le sujet.

D^r GABRIEL MAURANGE.

5° Sciences diverses

Jost, Inspecteur général de l'Enseignement primaire, Membre du Conseil supérieur de l'Instruction publique. — **Annuaire de l'Enseignement primaire** (publié sous la direction de M. Jost, 16^e année (1900). — 1 vol. in-18 (Prix, broché : 3 fr.) Armand Colin et C^o, éditeurs, Paris, 1900.

Cet Annuaire est divisé en deux parties. La première partie comprend la liste des fonctionnaires de l'administration centrale, des départements et des colonies, et tous les renseignements susceptibles d'intéresser les personnes qui se préoccupent de l'Enseignement primaire à un titre quelconque : *Décorations et distinctions honorifiques, Candidats reçus aux examens supérieurs, Auteurs prescrits, Textes des épreuves écrites données aux examens des certificats d'aptitude, Résumé des documents officiels.*

Dans la seconde partie figurent un certain nombre d'articles sur les questions pédagogiques à l'ordre du jour. Nous devons signaler particulièrement, parmi les articles de cette année, ceux de MM. les Inspecteurs généraux P. Foncin, A. Gilles, Edouard Petit, sur *l'Enseignement colonial à l'École*, les *Expériences à l'École*, les *Œuvres post-scolaires*; ceux de MM. Mutelet, directeur d'École normale, Cavé, L.-C. Bon, professeur d'École normale, sur le *Livre à l'École*, la *Mutualité scolaire*, l'*École allemande et l'École française comparées.*

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 20 Novembre 1899.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Lœwy donne un résumé des observations des Léonides faites dans les divers observatoires français. Du 12 au 17 novembre, peu de nuits ont été favorables et partout le nombre des météores visibles a été faible. On savait, d'ailleurs, qu'une partie de l'essaim avait été déviée par les perturbations de Jupiter et de Saturne; on conclut, en même temps, que le développement de l'essaim en largeur n'est pas considérable. — M. J. Janssen communique le résultat de l'observation des Léonides faite à Meudon. Afin de s'affranchir des chances de mauvais temps, deux séries d'observations ont été faites en ballon, les unes par MM. Tikhoff et Lespieau, les autres par M^{lle} Klumpke et M. de Fonvielle. M. Janssen s'est également renseigné sur les observations faites dans d'autres pays. A Delhi, à Poulkovo, à Vienne, à Potsdam, à Chicago, on n'a rien observé; à Strasbourg, Cambridge (Etats-Unis) et San-Francisco, on a aperçu un certain nombre de météores. — M. G. Bigourdan envoie le détail des observations des Léonides faites à l'Observatoire de Paris du 13 au 16 novembre. — M. Baillaud adresse des renseignements analogues relatifs à l'Observatoire de Toulouse. — M. H. Deslandres avait pris des dispositions spéciales, à l'Observatoire de Meudon, pour photographier les Léonides qui pourraient se présenter. Un certain nombre de météores ont été observés à l'œil, mais aucun n'a impressionné les plaques, par suite de leur trop faible éclat. — MM. Rambaud et Sy adressent leurs observations des nouvelles planètes EW et ER, faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire d'Alger. — M. J. Guillaume communique ses observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon, pendant le deuxième trimestre de 1899. Il y a eu une diminution peu sensible du nombre des taches, mais assez forte en ce qui concerne les surfaces. Les facules continuent à diminuer, mais presque entièrement au sud de l'équateur. — M. Edm. Landau démontre que la série

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{\mu(k) \log k}{k^s},$$

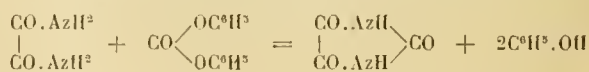
qui se rencontre dans la théorie de la fonction $\zeta(s)$ de Riemann, est convergente et a pour somme -1 . — M. Andrade se demande si l'hypothèse fondamentale de la Mécanique peut être vérifiée par l'étude des seuls mouvements relatifs des points matériels supposés tous observables. Il montre que la vérification n'est possible que si l'on connaît deux ou plusieurs systèmes isolés ou simultanés.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. Boussinesq recherche ce que devient un système d'ondes planes latéralement indéfinies, dans un milieu transparent isotrope, mais hétérogène, formé de couches planes et parallèles. Le calcul montre que l'onde se propage à travers toutes les couches, en gardant ses caractères, mais en prenant des amplitudes sensiblement inverses à \sqrt{l} , l étant égal à $\frac{\cos i}{\omega}$ (i est l'angle de la normale à l'onde avec l'axe des x et ω la vitesse de propagation de l'onde). — M. G. Sagnac explique, au moyen de sa nouvelle théorie, c'est-à-dire par des considérations purement cinématiques, les phénomènes d'entraînement de l'éther par la matière, en particulier l'effet

Fizeau, dans lequel des vibrations lumineuses qui se propagent suivant l'axe d'un tube plein d'eau sont comme entraînées par le mouvement de l'eau. — M. Emile Berger a reconnu qu'il serait avantageux de remplacer, dans certaines professions, la loupe monoculaire par un appareil binoculaire, qui éviterait le surmenage de l'œil qui travaille et donnerait la vision stéréoscopique, si nécessaire pour les travaux de grande finesse. Il a construit une loupe binoculaire dans laquelle l'angle d'incidence est élargi par l'inclinaison des lentilles à l'horizontale; cette inclinaison ne doit pas dépasser une certaine limite à cause de l'astigmatisme qu'elle produit. — M. et M^{me} P. Curie ont constaté que les rayons émis par le chlorure de baryum radifère sont capables de produire des effets chimiques très marqués. Ainsi, ils transforment l'oxygène en ozone, le platino-cyanure de baryum en un corps jaune, puis brun. Ils communiquent au verre une coloration violette, aux sels de baryum une coloration rose. — M. Alb. Colson, par l'emploi du vide de Crookes, qui élimine l'action perturbatrice de l'oxygène atmosphérique et des gaz retenus par les corps solides, a établi que le déplacement direct de l'argent par le mercure est, dans certains cas, une réaction réversible limitée par une tension de vapeur métallique, comme une dissociation hétérogène l'est par une tension gazeuse. Le même mode opératoire a montré que le sulfure et l'oxyde de cadmium sont dissociables au-dessous de 600° et que le cadmium possède par transparence une couleur bleu violacé. — M. H. Moissan a étudié l'action de l'acide fluorhydrique et du fluor sur le verre parfaitement sec. L'acide fluorhydrique attaque le verre dans toutes les expériences, même quand toute trace d'eau a été enlevée. Le fluor pur, au contraire, n'attaque pas le verre; mais il suffit qu'il soit mélangé d'une trace d'acide fluorhydrique pour que l'attaque se produise. — M. V. Thomas, en faisant réagir le bioxyde d'azote sur des vapeurs d'acide chlorochromique CrO_2Cl_2 , a obtenu une poussière blanche se transformant rapidement en une substance de couleur brune. Celle-ci renferme du chrome à l'état d'oxyde de chrome et à l'état d'acide chromique, du chlore et de l'azote. Elle répond approximativement à la formule $\text{Cr}^3\text{Cl}^3\text{O}^2 \cdot 2\text{AzO}^3$; mais elle est peut-être constituée par un mélange de plusieurs corps. — M. Marcel Delépine, par l'action de l'acide sulfurique sur l'aldéhyde formique (à l'état polymérisé de trioxyméthylène), a obtenu un produit neutre, blanc, cristallisé :



qu'il nomme sulfate de méthylène ou méthylal sulfurique, et qu'il considère comme l'éther sulfurique neutre du glycol méthylénique hypothétique. Ce corps réagit à chaud sur les alcools avec formation de formal et d'éther sulfurique acide de l'alcool employé. — M. P. Cazeneuve a préparé synthétiquement l'acide parabanique en faisant réagir l'oxamide sur le carbonate de phényle, conformément à l'équation :



La formule du produit obtenu a été vérifiée par l'analyse du sel d'argent et le dosage de l'eau de cristallisation. Cette nouvelle réaction, quoique à faible rendement, permettra, si elle est applicable aux homologues

de l'oxamide, de préparer synthétiquement des homologues de l'acide parabanique.

3^e SCIENCES NATURELLES. — MM. Ch. Richet et Ed. Toulouse ont pensé que, dans le traitement de l'épilepsie par le bromure de sodium, on pourrait, en privant l'organisme de chlorure, le rendre plus sensible au bromure et en diminuer la dose et par conséquent l'intoxication bromurique. Dans la plupart des cas, des doses de 2 grammes de bromure par jour (au lieu de 8 à 15 grammes), font cesser les accès épileptiques quand le régime alimentaire ne contient pas de chlorures ajoutés. — MM. H. Claude et V. Balthazard ont reconnu que la cryoscopie des urines peut fournir des renseignements utiles au médecin sur le fonctionnement des reins. Un facteur important à connaître est le nombre ΣV des molécules achorées élaborées en vingt-quatre heures, divisé par le poids du corps P . Ce facteur est peu variable chez l'individu sain, et oscille dans les limites assez voisines pour les divers sujets; il s'abaisse fortement dans les maladies où la perméabilité rénale est diminuée. — M. Mendelssohn a poursuivi ses recherches sur le courant nerveux axial (courant provenant d'une différence de potentiel électrique entre deux surfaces de section transversale du nerf). Il a constaté que le courant axial manifeste, à l'état d'activité du nerf, une variation négative dont l'intensité varie, et est en moyenne de 15 à 20 % de l'intensité du courant axial au repos. — M. Hagenmuller a observé, vivant en parasite sur un Pleuronectidé, le *Flesus passer* Moreau, une nouvelle Myxosporodie, qu'il nomme *Nosema Stephani*. Elle infeste, sous forme d'infiltration diffuse ou de kystes, les parois du tube digestif. La membrane limitante des kystes est composée d'éléments provenant des tissus de l'hôte, et sa formation résulte d'une réaction de l'organisme envahi. — M. R. Maire décrit les phénomènes cytologiques précédant et accompagnant la formation de la téleutospore chez le *Puccinia Liliacearum* Duby. — M. Marin Molliard a étudié les modifications histologiques produites dans les tiges par l'action des *Phytoptus*. Les modifications chimiques qui correspondent à la présence de ces parasites déterminent la formation d'un tissu nouveau qui se différencie aux dépens de cellules quelconques, quelle que soit la destinée de chacune de celles-ci dans les conditions ordinaires de développement.

Séance du 27 Novembre 1899.

La Section de Chimie présente la liste suivante de candidats pour la place laissée vacante par le décès de M. Friedel : en première ligne, M. Etard ; en seconde ligne, M. Le Bel ; en troisième ligne, MM. Colson, Harriot, Jungfleisch, H. Le Chatelier, Lemoine. — M. le Secrétaire perpétuel rend compte à l'Académie de l'état présent de la souscription pour élever un monument à Lavoisier. Le total des sommes recueillies s'élève actuellement à 93.553 francs.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. Guillaume adresse ses observations des Léonides faites à l'Observatoire de Lyon, les 12, 13 et 16 novembre. — M. Ch. Trépiéd communique les mêmes observations relatives à l'Observatoire d'Alger, et faites les 13, 14 et 15 novembre. Environ 40 % des météores observés pendant ces trois nuits n'appartenaient pas à l'essaim des Léonides. — M. Harold Tarry adresse les observations des Léonides faites à Alger par une quarantaine d'astronomes amateurs. — M. H. Lebesgue donne une définition de l'aire d'une surface qui présente la plus grande analogie avec la définition de la longueur d'une courbe. Soit une surface rectifiable S limitée par une courbe quarrable Σ . Décomposons S en morceaux par des courbes quarrables. La somme des aires minima de ces courbes tend vers une limite, indépendante du choix des courbes de division, quand le diamètre maximum de ces courbes tend vers zéro. Cette limite est l'aire de la surface. — M. Michel Petrovitch donne le complément de la démonstration d'un théorème sur le nombre des racines d'une équation algébrique com-

prises à l'intérieur d'une circonférence donnée. — M. H. Padé généralise les trois développements en fractions continues, donnés par Lagrange, de la fonction $(1+x)^m$. — M. P. Duhem établit, par une méthode analytique, les conditions nécessaires et suffisantes pour la stabilité d'un flotteur solide, qui nage à la surface d'un liquide unique, compressible suivant une loi quelconque, et porte ou non un chargement liquide, compressible suivant une loi quelconque (les divers corps du système étant d'ailleurs soumis à des forces extérieures quelconques). — M. P. Appell rappelle que le but des deux notes qu'il a présentées récemment sur le même sujet était de montrer qu'on peut arriver au même résultat par un raisonnement de géométrie élémentaire.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. Boussinesq étudie la propagation, dans un milieu transparent hétérogène, d'un pinceau latéralement limité de lumière parallèle, il intègre les équations du mouvement et trouve, en particulier, que le faisceau proposé se transmet suivant le sens normal aux ondes, mais pas (du moins en quantité appréciable) dans les sens qui leur sont tangents. — M. F. Dussaud a étudié le rendement de la transmission du son par l'électricité. Il est d'autant meilleur qu'on enferme davantage de membranes microphoniques dans une caisse de résonance au poste transmetteur et que l'on donne, au poste récepteur, plus de facettes à chacun des pôles de l'électroaimant, chaque facette ayant en face d'elle une plaque vibrante. Dans ces conditions, le rendement de la transmission est suffisant pour actionner un phonographe. — M. P. Villard a constaté que les Rayons X, après avoir agi longtemps sur le verre, lui communiquent une teinte violette, probablement due à l'oxydation du manganèse. Le phénomène est analogue à celui observé par M. et M^{me} Curie pour les rayons émis par les substances radio-actives. — M. Jouniaux a étudié l'action réductrice de l'hydrogène sur le chlorure d'argent ; elle commence vers 200° et tend vers une limite déterminée pour chaque température. Inversement l'acide chlorhydrique sec attaque l'argent à partir de 400° et la réaction est aussi limitée pour chaque température. Mais, au-dessous de 600°, la limite des deux réactions inverses est bien différente suivant le système dont on est parti, tandis qu'au-dessus de 600°, les limites sont les mêmes quel que soit le système considéré. — MM. E-E. Blaise et G. Blanc ont préparé, par un nouveau procédé, la camphénylone pure, puis son oxime qui, par déshydratation, donne le nitrile camphocéénique. La réduction de ce dernier donne des bases absolument différentes de celles qu'on obtient par réduction de son isomère, le nitrile isolauronolique. La camphénylone et ses dérivés ne renferment donc plus le noyau triméthylcyclopentanique de la série du camphre. — MM. Adrian et A. Trillat ont retiré, des résidus de la préparation de la digitaline cristallisée à partir de la *Digitalis Lutea*, une matière colorante jaune, de formule $(C_7H_7O)_4$. Elle présente une grande stabilité et une grande résistance aux divers agents chimiques. Elle a une certaine analogie avec la matière jaune retirée de l'absinthe, mais en diffère par son point de fusion et sa formule.

3^o SCIENCES NATURELLES. — MM. Charrin et Levaditi ont observé, à l'autopsie d'une femme morte de fièvre typhoïde, des éléments figurés dans les vaisseaux du foie, du cœur, du poumon; ces éléments paraissent être tantôt des débris de cellules de la glande biliaire, tantôt des fragments musculaires myocardiques. Il semble donc établi que le courant sanguin peut transporter des cellules constitutives des différents organes de l'économie; ces embolies cellulaires n'ont lieu qu'aux derniers moments de la vie. — M. Paul Berger rapporte une observation typique d'endothélium des os. Cette affection est caractérisée par des tumeurs à développement rapide; elles déterminent souvent de bonne heure des fractures spontanées au niveau des points où elles se développent. Elles présentent des

pulsations artérielles; ce sont des sortes d'anévrismes des os. Ce sont des tumeurs éminemment malignes; l'amputation du membre atteint ne met pas toujours à l'abri d'une récédive ou d'une généralisation. — M. A. Herzen a pu produire la variation négative dans des nerfs normaux aboutissant à des organes périphériques intacts, mais sans activité physiologique, ces nerfs ayant été rendus inexcitables sous l'action de la chloralose. On voit donc que la variation négative n'est pas un signe infaillible d'activité nerveuse, quoique la réciproque soit vraie. — M. Lanfrey a cherché à détruire le phylloxera en répandant sur les pieds de vigne une solution aqueuse d'acide picrique. Tous les insectes contenus sur les tiges et racines ont été détruits, ainsi que le ver blanc. La meilleure époque pour l'opération est en juin, juillet et août. — M. Victor Jodin a observé que des graines de pois et de cresson alénois, chauffées directement à 98°, sont complètement tuées. Mais, chauffées d'abord à 60° pour les débarrasser de leur eau hygrométrique, puis ensuite à 98°, la plupart conservent leur pouvoir germinatif. — M. E. de Martonne, en explorant les Carpathes méridionales, y a trouvé des traces incontestables d'une période glaciaire, déjà signalée par Lehmann. C'est d'abord l'existence de cirques terminant les hautes vallées, et dont la topographie est la même que celle des cirques glaciaires des Alpes et des Pyrénées; puis la présence de roches moutonnées et de quelques stries glaciaires. Plusieurs faits semblent démontrer l'existence de deux et peut-être trois périodes glaciaires. — M. J. Thoulet a fait, au large de Brest, des déterminations de la vitesse et de la direction des courants marins en surface et en profondeur. Il se servait de flotteurs composés de deux bouteilles reliées par un fil, l'une située à la surface, l'autre à différentes profondeurs. Au moment du flot, il y a une vitesse maximum à la surface, minimum et de direction inverse à 10 mètres de profondeur.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 14 Novembre 1899.

M. Paul Reclus lit le rapport sur le concours du Prix Godard. — M. Fournier présente une communication sur la prophylaxie de la syphilis par le traitement. Les mesures administratives qui constituent actuellement notre unique sauvegarde contre la syphilis et les maladies vénériennes sont d'une insuffisance absolue. Elles réalisent le peu de bien qu'il leur est permis de réaliser, mais elles ne peuvent donner plus. Il est donc urgent de chercher à mieux faire, par un ensemble de mesures d'ordre médical ayant pour objectif la stérilisation de la syphilis quant à ses dangers pour autrui. Dans l'état actuel, notre organisation hospitalière pour le traitement de la syphilis n'est pas comprise et dirigée comme elle pourrait et devrait l'être pour répondre à cette intention spéciale de prophylaxie. Ce n'est pas avec des hôpitaux qu'on peut traiter et stériliser la syphilis, mais bien avec un système fortement organisé de consultations externes. Or, telles qu'elles fonctionnent actuellement, nos consultations hospitalières pour la syphilis sont bien plutôt faites pour en détourner les malades que pour les y appeler et les y retenir, et cela : parce que ces dites consultations sont insuffisantes comme nombre et conséquemment encombrées à l'excès; parce qu'au lieu d'être gratuites, elles sont pécuniairement onéreuses pour les malades (en leur faisant perdre leur temps de travail); parce que, sous leur forme actuelle, elles sont déplorables, désobligeantes, inconvenantes, vexatoires, odieuses de par la confession forcée et publique de la syphilis. M. Fournier terminera sa communication dans la prochaine séance.

Séance du 21 Novembre 1899.

M. Porak présente un rapport sur les travaux et mémoires adressés à la Commission permanente de

l'Hygiène de l'enfance en 1897 et 1898. Il constate que le fonctionnement de la loi Roussel entre de plus en plus dans les mœurs administratives. — M. Fournier termine sa communication sur la prophylaxie de la syphilis par le traitement. Conçu dans un tout autre esprit qu'actuellement, le traitement prophylactique de la syphilis devrait avoir pour organes des dispensaires rattachés à nos hôpitaux, — dispensaires multiples; — dispensaires méthodiquement répartis dans les divers quartiers de la capitale; — fonctionnant à jours et heures propices aux malades, voire peut-être le soir, si une expérience tentée en ce sens était bien accueillie du public parisien; — fonctionnant avec distribution gratuite de médicaments; — fonctionnant avec le système expéditif et indispensable des fiches individuelles; — offrant à tout malade, au verso de chaque ordonnance, une instruction élémentaire propre à l'éclairer sur les dangers de la syphilis, non seulement pour lui-même, mais par rapport à autrui. Et surtout il faudrait qu'à l'intolérable système de la consultation publique par fournées fût substituée la consultation individuelle, privée et secrète. Devenant le pivot du système proposé, les consultations externes constitueraient un service exclusif de tout autre, confié aux médecins titulaires des hôpitaux. Il y aurait intérêt général, comme intérêt scientifique, à ce que le traitement de la syphilis et des maladies vénériennes fût confié à un personnel de médecins qui, à tous les degrés de l'échelle hiérarchique, seraient recrutés par concours spéciaux, et que ce service médical eût son autonomie, à la façon du corps des accoucheurs des hôpitaux. — M. le Dr Mendelssohn lit un mémoire sur les variations de l'état électrique des muscles chez l'homme sain et l'homme malade.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 11 Novembre 1899.

M. Tuffier a pratiqué des injections intra-arachnoïdiennes de cocaïne dans la région lombaire et a obtenu une analgésie absolue des membres inférieurs, qui lui a permis de faire plusieurs opérations. M. J.-V. Labordé avait déjà reconnu dans ses expériences que l'action de la cocaïne peut se généraliser. M. Tuffier répond que l'anesthésie était complète pour les membres inférieurs, mais que le tronc et les membres antérieurs avaient conservé toute leur sensibilité. M. Bouchard estime que la méthode d'injection intra-arachnoïdienne est dangereuse et ne doit être considérée que comme une méthode d'exception. — M. C. Phisalix a constaté que le sang des reptiles se coagule lentement et difficilement; ce fait est dû à ce que les globules rouges intacts laissent transfuser une substance anti-coagulante; chauffés à 58°, ils favorisent au contraire la coagulation. — M. Sicard a inoculé au singe le pus d'un chancre vulvaire simple par scarification à la région frontale; il s'est produit des ulcérations chancereuses typiques, mais qui se sont cicatrisées au bout d'une vingtaine de jours. — MM. Hédon et Arrous ont constaté que les sucres sont d'autant plus toxiques que leur poids moléculaire est plus élevé et par conséquent qu'ils sont plus diurétiques. — M. Linossier a étudié l'action inhibitrice des alcools de fermentation sur la digestion peptique, pancréatique et trypsique. — M. Boinet a observé des troubles nerveux chez un sujet atteint de la maladie d'Addison, et qui avait reçu de trop fréquentes injections d'extrait de capsules surrénales.

Séance du 18 Novembre 1899.

MM. Toulouse et Vaschide exposent leurs recherches sur la mesure de la fatigue olfactive, desquelles il résulte que l'odorat est un des sens qui se fatigue le moins rapidement. M. Henriot fait remarquer que l'odorat, fatigué par certaines odeurs, est cependant impressionnable par d'autres. M. Lapique explique la formation des sensations par les variations de l'excita-

tion. — MM. Maurel et Lagriffe ont poursuivi leurs recherches relatives à l'action de la chaleur et du froid sur les Poissons. Ceux-ci ne peuvent vivre que dans des liquides n'ayant pas plus de 30° d'écart, et encore leur existence n'est régulière que dans un intervalle de 12 à 15°. Ils semblent mieux organisés pour résister aux extrêmes de froid que de chaleur. La mort au delà des températures extrêmes n'est pas due à la rigidité musculaire, ni à une auto-intoxication, mais probablement à une modification physique de certains éléments histologiques. — M. Laguesse a observé des portions de la glande pancréatique, où le tissu endocrine prédomine sur le tissu exocrine. — M. Lefas a remarqué des amas lymphoïdes chez l'homme adulte, au niveau de la glande sous-maxillaire, dans l'adénie simple. M. Guyesse a étudié les capsules surrénales et leur produit d'élaboration chez la femelle du cobaye en gestation.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 17 novembre 1899.

M. J. Blondin fait connaître les principaux résultats des recherches expérimentales de M. Turpain, sur les oscillations électriques. Celles-ci ont porté tout d'abord sur le champ ordinaire de Hertz à deux fils. On déplace dans le champ un résonateur dont le plan est successivement maintenu perpendiculaire à la direction des fils (position I), en coïncidence avec le plan des fils (position II), en coïncidence avec le plan de symétrie des fils (position III). On trouve que les longueurs d'onde relatives aux trois positions sont égales. Les ventres de la position I coïncident avec les nœuds des positions II et III (qui coïncident entre eux) et inversement. Les champs concentrés par un fil unique et le champ ordinaire de Hertz à deux fils donnent le même système de ventres et de nœuds. Si l'on concentre le champ par deux fils issus de plaques terminales voisines du même plateau de l'excitation, le champ ainsi constitué ne donne plus aucun système de ventres et de nœuds : c'est le champ interférent à deux fils. Un champ interférent peut être transformé en champ ordinaire. Les champs interférents peuvent être utilisés dans le domaine des applications pratiques, en particulier en télégraphie. M. Turpain étudie ensuite le fonctionnement du résonateur. Il énonce les principales lois auxquelles conduit l'étude du résonateur complet. Il indique qu'un résonateur qui présente, indépendamment du micromètre, une coupure, résonne avec une grande facilité. Les lois auxquelles conduit l'étude du résonateur à coupure peuvent se résumer dans l'énoncé suivant : Dans un résonateur à coupure, la coupure joue le rôle que joue le micromètre dans le résonateur complet. La propagation des oscillations dans les diélectriques constitue la dernière partie des recherches de M. Turpain. Il trouve que les longueurs d'onde des oscillations qui excitent un résonateur dans la position II sont les mêmes dans l'air et dans un diélectrique autre que l'air. Pour les oscillations qui excitent le résonateur dans la position I, le rapport de la longueur d'onde dans l'air à la longueur d'onde dans un diélectrique est égal à la racine carrée du pouvoir inducteur spécifique du diélectrique par rapport à l'air. Le dispositif employé par M. Turpain lui permet une interprétation théorique plus complète que celle à laquelle conduisent les expériences sur les diélectriques qui ont précédé les siennes. En permettant de fixer l'hypothèse à admettre concernant la période du résonateur, elles apportent une confirmation de la théorie de Helmholtz-Duhem. M. Abraham rappelle que, dans des expériences récentes, M. Gutton s'est occupé de déterminer de quelle façon les vibrations hertziennes se transmettent de l'extrémité d'un fil à un conducteur voisin ; la théorie qu'il a donnée des phénomènes repose uniquement sur la considération des lignes de force ; elle est vérifiée par l'étude

directe du champ électrique, au voisinage des discontinuités et des arêtes des conducteurs. Il est probable qu'une étude entreprise dans le même esprit donnerait l'explication des faits observés par M. Turpain, qui sont, en définitive, des actions des fils de concentration sur un résonateur amené dans leur voisinage. — M. G. Sagnac expose une nouvelle manière d'envisager la propagation des ondes lumineuses à travers la matière. Il montre comment on peut expliquer la propagation de la lumière à travers la matière en admettant que les vibrations lumineuses y sont transmises par le même milieu éther que dans le vide sans que les propriétés de ce milieu soient altérées en aucune façon par la présence des particules matérielles ; le rôle de celles-ci est de renvoyer les vibrations en tous sens à la manière de petits corps parfaitement conducteurs dont chacun réfléchirait et diffracterait en tous sens des vibrations électriques de longueur d'onde suffisamment grande. On peut, dans ces idées, expliquer d'une manière purement cinématique, sans entrer dans aucune considération électromagnétique ou dynamique, la loi de la réflexion ou de la réfraction, l'existence d'une couche optique de passage, indépendante de l'hétérogénéité superficielle du milieu, l'existence d'un indice de réfraction supérieur à l'unité. M. Sagnac expose d'une manière détaillée comment les phénomènes optiques d'entraînement de l'éther par la matière s'expliquent directement et simplement dans sa manière de voir, bien qu'il n'admette ni un éther plus dense que celui du vide, ni aucune réaction mécanique entre l'éther et la matière. Sa théorie cinématique de l'entraînement de l'éther ne rencontre aucune difficulté ni aucune cause de complication dans l'existence de la dispersion, ni dans celle de la double réfraction. Il annonce qu'il a pu étendre son hypothèse à l'explication de la dispersion anormale et découvrir des phénomènes optiques normaux ; il présente ses vues théoriques comme propres à suggérer des idées de recherches expérimentales. C. RAVEAU.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

J.-C. Ewart, F. R. S. : Contributions expérimentales à la théorie de l'hérédité. A. Télégonie. — La croyance à la télégonie (qu'on désigne encore sous le nom d'« infection du germe » ou de « réflexion due à un père antérieur ») existe depuis longtemps. Au XVIII^e siècle, les physiologistes ont discuté fréquemment cette théorie, et depuis que lord Morton, en 1820, adressa à la Société Royale une lettre sur ce sujet, le nombre des partisans de la télégonie a été constamment en augmentant. Il s'est toutefois glissé une certaine confusion dans leurs doctrines, les uns confondant la télégonie avec la simple réversion ou l'atavisme, les autres réservant ce terme à la réapparition chez un descendant d'un ou plusieurs caractères du premier ou d'un précédent père.

M. Ewart, à la suite d'une série d'expériences sur divers animaux, est arrivé à cette conclusion que, si la télégonie existe, elle est beaucoup plus le résultat de l'influence d'un des ancêtres de la mère que du premier père.

Au point de vue général, on croyait que la télégonie résultait des cellules germinatives inutilisées du premier père, allant se mêler avec les cellules germinatives non mûres dans les ovaires de la mère. Les observations de l'auteur lui ont montré que cela est absolument impossible chez les Equidés. Les spermatozoaires logés dans la partie supérieure dilatée de l'oviducte de la jument sont déjà morts huit jours après l'insémination ; il n'y a pas de raisons pour supposer qu'ils vivent plus longtemps autour de l'ovaire. D'autre part, quoique, au moment de la fécondation, il puisse y avoir, dans chaque ovaire, plusieurs follicules de Graaf contenant des ovules en maturation, tous ont disparu bien avant la fin de la gestation. Les poulains suivants se développent à partir d'une nouvelle série

d'ovules, dans la composition desquels il est impossible qu'aucun spermatozoaire du premier mâle soit entré.

Au point de vue particulier, M. Ewart a considéré d'une façon critique un des cas les plus connus de télégonie, celui communiqué en 1820 par le comte de Morton. Une jument marron de race arabe presque pure appartenant à lord Morton fut couverte par un cheval arabe noir et donna naissance à trois poulains de couleur jaune clair, à robe plus ou moins rayée. On en conclut qu'elle avait été infectée par un quagga, duquel elle avait produit un hybride quelques années auparavant. L'un des trois petits de la jument, une pouliche, avait, en plus des raies, une crinière semblable à celle du quagga, mais le fait ne semble pas avoir été suffisamment précisé. Pour l'auteur, la présence des raies ne semble pas une preuve suffisante de télégonie. On admet généralement que les raies ne sont pas rares chez certaines races de chevaux, tandis qu'on ne les trouve pour ainsi dire jamais chez les chevaux arabes. Or, l'auteur a constaté que, même chez les étalons les plus purs, le fait n'est pas aussi général qu'on le suppose. Il a observé en particulier une pouliche, qui présente de nombreuses bandes sombres; sa généalogie est bien connue et exclut toute possibilité d'infection par un zèbre. Les raies des poulains de lord Morton différaient d'ailleurs par leur disposition des raies du quagga. On voit donc que si des chevaux de race pure présentent souvent des raies, les poulains pouvaient en porter également sans que cela fût la conséquence de ce que leur mère avait été couverte antérieurement par un quagga. Les raisons tirées de la crinière de la pouliche n'ont pas plus de valeur à cause de l'incertitude où l'on se trouve sur sa forme et sa nature exacte, qui ont été décrites et dessinées différemment.

Les mêmes remarques peuvent être faites dans l'étude des autres cas connus de télégonie chez les Equidés. Mais, l'auteur, pour arriver à une plus grande certitude sur le sujet, s'est décidé à répéter l'expérience de lord Morton. Il s'est procuré trois zèbres et un certain nombre de juments, dans l'intention de faire couvrir ces dernières par les zèbres, puis, après la naissance des hybrides, par des chevaux de race pure, et d'étudier les produits de cette seconde fécondation.

Les expériences suivantes ont été faites avec le concours de lord Arthur Cecil. Une jument du West Highland noire, Mulatto, descendant probablement des chevaux de l'Armada, et reliée probablement à des chevaux mexicains et argentins souvent rayés, est couverte par un zèbre. L'hybride, né en août 1896, tient plus du zèbre que du cheval; il est plus rayé que son père, il possède une crinière semi-droite, qui change chaque année, et une queue comme celle d'une mule, dont les poils les plus longs muent aussi chaque année. La couleur du corps varie de l'orange foncé au gris foncé; les raies sont rouges-brunes sur la tête, et d'un brun foncé allant presque au noir sur le tronc et les jambes. Dans ses mouvements, l'hybride ressemble aussi à son père; il est comme lui, fort alerte, très actif et méliant à l'égard des objets non familiers. Le second poulain de la jument Mulatto est né en juillet 1897; il avait pour père un cheval arabe gris de haute lignée. Comme le poulain de lord Morton, il ressemble aux poulains ordinaires par la forme, l'action et le tempérament, mais il en diffère en présentant un certain nombre de bandes indistinctes, dont plusieurs seulement visibles à certaines lumières. Ces bandes diffèrent peu de la couleur du corps et varient du bai foncé au brun. Ces bandes deviennent de plus en plus indistinctes avec la croissance, et en novembre la plupart avaient disparu. Malheureusement le poulain mourut à cinq mois, et on ne peut savoir si l'une des bandes aurait persisté. Ce cas apporte peu de lumière dans l'étude de la question. Enfin Mulatto a eu récemment un troisième poulain, dont le père était un poney du West Highland. Ce troisième poulain a autant de bandes que le second; elles

sont plus distinctes sur la croupe et la partie postérieure du corps; et comme pour le second, elles diffèrent à la fois de celles de l'hybride et du zèbre. Le cas du troisième poulain, comme celui du second, semblerait plutôt en faveur de la théorie de la télégonie. Mais depuis lors, deux autres juments ont été couvertes par le père du troisième poulain: une jument brune et une presque noire; et, quoiqu'elles n'aient jamais eu de rapprochement avec un zèbre, leurs poulains présentent les mêmes bandes que ceux de Mulatto, même plus persistantes. Pour expliquer les bandes de ces derniers, il n'est donc pas besoin de faire intervenir la télégonie.

M. Ewart a fait de nouvelles expériences avec des poneys d'autres races. Une jument de Shetland, couverte par un zèbre, a donné un hybride ressemblant à celui de Mulatto. Avec d'autres poneys des Shetlands, elle a donné ensuite trois poulains, dont le dernier, à l'âge d'un an, n'a aucune trace de raies. Or, avant d'être couverte par le zèbre, cette jument avait donné des poulains à raies.

Une jument d'Islande a donné avec un zèbre un hybride qui, de toute la série, ressemble le moins à son père. Avec des poneys d'Islande et des Shetlands, la jument a donné ensuite des poulains qui ne présentent pas trace de télégonie.

Deux juments irlandaises ont été couvertes par un zèbre et ont donné chacune un hybride, puis ultérieurement des poulains de race pure. L'une des juments a un hybride bai fortement rayé, l'autre un hybride à raies indistinctes. Les poulains ultérieurs, l'un venant d'un cheval marron pur sang, l'autre d'un poney ordinaire, sont dépourvus de raies et ne peuvent faire soupçonner en aucune manière que leur mère a été couverte antérieurement par un zèbre.

D'autres expériences faites sur des juments pur sang anglaises ont conduit à des résultats analogues.

En résumé, l'auteur conclut que toutes les expériences n'apportent aucun témoignage en faveur de la télégonie.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 24 Novembre 1899.

M. C. H. Lees étudie la conductibilité de certains milieux hétérogènes pour un flux régulier possédant un potentiel. Deux formules ont été proposées pour exprimer la conductibilité d'un mélange en fonction de celle de ses constituants. Dans la première formule, la conductibilité est représentée comme la somme d'un nombre de termes dont chacun est le produit de la conductibilité de chaque constituant par la proportion où il se trouve dans le mélange. Dans la seconde formule, la résistance d'un mélange est exprimée de la même façon en fonction de la résistance et du pourcentage des constituants. En général, la première hypothèse donne des résultats supérieurs aux valeurs expérimentales, la seconde des résultats inférieurs. Si l'on suppose que le mélange est composé d'une série de colonnes des divers constituants s'étendant normalement entre deux surfaces équipotentiels, alors la conductibilité sera exactement représentée par la première formule. Si, par contre, on considère les constituants comme disposés en couches parallèles, la seconde formule est applicable. Dans son mémoire, l'auteur recherche d'abord la relation qui existe entre les conductibilités quand les constituants sont arrangés alternativement dans le mélange, comme les carrés sur un jeu de dames. S'il y a seulement deux composants, le problème se réduit à trouver la forme des courbes équipotentiels et des lignes de courant dans un carré qui est divisé, par une diagonale, en deux parties de natures différentes. Au moyen de la représentation conforme, l'auteur a rapporté le carré à un quadrilatère en forme de cerf-volant, avec deux angles opposés droits et les deux autres déterminés par les conductibilités des constituants de façon à donner des

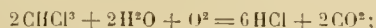
lignes équipotentiels droites dans les deux parties de la figure qui représentent les deux milieux et qui sont séparés l'une de l'autre par l'axe de symétrie. La relation générale qui existe entre les coordonnées vectorielles des deux systèmes est représentée, comme l'a montré Love, par des fonctions elliptiques; mais, près des points angulaires de la figure, on obtient une approximation suffisante par l'emploi d'une simple expression exponentielle. En prenant la solution connue du problème dans le cas du quadrilatère, il est facile de calculer le résultat pour le carré considéré; on arrive à cette conclusion que la conductibilité du carré est la moyenne géométrique des conductibilités de ses constituants. Si le milieu est ensuite pulvérisé, et qu'on y introduise de nouveaux corps, on trouve que le logarithme de la conductibilité du mélange est égal à la somme d'un certain nombre de termes dont chacun est le produit du logarithme de la conductibilité d'un des constituants par sa proportion dans le mélange. Cette loi se vérifie encore pour une superposition de flux en plusieurs directions, et l'auteur considère qu'elle est valable pour un flux quelconque. — M. Lees communique un second mémoire sur les conductibilités thermiques des mélanges et de leurs constituants. Il a appliqué les trois formules considérées dans sa communication précédente à des mélanges de liquides et a comparé les résultats du calcul à ceux de l'expérience. La formule la moins satisfaisante est la première; la meilleure est la formule logarithmique. M. Appleyard rappelle qu'il est souvent très important de pouvoir déterminer la résistance d'un mélange de gutta-perchas d'après celle des composants. La formule ancienne ne donne aucun résultat, et il serait désirable de rechercher si la formule de M. Lees s'applique dans ce cas. Il importe toutefois de remarquer que la nature des contacts influe beaucoup sur la conductibilité. M. Campbell pense que la différence entre les résultats calculés et observés provient des propriétés thermoélectriques des constituants; Lord Rayleigh a observé que la haute résistance des alliages est due à une force électromotrice produite par le contact de métaux différents. M. Lees répond qu'il a utilisé des contacts au mercure dans toutes ses expériences.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 2 Novembre 1899.

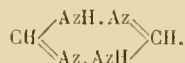
Le Président rend hommage à la mémoire de deux illustres chimistes décédés pendant les vacances: Sir Edward Frankland, ancien président de la Société, et Robert Bunsen, associé étranger.

M. A. Vernon Harcourt expose une méthode de dosage des quantités relatives d'air et de chloroforme gazeux dans un mélange des deux. On n'est jamais arrivé à déterminer exactement la composition du meilleur mélange chloroformique pour produire l'anesthésie. On a utilisé pour cela la réaction qui a lieu entre le chloroforme et une solution alcoolique chaude de potasse; mais plusieurs auteurs prétendent que, par ce moyen, tout le chlore du chloroforme n'est pas transformé en chlorure. M. Harcourt a constaté, en effet, dans ses expériences, qu'on obtient toujours par cette méthode un résultat de 4 % trop faible; il propose de lui substituer la suivante: Si, dans un mélange d'air et de chloroforme, on introduit de la vapeur d'eau à 50 et 60°, puis un fil de platine maintenu à l'incandescence, tout le chloroforme est transformé d'après la réaction:

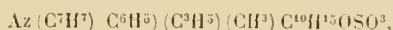


l'acide chlorhydrique est dissous dans de l'eau et titré au moyen d'une solution ammoniacale. La réaction est complète en une heure s'il y a suffisamment de vapeur d'eau et si le fil est bien incandescent. L'auteur prépare des mélanges d'air et de chloroforme dans des proportions quelconques et de composition constante en souf-

flant de l'air dans un mélange de chloroforme et d'alcool. Tant que la densité et la température de ce dernier restent constantes, la proportion de chloroforme enlevé est aussi constante; on se débarrasse ensuite de la vapeur d'alcool par barbotage dans l'acide sulfurique et dans l'eau. M. J. Lewkowitsch montre que la théorie de la saponification, d'après laquelle l'hydrolyse des triglycérides est considérée comme une réaction tétramoléculaire, doit être abandonnée en faveur de la théorie de Geitel, qui regarde la réaction comme bimoléculaire. S'il en est bien ainsi, des diglycérides et des monoglycérides doivent se former dans les graisses partiellement hydrolysées. L'auteur a démontré leur présence en acétylant les produits intermédiaires, débarrassés de glycérol, et constaté que les produits acétylés augmentent, puis diminuent avec les progrès de la saponification. On obtient une preuve complémentaire en déterminant les quantités d'acides gras insolubles des produits acétylés, et leur valeur de saponification. — M. F. G. Edmed a constaté que si l'on fait agir de l'acide nitrique de densité 1,25 à froid sur l'acide oléique, celui-ci subit un changement isomérique complet en acide élaïdique. — MM. S. Ruhemann et H. E. Stapleton, en chauffant pendant six heures la monoformylhydrazide à 210-220°, ont obtenu la tétrazoline de Pellizzari:

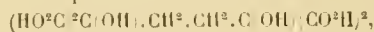


Cette base est très soluble dans le chloroforme et l'alcool, d'où elle cristallise en aiguilles incolores, fondant à 82-83°, très déliquescentes. Elle donne un chlorhydrate et un picrate. M. G. Young pense que le nom de cette base devrait être dihydrotétrazine; le nom de tétrazoline indiquerait plutôt un dihydrotétrazol. M. Stapleton répond qu'il n'a fait qu'employer le nom donné d'abord par Pellizzari et adopté plus tard par Pinner et Gamberger. — MM. William Jackson Pope et Stanley John Peachey, en chauffant l'iodure d' α -benzylphénylallylméthylammonium de Wedekind avec le dextroamphorosulfonate d'argent, ont obtenu un mélange cristallisé, qui, par cristallisation fractionnée, peut être résolu en son constituant le moins soluble, le dextroamphorosulfonate de *dextro* α -benzylphénylallylméthylammonium:

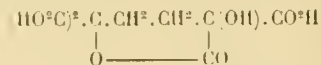


et le sel isomère, plus soluble, de la *lévo*-base. Le premier a, en solution aqueuse, une rotation moléculaire égale à +208°, le second à -85°. Par l'action du brome et de l'iodure de potassium, on prépare également les bromures et iodures de la *dextro* et de la *lévo*-bases, tous doués du pouvoir rotatoire. L'activité optique de tous ces composés est due à l'asymétrie de l'azote. M. Armstrong considère la précédente communication la plus importante contribution à la stéréochimie depuis celles de Le Bel et Van't Hoff. On possède à la fois une méthode de préparation des composés asymétriques de l'azote et un moyen nouveau de rechercher la valence de l'azote dans les composés de l'ammonium. M. Lewkowitsch ajoute qu'il a cherché à préparer autrefois des dérivés du silicium optiquement actifs, mais sans y parvenir. — M. O. Forster a obtenu, par l'action de l'hylobromite de potassium sur la camphoroxime à froid, un composé $\text{C}^{10}\text{H}^{16}\text{BrAzO}_2$, cristallisant en arborescences blanches, fondant à 220°. Traité par l'acide sulfurique concentré, ce dernier donne un composé $\text{C}^{10}\text{H}^{16}\text{BrAzO}$, se transformant facilement en un isomère par l'action de l'acide chlorhydrique. Le nitrile $\text{C}^9\text{H}^{13}\text{Az}$ est obtenu par l'action de la soude sur l'un des deux isomères; il se forme, comme produit accessoire de la réaction, une amide $\text{C}^9\text{H}^{13}\text{AzO}$, qui paraît être celle de l'acide campholytique. — M. O. Forster a préparé les produits de condensation de la bornylamine avec les aldéhydes aromatiques en vue de

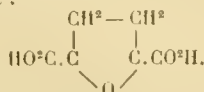
comparer leur activité optique à celle des dérivés correspondants de la benzylbornylamine. La transition de la benzylbornylamine et de ses dérivés nitrés à la benzylidènebornylamine et aux composés correspondants est marquée par une diminution du pouvoir rotatoire en solution alcoolique et benzénique. — MM. Ch. A. Kohn et W. Trantom ont étudié la formation de l'alcool benzylique par l'action de la soude sur la benzaldéhyde. En présence d'eau, il ne se forme que de l'alcool benzylique et du benzoate de soude; en employant des produits secs, il peut se produire jusqu'à 10 % de benzoate de benzyle. — M. E. C. Szarvazy, en fondant ensemble un mélange d'aniline et de son chlorhydrate et en l'électrolysant dans certaines conditions, a obtenu un mélange de matières colorantes du groupe de l'induline : induline, anilidoinduline, azophénine. On voit que le chlore formé dans l'électrolyse du chlorhydrate est capable d'effectuer la diazotation. — M. T. J. Baker a déterminé la chaleur de combinaison du cuivre avec le zinc en mesurant la différence entre la chaleur de dissolution d'un alliage des métaux et celle d'un poids égal d'un mélange des métaux dans les mêmes proportions. Les deux dissolvants employés ont été l'eau de chlore à 0,15 et $\text{HAzO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Les alliages de 0 à 30 % de cuivre ne présentent aucune chaleur de combinaison, ce qui rend douteuse l'existence du composé CuZn^2 . De 30 à 62 %, la chaleur de combinaison s'élève jusqu'à un maximum de 46 calories par gramme d'alliage; cet alliage à chaleur de combinaison maximum ne correspond pas à un composé atomique simple. De 62 à 100 % de cuivre, la courbe des chaleurs de combinaison redescend graduellement jusqu'à 0°. — M. J.-T. Marsh, par l'action de l'acide sulfurique fort sur la fenchone, a obtenu de l'acéto-xylène presque en quantité théorique. — M. Hugh Ryan, par l'action de l'acétochloroglucose sur des solutions de phénols dans la potasse alcoolique, a obtenu des glucosides cristallisés : le β -naphtholglucoside, $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{O}^-\text{OC}^+\text{H}_2$, en longues aiguilles solubles dans l'alcool et l'eau chaude; le β -*p*-crésol-glucoside, $\text{C}_6\text{H}_4\text{O}^-\text{OC}^+\text{H}_2\text{CH}_3$, ressemblant au précédent; le β -carvacrol-glucoside, soluble dans l'alcool et l'acétone. — MM. Raphael Meldola et William Arthur Williams ont préparé et étudié un certain nombre de composés polyazotés. Le paranitrobenzèneazophénol fond à 213°-216°, et donne un dérivé benzoylé et un dérivé acétylé. L'amidobenzèneazophénol correspondant donne un sulfate cristallisé peu soluble, et deux dérivés monoacétylé et diacétylé. Le dérivé diazoté n'est pas cristallisable, mais donne un dérivé diacétylé cristallisable. Le paramidobenzèneazophénol, traité à froid par un mélange d'acide sulfurique dilué et de bichromate de soude, se transforme en diazodichromate du complexe $\text{AzH}^+\text{C}^+\text{H}_2\text{Az}^-$ — et en quinone. — M. Bevan Lean, en traitant le butanététracarboxylate d'éthyle par le brome, a obtenu un dérivé dibromé; celui-ci, mis en digestion avec l'oxyde de baryum, donne le sel de baryum de l'acide dihydroxybutanététracarboxylique, d'où l'on retire l'acide libre par décomposition avec l'acide sulfurique. Par concentration de la solution aqueuse de cet acide :



on obtient une monolactone :



dont on peut préparer le sel d'argent $\text{C}^8\text{H}^8\text{Ag}^+\text{O}^{10}$. La solution aqueuse de cette lactone, chauffée à 150° en tube scellé, se décompose avec élimination d'acide carbonique; il se forme de l'acide tétrahydrofurfurane-*aa'*-dicarboxylique :



On obtient d'ailleurs un mélange de deux acides isomères, que l'auteur cherche à séparer. En même temps,

il se forme un monohydrate d'un des acides précédents, de formule $\text{C}^{11}\text{H}^{10}\text{O}^6$, qui, placé en présence d'acide sulfurique concentré, perd facilement sa molécule d'eau. — MM. William Jackson Pope et Stanley John Peachey ont résolu la tétrahydroquinaldine par l'acide dextrocamphorosulfonique; en préparant le dérivé benzoylé de la dextro-base, puis en l'hydrolysant par HCl , on obtient la dextro-base à l'état pur. — M. William Jackson Pope est parvenu à résoudre des substances basiques faibles extérieurement compensées par l'emploi d'acides très actifs optiquement. Ainsi la camphoroxime racémique traitée par l'acide dextrocamphorosulfonique donne deux sels isomères des bases droite et gauche, qu'on peut facilement séparer; ces sels, décomposés par l'eau, donnent les camphoroximes actives droite et gauche. — MM. W.-J. Pope et Edmund Milton Rich ont isolé à l'état de chlorhydrate la dextrotétrahydroparatoluquinaldine des eaux mères restant après la séparation du lévo-isomère. Le chlorhydrate cristallise en cristaux orthorhombiques hémidiédriques avec une molécule d'eau. — MM. W.-J. Pope et Alfred William Harvey, en combinant l'a-phénéthylamine compensée avec l'acide dextrocamphorosulfonique, ont obtenu le dextrocamphorosulfonate de dextrolévo-*a*-phénéthylamine, à rotation moléculaire égale à +31°5; ce sel appartient à la classe des substances partiellement racémiques. — MM. Frederick Stanley Kipping et W.-J. Pope étudient la méthode de Ladenburg pour la caractérisation des liquides racémiques et non racémiques, en opérant sur des mélanges de dextro et de lévopinène en proportions variées, et sur leurs solutions dans l'alcool. Les résultats obtenus par les auteurs montrent le caractère fallacieux de la méthode de Ladenburg. — MM. W. J. Pope et S. J. Peachey ont remarqué que les variations de la rotation spécifique de composés non électrolytiques dissous dans divers solvants sont reliées aux variations du facteur d'association de la substance dissoute. La lévotétrahydroquinaldine, douée d'un fort pouvoir d'association, possède une rotation spécifique qui varie de -46° à -118° dans les divers dissolvants. En dissolvant cette base dans des liquides ayant à peu près le même facteur d'association, comme la tétrahydroquinoline, la rotation spécifique est à peu près la même qu'à l'état libre. Or, si l'on dissout la lévotétrahydroquinaldine dans la base extérieurement compensée, on constate qu'elle a la même rotation spécifique qu'à l'état pur. On en conclut que la tétrahydroquinaldine extérieurement compensée a le même poids moléculaire à l'état liquide que ses constituants actifs et qu'elle ne peut, par conséquent, être un composé racémique. On constate un fait analogue pour le lévopinène et le pinène inactif. La méthode ci-dessus est la première qui ait donné des résultats positifs pour la distinction entre les liquides racémiques et non racémiques. — M. W. N. Hartley a préparé deux nouveaux oxydes de cobalt hydratés. Si l'on précipite une solution froide de chlorure de cobalt par une quantité équivalente d'hydrate de baryte, les deux solutions ayant été bouillies et la précipitation se faisant dans le vide, on obtient un composé vert de formule $\text{Co}^2\text{O}^3 \cdot 6\text{H}^2\text{O}$. Avec un excès d'hydrate de baryte, on obtient un composé couleur chamois, de formule $\text{Co}^2\text{O}^3 \cdot 11\text{H}^2\text{O}$. Par l'action de l'acide acétique, on reconnaît que ces corps doivent répondre aux formules développées suivantes : $\text{Co}^2\text{O}^3 \cdot \text{Co}(\text{OH})^2 \cdot 3\text{H}^2\text{O}$ et $\text{Co}^2\text{O}^3 \cdot 6\text{Co}(\text{OH})^2 \cdot 5\text{H}^2\text{O}$. Ils constituent des composés et non des mélanges. — MM. W. R. Hodgkinson et L. Limpach indiquent une méthode de séparation des xylidines isomères qui se trouvent dans le produit commercial. Traité par l'acide acétique, de l'acétate de métaxylidine cristallise. Du filtratum, l'acide chlorhydrique précipite la paraxylidine et du résidu on obtient les orthoxylidines.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Prix décernés par l'Académie des Sciences de Paris. — Le lundi 17 décembre dernier l'Académie des Sciences a tenu sa séance annuelle sous la présidence de M. Ph. Van Tieghem, son président de cette année.

M. Van Tieghem a rendu hommage aux membres que la Compagnie a perdus en 1899, et a rappelé les principales découvertes réalisées en France en ces douze derniers mois.

M. Berthelot, secrétaire perpétuel, a donné lecture des prix et distinctions décernés par l'Académie aux lauréats de ses concours. Voici la liste des savants récompensés :

Prix Bordin (Sciences mathématiques). Le sujet à traiter était : Etudier les questions relatives à la détermination, aux propriétés et aux applications des systèmes de coordonnées curvilignes orthogonales à n variables. Le prix n'a pas été décerné. M. Jules Drach a obtenu une mention très honorable.

Prix Francœur : feu M. Le Cordier; une mention très honorable a été accordée à M. Le Roy.

Prix Poncelet : M. Cosserrat.

Prix extraordinaire de six mille francs, destiné à récompenser tout progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales. Le prix a été partagé entre M. le commandant Baills, MM. Charbonnier et Gally-Aché et M. E. Perrin.

Prix Montyon (Mécanique) : M. Partiot.

Prix Plumey : M. Bonjour.

Prix Fourneyron. La question posée était : Perfectionner en quelque point la théorie des trompes; confirmer les résultats obtenus par l'expérience. Le prix a été attribué à M. Auguste Bateau.

Prix Lalonde : M. Brooks.

Prix Valz : M. Nyrén.

Prix La Caze (Physique) : M. Blondlot.

Prix Montyon (Statistique). Le prix a été partagé entre l'Office central des Œuvres de bienfaisance et MM. Duménil et Mangenot. M. Turquan a obtenu un rappel de prix; M. de Beaumont une mention honorable.

Prix Jecker : M. Maurice Hamriot.

Prix Wilde : M. P. Zeemann (d'Utrecht).

Prix La Caze (Chimie) : M. Engel.

Prix Delesse (Géologie) : M. William Kilian.

Prix Fontanne (Paléontologie) : M. Emile Haug.

Prix Desmazières (Botanique) : M. l'abbé Ilue.

Prix Montagne (à décerner aux auteurs des travaux les plus importants sur les Cryptogames inférieures). M. Jules Cardot a obtenu un premier prix et le frère Joseph Héribaud un second prix.

Prix Thore : MM. Parmentier et Bouilhac.

Prix Bordin (Sciences naturelles). La question posée était : Etudier les modifications des organes des sens chez les animaux cavernicoles. Le prix a été attribué à M. Armand Viré.

Prix Savigny : M. Guillaume Grandidier.

Prix Montyon (Médecine et Chirurgie). Le prix est partagé entre MM. Noeard, Leclairche, Mayet et Marfan; MM. Lejars, Fournier et Garnier ont obtenu des mentions; MM. Guillemonat et Labbé, des citations.

Prix Barbier : MM. Houdas, Jonanin, Louis Lapique, Schlagdenhauffen et Reeb.

Prix Bréant : MM. Vaillard, Courmont et Doyon; MM. Besnoit, Cuillé et de Bruin ont obtenu des mentions.

Prix Godard : M. Pasteau.

Prix Serres (Embryologie générale appliquée à la Physiologie et à la Médecine) : M. Louis Roule.

Prix Chaussier : M. A. Charrin.

Prix Bellion : MM. Cestan, Crespin et Sergent.

Prix Mége : MM. Terrier et Baudoin.

Prix Lallemand, décerné aux travaux sur le système nerveux. Le prix n'est pas attribué. M. Pierre Janet obtient une mention honorable.

Prix du Baron Larrey : MM. Arnaud et Lafeuille.

Prix Montyon (Physiologie expérimentale) : M. Le Hello. M. Quinton obtient une mention.

Prix La Caze (Physiologie) : M. Morat.

Prix Pourat. La question posée était : Des caractères spécifiques de la contraction des différents muscles. Le prix est attribué à MM. G. Weiss et Carvalho.

Prix Gay. La question posée était : Etude des Mollusques nus de la Méditerranée. Le prix a été décerné à M. Vayssière.

Médaille Arago : Sir G. G. Stokes.
Prix Montyon (Arts insalubres). Le prix est attribué à M. E. Collin; M. Paul Razous obtient une mention.
Prix Trémont : M. L. Ducos du Hauron.
Prix Gegner : M. Vaschy.
Prix Petit d'Ormoï (Sciences mathématiques) : M. Moutard.
Prix Petit d'Ormoï (Sciences naturelles) : M. Alfred Giard.
Prix Tchiatchef : M. Verbeck.
Prix Gaston Planté : M. Maurice Leblanc.
Prix Cahours : M. René Metzner.
Prix Saintour : M. Lécaillon.

Prix Jean-Jacques Berger, décerné à l'œuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris. Le prix est attribué à l'Institut Pasteur.

La *Revue* est fière de trouver dans cette liste des noms particulièrement amis, et elle adresse ses chaudes félicitations à ceux de ses collaborateurs que l'Académie vient d'honorer publiquement.

Après la proclamation des lauréats, M. Marcel Bertrand a lu, au nom de son père, secrétaire perpétuel, une notice, justement applaudie, sur la vie et les travaux de l'illustre astronome F. Tisserand.

Prix décerné par l'Académie Royale de Belgique. — Dans sa séance publique annuelle du 17 décembre 1899, l'Académie Royale de Belgique a couronné un Mémoire de notre collaborateur, M. L. Autonne, intitulé : *Sur les formes quaternaires à deux séries de variables*, et relatif aux correspondances (*Verwandschaften*) que l'on peut établir entre deux espaces. Le Mémoire sera imprimé aux frais de l'Académie.

§ 2. — Mécanique

Rendements des machines à vapeur. — Des essais de M. Donkin sur les rendements des ma-

Vitesse des pistons 0^m60 à 2^m par seconde.
 Dépense de vapeur par cheval-heure indiqué 5,3 à 8,1 kilos.
 Calories par cheval-heure indiqué, y compris les enveloppes 27 à 44,5.
 Rendement thermique (avec 635 calories théoriques) 12 à 23 %.

Des machines d'usines type Sulzer, compound triples ou quadruples, à marche plus rapide, ont donné :

Vitesse des pistons 3^m à 4^m40 par seconde.
 Dépense de vapeur par cheval-heure 4,6 à 6,5 kilos.

Des machines courantes, avec de la vapeur à 8 et 11 kilos, ont donné de même :

Vitesse des pistons 2^m70 à 3^m90 p. seconde.
 Dépense de vapeur par cheval-heure 5,4 à 7,2 kilos.
 Rendement thermique 17,5 à 22,5 %.
 Détente variant entre 13,5 et 33.

Automobiles à vapeur. — Des renseignements fort intéressants ont été fournis par M. Thornycroft au meeting de Douvres (*British Association*); ils sont résumés dans le tableau I ci-joint :

On a presque absolument abandonné la transmission par chaînes pour appliquer les engrenages avec différentiel et joints universels, permettant de ne pas changer de vitesse même avec d'importantes dénivellations; c'est ainsi, par exemple, que, dans le wagon Thornycroft de 6,5 tonnes, l'essieu moteur attaque les roues par des ressorts lamellaires radiaux, ce qui permet de monter des rampes de $\frac{1}{9}$ sans chauffer la vitesse; on réserve le changement de vitesse (qui augmente de 75 % l'effort de traction) pour des cas exceptionnels, pour les routes grasses, etc.

Tableau I. — Automobiles à vapeur.

DÉSIGNATION des types d'automobiles	POIDS EN TONNES				VITESSES en kilo- mètres à l'heure	RAMPE maxima	TIMBRE	VAPORI- SATION par kilo de combus- tible	CONSOMMATION par tonne-kilomètre	
	Tare	Eau et com- bustible	Net	Total					Eau	Combustible
<i>Weidknecht</i> . Omnibus, 16 places et bagages	4,7	0,67	1,5	6,87	14,4	"	kilos 12,0	kilos 6,5	kilos 3,0	kilos 0,4
<i>Lifu</i> . Wagon, 2 tonnes, au pétrole	2,39	0,81	2,08	5,29	13,0	1/10	18,0	8,5	2,5	0,3
<i>Leyland</i> . Wagon, 4 tonnes, au pétrole	2,9	0,33	4,1	2,35	9,2	1/7	14,0	"	"	0,2
<i>Scotte</i> . Omnibus, 12 places et bagages, au coke	4,13	1,3	1,18	6,34	40,5	"	12,0	5,3	3,4	0,6
<i>De Dion</i> . Omnibus, 16 places et bagages, au coke	4,21	0,74	1,10	6,05	13,7	"	14,0	6,2	2,0	0,33
<i>Serpellet</i> . Tramway à tracteur, 100 places et bagages, au coke	11,62	"	7,56	19,18	"	1/20	5 à 18	6,0	"	"
<i>Scotte</i> . Omnibus à tracteur, 26 places et bagages, au coke	5,87	1,02	1,00	7,89	12,0	"	10,0	5,3	3,4	0,6
<i>Martyr</i> . Omnibus, 22 places et bagages, au coke	2,98	0,05	1,65	5,13	24,0	1/15	9,0	"	"	"
<i>Thornycroft</i> . Wagon fermé de 8 ^m ,30, au charbon	2,83	0,27	3,00	6,1	10,0	1/12	12,3	6,9	3,0	0,45
<i>Thornycroft</i> . Wagon, 3 tonnes	2,90	0,56	3,4	6,95	10,0	1/6	"	6,9	2,8	0,42
<i>Thornycroft</i> . Wagon, 6,5 tonnes, avec tracteur, au charbon	2,90	1,25	6,5	11,65	10,5	1/9	"	7,7	2,3	0,3

chines à vapeur ont été groupés en tableaux dans l'*Engineer*; ils sont intéressants et on peut en noter les conclusions :

Des machines à double, triple et quadruple expansion, à vapeur non surchauffée, à marche relativement lente (elles actionnaient des pompes), ont donné, avec des pressions de vapeur variant de 4 à 14 kil. :

Le moteur, muni d'une distribution à coulisse, est enfermé dans un bac d'huile; il est suspendu par trois points, commande directement une pompe alimentaire et possède un injecteur.

Essais de moteurs à pétrole. — Des essais de moteurs à pétrole ont été organisés par la *Highland and*

agricultural Society of Scotland; ils ont montré les avantages des moteurs à pétrole, notamment pour les faibles puissances nécessaires en agriculture.

Ces essais ont été faits à vide, à demi-force, en pleine marche et à marche maxima. Nous croyons intéressant de les résumer dans le tableau II ci-dessous :

La Machinerie des navires de guerre. — La grosse question dans les navires, et principalement dans la marine de guerre, c'est d'avoir une grande puissance de propulsion avec un encombrement, un

sance variant de 11.500 à 13.000 chevaux, ont donné

Poids total de la machinerie par cheval	95 à 124 kilos.
Puissance par mètre carré de surface de grille	107 à 138 chevaux.
Surface de chauffe par cheval	0 ^m 2,23 à 0 ^m 2,29.

Les croiseurs du type *Pactolus* ont des machines à triple expansion, le petit cylindre ayant 0^m,520 de diamètre; les rapports des cylindres sont 1-2,6-6,9. Les chaudières sont de types divers (Normand, Thorny-

Tableau II. — Essais de moteurs à pétrole.

	DIAMÈTRES DES CYLINDRES		COURSES DES PISTONS		ESSAIS A VIDE		ESSAIS A DEMI-FORCE			ESSAIS EN PLEINE MARCHÉ					ESSAIS A PUISSANCE MAXIMA	
	millim.	millim.	Tours par minute	Pétrole par heure	Puissance au frein	Tours par minute	Pétrole par cheval effectif	Puissance au frein	Rendement organique	Durée mise en train	Tours par minute	Pétrole par cheval effectif	Tours par minute	Puissance maxima		
															kilos	kilos
Crossley	254	460	213	1,8	7,71	210	0,45	15,5	77,1	18	204	0,36	200	18,9		
Campbell	315	533	195	3,7	10,6	194	0,68	18,9	77,3	31	188	0,55	189	25,9		
Stephenson	180	305	190	2,9	1,3	168	1,3	3,1	58,2	10	252	0,73	184	3,1		
Blakstone	315	533	202	1,5	6,6	197	0,45	12,6	88,8	16	190	0,34	205	19,7		
Tangye	280	406	207	1,5	9,9	212	0,42	18,1	84,2	15	200	0,37	192	20,7		
Pollock	254	460	216	1,5	4,7	222	1,9	10,6	9	13	220	0,50	244	19,8		

pois et une consommation de combustible aussi faibles que possible, non pas seulement au point de vue de l'économie argent qui en résulte, mais surtout parce qu'ainsi les approvisionnements nécessaires pour une longue campagne sont plus réduits.

Des perfectionnements successifs ont permis de satisfaire chaque jour davantage à ces desiderata : l'emploi de machines à haute pression et à expansion multiple, le vent forcé substitué au tirage naturel des foyers, etc., etc. D'intéressants renseignements sur ces questions viennent d'être fournis à l'*Institution of Civil Engineers* par MM. Burston et Oran. Nous leur emprunterons les indications suivantes :

Les cuirassés du type *Magnificent* ont des machines verticales à triple expansion, dont le petit cylindre a 1^m,01 de diamètre; les rapports des volumes sont : 4—2,2—4,8. Les chaudières sont cylindriques, doubles, à 4 foyers et 2 chambres de combustion. La puissance totale varie de 9.430 à 11.500 chevaux; la vitesse de la machine varie de 97 à 103 tours. La vapeur est produite à 10 kil. 5 et admise à 10 kilos. On a, de plus, le soufflage au vent forcé avec une pression de 15 à 20^{mm} de mercure. Dans ces conditions on a :

Poids de machines, par cheval	51 à 66 kilos.
Poids de chaudières, par cheval	52 à 64 —
Poids de la machinerie, ensemble, par cheval	104 à 130 —
Puissance par mètre carré de surface de grille	110 à 172 chevaux.
Surface de chauffe par cheval	0 ^m 2,16 à 0 ^m 2,20.

Les cuirassés du type *Canopus* ont 20 chaudières Belleville à économiseurs; les machines sont verticales, à triple expansion; le petit cylindre a 0^m,760 de diamètre, les rapports des cylindres sont 1-2,7 et 7,1. La puissance varie de 10.300 à 13.500 chev.; la vitesse est de 108 tours environ; la vapeur est admise à 17 kil. 5.

Poids total de la machinerie par cheval	97 à 126 kilos.
Puissance par mètre carré de surface de grille	103 à 139 chevaux.
Surface de chauffe par cheval	0 ^m 2,23 à 0 ^m 2,30.

Les cuirassés du type *Formidable*, avec mêmes chaudières, des cylindres un peu plus grands et une puis-

croft, etc.). La puissance est d'environ 5.000 chevaux.

Poids total de la machinerie par cheval	83 à 111 kilos.
Puissance par mètre carré de surface de grille	165 à 220 chevaux.
Surface de chauffe par cheval	0 ^m 2,24 à 0 ^m 2,31.

Les contre-torpilleurs ou *destroyers* ont des machines à triple expansion à 3 ou 4 cylindres; ils filent 30 nœuds avec des vitesses de 300 à 400 tours pour la machine et de 7 mètres par seconde quelquefois pour les pistons. Le volume du cylindre à basse pression varie de 4 à 18 fois celui du petit cylindre; la vapeur est admise à 12 kil. 5 au maximum; le soufflage au vent forcé peut atteindre 100 millimètres de mercure (dangereux et peu durable); dans ces conditions, on a :

Poids total de la machinerie par cheval	13,6 kilos.
Puissance par mètre carré de surface de grille	376 chevaux.
Surface de chauffe par cheval	0 ^m 2,17.

L'emploi de 4 cylindres (deux égaux pour la basse pression) semble avantageux : le couple de rotation est plus uniforme, l'équilibrage plus facile, et on peut marcher plus vite; par contre, cela augmente de 12 à 15 % la longueur et le poids de la machine, mais permet d'en diminuer la largeur, ce qui est avantageux pour les torpilleurs.

En résumé, on a pu arriver dans les machines marines à vaporiser couramment 10 à 12 kilos d'eau par 1 kilo de charbon; la vapeur a pu être produite à 20 kilos et admise à 17 kil. 5 sans inconvénients; la triple expansion est presque exclusivement adoptée. Dans ces conditions, on arrive avec le tirage naturel à un poids total de machinerie voisie de 100 kilos par cheval avec une puissance de 130 à 150 chevaux par mètre carré de surface de grille et une surface de chauffe voisie de 0^m2,25 par cheval indiqué.

Si l'on pousse le tirage, au vent forcé, en atteignant des pressions de $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{7}$ d'atmosphère, on arrive à moins de 20 kilos de machinerie par cheval, à plus de 300 chevaux par mètre carré de surface de grille, à moins de 0^m2 de surface de chauffe par cheval indiqué

§ 3. — Électricité industrielle

Usine hydro-électrique près de Mechanicville (N. Y.). — Aux environs de Mechanicville (un nom de circonstance), l'Hudson coule dans un lit de rochers, et une petite île (l'île de Bluff) le divise en deux bras inégaux; c'est là qu'on vient d'installer une importante usine hydro-électrique, dont nous dirons quelques mots.

Elle est située sur le petit bras et son prolongement. Le barrage de ce petit bras est en béton, il s'élève à 7^m,90 au-dessus du lit du fleuve et mesure 3 mètres d'épaisseur à la crête, et près de 5^m,50 à la base; enfin il comporte quatre vannes de décharge ayant 2 mètres de haut et 4^m,20 de large.

Sur le grand bras règne un barrage de 243 mètres de longueur, également en béton, et qui vient s'appuyer sur deux importantes culées; la culée Est a 6 mètres de long, près de 8 mètres de hauteur et mesure 4^m,90 d'épaisseur à la crête et 40^m,35 à la base; la culée Ouest, elle, a 30 mètres de long et comporte 12 vannes de 4^m,80 de haut et de 1^m,20 de large.

Il y a 7 groupes de turbines motrices, dont 3 sont actuellement en marche, et fournissent 3.000 chevaux. Chaque groupe comprend 2 turbines Victor calées sur le même arbre et fonctionnant sous une chute de 5^m,50. Chacune se compose de deux couronnes de 4^m,06 de diamètre, qui, à la vitesse normale de 114 tours, font 230 chevaux: une turbine fournit donc 500 chevaux.

Il y a, de plus, deux groupes de turbines excitatrices, formés chacun de deux turbines Victor, l'une à simple, l'autre à double couronne de 0^m,46 de diamètre, et donnant au total, à 239 tours par minute, 300 chevaux.

L'atelier des dynamos est desservi par une grue de 20 tonnes; il comprend 5 génératrices débitant chacune 750 kilowatts. Ce sont des machines à courant alternatif triphasé, à champ tournant et à armatures fixes: elles ont 40 pôles, tournent à 114 tours par minute, et peuvent fournir aux lignes un courant de 36 ampères sous 12.000 volts. Il y a, de plus, 2 machines excitatrices à 6 pôles, du type de la *General Electric Co*, fournissant 100 kilowatts à 125 volts.

Cette usine permet de distribuer la force dans un rayon assez étendu et notamment à Mechanicville (3 kilom. 200), à Troy (17 kilom. 7), à Albany (29 kilom.), et surtout à Shenectady (27 kilom. 73), où se trouvent les très importantes usines de la *General Electric Co* qui, jusqu'ici, étaient actionnées par la vapeur.

§ 4. — Mines et Métallurgie

Les ressources de l'Espagne en minerais de fer. — On a beaucoup parlé ces temps derniers de l'épuisement des mines de fer si renommées de Bilbao, épuisement qui se serait accentué en raison de la demande croissante des métallurgistes américains, actuellement importateurs de ce minerai pour 6.000.000 de tonnes. S'il faut en croire les gens bien informés, on estime que la région de Bilbao ne pourra plus guère fournir désormais qu'une cinquantaine de millions de tonnes, dont 20 millions environ sont encore disponibles dans les mines d'Orconera et 10 millions dans celles de la Compagnie Franco-Belge. Il existe toutefois en Espagne, particulièrement dans le Sud, beaucoup d'autres gisements d'une étendue considérable; mais jusqu'à présent la plupart d'entre eux, sans profondeur, ont donné lieu à des déboires au moment de l'exploitation. Tel fut le cas spécialement des dépôts situés dans le voisinage d'Almería, de Malaga, de Carthagène et de Murcie.

Le tonnage total des minerais de fer exploitables en Espagne, établi à la fin de l'année dernière, s'élève à 4.305.000.000 de tonnes, dont 57 millions attribuables à la province de Biscaye, 22 à celle d'Almería, 10 à celle de Santander, 34 pour les Asturies et 41 à Lugo. Mais c'est dans les provinces de Léon et de Palencia que les ré-

erves sont les plus considérables, car on y trouve 760 millions de tonnes, dont 630 en minerais oolithiques à faible teneur. Ce tonnage correspond à environ onze fois celui déjà extrait des mines de Bilbao et à quatre fois la quantité restant à extraire dans cette région. Cette provision énorme de minerais, capable, au moins en quantité, de suppléer avantageusement à l'épuisement progressif des dépôts de Biscaye, est restée inconnue des métallurgistes jusqu'à ces derniers temps. Mais, hâtons-nous d'ajouter que, tandis que le minerai de Bilbao est recherché surtout en raison de sa pureté, celui dont nous parlons est *phosphoreux*, comme, du reste, la plus grande partie des minerais constituant les réserves espagnoles. Un ingénieur, qui fait autorité dans le pays, estime à 150 millions le tonnage des minerais d'hématite, c'est-à-dire des oxydes de fer aussi purs que possible, et respectivement à 875 et 5 millions de tonnes ceux des minerais phosphoreux et manganésifères. Il prévoit que dans vingt ans les minerais d'hématite seront réduits à 34 millions de tonnes, tandis que les minerais phosphoreux, en assurant une consommation de 50 millions dans l'intervalle, resteront encore au chiffre de 825 millions. Au bout de la même période, la province de Biscaye aura vu baisser son stock à moins de 1 million de tonnes.

Les tableaux suivants donnent le détail des réserves en minerai de l'Espagne et en particulier de celles de la province de Biscaye, en indiquant les chiffres probables auxquels elles se réduiront en 1920:

Minerais d'hématite.

	RÉSERVES actuelles	RÉSERVES probables en 1920.
Biscaye.	57.770.000	"
Santander	10.000.000	"
Navarre et Guipuscoa.	3.500.000	"
Burgos, Logrono et Soria.	10.000.000	6.650.000
Murcie.	5.000.000	"
Almería.	22.600.000	9.850.000
Grenade et Cordoue.	10.000.000	5.050.000
Séville.	41.300.000	850.000
Malaga.	2.300.000	320.000
Huelva.	15.000.000	10.450.000
Badajoz.	3.200.000	150.000
TOTAL.	150.670.000	33.970.000

Minerais phosphoreux.

Catalogne et Aragon.	32.000.000	25.900.000
Ciudad Real	8.000.000	6.450.000
Léon et Palencia.	760.000.000	736.840.000
Asturies	31.000.000	27.030.000
Lugo.	41.000.000	28.940.000
TOTAL.	875.000.000	825.160.000

Détail des réserves de la province de Biscaye (où se trouve Bilbao).

	RÉSERVE EN 1899	RÉSERVE EN 1920
Gastro.	2.500.000	"
Onton.	600.000	"
Portugalete.	6.380.000	"
Saint-Nicolas.	6.400.000	"
Franco-Belge.	10.140.000	380.000
Luchana.	2.000.000	"
Orconera.	21.000.000	600.000
Zorroza.	850.000	"
Oloveaga et Deusto.	7.900.000	"
TOTAL.	57.770.000	980.000

On voit qu'avant 1920 les ressources des excellents minerais de Bilbao seront épuisées, puisque à la fin de cette période de vingt années il n'en restera plus que 980.000 tonnes, soit environ le 1/6 de l'approvisionnement actuel d'une année. On peut se demander ce qui se passera alors. Il est certain que plusieurs autres régions du monde, privilégiées au point de vue de la

pureté des minerais, comme l'Algérie, les États-Unis, l'île de Cuba, celle de Terre-Neuve, le Canada, auront déjà depuis longtemps fait concurrence à l'Espagne sur les marchés européens. Mais il faut aussi supposer que beaucoup d'usines, qui consomment actuellement des minerais d'hématite ou autres non phosphoreux, auront à ce moment transformé leur fabrication pour pouvoir traiter exclusivement des minerais phosphoreux, et, si cette qualité de minerai se rencontre en grande abondance en Espagne, en Angleterre et en Suède, nous ne devons pas oublier qu'elle constitue une des plus grandes richesses de nos départements de l'Est.

§ 5. — Botanique

Le Greffage des Monocotylédones. — Le greffage des Monocotylédones avait été considéré jusqu'aujourd'hui comme une opération irréalisable en raison de l'absence d'une couche génératrice. Cette impossibilité n'est cependant pas absolue, car M. Daniel ¹ a réussi à greffer le Vanillier sur lui-même. Pour cela, il a sectionné la tige à peu de distance du sommet végétatif (0^m,40 environ) et il a replacé le greffon au même endroit en le maintenant par une forte ligature. L'opération a été faite en mai 1899 et elle a complètement réussi. Même résultat avec le *Philodendron*.

Il résulte de ces expériences que la greffe des Monocotylédones est possible; la reprise dépend de l'étendue des surfaces en contact, du procédé de greffage et de la nature des plantes qu'on veut associer.

Il n'est peut-être pas inutile de rappeler, à ce sujet, que des expériences entreprises au Queensland (Australie) ont déjà montré la possibilité de greffer la Canne à sucre sur elle-même ². Les résultats obtenus par M. Daniel viennent confirmer cette première constatation, dont la réalité avait été vivement contestée.

Au point de vue de l'application qu'on peut faire de la greffe dans la culture des Monocotylédones en général et de la Canne à sucre en particulier, il n'est pas encore possible de se prononcer; mais nous avons tenu à signaler ici des expériences dont les résultats sont en contradiction formelle avec les idées courantes; nous sommes persuadé que l'on obtiendrait des résultats encore plus remarquables en poursuivant des expériences de ce genre dans les pays tropicaux, au lieu de les pratiquer dans nos serres d'Europe.

§ 6. — Biologie

L'arsenic normal chez les animaux et sa localisation dans certains organes. — Depuis l'Antiquité, l'arsenic n'a cessé d'être utilisé dans les maladies de la peau ou du poulmon et contre certaines anémies spécifiques. Malgré ce long usage, les diverses préparations métalliques de l'arsenic sont restées ce qu'elles étaient au temps de Pline, c'est-à-dire des médicaments infidèles, difficiles à manier et mystérieux dans leur action.

Au mois de juin dernier, M. Armand Gautier a fait connaître à l'Académie de Médecine ³ les essais qu'il avait tentés avec succès contre certaines maladies, grâce à une substance arsenicale organique, l'acide cacodylique, découverte par Bunsen, en 1843, et restée jusque-là sans emploi. Cet acide, As (CH³)₂O²H, malgré sa solubilité dans l'eau et sa teneur de 54,3 % d'arsenic, ne possède aucune propriété vénéneuse. En injections hypodermiques, il surexcite l'appétit, active l'assimilation et permet, tout particulièrement, de combattre les maladies de poitrine.

C'est au cours de ces essais que l'éminent physiologiste a été conduit à rechercher si l'arsenic existe normalement chez les animaux. L'expérience, très habile, a vérifié ses prévisions, et il a pu constater que

ce singulier élément se rencontre d'une manière constante dans la glande thyroïde chez les herbivores, les carnivores et l'homme ¹.

Cet arsenic est engagé, sous une forme très complexe, dans les matières albuminoïdes caractéristiques des noyaux cellulaires, c'est-à-dire dans les nucléines. Ainsi, 1 gr. 21 de ces substances sèches, correspondant à 100 grammes de glandes thyroïdes de mouton fraîches, ont suffi pour donner un bel anneau d'arsenic. Chez l'homme, la quantité de métalloïde contenue dans la glande thyroïde est environ de 1,6^e de milligramme.

Il faut ajouter que tout l'arsenic n'est pas localisé dans la glande thyroïde; il y en a aussi un peu dans le cerveau, le thymus et même, à l'état de traces, dans la peau. Au contraire, le sang, le foie, la rate, le rein, les muscles n'en ont pas fourni du tout, malgré l'exquise sensibilité de la méthode mise en usage dans cette recherche. Il est curieux que les troubles du myxœdème frappent justement les trois organes, thyroïde, cerveau et peau, où se localise tout l'arsenic.

Vraisemblablement, l'animal trouve cet étrange métalloïde dans les substances qui composent sa nourriture. Stein, en effet, a reconnu la présence de l'arsenic dans un assez grand nombre de végétaux, parmi lesquels la paille de seigle, le chou, les navets; les pommes de terre, etc. ².

La constatation de l'existence de l'arsenic normal dans le noyau de certaines cellules n'est pas seulement importante en ce que la seule présence d'un élément aussi rare que l'arsenic dans la thyroïde, le thymus, le cerveau et la peau suffit à démontrer les relations chimiques et fonctionnelles qui unissent ces organes; elle nous éclaire encore à un point de vue plus général: elle établit l'influence que sont aptes à exercer sur le fonctionnement des tissus et sur la vie de l'être tout entier des doses presque infinitésimales de certains éléments spécifiques. Une glande thyroïde humaine (pesant 21 grammes en moyenne, glande empruntée à l'espèce animale qui, à poids égal, fournit le plus d'arsenic, contient à peine 0^m,17 de cet élément. Pour un individu moyen de 57 kilos, ces 17 centièmes de milligramme représentent environ $\frac{1}{400.000.000}$ de la masse

totale. Ce quatre cent millionième d'arsenic suffit pour que, la glande fonctionnant normalement, la santé générale se maintienne. Un poids encore bien plus faible, un milliardième, suffit chez d'autres animaux.

Il se dégage encore de ces recherches une autre conséquence: à savoir, que des fonctions spécifiques, plus ou moins nécessaires à la vie, se poursuivent dans les organes, grâce à certains éléments actifs dont la présence nous échappe sans doute encore à cette heure. On peut déjà citer le rôle du manganèse, reconnu dans les oxydases; de l'iode dans la thyroïde, de l'arsenic dans les nucléines, où il remplace le phosphore; du fluor dans la cellule osseuse, etc. Aussi, y a-t-il lieu de rechercher aujourd'hui, dans chaque organe, en se servant des méthodes les plus délicates, les divers éléments qui peuvent, ainsi que les précédents, être regardés raisonnablement comme aptes à se substituer à leurs analogues chimiques. C'est toute une chimie biologique nouvelle à entreprendre, qui paraît pleine de promesses pour l'avenir.

Les toxicologistes auront aussi à tenir compte, dans les expertises médico-légales, de ces observations sur l'existence normale de l'arsenic dans certains organes; elles définissent, en effet, d'une manière concluante, où l'on trouve l'arsenic et combien l'on en trouve.

Le rôle des leucocytes dans l'histolyse des muscles de l'abeille pendant la métamorphose. — Les travaux ayant trait aux phénomènes intimes de la métamorphose des insectes ont jusqu'à présent décrit la destruction du tissu musculaire de la

¹ C. R., 23 oct. 1899.

² Louisiana Planter, 26 fév. 1899.

³ Bull. Acad. Méd., Paris, séance du 6 juin 1899.

¹ C. R. Acad. Sc., 4 décembre 1899.

² Journ. f. prakt. Chem., t. LI et LII.

larve sans intervention des phagocytes. Or, d'après les recherches de M. Anglas, la phagocytose jouerait un rôle important dans ce processus, qu'il a étudié plus particulièrement chez l'Abeille dont les fibres musculaires larvaires, très volumineuses, sont plongées dans l'hémolymphe et très accessibles aux globules amiboïdes ou leucocytes.

Chez l'Abeille, le processus en question évoluerait, d'après les recherches de M. Anglas, de la façon suivante : Lorsque la larve arrive au stade où elle se nourrit de ce que lui apportent les ouvrières, on constate une première mobilisation, très partielle, des leucocytes vers les fibres musculaires. A un âge plus avancé et jusqu'à ce que la larve ait atteint sa taille maximum, les fibres musculaires gardent le même aspect; cependant, quelques leucocytes sont parfois accolés à elles, si intimement que le petit noyau du leucocyte semble appartenir au muscle. Cette disposition est relativement peu fréquente.

En ce moment, la fibre musculaire est en parfait état : en effet, la larve est mobile, et, même après le rejet du contenu de l'intestin larvaire, la jeune pronympe pourra se mouvoir, tandis qu'elle tendra les soies de son opercule. Une coupe à ce stade montre les leucocytes groupés en grand nombre auprès des muscles encore intacts.

Aussitôt que la nymphe est enfermée dans la loge, les leucocytes, toujours plus nombreux, s'appliquent sur les muscles et passent entre les fibres. Ils s'engagent souvent dans la couche de sarcoplasme qui entoure ces fibres, et, pénétrant à la suite des uns des autres, y forment des sortes de chapelets. Il pourrait sembler, à première vue, que ces noyaux en chapelet, souvent situés à côté des noyaux du muscle larvaire, proviennent de ces derniers par bourgeonnement. Il n'en est rien, car ceux-ci gardent le même aspect que précédemment et leur délimitation reste très nette; parfois même, on constate la pénétration d'un leucocyte dans ces gros noyaux larvaires.

Les leucocytes pénètrent aussi entre les fibrilles des fibres musculaires, qu'ils divisent; ils s'avancent le plus souvent en files longitudinales, formant comme des coins allongés. Bientôt les fibres sont découpées en tous sens, et les fragments musculaires sont englobés par le protoplasma des leucocytes. Cette action est si rapide que souvent une même fibre, intacte à l'une de ses extrémités, est envahie à l'autre bout par les leucocytes devenus phagocytes. La striation disparaît peu à peu; les noyaux perdent leur contour net; puis on n'en voit plus la trace.

Les coupes montrent en un même endroit de la préparation tous les degrés de pénétration des leucocytes, et ne laissent aucun doute sur l'origine des phagocytes : ils viennent, par rapport au muscle, de l'extérieur. Les fragments musculaires ainsi découpés forment des sortes d'îlots où l'on ne distingue qu'une multitude de petits noyaux au milieu de débris qui sont environ de la grosseur des leucocytes primitifs. Mais ces noyaux dégèrent à leur tour; les îlots se réduisent en étendue, et disparaissent totalement à des stades plus avancés, sans que les produits venant de l'histolyse soient mis en liberté dans le sang.

§ 7. — Hygiène publique

Stérilisation des Eaux alimentaires au moyen du peroxyde de chlore. — Ce procédé, étudié par M. Bergé, professeur à l'Université de Bruxelles, consiste à faire agir sur l'eau à stériliser le peroxyde de chlore ClO_2 , obtenu par l'action de l'acide sulfurique sur le chlorate de potasse. Le peroxyde de chlore est un composé gazeux, soluble dans l'eau, décomposable par la chaleur, la lumière et le contact des matières organiques. C'est un oxydant énergique, agissant comme l'ozone, paraissant inoffensif pour l'homme et les animaux, puisque les poissons vivent bien dans une

eau chargée de peroxyde de chlore et que la germination et le développement des plantes se font parfaitement dans l'eau traitée même par un grand excès de ce corps. Par contre, les végétaux microscopiques, les bactéries et leurs germes, sont tués par le peroxyde de chlore.

M. Ogier a été chargé par le Comité consultatif d'Hygiène de France de l'étude de ce procédé de stérilisation des eaux. Voici les principaux faits exposés dans son Rapport :

Une eau additionnée de peroxyde de chlore en léger excès se colore d'abord en jaune, puis se décolore assez vite, surtout à la lumière. Elle conserve pendant quelque temps une odeur spéciale, rappelant un peu celle de l'eau de Javel, puis cette odeur disparaît complètement. Au contact des matières organiques, le gaz chloré se décompose, d'où oxydation et diminution des matières organiques; cette diminution, qui varie suivant la quantité de réactif employée, est souvent de moitié.

On ne doit pas livrer l'eau à la consommation avant que la totalité du peroxyde de chlore n'ait été décomposée. Or, dans de l'eau de la Vanne, additionnée de 1/2 milligr. par litre de ClO_2 , il y avait encore des traces de ce composé au bout de vingt-quatre heures. (On reconnaît celui-ci par la réaction bleue très sensible qu'il donne avec l'iodure de potassium amidonné.) La meilleure façon de détruire rapidement l'excès de peroxyde de chlore consiste à faire ruisseler l'eau sur du coke.

Au point de vue de la stérilisation, les expériences que rapporte M. Ogier montrent que le peroxyde de chlore est un antiseptique de premier ordre. Avec des eaux peu chargées en matières organiques, la stérilisation est obtenue en un temps très court avec 0 gr. 0008 de ClO_2 par litre (soit la quantité de ClO_2 fournie par 2 gr. 25 environ de chlorate de potasse par mètre cube d'eau). Avec des eaux chargées en matières organiques, il faut une plus grande quantité de peroxyde de chlore et la stérilisation est obtenue moins rapidement. C'est ainsi qu'avec de l'eau de Seine il faut employer de 2 à 3 milligr. de ClO_2 par litre pour obtenir la stérilisation.

Ces faits rapprochent l'action du peroxyde de chlore de celle de l'ozone. La stérilisation par l'un ou l'autre de ces agents est le résultat de l'oxydation des micro-organismes en tant que matières organiques. Si l'on prend une eau d'une grande pureté comme matière organique totale, mais assez chargée en bactéries, il suffit d'une petite quantité d'ozone ou de peroxyde de chlore pour brûler la substance même des bactéries et, par conséquent, détruire celles-ci. Si, au contraire, l'eau renferme une proportion notable de matières organiques, l'action de la substance oxydante se porte sur celles-ci et la destruction des micro-organismes se trouve retardée d'autant.

M. Ogier aensemencé du colibacille et du bacille typhique dans de l'eau de Seine, préalablement filtrée et stérilisée par la chaleur. Des cultures sur plaques ont montré que le premier de ces échantillons contenait 97.000 colibacilles, et le second 40.000 bacilles typhiques par centimètre cube. Ces eaux, additionnées de 2 milligr. 38 de ClO_2 par litre, ont été essayées trois heures après; elles étaient stériles sur bouillon et sur gélatine.

Quelques applications du procédé Bergé ont été faites en Belgique, notamment à Ostende, où l'installation pouvait fournir 2 mètres cubes à l'heure.

Théoriquement 1 gr. de chlorate de potasse fournit 0 gr. 367 de peroxyde de chlore. En pratique, on peut admettre que, pour produire 1 gr. de ClO_2 , il faut 3 gr. de chlorate. L'application du procédé est peu coûteuse; le prix du chlorate nécessaire pour stériliser 1 mètre cube d'eau de pureté moyenne étant, au maximum, de 0 fr. 004.

Ajoutons que ce procédé va être appliqué pour la purification des eaux du Gers utilisées par la ville de Lectoure (Gers) pour son alimentation, les expériences faites sur ces eaux ayant été l'objet d'un rapport favorable de M. Ogier.

LES CHALEURS DE FORMATION DES IONS

Nous avons exposé ici-même¹ le mode de formation des *ions*, d'après la théorie d'Arrhénius; mais nous ne nous sommes pas occupé de la variation d'énergie qui accompagne cette formation. Lorsqu'un sel entre en dissolution dans l'eau, une partie se dissout sans se dissocier, une autre partie se dissout en se dissociant en *ions*; la quantité de chaleur dégagée ou absorbée par suite de la dissolution doit donc être la somme de deux quantités de chaleur, l'une relative à la dissolution du sel non dissocié, l'autre relative à la dissociation du sel en ses *ions*. Ces quantités de chaleur ont été calculées, d'après les principes de la Thermodynamique, en fonction de la conductibilité moléculaire et de la température, notamment par Van't Hoff et Rudolphi². Nous n'aborderons pas ces calculs un peu compliqués; nous nous contenterons simplement de faire remarquer que ces formules ont été vérifiées par l'expérience et reconnues exactes³. Ce qu'il nous importe surtout de connaître, c'est la quantité de chaleur absorbée ou dégagée par le passage d'un élément (métal ou métalloïde) à l'état d'*ions* lors de sa dissolution dans l'eau; c'est la mesure de cette quantité de chaleur qui fera l'objet des développements qui vont suivre. Une fois les chaleurs d'*ionisation* de tous les éléments connues, il sera facile d'avoir la chaleur d'*ionisation* d'un sel quelconque: la chaleur d'*ionisation* de ce sel dissocié sera, en effet, égale à la somme des chaleurs d'*ionisation* de ses *ions*.

I

Les éléments (métaux ou métalloïdes), pour passer à l'état d'*ions* en solution, absorbent une certaine quantité de chaleur. Cette quantité de chaleur a été calculée, pour un grand nombre de métaux et de métalloïdes, par Ostwald. Sa méthode, d'une extrême simplicité, repose sur les considérations suivantes:

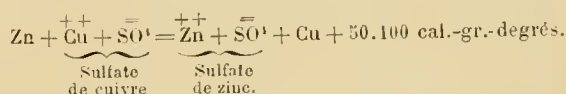
Les éléments, en entrant en solution, ne peuvent, d'après la théorie d'Arrhénius, passer à l'état d'*ions* que s'ils trouvent l'occasion de recevoir une certaine charge électrique. En particulier, les métaux (y compris l'hydrogène) passent toujours, lors de leur dissolution, à l'état d'*ions*, et doivent consé-

quemment recevoir une certaine charge électrique; comme cations, ils reçoivent des *charges positives*.

Plongés dans des électrolytes, ils enlèvent cette charge aux *ions-métal* qui se trouvent en dissolution. Mais si ces *ions-métal* perdent leur charge, ils passent à l'état de métal moléculaire et se précipitent, à moins qu'ils ne soient plurivalents, auquel cas ils peuvent ne céder qu'une partie de leur charge, c'est-à-dire perdre une ou plusieurs valences. C'est ainsi que le fer, en se dissolvant dans le sulfate de cuivre, forme des *ions-fer* aux dépens des *ions-cuivre* qui se précipitent à l'état métallique; c'est encore ainsi que le cuivre se dissout dans le chlorure ferrique aux dépens des *ions-ferriques* (Fe⁺⁺⁺) qui passent à l'état d'*ions-ferreux* (Fe⁺⁺). — Abstraction faite des processus secondaires qui peuvent se produire, on observe donc, lors de la dissolution des métaux, une précipitation de métal (ou un dégagement d'hydrogène) ou une diminution de la valence d'un des métaux présents en solution.

La dissolution des éléments étant ainsi interprétée à la lumière de la théorie des *ions*, voici comment Ostwald¹ calcule les chaleurs d'*ionisation* de ces éléments:

Il considère une molécule de zinc qui se dissout dans une solution de sulfate de cuivre totalement dissocié; la réaction peut être figurée par le schème suivant, où les symboles représentent des molécules exprimées en grammes (molécules-grammes):



Les *ions* Cu, SO₄, Zn sont représentés avec des doubles charges. Ils sont, en effet, bivalents, et possèdent conséquemment, d'après la théorie d'Arrhénius, 2 × 96.537 coulombs par molécule-gramme.

Le signe + précédant la chaleur de réaction (50.100 cal.) indique qu'il y a eu dégagement de chaleur; le signe — aurait indiqué, au contraire, une absorption de chaleur.

Le schème ci-dessus indique que la chaleur d'*ionisation* d'une molécule-gramme de zinc, diminuée de la chaleur dégagée par le passage d'une molécule-gramme d'*ions-cuivre* en cuivre métallique, est de 50.100 calories-grammes-degrés. Soient *j*_{zinc} et *j*_{cuivre} ces chaleurs. On a:

$$j_{\text{zinc}} - j_{\text{cuivre}} = 50.100 \text{ cal.-gr.-degrés.}$$

¹ Voir *Revue générale des Sciences* des 15 mai 1898, t. IX, page 358 et suivantes, et 30 mai 1898, t. IX, page 411 et suivantes.

² RUDOLPHI: *Zeit. f. phys. Chem.* XVII, 277 (1895).

³ La formule qu'a indiquée Rudolphi n'a été vérifiée que pour des sels peu solubles dans l'eau.

¹ OSTWALD: *Zeit. f. phys. Chem.* XI, p. 501 (1893).

Or, la chaleur d'ionisation du cuivre, qui a servi de point de départ à Ostwald pour toutes ses déterminations et qui a été mesurée directement par une méthode sur laquelle nous reviendrons tout à l'heure, est de -17.500 calories-grammes-degrés à 17° ; on a donc :

$$j_{\text{Cu}} = 50.100 - 17.500 = + 32.600 \text{ cal.-gr.-degrés.}$$

On voit que la chaleur d'ionisation du zinc offre un signe contraire à celle du cuivre. En d'autres termes, tandis que ce métal absorbe de la chaleur pour passer à l'état d'ions, le zinc, au contraire, en dégage.

Cette différence correspond, d'ailleurs, aux propriétés de ces métaux : le zinc se dissout, en effet, facilement dans les acides, c'est-à-dire qu'il y forme facilement des ions; le cuivre, au contraire, est facilement réduit et ne peut se dissoudre dans les acides que sous l'action de milieux oxydants.

De la chaleur d'ionisation du zinc, Ostwald déduit celle des autres métaux par le même procédé dont le principe généralisé peut être énoncé de la façon suivante :

Quand un métal se dissout dans la solution d'un autre métal en précipitant ce dernier, la chaleur d'ionisation du premier métal est égale à la chaleur résultant de cette réaction, plus la chaleur d'ionisation du second métal. (Ce théorème suppose que le sel primitif et le sel nouvellement formé sont l'un et l'autre complètement dissociés.)

De la chaleur d'ionisation du zinc, Ostwald déduit celle de l'hydrogène. Le zinc se dissout dans l'acide chlorhydrique en dégageant 34.200 calories-grammes-degrés (d'après Thomsen); il y a en même temps dégagement de deux atomes d'hydrogène par atome de zinc dissous. On a donc :

$$j_{\text{zinc}} = 34.200 \text{ cal.} + 2j_{\text{hydrogène}},$$

mais,

$$j_{\text{zinc}} = 32.600 \text{ calories;}$$

donc :

$$2j_{\text{hydrogène}} = 32.600 - 34.200 = - 1.600 \text{ cal.};$$

et

$$j_{\text{hydrogène}} = - 800 \text{ cal.-gr.-degrés.}$$

La chaleur d'ionisation de l'hydrogène est, comme on le voit, très faible.

Il en résulte que la chaleur d'ionisation des métaux est à peu près égale à la chaleur qu'accompagne la dissolution de ces métaux dans les acides (lorsqu'il ne se dégage que de l'hydrogène); elle n'en diffère, pour chaque atome libéré, que de 800 calories-grammes-degrés qui se dégagent du fait du passage des ions-hydrogène en hydrogène gazeux.

Les chaleurs d'ionisation des autres métaux s'obtiennent de la même façon et sont consignés

dans le tableau I ci-joint. Cette méthode suppose, comme nous l'avons déjà fait remarquer, que les solutions sont complètement dissociées.

Tableau I. — Chaleurs d'ionisation des métaux exprimées en calories-grammes-degrés.

	POUR	POUR
	UN ATOME-GRAMME	UNE VALENCE
Li	+ 62.000	+ 62.000
K	+ 61.000	+ 61.000
Sr	- 115.500	+ 57.750
Na	- 56.300	+ 56.300
Ca	+ 107.000	+ 53.500
Mg	+ 106.700	+ 53.350
Al	+ 117.500	+ 39.166
Mn	+ 48.100	+ 24.050
Zn	+ 32.600	+ 16.300
Fe (ferreux)	+ 20.000	+ 10.000
Cd	+ 16.200	+ 8.100
Co	+ 14.600	+ 7.300
Ni	+ 13.500	+ 6.750
Fe (ferrique)	+ 7.900	+ 2.633
Sn (stanneux)	+ 2.000	+ 1.000
Pb	+ 1.000	+ 1.000
H	- 800	- 800
Cu (cuprique)	- 17.500	- 8.750
Hg (mercureux)	- 20.500	- 20.500
Ag	- 26.200	- 26.200

Les chaleurs d'ionisation des métalloïdes se déterminent aussi très simplement. Prenons, par exemple, le cas du chlore; la chaleur de formation de la solution aqueuse d'acide chlorhydrique, en partant du chlore et de l'hydrogène gazeux, est de 39.300 calories-grammes-degrés; cette chaleur de formation ne représente pas autre chose, d'après la théorie ioniste, que la chaleur résultant du passage de l'hydrogène et du chlore gazeux à l'état d'ions :

$$39.300 = j_{\text{H}} + j_{\text{Cl}}.$$

D'où :

$$j_{\text{Cl}} = 39.300 - j_{\text{H}} = 39.300 + 800 = 40.100 \text{ cal.-gr.-degrés.}$$

Ostwald a trouvé ainsi les résultats que résume le tableau II.

Tableau II. — Chaleurs d'ionisation des métalloïdes exprimées en calories-grammes-degrés.

	POUR	POUR
	UN ATOME-GRAMME	UNE VALENCE
Fl	+ 49.800	+ 49.800
Cl	+ 40.100	+ 40.100
Br (liquide)	+ 29.100	+ 29.100
I	+ 13.900	+ 13.900

Dans les tableaux précédents, les chaleurs d'ionisation des métaux et métalloïdes relatives à une valence, ont été classées par ordre décroissant. D'après les considérations qui précèdent, pour l'un et l'autre tableau, chaque élément dans les

colonnes relatives à une valence peut précipiter tous les éléments qui le suivent et être précipité par tous les éléments qui le précèdent. On voit que les chaleurs d'ionisation des métaux, c'est-à-dire les chaleurs relatives à leur passage à l'état d'ions dans les solutions complètement dissociées, sont indépendantes de la nature de l'anion de ces solutions. Nous retrouvons ainsi la loi dite « de la constante thermique » de Tommasi¹, qui est bien antérieure à la théorie des ions et qui s'énonce ainsi : Lorsqu'un métal se substitue à un autre dans une solution saline, le nombre des calories dégagées est, pour ce métal, toujours le même, quelle que soit la nature du radical acide qui fait partie du sel. Cependant, la loi de Tommasi n'est vraie que pour les solutions complètement dissociées.

11

Dans les mesures d'Ostwald, la charge électrique, que les éléments reçoivent pour passer à l'état d'ions et entrer en solution, est empruntée aux ions qui se trouvent déjà en solution. Cette charge peut aussi être empruntée à une source extérieure; nous avons alors affaire à une *électrolyse*. Considérons une anode métallique plongeant dans la solution d'un de ses sels, par exemple une anode de cuivre plongeant dans une solution de sulfate de cuivre. L'énergie calorifique qui résulte du passage d'une quantité déterminée d'électricité \mathcal{Q} au travers de la surface de séparation de deux con-

ducteurs (effet Peltier) est égale à $\varepsilon \mathcal{Q} \times \frac{1}{4,17}$ calories-grammes-degrés; 4,17 est l'équivalent calorifique de l'énergie électrique² et ε est la tension électrique qui existe entre ces deux conducteurs. Cela est vrai pour des conducteurs métalliques; mais non pas pour le cas qui nous occupe, c'est-à-dire pour un conducteur métallique en contact avec un conducteur constitué par un électrolyte. L'énergie calorifique résultant du passage de \mathcal{Q} coulombs d'une anode métallique dans la solution d'un sel du même métal est égale à $\varepsilon \mathcal{Q} \times \frac{1}{4,17}$ diminuée de la chaleur d'ionisation j absorbée pour la formation des ions qui sont envoyés en solution. On a donc, pour cette énergie calorifique, la valeur :

$$(1) \quad W_n = \frac{\varepsilon \mathcal{Q}}{4,17} - j \text{ cal.-gr.-degrés.}$$

¹ TOMMASI : C. R., 287 (1852).

² En effet, le travail électrique exprimé en kilogrammètres est $\frac{\varepsilon \mathcal{Q}}{9,81}$, puisque 1 Joule représente $\frac{1}{9,81}$ kilogrammètres; exprimé en calories-grammes-degrés, il a pour valeur $\frac{\varepsilon \mathcal{Q}}{0,425 \times 9,81} = \frac{\varepsilon \mathcal{Q}}{4,17}$, puisque 0,425 kilogrammètre équivaut à 1 calorie-gramme-degré.

Mais cette énergie calorifique n'est autre que la chaleur secondaire de Helmholtz relative aux électrolyses réversibles :

$$(2) \quad W_n = \frac{T}{4,17} \frac{\partial \varepsilon}{\partial T} \mathcal{Q},$$

T étant la température absolue. En effet, cette chaleur secondaire ne peut avoir son siège qu'aux surfaces de contact entre les électrodes et l'électrolyte, puisque la loi de Joule s'applique aux électrolytes, ce qui exclut l'hypothèse d'après laquelle les chaleurs secondaires se produiraient dans la masse même du liquide. Soit e la tension aux bornes de la cuve ou de la pile réversible. La chaleur secondaire totale, calculée par Helmholtz :

$$W = \frac{T}{4,17} \frac{\partial e}{\partial T} \mathcal{Q}$$

est donc constituée par la somme des chaleurs secondaires qui ont leur siège à l'anode et à la cathode :

$$W_a = \frac{T}{4,17} \frac{\partial \varepsilon}{\partial T} \quad \text{et} \quad W_c = \frac{T}{4,17} \frac{\partial e'}{\partial T}.$$

On peut donc remplacer dans l'expression (1) W_a par sa valeur

$$\frac{T}{4,17} \frac{\partial \varepsilon}{\partial T};$$

ce qui donne pour j la valeur :

$$j = \frac{\mathcal{Q}}{4,17} \left(\varepsilon - T \frac{\partial \varepsilon}{\partial T} \right),$$

et, pour une molécule-gramme d'ions de valence n envoyés en solution :

$$j = \frac{n \times 96.537}{4,17} \left(\varepsilon - T \frac{\partial \varepsilon}{\partial T} \right),$$

ou

$$j = 23.067 n \left(\varepsilon - T \frac{\partial \varepsilon}{\partial T} \right).$$

C'est par ce moyen qu'Ostwald a trouvé directement pour le cuivre la valeur $j = -17.500$ à 17°.

Tableau III. — Chaleurs d'ionisation des sels.

	MASSE de métal séparé en gr.)	ε	$\frac{\partial \varepsilon}{\partial T}$	CHALEURS d'ionisation
Sulfate de cuivre . . .	63,7	- 0,585	- 0,000750	-16.470
— de zinc . . .	65,0	+ 0,524	- 0,000763	+33.950
— de cadmium . . .	112,0	+ 0,162	- 0,000658	+16.120
Nitrate de plomb . . .	207,0	- 0,079	- 0,000182	- 1.160
— d'argent . . .	108,0	- 1,035	- 0,000176	-22.873
— de cuivre . . .	63,7	- 0,585	- 0,000756	-16.470

Les valeurs qu'exprime le tableau III ont été calculées par Jahn¹ d'après la formule précédente; elles se rapportent à la température de 20° et à la concentration de l'équivalent par litre.

¹ JAHN : *Zeit. f. phys. Chem.*, XVIII, p. 399 (1895).

Les chaleurs d'ionisation qu'indique le tableau III correspondent donc à la chaleur absorbée (affectée dans ce cas du signe $-$) ou dégagée (affectée dans ce cas du signe $+$) à l'anode, du fait du passage du métal dans la solution à l'état d'ions. A la cathode, l'ion redevient métal et la chaleur qui résulte de cette transformation est de signe contraire à la première. Aussi 1 molécule-gramme de zinc (65 gr.) qui passe de l'état métallique à l'état d'ions en dégageant 33.950 calories, absorbe, en se déposant à la cathode, la même quantité de chaleur, 33.950 calories.

Considérons maintenant une pile réversible, la pile Daniell par exemple. Les chaleurs secondaires à l'anode et à la cathode sont égales, d'après ce qui précède, à :

$$W_a = \frac{\varepsilon Q}{4,17} - j$$

et

$$W_c = \frac{\varepsilon' Q}{4,17} - j'.$$

D'où :

$$(3) \quad \varepsilon - \varepsilon' = \frac{4,17}{Q} [W_a - W_c + j - j'].$$

mais, on a :

$$W_a = \frac{T}{4,17} \frac{\partial \varepsilon}{\partial T} Q \quad \text{et} \quad W_c = \frac{T}{4,17} \frac{\partial \varepsilon'}{\partial T} Q.$$

En substituant ces valeurs dans l'équation (3) on a, toutes réductions faites :

$$\varepsilon - \varepsilon' = \frac{j - j'}{n} \times \frac{1}{23,067} + T \frac{\partial \varepsilon - \partial \varepsilon'}{\partial T}.$$

Or, $\varepsilon - \varepsilon' = e$, tension électrique aux bornes de la pile; donc :

$$e = \frac{j - j'}{n} \times \frac{1}{23,067} + T \frac{\partial e}{\partial T}.$$

Mais $j - j'$, différence des chaleurs d'ionisation du zinc et du cuivre, représente la chaleur provenant de la décomposition du sulfate de cuivre par le zinc; $j - j'$ n'est donc pas autre chose que la chaleur W des réactions chimiques de la pile Daniell. Substituons cette valeur de $j - j'$ dans l'expression précédente; il vient :

$$e = \frac{W}{n} \times \frac{1}{23,067} + T \frac{\partial e}{\partial T}.$$

Nous retombons ainsi sur la formule de Thomson-Helmholtz¹.

III

La formule de la chaleur d'ionisation dans le cas des phénomènes réversibles :

$$j = 23,067n \left(\varepsilon - T \frac{\partial \varepsilon}{\partial T} \right)$$

peut encore être obtenue par la Thermodynamique.

On connaît la formule de Nernst¹, qui, appliquée à une anode soluble, a la forme :

$$(a) \quad \varepsilon = \frac{9,81}{Q} RT \log_e \frac{P}{p} \text{ volts.}$$

R est la constante des gaz et est égal à 0,847; P est la tension de dissolution, et p est la pression osmotique des ions-métal de l'électrolyte, ce métal étant le même que celui de l'anode.

Cette formule, comme on sait, a été obtenue par voie thermodynamique.

Différencions cette expression par rapport à T :

$$(b) \quad \frac{d\varepsilon}{dT} = \frac{9,81 R}{Q} \left[\frac{d \log_e \frac{P}{p}}{dT} + \log_e \frac{P}{p} \right].$$

mais :

$$(c) \quad \frac{d \log_e \frac{P}{p}}{dT} = \frac{1}{P} \frac{dP}{dT}.$$

Or, la formule de Clapeyron en Thermodynamique permet de calculer la valeur de $\frac{dP}{dT}$. La formule de Clapeyron s'applique, en effet, aux transformations réversibles dans lesquelles la pression est fonction seulement de la température. On démontre en Thermodynamique qu'appliquée à la vaporisation, la formule de Clapeyron prend la forme :

$$\lambda = \frac{T}{J} \frac{dP}{dT} (u' - u),$$

λ étant la chaleur latente de vaporisation, c'est-à-dire la quantité de chaleur nécessaire pour faire passer l'unité de masse du corps de l'état liquide à l'état de vapeur saturante, sans changer sa température; J étant l'équivalent mécanique de la chaleur; u' et u étant les volumes de l'unité de masse du liquide et de la vapeur saturante; $u' - u$ représente donc la variation de volume pendant la vaporisation de l'unité de masse du corps.

Appliquée au passage de l'état métallique à l'état d'ions, ces ions ayant une masse d'une molécule-gramme, la formule de Clapeyron a la signification suivante : λ est la chaleur nécessaire pour faire passer une molécule-gramme du corps de l'état moléculaire à l'état d'ions; c'est donc la chaleur d'ionisation j . P est la tension de dissolution du métal; $u' - u$ représente les variations de volume pendant l'ionisation de la molécule-gramme. Cette variation de volume est donnée, comme nous le savons, par la formule $PV = RT$, d'où :

$$u' - u = V = \frac{RT}{P}.$$

En substituant cette valeur de $u' - u$ dans la for-

¹ OSTWALD : *Loc. cit.*

¹ Voir *Revue générale des Sciences* : articles déjà cités.

mule de Clapeyron, appliquée aux ions, nous aurons par $\frac{dP}{dT}$ la valeur suivante :

$$\frac{dP}{dT} = \frac{jJ}{RT^2}.$$

Substituons cette valeur dans l'équation (c), nous aurons :

$$\frac{d \log_e \frac{P}{p}}{dT} = \frac{jJ}{RT^2}.$$

Substituons cette nouvelle valeur dans l'équation (b), nous aurons :

$$\frac{d\varepsilon}{dT} = \frac{9,81 R}{Q} \left[\frac{jJ}{RT} + \log_e \frac{P}{p} \right]$$

ou, en remplaçant J par sa valeur 0,425 :

$$\frac{d\varepsilon}{dT} = \frac{9,81 \times 0,425}{Q} \frac{j}{T} + \frac{9,81 \times R}{Q} \log_e \frac{P}{p}.$$

mais, la deuxième partie du second membre de cette égalité n'est autre, d'après (a), que $\frac{\varepsilon}{T}$; on a donc, toutes réductions faites :

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial T} = \frac{1}{Q} \frac{j}{T} + \frac{\varepsilon}{T}$$

d'où :

$$j = \frac{Q}{4,17} \left(\varepsilon - T \frac{\partial \varepsilon}{\partial T} \right) \text{ cal.-gr.-degrés}$$

et, pour une molécule-gramme d'ions de valence n :

$$j = \frac{n \times 96.337}{4,17} \left(\varepsilon - T \frac{\partial \varepsilon}{\partial T} \right),$$

ou :

$$j = 23.067 n \left(\varepsilon - T \frac{\partial \varepsilon}{\partial T} \right) \text{ cal. gr. degrés}^1.$$

Ainsi, les considérations relatives à l'effet Peltier dans les électrolytes et l'application des principes de la Thermodynamique conduisent à une même expression pour la valeur absolue des chaleurs d'ionisation. Cette formule est ainsi solidement établie.

La notion d'énergie calorifique, appliquée ainsi aux ions, donne à la théorie ioniste un sens précis. La charge électrique des ions ne constituait pas pour eux un caractère spécifique, puisque cette charge est, pour des ions d'égale valence, la même (soit 96.340 coulombs par ion-gramme et par valence), quelle que soit la nature de l'ion. Au contraire, la variation d'énergie calorifique qui accompagne la formation de l'ion varie avec la nature de celui-ci, et en est par suite un caractère spécifique important.

A. Hollard,

Chef du Laboratoire central
de la Compagnie Française des Métaux.

LES NOUVEAUTÉS EN VINIFICATION

L'art de la vinification est, depuis quelques années, l'objet d'études incessantes; diverses tentatives de transformation et même des transformations presque radicales ont été la conséquence de ces études. Cet état des choses tient à plusieurs causes, dont les dominantes sont : la nécessité, de plus en plus impérieuse, de bien faire pour bien vendre, celle de se plier au goût de la consommation, et, enfin, l'obligation pour le producteur d'obtenir de son raisin sous la forme de vin l'intégralité de l'alcool qu'il peut fournir. Les vins altérés d'une manière quelconque ne trouvent preneur qu'à des prix dérisoires, toujours au-dessous de ce qu'ils ont coûté au viticulteur, car les cognacs de fantaisie ont tué l'industrie de l'eau-de-vie de vin partout où il ne s'agit pas de produire de la grande champagne ou de l'armagnac. Les grandes eaux-de-vie elles-mêmes sont déjà fortement touchées par cette concurrence, malgré leur incontestable supériorité.

Il ne suffit plus de faire du vin, il faut encore faire la sorte de vin que demande le consommateur. Or, celui-ci est personne versatile; il ne demande pas toujours ce qui satisfait son goût ou

son estomac, mais surtout, sans autre raison, ce qu'il est de bon ton de prendre. La chose paraît invraisemblable, elle est cependant vraie.

I. — VINIFICATION EN BLANC.

Depuis quelques années, nous avons vu abandonner progressivement le vin rouge, cet excellent vin rouge de nos pères, au profit du vin blanc pour l'usage courant, par une fraction importante de la consommation. Quelques personnes même, hautes par le spectre de l'alcoolisme, inclinent tout doucement vers l'usage de boissons sans alcool; elles ne songent pas que, pour remplacer le vin, elles s'adressent à des excitants du même ordre, le thé, par exemple, dont les alcaloïdes agissent cependant, mais sans le contre-poids d'une valeur alimentaire très réelle. Est-ce raisonné? Est-ce logique? Non, mais c'est le médecin qui parle et qui oublie trop souvent, à mon sens, que, si l'abus du vin fait l'ivrogne joyeux et rarement le dément alcoolique, l'usage modéré fait l'homme

¹ OSTWALD : *Allgem. Chemie*, 2^e édit., II, 1.

robuste et sain. La substitution du vin blanc au vin rouge, bien que l'œuvre des médecins, elle aussi, n'est pas plus justifiée. Le vin blanc a toujours passé pour excitant, énervant même et peu alimentaire; mais, si l'on remarque la coïncidence du mouvement d'opinion (provoqué par la médecine, je veux bien, mais peut-être inconsciemment) avec la création à Bercy d'importantes fabriques de vin de raisins secs, on s'étonne moins de la chose, et l'on s'explique du même coup la faveur que regagne le vin rouge depuis que les mêmes fabriques, étouffées par les lois fiscales, ont cessé de vivre.

Quoi qu'il en soit, le vin blanc a été très demandé et l'est encore en quantité plus forte que ce que la production normale peut fournir; aussi fait-on, en énorme quantité, des vins blancs de raisins rouges.

On sait que le jus des raisins rouges non teinturiers ou hybridé de teinturiers est incolore et peut fournir du vin blanc; toutefois, en pratique courante, sans certains artifices que je vais passer en revue, le vin présente toujours une tare originelle, une teinte rosée plus ou moins accentuée, qu'on dissimule quelquefois au moyen de l'acide sulfureux, au détriment du goût, mais qui disparaît avec la plus grande facilité sous l'action d'un acide minéral.

L'un de ces artifices consiste dans l'insolubilisation de la matière colorante dissoute dans le moût frais, au moyen de l'oxydation par l'air; c'est la méthode dite de *vinification en blanc par aération*.

Né en 1895 des études de M. Martinand¹, ce procédé a été, dès son apparition, jugé peu pratique en grand, en suivant les indications de l'auteur. Simplifié par M. Semichon, directeur de la Station œnologique de l'Aude, il a eu plus de faveur. De 1895 à aujourd'hui, des quantités énormes de raisins rouges ont été vinifiées par cette méthode, la plus-value constante accordée aux blancs, à titre alcoolique égal, justifiant parfaitement cet engouement des producteurs.

Le procédé Martinand comportait cinq phases : 1° Extraction du moût sans s'inquiéter de sa coloration, soit au fouloir, soit au pressoir; 2° Refroidissement au-dessous de 15° pour empêcher le départ de la fermentation; 3° Aération pour oxyder et précipiter la matière colorante; 4° Filtration au filtre-pressé pour séparer la matière colorante insolubilisée; 5° Fermentation.

Les phases 2 et 5 constituaient de très gros obstacles; on se rend aisément compte, en effet, de l'énorme outillage indispensable pour réfrigérer à

15° et filtrer au filtre-pressé des milliers d'hectolitres d'un liquide aussi chargé de matières pectiques que le moût de raisins frais.

M. Semichon s'aperçut que la matière colorante, convenablement oxydée, pouvait, sans inconvénient, rester dans le moût pendant la fermentation. L'insolubilité acquise par l'aération persistait, selon lui, même en présence d'alcool, et, de ce fait seul, la méthode devenait pratique, puisque cela permettait de supprimer la filtration et du coup la réfrigération, celle-ci n'étant nécessaire que pour permettre le passage au filtre.

Les premières expériences de M. Semichon, faites en 1896, et publiées l'année suivante¹, lui ont montré l'exactitude des prévisions qu'il avait fondées sur des essais de laboratoire, et, dès 1897, des quantités importantes de vins blancs de raisins rouges ont été produites dans sa propriété au moyen de l'aération. J'ai collaboré moi-même, cette année-là, aux environs de Béziers², à la vinification de plusieurs milliers d'hectolitres de ces vins, en marchant à 70 hectolitres à l'heure, c'est-à-dire en grande pratique courante.

Il y a donc là très réellement un moyen de faire, sans frais excessifs, des vins blancs non rosés, qui restent blancs sous l'action des acides minéraux, ce que ne font pas les vins de l'espèce à teinte masquée par le soufre.

Cependant, la faveur du commerce, un instant fixée sur les vins de cette sorte, ne s'y est pas attachée. Cela tient à ce que l'opération est délicate et non sans inconvénients si l'aération n'est pas strictement mesurée. Il faut aérer assez pour insolubiliser la couleur, mais sans excès, sous peine de perdre ce que l'on appelle le *fruité* du vin. La plupart du temps, on dépasse la mesure dans le souci où l'on se trouve d'enlever toute coloration pouvant déceler l'origine et l'on aboutit à des vins sans fraîcheur, ayant, en outre, le grave défaut d'être d'une clarification difficile. La méthode a des avantages incontestables, mais elle présente de telles difficultés d'exécution qu'elle s'abandonne déjà.

M. Martinand, en insistant sur la nécessité de la filtration, avait peut-être reconnu qu'il fallait une aération nuisible au vin pour obtenir une insolubilisation poussée jusqu'aux milieux alcooliques. Je ne partage pas complètement son avis; je crois à la possibilité de faire des vins parfaitement blancs sans filtration; mais je reconnais que le point d'aération nécessaire et suffisant est très difficile à atteindre exactement dans la pratique.

Dès 1898, M. Martinand a préconisé une méthode

¹ *Comptes rendus*, 24 juin 1895.

¹ *Revue de Viticulture*, 27 mars 1897.

² Château de Poussan-le-Haut.

mixte, consistant dans une destruction partielle de la matière colorante par l'air et l'absorption du reste par l'emploi de noirs décolorants.

Les noirs décolorants, purifiés par lavages successifs à l'acide chlorhydrique et à l'eau, n'ont, quoi qu'on en ait dit, aucune action sensible sur les vins, en dehors de l'absorption de la matière colorante. Il suffit qu'ils soient purs pour qu'on les puisse employer en toute sécurité; ils n'interviennent, d'ailleurs, qu'à faible dose quand on les fait agir sur des moûts dont la majeure partie de la matière colorante a été insolubilisée par oxydation directe au moyen de l'air.

La méthode, exposée par l'auteur dans plusieurs congrès viticoles en 1898, et cette année même, a été aussitôt appliquée sur une grande échelle, et les résultats en sont vraiment remarquables.

Quoi qu'il en soit, les vins blancs de raisins rouges n'ont ni les qualités ni la valeur des vins blancs de raisins blancs. L'encépagement des vignes, très insuffisant en blanc, force le producteur à en faire pour la satisfaction d'une consommation anormale, mais il serait en somme bien désirable de n'être pas obligé d'avoir recours à l'artifice. En fin de compte, il y a presque toujours tromperie sur la qualité de la marchandise vendue, sinon de viticulteur à négociant, au moins de fournisseur à consommateur.

II. — VINIFICATION PAR LEVURES CULTIVÉES.

Il n'y a pas bien loin d'un demi-siècle que Pasteur émit l'idée d'une influence possible de la levure sur la qualité des vins; mais il y en a dix à peine que des expériences pratiques ont été tentées. Avant 1889, les essais faits ne sortaient guère du laboratoire, ils portaient sur de faibles masses, quelques hectolitres au plus, et je crois bien être le premier à avoir fait sur de grands foudres l'application des levures de vin sélectionnées, préconisées, avant cette époque et peu après, par MM. Rommier, Marx, Martinand, Rietsch, Jacquemin et Fernbach. Les essais se faisaient alors d'une façon peu rigoureuse. Onensemait la vendange d'une levure déterminée, pour assurer la prédominance d'une espèce qu'on disait bonne, mais on ne faisait qu'entraver, sans jamais l'annihiler, l'influence des ferments sauvages apportés à la cuve par le raisin.

Les meilleures conditions d'évolution de la levureensemencée n'étaient pas connues, de sorte qu'on aboutit fréquemment à des résultats nuls ou même mauvais, soit que la levure, mal adaptée au milieu, travaillât mal, soit que, même adaptée, la prédominance ait été pour les ferments sauvages en dépit de l'ensemencement.

Au laboratoire, les insuccès étaient beaucoup plus rares, car l'influence possible des ferments sauvages était, la plupart du temps, écartée par la stérilisation préalable du moût.

Les levures de vin sont aujourd'hui mieux connues, sans qu'on sache sur elles tout ce qu'on sait sur les levures de bière. On connaît les exigences de certaines espèces, on peut marcher avec plus de méthode; bref, la question a beaucoup progressé et l'on doit à MM. Kayser et Barba, de la Station œnologique du Gard, des travaux fort importants et des plus intéressants sur la biologie de ces êtres.

Il était naturel, puisque les insuccès dont je parlais tout à l'heure étaient devenus, pour ainsi dire, inconnus au laboratoire, de porter intégralement dans la pratique les procédés de laboratoire, c'est-à-dire de ne faire l'ensemencement des moûts qu'après stérilisation.

La stérilisation peut être obtenue par la chaleur ou par addition d'antiseptiques. Dans ce dernier cas, les ferments sauvages sont paralysés et non détruits: il faut encore les séparer du milieu par un moyen mécanique quelconque, il faut encore séparer l'antiseptique employé, ce qui oblige à des manipulations coûteuses. L'acide sulfureux a été employé dans ce but. A la dose de trois cents milligrammes par litre, la stérilité du moût est obtenue: il devient, par simple repos, d'une limpidité parfaite, et, transporté en ballons de culture avec les précautions voulues, il reste indéfiniment stérile. Il suffit donc d'une décantation pour avoir un moût débarrassé des ferments sauvages. Mais il faut, avant qu'une fermentation puisse s'établir dans un pareil milieu, que le taux d'acide sulfureux se soit considérablement abaissé. Cela ne s'obtient spontanément que plusieurs mois après l'opération et le procédé n'est conséquemment pas applicable.

On a proposé récemment le chloroforme, agissant de la même manière; mais, quelle que soit la facilité avec laquelle ce produit peut s'éliminer complètement des moûts, je n'hésite pas à en réprover l'emploi, en raison des accidents qu'il pourrait causer.

La chaleur seule, malgré les difficultés d'application, peut fournir la solution du problème. Ce n'est pas, en effet, chose commode que de stériliser par la chaleur les énormes masses de raisins formant la cueillette journalière d'une grande exploitation viticole; ce sont des centaines de tonnes qu'il s'agit quelquefois de fouler et de chauffer au fur et à mesure de leur arrivée au cellier. La chose est possible évidemment, mais non sans un outillage coûteux, ne travaillant qu'un mois à peine et qui grèvera si lourdement la fabrication (car il faut bien l'amortir cet outillage) qu'on se demande si

les améliorations possibles vaudront les sacrifices faits pour les obtenir.

Quoi qu'il en soit, plusieurs tentatives ont déjà été faites dans cette voie et on continue à chercher, ce qui indique, du reste, qu'aucune solution satisfaisante n'est encore intervenue.

MM. Rosenstiehl, Kuhn, Kayser et Barba ont déjà fait, les uns et les autres, des essais en grand, que je vais passer en revue.

Pour M. Rosenstiehl, la stérilisation du moût par la chaleur ne peut être obtenue sans inconvénient qu'à la condition expresse de l'opérer en l'absence absolue de l'oxygène de l'air. De plus, estimant que la température nécessaire pour obtenir la stérilisation par une seule chauffe peut influencer défavorablement le goût du vin, il recourt à la stérilisation par chauffes multiples, mais effectuées à une moindre température. Il emploie trois chauffes séparées par un intervalle de vingt-quatre heures. Bien que très longue, l'opération est relativement simple pour des vins blancs; mais, pour les rouges, elle se complique de la nécessité de dissoudre la matière colorante et, par suite, de mettre le moût chaud au contact des parties solides du fruit.

On sait qu'à chaud la matière colorante du raisin se dissout dans des milieux qui à froid ne la dissolvent pas ou ne la dissolvent que peu. Le Dr Prunaire a conseillé, depuis plus d'un demi-siècle, le chauffage d'une partie de la vendange pour augmenter la coloration. Du reste, M. P. Andrieu, dans un livre publié en 1894, insiste sur cette solubilité à chaud augmentant avec la température, au point qu'à 60° et dans l'eau les pellicules se décolorent; enfin M. Rosenstiehl, ayant observé lui-même ce phénomène de dissolution, prit en 1895 un brevet dans lequel il revendique, entre autres choses, le priorité de sa découverte¹.

M. Rosenstiehl met à profit cette propriété de la matière colorante et la dissout dans le moût chauffé de 50-55°. Ses premières expériences, remontant à 1896, ont été faites en Tunisie dans le Domaine Ksar-Tyr appartenant à M. Piller.

J'ai pu déguster les vins obtenus comparativement aux témoins, après la communication faite par M. Rosenstiehl au Congrès viticole de Toulon. Ils étaient incontestablement supérieurs aux témoins, mais ce n'est pas là un éloge, car ces derniers, complètement altérés par la maladie de la tourne, n'eussent été utilisables que par la chaudière. L'avantage très net consistait en une belle couleur, une limpidité parfaite et très certainement

une bonne tenue, mais je leur trouvai un goût déféctueux, goût de cuit, attribuable, selon moi, au contact prolongé du moût et du marc à haute température.

Depuis, M. Roseustiehl, je crois, a modifié la méthode, car, au lieu d'abandonner au refroidissement spontané la masse chauffée à 50-55°, il provoque maintenant ce refroidissement, ce qui diminue, dans une large mesure, le temps de macération à température élevée, qui n'a, du reste, pas besoin d'être bien long pour la seule dissolution de la matière colorante.

L'application du procédé Rosenstiehl comporte actuellement les opérations suivantes :

- 1° Introduction, dans un foudre ou une capacité vinaire quelconque, de la vendange foulée à traiter;
- 2° Fermeture du foudre au moyen d'un couvercle spécial permettant un balayage intégral de l'air recouvrant la vendange et son remplacement par de l'acide carbonique pouvant, d'ailleurs, provenir d'une fermentation voisine;
- 3° Passage du moût dans un catéfacteur; chauffage à 50-55° et retour au foudre jusqu'à ce que la masse ait atteint 50-55°;
- 4° Refroidissement à 25°, puis attente de vingt-quatre heures;
- 5° Nouveau chauffage dans les mêmes conditions que le premier;
- 6° Nouveau refroidissement à 25°;
- 7° Troisième chauffage, toujours mêmes conditions;
- 8° Troisième refroidissement;
- 9° Envoi des moûts refroidis dans un foudre propre, mis au préalable à l'acide carbonique;
- 10° Extraction et pressurage du marc;
- 11° Stérilisation du jus de presse, refroidissement et addition aux jus de goutte;
- 12° Ensemencement et opérations consécutives, les mêmes que pour la vinification ordinaire en blanc.

Le chauffage est continu; il s'opère au moyen d'eau chaude en circulation méthodique inverse de celle du moût; l'appareil est à grandes surfaces d'échange, argenté dans toutes les parties en contact avec le vin. Le matériel employé pour faire 80 hectolitres par jour vaut environ 10.000 fr. et nécessite quatre hommes, dont un à la machine à vapeur, deux aux pompes et un surveillant.

Ce sont là, on le voit, des opérations nombreuses, délicates et coûteuses, qui ne semblent pas devoir prendre place dans la pratique courante.

Depuis ses expériences de Tunisie, M. Rosenstiehl a appliqué intégralement cette méthode en France, notamment en Bourgogne et en Beaujolais, en 1898, sur des *gamays*, et cette année même sur des *pinots*, les raisins fournissant les grands vins de Bourgogne. J'ai eu les quelques renseignements suivants sur les expériences faites en Bourgogne en 1898 et en 1899.

Immédiatement après la fermentation, les vins traités, provenant de gamays du Beaujolais, ont été dégustés comparativement avec des vins-témoins, issus des mêmes raisins. La faveur sembla aller

¹ La Société des Matières colorantes s'étant rendue propriétaire des brevets Rosenstiehl, m'a informé, par lettre, ainsi que quelques-uns de mes collègues, qu'elle considérerait comme une atteinte à ses droits le fait de chauffer du moût à une température quelconque.

aux témoins, et cela à cause d'un développement du bouquet, très particulier, exagéré, auquel M. Rosenthal donnait le nom très significatif d'*invigoration du bouquet*. Un mois après, la supériorité était nettement pour les vins traités. La plus-value acquise, au dire d'un négociant du pays, était d'une trentaine de francs par pièce, ce qui est considérable. Le bouquet, trop prononcé au début, s'était affiné. Au bout d'un an, nouvelle inversion, les vins traités sont encore supérieurs en ce qui concerne le bouquet; mais, jugés sur l'ensemble des qualités, ils cèdent la première place aux témoins, qui se montrent plus pleins, plus nerveux et plus frais.

Cette année, l'essai a porté sur des raisins lins, sur ce que l'on appelle *la cuvée ronde de vigneron*, c'est-à-dire une cuvée obtenue en réunissant les raisins de divers petits propriétaires incapables de faire à un seul une cuvée complète. Il y avait environ 40 hectolitres et une cuvée-témoin avait été réservée. Les raisins de l'une et l'autre cuvée ont été *procédés*, c'est-à-dire sucrés au même degré.

Après un mois, de l'avis d'un négociant du pays, les vins traités sont encore *en liqueur*, n'ont pas complètement réduit leur sucre; ils sont, en conséquence, difficilement goûtables; le témoin est terminé et se goûte bien. Les vins traités deviendront-ils meilleurs? arriveront-ils à être supérieurs au témoin? C'est ce que l'avenir dira. En se reportant aux appréciations émises sur les vins de 1898, il semble, cependant, qu'il y ait plus de chances pour cela, puisque, reconnus supérieurs en bouquet, ils ont néanmoins été appréciés au-dessous du témoin pour l'ensemble de leurs qualités¹.

J'ai quelque tendance à croire qu'il y a, dans l'élaboration des grands vins, d'autres facteurs que la fermentation alcoolique proprement dite et que, par conséquent, une stérilisation préalable des moûts, loin d'être un facteur d'amélioration, pourrait bien, au contraire, être une cause d'amoindrissement.

J'ai provoqué dans mon laboratoire l'étude de toute une série de vins de la Bourgogne, vieux et nouveaux, ordinaires et de grands crus. Elle a été faite par un jeune chimiste bourguignon directement intéressé à ces questions, et joignant à sa valeur scientifique une connaissance approfondie des vins de son pays. Nous avons sur ces vins, et avant de commencer, l'avis de dégustateurs expérimentés, de ceux qui savent ce qu'est un vin fait, qui savent aussi lire dans l'avenir d'un vin nouveau. Les

résultats ont été tout à fait inattendus: nous avons trouvé, dans tous les vins examinés venant des grands crus, des doses d'acides volatils et d'ammoniaque de l'ordre de celles que M. Gayon, pour les acides, et M. Müntz, pour l'ammoniaque, jugent suffisantes pour qualifier les vins de *malades*... Je sais bien que j'annonce là une chose en contradiction avec toutes les idées admises, car ni M. Gayon, ni M. Müntz n'ont pu croire, en voyant nos résultats, qu'il s'agissait de vins de grands crus et par-dessus le marché bien jugés par des dégustateurs, mais nos analyses ont été contrôlées et j'ai tout de même quelque tendance à attribuer la supériorité des grands Bourgognes à des fermentations *vicieuses* par rapport à la fermentation vinique normale, mais *parfaites* quant aux résultats. Le foie gras est bien une production pathologique, ça ne l'empêche pas d'être un régali.

Il serait cependant prématuré d'affirmer, car nos analyses, n'ayant porté que sur une seule série de vins, auraient besoin d'être répétées un grand nombre de fois et sur d'autres séries. Nous comptons, d'ailleurs, tenter la confirmation de cette hypothèse.

En attendant, je souhaite fort que toutes les tentatives d'amélioration ne portent pas sur les grands vins; je crains trop qu'une modification quelconque à des procédés nous donnant des vins parfaits, n'ait pour résultat de les amoindrir.

M. Kühn¹, voulant sans doute généraliser l'emploi de l'excellent stérilisateur qu'il avait créé pour les bières, s'est, à son tour, livré à quelques essais en grand sur de la vendange. Le stérilisateur de Kühn opère à l'abri de l'air et sous pression. Essentiellement, c'est un cylindre à parois résistantes, contenant un faisceau tubulaire, et dans lequel on introduit la vendange à chauffer, tandis qu'on fait circuler de l'eau chaude dans les tubes.

La pression s'établit d'elle-même par la dilatation de la masse, l'augmentation de volume amenant la compression d'une petite quantité d'air dans une chambre de faible volume qui surmonte le cylindre. Ce cylindre oscille sur son axe pour déterminer le renouvellement des couches liquides au contact des tubes.

La température de stérilisation obtenue, on opère le refroidissement en substituant de l'eau froide à l'eau chaude dans le faisceau tubulaire. Le *Girator* est donc un appareil intermittent.

Les résultats qu'il a donnés dans ses applications aux vins, ont été bons; mais il y a le côté économique de la question. L'amélioration constatée ne

¹ Les appréciations ci-dessus m'ont été communiquées par un bon dégustateur bourguignon ayant été à même de juger les vins dont il est question. Je n'ai dégusté moi-même que ceux faits en Tunisie.

¹ Voyez: La stérilisation industrielle des liquides par les actions combinées de la chaleur et des hautes pressions procédé E.-W. Kühn¹. Rapport présenté par M. R. Lezé au 2^e Congrès international de Chimie appliquée, Paris, 1896.

vaut pas le coût de l'opération, en faisant intervenir, bien entendu, l'amortissement de l'outillage, lequel est d'un prix très élevé.

Un *Girator* de grand modèle travaillant en rouge ne fait guère qu'une centaine d'hectolitres par jour. Avec de la bière, du lait ou même du moût blanc, le rendement va jusqu'à 160 hectolitres ; mais avec la vendange, les conditions plus difficiles de travail ne permettent pas d'atteindre ce chiffre. L'appareil est en bimétal (cuivre recouvert d'argent, les deux métaux étant laminés ensemble) dans toutes les parties en contact avec le vin ; son prix, d'après les notices de la *Compagnie générale de conservation des liquides*, serait de 35.000 francs, sans qu'il soit indiqué si cette somme comprend la machine à vapeur fournissant l'eau chaude et mettant les pompes et l'appareil en mouvement. L'amortissement d'une pareille somme, les dépenses de main-d'œuvre et de combustible assez considérables nécessitées par la marche du stérilisateur, forment un total évidemment trop élevé pour un appareil d'un rendement quotidien si faible.

J'ai vu des installations du *Girator* en Algérie et en France¹, au commencement et à la fin de septembre 1898. Dans tous les cas, cette installation a présenté de notables difficultés, inhérentes au transport d'un matériel très lourd. J'ai dégusté en octobre quelques-uns des vins blancs faits en France avec les cépages *picpoul* et *bouret*, etensemencés de levure de Chablis ; ils étaient incontestablement supérieurs aux vins obtenus des mêmes cépages sans stérilisation préalable des moûts. Je sais, d'autre part, que les vins faits en Algérie ont été très généralement meilleurs que les témoins réservés. Je n'ai eu entre les mains que quelques-uns de ces vins, les plus défectueux ; ils avaient été gâtés par un ensemencement trop copieux, c'est-à-dire par un pied de cuve trop vieux et en trop grande quantité. La chose n'infirme en rien la valeur du procédé ou de l'appareil ; c'est un accident, voilà tout.

Beaucoup plus simples sont les procédés suivis par MM. Kayser et Barba, dont les premières expériences importantes remontent à 1896. A cette époque, on aperçoit encore chez eux la préoccupation de soustraire les moûts à l'action de l'air. Ils opérèrent avec un *Girator* de M. Kühn, mis à leur disposition par un brasseur de Nîmes². Six pièces de vin furent faites, dont cinq ensemencées avec des levures diverses, sélectionnées par les auteurs, trois après stérilisation du moût, deux sans stérilisation préalable. Les auteurs cherchaient à bien

montrer la gradation d'action des levures, suivant que la stérilisation avait été opérée ou non. Soumis à la dégustation, les numéros 4 et 5 ensemencés respectivement de levures de Champagne et de Sauterne, ont été trouvés unanimement supérieurs au numéro 1 fermenté spontanément (témoin) et aux numéros 2 et 3, meilleurs eux-mêmes que le témoin, ensemencés des mêmes levures que les numéros 4 et 5, mais sans stérilisation. Le numéro 6, fermenté après chauffage par une levure de Cognac, a fourni à la distillation une eau-de-vie beaucoup plus fine que celles retirées des vins ordinaires du Midi.

Depuis 1896, MM. Kayser et Barba se sont efforcés de débarrasser la méthode de tous ses *impedimenta*, de façon à lui rendre les celliers accessibles. Ils ont tout d'abord démontré, et c'est là un point capital, que l'action de l'air sur les moûts chauds était loin d'être aussi défavorable qu'on le pensait. Le transvasement du moût encore chaud ou refroidi après chauffage peut très bien se faire au contact de l'air, qu'il s'agisse de moût blanc ou rouge, sans qu'on ait à constater le moindre dommage. A la température ordinaire, sans doute, le moût peut subir de la part de l'air des modifications profondes ; la vinification en blanc par aération utilise ces modifications, mais on sait que ces actions oxydantes se produisent par l'intermédiaire d'une diastase que la chaleur détruit ; il n'est donc pas surprenant que le moût acquière par le chauffage une immunité complète.

L'action de l'air ainsi réduite à sa juste valeur, le problème se simplifie singulièrement. Dans les expériences de MM. Kayser et Barba, postérieures à 1896, il n'est plus question d'outillage complexe et coûteux : de simples chauffe-vin à bain-marie suffisent, et, jugeant les résultats obtenus par les quelques vins que j'ai pu apprécier sur le grand nombre fait par ces expérimentateurs, j'ai le devoir de dire qu'ils sont excellents, d'accord en cela avec les diverses Commissions de dégustation appelées à examiner ces vins. Toujours les vins traités ont été supérieurs aux témoins.

Est-ce à dire que toutes les difficultés soient résolues ? Loin de là. MM. Kayser et Barba ont simplifié le problème ; ils ont obtenu autant par journée de travail, avec des outils ordinaires, qu'on a obtenu d'autre part avec des appareils dix fois plus coûteux ; ils ont, à mon avis, obtenu une amélioration souvent plus marquée, mais au moins égale à celle constatée dans les vins faits par MM. Rosenstiel et Kühn ; mais tout cela est encore insuffisant pour la pratique courante. L'appareil marchant à 70 hectolitres l'heure, en restant d'un prix abordable, est encore à construire. C'est aux constructeurs à solutionner ce dernier point.

¹ Ferme de la Bridje, près Alger ; Moulin de l'habra, près Perregaux ; Salins de Villeroy, près Cette.

² Voir le détail des expériences dans le rapport cité plus haut, pages 27 et 28.

III. — APPLICATIONS DE LA DIFFUSION A LA VENDANGE.

L'idée d'appliquer la *diffusion* à la vendange n'a rien de bien original, puisque l'industrie sucrière s'en sert depuis longtemps avec succès. Il est hors de doute que si, comme la fabrication du sucre, la vinification avait été la tâche d'industriels, au lieu de rester entre les mains des agriculteurs, des tentatives eussent été faites depuis longtemps dans cette voie.

Le traitement du raisin par la diffusion n'est cependant pas aussi simple que celui de la betterave. On se trouve ici en présence d'une matière qu'on ne peut pas débiter comme on veut, d'une matière très gélatineuse, se tassant avec une facilité extrême et opposant alors à la circulation des liquides des obstacles qu'on ne peut vaincre que par un outillage très compliqué et une main-d'œuvre très onéreuse. Ces difficultés n'existent plus ou sont considérablement amoindries si l'on opère sur des mares fermentés; aussi avons-nous pensé, dès la création de stations œnologiques, M. Semichon, mon collègue de l'Aude, et moi, qu'il y avait quelque chose à essayer dans ce sens.

Peu après nous, M. P. Andrieu, élargissant notre programme limité au traitement des mares fermentés, proposa la diffusion de la vendange fraîche. Il créa, dans ce but, un appareil très ingénieux, formé d'une batterie d'éléments, permettant la vinification en blanc ou en rouge à volonté, par l'adjonction, dans le cas du rouge, d'un caléfacteur portant le moût à 70° au contact des pellicules dans une partie de l'appareil.

Les premiers essais en grand, faits dans le département de l'Aude, datent de 1898. Ils furent arrêtés, peu après leur début, par l'explosion d'un des éléments de la batterie, survenue par suite d'un commencement de fermentation et l'obstruction d'un tube d'évacuation de l'acide carbonique, établi d'une section trop faible. Cet accident ne pouvant condamner la méthode, les expériences furent reprises cette année même (1899) encore dans l'Aude, à Sallèles, pour vins rouges, à Castelnaudary pour blancs. D'après M. Andrieu lui-même, auquel je dois le renseignement, les résultats n'ont pas été brillants. Dans les vins rouges obtenus, la couleur s'est cassée sous l'action probable des parties métalliques de l'appareil sur le moût. Pour la vendange vinifiée en blanc, on a beaucoup mieux obtenu; les moûts étaient très beaux, ils ont fourni de très bons vins, meilleurs que les témoins, mais la batterie n'a pas pu donner plus de 80 hectolitres par jour. Quand on voulait pousser le rendement plus haut, le raisin n'était pas épuisé, il fallait nécessairement revenir au taux de 6 à 7 hectolitres à l'heure. Malgré les résultats obtenus, l'appareil,

sinon la méthode, est à rejeter, car il s'agit encore ici d'un outillage très coûteux, nécessitant un personnel relativement nombreux.

Les essais de diffusion appliquée aux mares fermentés ont eu plus de succès. L'opération se fait dans une batterie de cuves de contenance variable, suivant les quantités de vendange à traiter journellement. Le marc remplissant les cuves est soumis à l'action d'un courant d'eau ascendant; une partie du vin est refoulée par ce piston hydraulique montant, le reste passe dans l'eau par diffusion. Le liquide d'une cuve passe toujours de bas en haut dans une seconde, une troisième, jusqu'à une neuvième, à laquelle on peut recueillir du vin rigoureusement pur si la batterie travaille dans de bonnes conditions. On recueille ce vin à raison de 65, s'il s'agit de moût égoutté, mais non pressé, 45 pour du moût pressé, pour cent du poids de la charge de cette neuvième cuve. A ce moment, la première est épuisée; on la décharge, on la recharge de marc frais; la seconde devient première, la première neuvième et on continue jusqu'à ce que le marc manque pour alimenter. On ne recueille plus alors que des piquettes à degré décroissant jusqu'à l'eau pure.

Dans la pratique, évidemment, la discontinuité de marche résultant des opérations de décharge et de chargement est évitée par l'usage d'une batterie de 10, 11 ou 12 cuves, dont 9 sont en travail constant, tandis que les autres sont en charge ou décharge.

Depuis la première communication faite en collaboration avec M. Semichon, je n'ai pas cessé de m'occuper de cette question. Dès 1896, j'appliquais la méthode, encore au laboratoire, sur 1.000 kilos de marc; en 1897, j'opérais dans un cellier sur une dizaine de tonnes; enfin, en 1898, j'ai pu faire un véritable essai pratique portant sur 40.000 kilos de marc pris avant ou après pressurage, essai dans lequel j'ai obtenu un succès complet. Cette année, un grand nombre de batteries ont été établies sur mes indications. L'une d'entre elles, composée de 10 cuves de 200 hectolitres chacune, installée dans une grande exploitation du Gard, a traité quotidiennement, pendant toute la vendange, l'énorme masse de 28.000 kilos de marc pressé. Je ne crois pas exagérer en disant que plus de 50.000 hectolitres de vin de diffusion ont été produits cette année dans la région méridionale. La méthode s'est donc rapidement répandue, à tel point même que les viticulteurs n'ont pas été seuls à l'utiliser.

Certains distillateurs de marc ont jugé plus rémunérateur de diffuser les mares pressés qu'ils achetaient et de vendre le vin produit plutôt que d'en faire de l'alcool; des industriels ont même établi des batteries dans le but exclusif de faire du vin avec des mares pressés, achetés autour d'eux,

et cela avec le consentement de l'Administration des Contributions indirectes.

Le laboratoire du Ministère des Finances, appelé à donner son avis sur ces vins, les a d'ailleurs admis au régime du vin, après analyse de quelques échantillons transmis par la Régie.

Il est hors de doute que le mouillage est facile avec l'emploi d'un pareil procédé; la tentation peut être forte de vouloir pousser le rendement au delà des chiffres indiqués; il va sans dire qu'en y cédant

on fera des vins mouillés justiciables de la Régie. Mais il faut le vouloir, et je suis certain que, si bon nombre de viticulteurs voient dans la diffusion un moyen très pratique d'épuisement des mares, aucun ne songera à s'en servir pour allonger une récolte, opération que la moindre pompe suffit à faire.

L. Roos,

Docteur ès sciences,
Directeur de la Station œnologique de l'Hérault.

LE MÉCANISME DU GLISSEMENT DANS LE RÈGNE VÉGÉTAL

La notion de la fonction de glissement s'est accréditée depuis longtemps dans la Physiologie animale.

Chez les végétaux, des phénomènes analogues s'accomplissent, mais dans des limites très étroites de temps et d'espace, et se trouvent masqués par des fonctions accessoires intercurrentes. Dans les pages qui vont suivre, je ferai ressortir que la fonction des productions muqueuses et gélatineuses, qui se présentent si fréquemment dans le règne végétal et qu'on a très diversement envisagées, est d'intervenir dans le mécanisme de cette fonction de glissement.

Les opinions les plus importantes émises jusqu'à présent sur la signification biologique du mucus superficiel, sont exposées dans les travaux de Stahl et de Goebel. En 1888, Stahl, dans un travail intitulé: « Les Plantes et les Limaces »¹, déclare que les enduits muqueux et gélatineux constituent des moyens de protection efficaces contre les atteintes des animaux herbivores et en particulier des limaces. Tandis que les données de Stahl concernent à la fois les plantes aquatiques et terrestres, Goebel² attribue au mucus une signification différente, suivant qu'il est en contact avec l'air ou avec l'eau. L'opinion de Goebel, qui a été défendue par lui-même dans divers écrits et par plusieurs de ses élèves (Kühn³, Raciborski⁴, Ruge⁵, Schilling⁶),

est que, dans le premier cas, le mucus garantit le végétal contre le dessèchement. Chez les plantes aquatiques, au contraire, le rôle du revêtement muqueux qui retient l'eau très énergiquement, est de rendre plus difficile la pénétration de cette eau dans leur intérieur.

Je ne me suis nullement proposé dans cet article de vérifier la valeur de ces deux opinions¹. J'ai bien plus en vue de montrer ici que l'on doit, sans nier l'existence de nombreuses fonctions accessoires, attribuer le rôle d'un moyen de glissement au mucus épidermique que l'on rencontre dans de grands groupes de végétaux.

I

Si l'on se pose la question de savoir quelle est la signification de la sécrétion muqueuse à la surface du corps des Poissons, on lui attribuera en première ligne le rôle d'agent protecteur contre les blessures. Si l'animal n'avait pas d'enduit muqueux, il serait, en nageant, facilement blessé par le contact inévitable des objets durs qu'il rencontrerait sur son chemin. Mais, comme la surface de son corps est lubrifiée, il peut glisser lorsqu'il subit un choc, sans souffrir du contact. L'anguille ne pourrait certainement vivre entre les pierres et autres objets durs si sa peau n'était recouverte d'une couche très épaisse de mucus.

Envisageons maintenant les *Algues* et tout d'abord celles qui possèdent la faculté de se mouvoir activement. Chez ces plantes, la présence d'enduits muqueux et gélatineux est très fréquente, particulièrement chez les espèces mobiles.

Le mouvement actif, qui, chez les *Oscillariées*, appartient aussi aux filaments adultes, ne se rencontre chez les autres *Cyanophycées* que chez les

¹ STAHL : Pflanzen und Schnecken, Iéna, 1888. Tiré à part du *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, u. Medizin*. B. I. XXI, N. F. XV.

² GOEBEL : *Pflanzenbiologische Schilderungen*. Marburg, 1889-1891, I, II.

³ KÜHN : Untersuchungen über die anatomie der Marathiacen und anderer Gefasskryptogamen. *Flora*, 1889, Bd LXXII, p. 457-504.

⁴ RACIBORSKI : Die Schutzvorrichtungen der Blüthenknospen. *Flora*, Erz., 1893, Bd LXXXI, p. 151-191.

⁵ RUGE : Beitr. z. Kenntniss der Vegetationsorgane der Lebermoose. *Flora*, 1893, Bd LXXVII, p. 279-311, Taf. IV.

⁶ SCHILLING : Anatomisch-biolog. Untersuchungen über die Schleimbildung der Wasserpflanzen. *Flora*, 1894, Bd LXXVIII, p. 280-360.

¹ Je renvoie à ce sujet au travail détaillé que j'ai publié. HUNGER : *Ueber die Function der oberflächlichen Schleimbildungen im Pflanzenreiche*. Leyde, 1899.

hormogonies mobiles. L'existence de la motilité est toujours accompagnée de la présence d'une enveloppe gélatineuse. Au contraire, lorsque les hormogonies perdent la faculté de se mouvoir, qui n'est, du reste, que de courte durée, et qu'elles s'accroissent pour former un nouveau thalle, elles se débarrassent en même temps de leur enveloppe gélatineuse.

Les *Diatomées* sont mobiles ou fixées. A leur tour, les formes mobiles, ou bien se tiennent en suspension dans l'eau (*Diatomées du plancton*) ou bien s'attachent au substratum (sol, pierres, plantes aquatiques) (*Diatomées du fond*). Les *Diatomées* du fond libre possèdent des mouvements actifs et il est toujours facile de constater chez elles la présence d'une coque gélatineuse. Chaque cellule possède des capuchons gélatineux sur ses carènes, c'est-à-dire aux endroits où, lors des mouvements, le contact avec les corps étrangers doit se faire surtout. La signification que j'attribue à la coque gélatineuse des *Oscillariées* et des hormogonies d'autres *Cyanophycées*, ainsi qu'aux capuchons gélatineux des *Diatomées*, est identique à celle de l'enduit muqueux des Poissons. Ils constituent un moyen de protection contre les traumatismes. C'est ainsi que les filaments d'*Oscillaires* peuvent glisser le long des objets qui reposent sur le substratum sans être blessés par leur contact, et que les arêtes de la carapace des *Diatomées* agissent vis-à-vis des contusions très fréquentes à la manière de buttoirs.

Les travaux de Klebs¹ nous ont bien éclairés sur les mouvements des *Desmidiacées* et nous savons aujourd'hui que leur progression n'est possible que grâce à la sécrétion du pédicule muqueux qui se produit pendant le mouvement. J'attribue toutefois à la gélatine sécrétée à la surface du thalle des *Desmidiacées*, ainsi qu'à l'enveloppe gélatineuse des *Spirogyres*, la même fonction que chez les plantes signalées plus haut (*Oscillariées* et *Diatomées*). Mais, que se passe-t-il pour les Algues qui ne présentent pas de mouvement actif et qui ont cependant une enveloppe gélatineuse? D'après moi, le rôle principal du mucus et de la gélatine doit être, chez toutes les Algues, soit qu'elles aient des mouvements actifs ou passifs, soit qu'elles restent immobiles, de constituer un moyen de protection contre les blessures mécaniques. Chez les Algues marines, où le mouvement passif est particulièrement intense, la formation de mucus est partout très répandue.

Disons maintenant quelques mots des plasmodes des *Myxomycètes* et spécialement des *Physarum*,

dont les traces muqueuses sont bien connues. De même que la reptation d'une limace sur le substratum est facilitée par la couche muqueuse qui est sécrétée par le pied, de même le mucus, dont la trace indique le chemin suivi par un *Myxomycète* lorsque celui-ci se met à ramper, est comme un enduit lubrifiant qui permet au plasmode de structure délicate de cheminer sur les objets durs sans en souffrir.

II

La présence de mucus à l'extrémité de la racine et sur les poils radicaux est connue depuis longtemps. Dans le premier cas, le mucus provient de la désorganisation des cellules superficielles de la coiffe. Pour les poils radicaux, c'est la couche la plus externe de la membrane qui se gélifie. Quelle fonction le mucus a-t-il à remplir dans ces cas? Nous nous trouvons ici en présence d'opinions très diverses, dans le détail desquelles je n'entrerai pas¹.

D'après Sachs, l'enveloppe muqueuse de la pointe des racines et des poils radicaux agit de la même manière que chez beaucoup d'animaux, les vers de terre, par exemple, comme une espèce d'enduit qui facilite la pénétration et la croissance, parce qu'elle donne à leur surface lubrifiée la faculté de glisser et leur assure une protection efficace contre les blessures auxquelles les parties végétales souterraines sont souvent exposées.

J'attribue la même fonction au mucus qui se forme lors de la production endogène des racines latérales. Van Tieghem et Douliot² appellent la partie extérieure de la coiffe de la racine latérale « poche » ou « poche digestive », parce qu'ils supposent, avec raison, que celle-ci sécrète un enzyme, qui agit sur le tissu cortical de la racine principale en la dissolvant et ouvre ainsi un chemin vers l'extérieur à la jeune racine latérale. La poche commence d'assez bonne heure à se désorganiser, en même temps que la couche corticale qui se trouve en rapport immédiat avec elle. Cette désorganisation aboutit finalement à un ramollissement muqueux complet de la poche et des couches corticales sus-jacentes, et c'est par là que la jeune racine latérale sort du corps de la racine principale. La racine latérale en voie de croissance possède dans le mucus un enduit qui diminue considérablement les frottements qu'elle subit en traversant les couches corticales. — Les observations faites au Mexique par G. Karsten³ sur

¹ Je renvoie, à ce sujet, au travail que j'ai publié et qui a déjà été signalé plus haut. *L. c.*, p. 20-28.

² VAN TIEGHEM et DOULIOT : Recherches comparatives sur l'origine des membres endogènes, *Ann. des Sc. nat., Bot.*, 1888, série VII, t. VIII.

³ G. KARSTEN : Notizen über einige mexikanische Pflanzen. *Berichte d. Deutsc. Botan. Gesellsch.* 1897, Bd XV, Heft 1, p. 11.

¹ KLEBS : Ueber Bewegung und Schleimbildung der Desmidiaceen, in *Biol. Centralblatt*, 1883, t. V, n° 12, p. 353.

Okenia hypogæa, Nyctaginée du littoral, sont également d'un grand intérêt pour la question qui nous occupe, car elles confirment d'une manière irréfutable l'existence de la fonction de glissement.

Parlons à présent de la production de mucus des végétaux parasites qui pénètrent dans l'intérieur des plantes et considérons d'abord le mode de croissance des racines intra-corticales de *Viscum album*. La pointe de la racine tout entière est constituée par une masse parenchymateuse dont les cellules superficielles paraissent séparées latéralement les unes des autres et se sont transformées en éléments obtus et filamenteux d'une longueur considérable. De cette manière, toute la pointe de la racine a, plus ou moins, l'aspect d'un pinceau entouré d'une substance transparente et muqueuse. Les rhizomorphes en voie de croissance se comportent d'une façon tout à fait analogue. Les hyphes de la pointe des rhizomorphes sont, à ce point de vue, très comparables aux éléments pileux de la pointe des racines corticales de *Viscum album*.

Les travaux de Brefeld¹ et de Hartig² nous ont appris avec quelle rapidité se fait la croissance de la pointe des cordons des rhizomorphes et, dans ce déplacement rapide, les obstacles à franchir ne doivent pas être de peu d'importance. S'il est vrai que, pour les vaincre, les processus chimiques de dissolution jouent un rôle considérable, nous ne nous trompons certainement pas non plus en attribuant au mucus des rhizomorphes et des racines corticales de *Viscum* la même signification qu'à celui de la pointe des racines. Les frottements sont diminués par le mucus qui agit comme un enduit lubrifiant qui, de plus, protège la pointe délicate de la racine contre les traumatismes.

En ce qui concerne la fréquence de la sécrétion muqueuse épidermique chez les Hépatiques, il suffit de rappeler les paroles de deux naturalistes. Gœbel³ dit : « Le point végétatif de toutes les Hépatiques, peut-être, est recouvert de mucus, de même que cela arrive souvent pour leurs organes sexuels », et Ruge⁴ déclare que « la sécrétion de mucus se produit chez toutes les Hépatiques sans exception ». Le point végétatif est enveloppé d'une couche plus ou moins épaisse de mucus, qui provient ou bien de poils superficiels (*Marchantiniées* ou *Jungermanniées*) ou bien de cavités muqueuses intérieures (*Anthocérotaées*)⁵.

Si nous comparons la production du mucus chez ces trois groupes d'Hépatiques, nous arrivons à ce résultat que celle-ci est la même chez tous, à deux points de vue : premièrement, en ce qu'elle est passagère et, secondement, en ce qu'elle est étroitement liée aux premiers stades du développement. Au point de vue où je me place, la nature de l'habitat ne détermine pas le rôle du mucus comme le veut Gœbel; mais celui-ci se rattache aux conditions spécifiques de la croissance des Hépatiques, à leur manière de croître en rampant et en s'appliquant sur le substratum, qui est commune à presque toutes.

Chez ces Hépatiques qui rampent et qui s'accroissent au substratum, il est inévitable que, lors de la croissance du thalle (*Marchantiniées*, *Jungermanniées à frondes* et *Anthocérotaées*) ou des parties jeunes de la tige (*Jungermanniées à feuilles*), il s'établisse des frottements entre les parties en voie de croissance et le substratum, et c'est la pointe délicate de ces parties qui est soumise presque exclusivement aux frottements. Or, précisément à ces endroits, on trouve toujours une production abondante de mucus, de telle sorte qu'il est tout à fait indubitable que le mucus joue ici un rôle important, d'abord pour faciliter la reptation sur le substratum, ensuite pour protéger le végétal contre les blessures auxquelles le thalle peut être exposé lorsqu'il progresse.

Je citerai encore, à l'appui de ma manière de voir, l'exemple que voici : là où l'on trouve dans le thalle des Hépatiques une nervure médiane bien marquée faisant saillie du côté ventral, comme, par exemple, chez *Blyttia*, *Mörkia*, *Umbraculum*, *Podomitrium*, etc., on peut constater que la disposition des papilles muqueuses est principalement et souvent même exclusivement (*Blyttia*) limitée à la nervure médiane en voie de croissance.

III

Chez les *Fougères*, la sécrétion muqueuse n'a été, jusqu'à présent, que très rarement étudiée d'une manière un peu approfondie. La sécrétion muqueuse dont je veux parler émane des trichomes filiformes qui se montrent en petit nombre à la surface de la fronde enroulée, en plus grande quantité sur les parties repliées à l'intérieur. Ces trichomes ont une cellule terminale gonflée remplie de mucus, qui crève quand elle est en contact avec de l'eau. Les endroits où les poils muqueux sont le plus abondants se trouvent toujours au côté dorsal et ventral de la fronde en crosse. Plus vers l'intérieur, ils se présentent le plus fréquemment là où les bords du pétiole enroulé sont en contact l'un avec l'autre. Gœbelier fait déjà res-

¹ BREFELD : *Bot. Unters. über Schimmelpilze*. Leipzig, 1877, Heft 3. Basidiomyceten, I, p. 151.

² HARTIG : *Unters. aus dem forstbotan. Institut. zu München*. Berlin, 1883, Heft 3, p. 107, Taf. VI, fig. 36 et 37.

³ GOEBEL : *Pflanzenbiol. Schilderungen*, II, p. 209.

⁴ RUGE : *Beitrage zur Kenntniss der Vegetations-Organen der Lebermoose*. *Flora*, 1893, Bd LXXVII, p. 295.

⁵ J'adopte ici la classification de SCHIFFNER. Voyez ENGLER et PRANTL : *Natürliche Pflanzenfamilien*, 1893-1895, T. I, Abth. 3.

sortir, à très juste titre¹, que partout où, dans le bourgeon, il y a contact de parties superposées, ces poils muqueux se montrent aussi.

Mes recherches personnelles m'ont, de plus, appris que les frondes de Fougères qui sont le plus étroitement enroulées montrent la plus grande accumulation de poils muqueux entre leurs spires, et qu'au contraire, sur les frondes qui ne sont pas enroulées ou qui le sont lâchement, le mucus peut faire complètement défaut. Il existe ainsi un rapport entre la forme de la fronde et la sécrétion muqueuse qui s'y présente. De plus, il est à remarquer que, là où la sécrétion muqueuse est la plus forte, les écailles manquant complètement, elle paraît se charger des fonctions de ces dernières.

Les frondes des *Asplenium*, dont j'ai étudié quatorze espèces, sont toutes assez étroitement enroulées; aussi, les poils muqueux ne manquent-ils jamais entre leurs spires. On trouve ces poils muqueux en abondance chez *Onychium japonicum*, *Trichomanes radicans*, *Blechnum spicans*, *Aspidium Serra*, *Polypodium pustulatum*, etc. Mais au point de vue qui nous occupe, aucune de ces espèces ne peut rivaliser avec le *Nephrodium callosum*, qui se trouve près des ruisseaux des gorges boisées et humides de l'ouest de Java.

Je renonce à examiner si la sécrétion muqueuse peut, dans d'autres circonstances, avoir l'utilité dont on a parlé jusqu'à présent, et je passe à l'exposé de ma propre interprétation. On comprend que, lors du déploiement d'une fronde étroitement enroulée, des frottements surviennent nécessairement; or, précisément aux endroits où les frottements sont les plus forts, c'est-à-dire aux côtés dorsal et ventral des spires, nous voyons une accumulation considérable de poils à mucus. Grâce à l'éclatement de ces poils muqueux, les parties qui se touchent intimement en se superposant sont lubrifiées et peuvent, par conséquent, glisser les unes sur les autres, circonstance qui doit, dans une large mesure, faciliter le déroulement. Le stade de déroulement est-il dépassé, la sécrétion muqueuse n'a plus de fonction à remplir; aussi, voyons-nous les poils à mucus se dessécher bientôt et disparaître complètement. J'invoquerai encore en faveur de mon opinion le fait que, chez les plantes où lors du déploiement il ne peut être question de frottements, on ne trouve pas non plus de sécrétion muqueuse. Chez les *Adiantum*, — où la fronde est si lâchement enroulée que, même dans les stades les plus jeunes, il n'y a presque pas de contact intime des spires entre elles, et où, par suite, lors du déploiement il n'y a pas de frottements, — la pré-

sence de dispositifs tendant à les diminuer est superflue et il n'existe pas de sécrétion muqueuse. Il en est de même pour les *Ophioglossum* et *Botrychium*, chez lesquels la fronde n'est pas enroulée en crosse; leur bouton est si lâche qu'on ne peut penser là non plus à des frottements nuisibles. Dans les cas où la sécrétion muqueuse est remplacée par d'abondantes écailles (*Aspidium*), celles-ci sont, il est vrai, sèches, mais comme elles sont en même temps très lisses, elles peuvent servir aussi à faciliter le glissement des segments qui se déroulent lors du déploiement de la fronde.

IV

C'est Hanstein⁴ qui, le premier, en 1868, étudia d'une manière approfondie la sécrétion muqueuse, et cela en particulier chez les bourgeons végétatifs. Les plantes chez lesquelles Hanstein constata la sécrétion muqueuse la plus abondante furent les *Polygonées* (*Polygonum*, *Rumex*, *Rheum*). Il trouva que ce mucus se forme principalement à la surface interne des prolongements membraneux des étuis ligulaires (« oehrea »), dans lesquels les jeunes parties du bourgeon en voie de croissance restent toujours longtemps et étroitement enveloppées.

Pourquoi les *Polygonées* produisent-elles si grande quantité de mucus et quel usage en font-elles? C'est ce que je vais chercher à expliquer maintenant. Dans ce but, il est peut-être utile de citer d'abord un certain nombre d'exemples, pris dans d'autres familles, chez lesquels j'ai constaté pareillement une sécrétion muqueuse. J'ai rencontré celle-ci chez les *Ficaria ranunculoides*, *Ranunculus cassubicus*, diverses espèces d'*Helleborus*, les *Viola sylvestris*, *Valeriana Phu*, *Centranthus ruber*, *Valerianella coronata*, *V. Szovitsiana*, *V. auricula*, *V. eriocarpa*, *Chenopodium bonus Henricus*, *Saxifraga crassifolia*, etc.

Ces plantes, à quelque famille qu'elles appartiennent, possèdent toutes des gaines foliaires plus ou moins développées, dans lesquelles les jeunes parties du bourgeon sont étroitement emprisonnées pendant leur croissance. La forme engainante de la base foliaire et la sécrétion muqueuse paraissent donc être en corrélation ici, de telle sorte que nous devons nous demander comment il faut interpréter ce rapport. Ainsi que nous l'avons déjà dit, la jeune feuille, dans le bouton, est toujours étroitement enveloppée par la gaine de la feuille plus âgée; pour sortir de cette gaine, elle a à vaincre une certaine résistance due au frottement. Cet obstacle est

¹ GOEBELER : Die Schutzvorrichtungen am Stammscheitel der Farne. *Flora*, 1886, Bd LXIX, n° 29-31, Taf. XI.

⁴ HANSTEIN : Ueber die Organe der Harz- und Schleim Absonderung in den Laubknospen. *Bot. Zeit.*, 1868, n° 43-46, Taf. XI et XII.

diminué ici encore par la présence du mucus, qui agit comme un enduit lubrifiant.

De plus, on trouve des poils à mucus non seulement sur la face interne des gaines, mais encore souvent sur les jeunes feuilles enveloppantes. Chez les *Rumex Patientia*, *Rumex alpinus*, *Polygonum cuspidatum*, certaines espèces de *Rheum* et *Chenopodium*, *Oxyria elatior*, *Tradescantia zerbrina*, etc., où les jeunes feuilles sont enroulées par les bords soit en dessus, soit en dessous, j'ai toujours trouvé, sur les deux faces de ces feuilles, une quantité considérable de papilles muqueuses auxquelles j'attribue la même signification¹.

V

La sécrétion muqueuse chez les plantes aquatiques est un phénomène extraordinairement fréquent qui se présente sur les parties les plus diverses. D'une façon générale, le mucus doit servir à protéger contre les blessures de toute espèce les tissus qui ne sont pas encore suffisamment résistants, tels que les bourgeons et les jeunes feuilles. Les organes encore tendres et incomplètement développés possèdent, dans leur revêtement muqueux, un moyen de glisser sans préjudice le long des corps avec lesquels ils sont en contact. Le mucus, qui met les bourgeons à l'abri des blessures mécaniques, agit en même temps comme un enduit lubrifiant et diminue les frottements qui se produisent entre les organes lors de l'épanouissement. Il existe de nombreux exemples de ce fait. Les feuilles étroitement enroulées dans le bourgeon, par exemple chez les *Brasenia*, *Cabomba*, *Nuphar*, etc., possèdent, grâce à la sécrétion muqueuse fournie par des poils superficiels, un moyen de glissement qui facilite leur déploiement.

Si des stipules entrent dans la constitution du bourgeon, comme c'est le cas pour les *Nymphaea*, *Euryale*, etc., on peut constater qu'elles ont toujours des poils muqueux, mais seulement sur le côté tourné vers la feuille à laquelle elles appartiennent. De même que pour les plantes terrestres, on trouve, chez les plantes aquatiques dont le pétiole présente une expansion engainante, une sécrétion muqueuse importante à l'intérieur de cette gaine. Il en est ainsi, par exemple, chez les *Ranunculus fluitans*, *Caltha palustris*, *Limnanthemum nymphæoides*, *Meynantes trifoliata*, etc., dont les gaines entourent les jeunes feuilles de telle sorte que lors de leur sortie des frottements doivent se produire : le mucus agit

ici de nouveau comme un enduit onctueux, et la jeune feuille glisse hors de son enveloppe sans avoir subi le moindre dommage. Même chez les Monocotylédones, dont les espèces terrestres, à l'exception des *Tradescantia*, ne nous ont jamais présenté de sécrétion muqueuse, on trouve généralement du mucus dans les espèces aquatiques (*Vallisneria*, *Hydrocharis*, *Trianea*, *Alisma*, etc.).

VI

En terminant, je sortirai des limites de mon propre champ d'investigation pour chercher des analogies dans le règne animal. Si la sécrétion muqueuse est effectivement destinée à faciliter le déplacement, les mouvements de croissance et le déploiement, il faut, semble-t-il, que, chez les animaux pour lesquels le mouvement est une des manifestations vitales les plus importantes et constitue une des conditions mêmes de l'existence, on trouve des productions semblables. Nous avons déjà vu que, pour la locomotion dans l'eau, la sécrétion muqueuse superficielle facilite au même titre le mouvement chez les plantes et les animaux. Mais la série des analogies s'étend plus loin, car le mucus joue certainement encore un rôle très important pour assurer le glissement dans deux autres grandes fonctions de l'animal : la digestion et le mouvement articulaire.

On sait combien l'absorption des premières bouchées de nourriture provoque une abondante sécrétion salivaire; celle-ci enrobe la substance, souvent sèche, dont les muscles de la bouche font alors des masses arrondies, qui peuvent ainsi descendre dans l'estomac par l'œsophage également lubrifié grâce à du mucus. Dans toute l'étendue du canal intestinal se trouvent d'innombrables cellules caliciformes produisant du mucus, qui renouvellent constamment la muqueuse éliminée et utilisée. Elles permettent au contenu de l'intestin, qui devient de plus en plus consistant au fur et à mesure qu'il descend, de cheminer en glissant sous l'influence des mouvements péristaltiques du tube digestif. Mais, comme partout, la fonction de glissement est associée à la protection contre les blessures; et les cas fréquents dans lesquels des dents artificielles, des aiguilles, des lames de couteau ont pu franchir le tube digestif étroit et long de plus de huit mètres sans déterminer de lésions, montrent suffisamment la grande importance du mucus dans le transport des ingesta, comme moyen de protection vis-à-vis des traumatismes.

Enfin, c'est dans les articulations des animaux que le rôle du mucus dans la fonction de glissement nous apparaît sous sa forme la plus pure; il ne peut servir ici qu'à faciliter le mouvement des

¹ Bien que j'aie examiné un grand nombre de Monocotylédones, je n'ai pu trouver nulle part de sécrétion muqueuse, à l'exception de l'espèce de *Tradescantia* que j'ai déjà signalée plus haut. Comment cette absence s'explique-t-elle? Je ne puis m'étendre là-dessus davantage et je renvoie aux pages 58 et 59 de mon travail.

surfaces osseuses qui frottent l'une contre l'autre. De même que pour les diverses parties d'une machine, dans les articulations, les condyles osseux glissent dans les cavités osseuses. Lorsque des mouvements forcés à grande excursion s'accomplissent sur un espace étroit et que les surfaces de glissement sont intimement appliquées l'une sur l'autre, il est clair que des frottements très considérables doivent en résulter. Si, dans des mouvements de trop longue durée, la synovie, cette huile articulaire comme on l'a appelée, est plus vite utilisée qu'elle ne se régénère, il en résulte une difficulté plus grande de la fonction locomotrice, difficulté qui aboutit au trouble et même à la suppression de la fonction.

Ces faits empruntés à la Physiologie animale ne me semblent pas sans valeur pour la question qui nous occupe, parce qu'ils montrent de la façon la plus

nette, et sous une forme qui exclut toute fonction accessoire simultanée, la signification biologique du mucus comme moyen de glissement et comme moyen mécanique de protection.

Dans le présent article, je me suis efforcé de comparer à un même point de vue biologique les grands groupes du règne végétal. Chez les plantes qui exécutent des mouvements de locomotion, de croissance ou d'épanouissement, j'espère avoir fourni la preuve qu'il est légitime d'admettre l'existence de dispositifs destinés à faciliter ces mouvements, et que l'on doit, sans préjudice pour de multiples fonctions secondaires, attribuer dès à présent au mucus, dans le règne végétal, le rôle d'un moyen de glissement et de protection contre les traumatismes.

F.-W.-T. Hunger,

Docteur ès sciences,
Assistant au Jardin botanique de Buitenzorg.

REVUE ANNUELLE DE GÉOGRAPHIE ET D'EXPLORATION

La connaissance du globe progresse simultanément de deux façons : l'exploration est privée et officielle : il y a des explorateurs qui ne sont que de simples particuliers ; il y en a d'autres qui, exerçant, en pays extra-européen, un emploi civil ou militaire, se livrent à l'exploration par surcroît ; on pourrait les nommer les « fonctionnaires-explorateurs. »

De tout temps, il s'est rencontré des hommes tourmentés du désir de connaître les pays situés au-delà des limites de leur horizon. Les erreurs mêmes qui figurent sur les portulans et sur les anciennes cartes prouvent leur curiosité intellectuelle. A défaut de notions exactes, ils aimaient mieux donner aux continents certaines formes purement imaginaires, plutôt que de s'abstenir de se les figurer. Telle est la puissance de cette passion de l'inconnu sur celui qui en est possédé, qu'il affronte sans hésiter fatigues, privations et maladies. Il ne craint même pas de multiplier notablement ses chances de mort. Combien de victimes l'Afrique n'a-t-elle pas faites, depuis qu'en 1805 Mungo-Park disparaissait dans les flots du Niger ! et cependant le nécrologe africain s'accroît, malheureusement, chaque année de noms nouveaux.

Connaître la Terre est donc la forme que revêt de préférence dans certains esprits ce désir de savoir, propre à notre nature et qui reste toujours en éveil en dépit des vains efforts du dogmatisme religieux pour l'endormir. L'explorateur de vocation cherche, indépendamment de toute considération personnelle, à satisfaire ce désir.

De ces hommes aventureux, avides de connaissances, jamais il n'y en a eu davantage que dans notre siècle. Un beau jour, après avoir dit adieu à quelques amis, sans bruit et sans éclat, ils sont partis : René Caillié ou Barth pour le Soudan, Nachtigal, Rohlf, ou Lenz, pour le Sahara, Schweinfurth ou Junker pour le Haut-Nil, le vicomte de Foucauld pour le Maroc, Antoine d'Abbadie pour l'Éthiopie. On allongerait à loisir la liste de ces simples voyageurs, qui, sans espoir de rémunération pécuniaire, ni de « décorations », ont, pour la seule satisfaction scientifique, dessiné quelque trait nouveau de « la face de la Terre ».

Il existe une autre catégorie d'explorateurs, qui ne le sont pas devenus volontairement, mais plutôt par occasion et par le hasard des événements.

La conquête des contrées africaines, asiatiques, océaniques par les Puissances européennes y a conduit beaucoup de fonctionnaires civils et militaires, qui dans d'autres circonstances politiques n'eussent jamais quitté l'Europe. Mais la vue quotidienne d'une nature si différente de celle à laquelle ils étaient accoutumés, a piqué la curiosité de certains d'entre eux et excité leurs facultés d'observation. En 1881, pendant la campagne de Tunisie, quelques officiers du corps expéditionnaire, qui avaient très probablement oublié le peu de latin qu'ils avaient jadis appris au collège, voyant en quantité des ruines antiques éparses dans la campagne et des pierres couvertes d'inscriptions, devinrent spontanément archéologues et épigraphistes, et adressèrent à l'Académie des Inscriptions et

Belles-Lettres des communications qu'elle reçut avec intérêt. De même, la Géographie bénéficie de la bonne volonté et du zèle d'officiers, de médecins militaires, de résidents civils.

Si ces travaux d'exploration contribuent à distraire de l'ennui ces fonctionnaires isolés dans des postes lointains, souvent aussi ils s'imposent à eux comme une nécessité. La connaissance de la région qu'ils ont mission d'administrer, de ses ressources économiques, de ses habitants guide leur administration et devient, s'ils l'approfondissent, un puissant moyen de domination. Le général Gallieni disait très justement dans son *Rapport d'ensemble sur la situation générale de Madagascar* : « C'est l'étude des races qui occupent une région qui détermine l'organisation politique à lui donner, les moyens à employer pour sa pacification. Un officier qui a réussi à dresser une carte ethnographique suffisamment exacte du territoire qu'il commande est bien près d'en avoir obtenu la pacification com-

organisé officiellement l'exploration en dehors des limites de sa domination, et envoyé au Tibet ses agents indigènes, ses « *poundits* » dont il livre les travaux au public, mais cache avec le plus grand soin aux autorités tibétaines le nom et la personnalité.

Présentement, l'exploration privée et l'exploration officielle s'exercent conjointement avec des fortunes variées dans les différentes parties du globe. Elle sont représentées l'une et l'autre dans cette Revue annuelle de Géographie et d'Exploration.

I. — LES CAROLINES.

La cession récente des Carolines aux Allemands par les Espagnols donne aux explorations du Dr Christian¹ dans cet archipel océanique, un intérêt particulier.

L'archipel des Carolines s'étend au nord de la Nouvelle-Guinée, sur 2.400 kilomètres, de Yap à

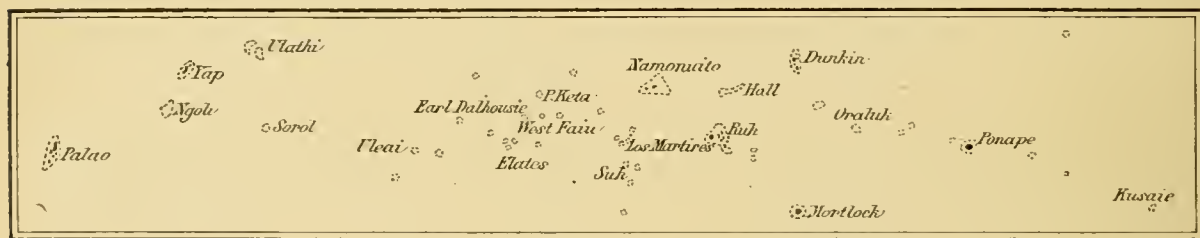


Fig. 1. — L'archipel des Carolines.

plète, suivie bientôt de l'organisation qui lui conviendra le mieux. »

Cette exploration de fonctionnaires a eu, à diverses époques de l'histoire de la géographie, les plus heureux effets pour la science.

Moins de vingt ans après la conquête de Mexico, Fernand Cortez, ses lieutenants et ses successeurs avaient exploré le Mexique jusqu'au Rio Grande del Norte, et la Californie jusqu'à sa limite actuelle avec l'Orégon.

Les régions du Sénégal et du Niger ont, depuis quinze ans, été étudiées par des fonctionnaires français, qui ont suivi le bel exemple de Faidherbe, gouverneur général du Sénégal, puis membre de l'Institut.

Qu'un instant, par la pensée, on supprime de la carte du Congo tous les noms qu'y ont inscrits les officiers de l'État Indépendant, et l'on verra immédiatement de grands espaces blancs y réapparaître.

La connaissance de l'Inde anglaise a bénéficié, dans une mesure considérable, des travaux sortis des administrations officielles : *Geological, meteorological, topographical, Revenue et Geodetical Surveys*. Le Gouvernement anglo-indien a même

l'ouest, à Kusaie à l'est, entre 3° et 10° latitude Nord, et 137°30' et 163°10' longitude Est Gr. Il se compose de 680 îles ou îlots, d'une superficie totale d'environ 1.450 kilomètres carrés. Ces îles diffèrent beaucoup d'étendue : Ponape a 347 kilomètres carrés ; Ruk, 132 ; mais beaucoup d'autres, simples récifs, restent inférieures à 1 kilomètre carré. La plupart sont constituées par des atolls de corail, quelques-unes par des basaltes ; ces dernières sont entourées d'une barrière de récifs, qui ménage autour de l'île une lagune d'eau calme.

La température affecte une remarquable constance et oscille entre 25° et 31° C. ; elle atteint son point maximum en décembre et son minimum en juin. Des ouragans très violents se déchainent assez souvent et constituent un fléau redoutable.

On remarque chez les habitants une grande variété de types, car des courants de populations se sont rencontrés ou croisés dans cet archipel. A Ponape, ainsi que dans les îles voisines, les indigènes ressemblent aux Malais des Philippines et de l'archipel Sulu, aux Dyaks de Bornéo et aux

¹ F. W. CHRISTIAN : Exploration in the Caroline Islands. *Geographical Journal*, février 1899.

montagnards sauvages de Formose; mais on y relève aussi des traces de l'élément papou.

Les Polynésiens dominent dans les îles centrales Ruk et Mortlock. Le type mongolique se rencontre partout assez fréquemment. Rien d'in vraisemblable, en effet, à ce que des jonques chinoises ou japonaises aient abordé aux Carolines, puisque, en 1600, Manille fut bien attaquée par des pirates chinois.

La confusion des races a pour conséquence une grande diversité de langage; mais, des divers idiomes en usage, s'est constituée une langue commune, un sabir, qui permet à tous les indigènes de se comprendre d'une extrémité à l'autre de l'archipel.

Comme il convient à des gens vivant sur des territoires de surface cultivable très restreinte, mais entourés de tous côtés par la mer, les indigènes des Carolines sont de médiocres cultivateurs, mais des pêcheurs habiles et des marins audacieux. Possédant empiriquement des connaissances astronomiques assez étendues, ils entreprennent de grands voyages, naviguent non seulement dans tout l'archipel, mais se risquent même dans leurs légers esquifs jusqu'aux Mariannes.

Les Espagnols possédaient virtuellement les Carolines depuis 1528, époque où Alvaro de Saavedra, se rendant de la Nouvelle-Espagne, c'est-à-dire du Mexique, aux Moluques pour y rechercher les expéditions de Loaisa et de Sébastien Cabot et recueillir les débris de celle de Magellan, découvrit une partie de l'archipel. Depuis, ils avaient en vain tenté à plusieurs reprises de les occuper effectivement. En 1885, l'érection du drapeau allemand dans l'île de Yap par le commandant du croiseur *Illis* causa une grande indignation à Madrid. L'arbitrage du Pape confirma les Espagnols dans leur possession; mais ils entretenaient deux établissements militaires, l'un à Yap, l'autre à Ponape; ils n'avaient pas réussi à lever des impôts sur les indigènes, ils ne faisaient pas de commerce; ils ne trouvaient donc aucun profit à posséder cet archipel. Ils ont sagement agi en le cédant pour 25 millions de pesetas aux Allemands, qui ont déjà des intérêts commerciaux aux Carolines et désirent se fortifier dans l'océan Pacifique en vue des événements dont l'Extrême-Orient ne saurait manquer de devenir le théâtre au xx^e siècle.

II. — EXPLORATIONS EN ISLANDE.

M. Thoroddsen, professeur à la Realskole de Madruvellu, petite ville d'Islande, située sur le rivage de l'Océan glacial arctique, s'avisait, vers 1880, que son île natale était encore mal connue. La difficulté d'accès de certaines régions côtières,

l'absence complète de populations et de ressources à l'intérieur, la courte durée de la saison où le climat permet d'y voyager, écartent les Européens de cette terre, cependant à quelques jours seulement de navigation de la Norvège et de l'Écosse.

Comme les écoles d'Islande vaquent annuellement trois à quatre mois, M. Thoroddsen se dit qu'il ne saurait mieux employer ses vacances qu'en explorant son pays, et, chaque été depuis dix-huit ans, tantôt à pied, tantôt sur son poney indigène, il visite une nouvelle région de l'île. Il a vu des contrées que l'on ne connaissait encore que par les rapports vagues des bergers, il en a foulé d'autres où jamais, avant lui, l'homme n'avait posé le pied.

M. Thoroddsen a eu bien des difficultés à vaincre: pluies persistantes pendant des semaines, tourmentes de neige et de sable et parfois, pour toute nourriture, de la chair de requin. Mais c'est contre le brouillard qu'il a peut-être les plus sérieux griefs. Pythéas, voyageur marseillais du n^e siècle avant J.-C., racontait qu'à Thulé, c'est-à-dire en Islande, on ne voit plus la terre proprement dite, ni la mer, ni l'air, mais à leur place un composé de ces éléments divers, semblable au « poumon marin » et dans lequel la terre, la mer, bref tous les éléments sont tenus en suspension. Polybe et Strabon, habitant des rivages méditerranéens, des pays de grand soleil et d'atmosphère lumineuse, traitèrent Pythéas d'imposteur. Mais voici qu'après vingt-deux siècles, M. Thoroddsen vient témoigner que Pythéas a dit vrai, et que les brouillards intenses et persistants sont l'un des phénomènes caractéristiques de la géographie de l'Islande.

L'impossibilité de nourrir les poneys avait arrêté tous les prédécesseurs de M. Thoroddsen dans leurs tentatives de pénétration à l'intérieur. Il remarqua que le plateau qui constitue le centre de l'Islande est entouré d'une ceinture de petites oasis d'herbe, et cette observation judicieuse contribua notablement à son succès. Il établissait son campement dans une oasis, rayonnait de ce point dans l'intérieur, puis, ayant fauché une provision d'herbe, gagnait une seconde oasis, en explorait les alentours, en atteignait une troisième, et ainsi de suite. La campagne terminée, il employait les loisirs que lui laissaient ses devoirs professionnels, à rédiger ses notes¹.

Pays de longs hivers, de froids persistants, de pluies abondantes, l'Islande est aussi le pays des glaciers. En Suisse, les glaciers couvrent 1.142 kilomètres carrés, ceux des Alpes 1.866 kilomètres, ceux de Norvège autant: la superficie de ceux de

¹ DR THORODDSEN: Explorations in Iceland during the years 1881-98. *Geographical Journal*, mars et mai 1899.

l'Islande atteint 8.849 kilomètres carrés. Les étendues de glaces polaires seules peuvent être comparées à celles de l'Islande. Le Vatna Jökull l'emporte sur tous les autres réunis : il couvre 3.277 kilomètres carrés. C'est dans la région la plus abondamment arrosée, c'est-à-dire au Sud-Est, que sont localisés les plus grands glaciers. Il en sort en grand nombre des torrents impétueux et capricieux, qui changent constamment de lit, entraînent des masses de déblais, qu'ils déposent, et se créent ainsi à eux-mêmes des obstacles, qu'il leur faut ensuite détruire ou éviter. Ces torrents ont beaucoup contribué à modifier la nature des côtes où ils aboutissent. Les matériaux apportés ont comblé des fjords, se sont alignés en cordons littoraux, ont créé des bas-fonds, qui rendent la navigation dangereuse sur la côte Sud-Est.

L'Islande n'est guère moins riche en volcans et en phénomènes volcaniques, sources d'eau chaude, geysers, solfatares et champs de lave, qu'en glaciers. Les cratères sont généralement alignés suivant une ligne de rupture du sol. Ces chaînes de cratères ont souvent une grande longueur : plusieurs de celles de la péninsule Reykjanes ont de 5 à 16 kilomètres de long ; celle de Laki, au Sud-Ouest de Vatna Jökull, a 32 kilomètres de long et contient environ cent cratères.

Il existe aussi des volcans de toute petite dimension, des cratères lilliputiens, comme dit M. Thoroddsen. Il en a découvert douze de ce genre, dont le plus grand avait 38 centimètres de diamètre.

Les champs de lave couvrent une superficie de 8.000 à 9.000 kilomètres carrés ; celle de l'Odadhraun seule est de 2.000 kilomètres carrés. Ils ont été constitués, pour la plupart, non par une seule, mais par plusieurs éruptions. Vingt volcans ont contribué à former l'Odadhraun.

La répartition de ces champs de lave sur la surface de l'île est fort inégale. On n'en rencontre ni à l'Est, ni au Nord-Ouest de l'île. Au contraire, ils abondent dans le Sud, et notamment depuis le Lang

Jökull jusqu'au cap Reykjanes, sur les deux rives de la rivière Thjörsa, à l'Ouest du Lang Jökull, de l'Höfs Jökull, et du Vatna Jökull. Au Nord de ce dernier glacier s'étend l'immense Odadhraun. Aucune trace de vie organique n'apparaît sur ces champs de lave. Pas un homme, pas un animal, pas même un brin d'herbe. C'est l'image même de la désolation.

Toute proche des régions polaires, couverte de glaciers et de laves, l'Islande se prête mal à la vie humaine. Les parties basses des côtes ne constituent qu'un quatorzième de la surface totale, et cependant c'est uniquement sur ce littoral que sont disséminés les 70.000 habitants de l'île. Il y a sur tout le pourtour de l'île comme une frange d'habitations humaines.

La région la plus peuplée est celle du Sud-Ouest, qui s'étend entre Reykjavik et le Myrdalsjökull. Partout les conditions géographiques rendent la vie difficile, mais nulle part autant que dans la péninsule du Nord-Ouest.

Thoroddsen a vu, sur les hautes murailles de basalte qui forment les parois des fjords, les maisons accrochées à plusieurs centaines de brasses au-dessus du niveau de la mer. La principale occupation des habitants consiste à chasser les oiseaux sauvages. Ils sont trop éloignés pour communiquer souvent ensemble, ils ne voient jamais d'étrangers, ne reçoivent jamais de journaux, ne savent rien du monde. Toute leur vie se passe à lutter contre l'hostilité des forces naturelles.

III. — AMBONGO ET MAÏLAKA.

M. E.-F. Gautier, directeur de l'Enseignement à Madagascar, est un pédagogue doublé d'un explorateur. Avant d'être officiellement chargé de découvrir les meilleures méthodes pour enseigner promptement le français aux Malgaches, il avait, de 1892 à 1894, longuement pérégriné dans le nord-ouest, le centre et le sud de Madagascar. Heureux



Fig. 2. — Glaciers et champs de lave de l'Islande.

sement pour la Géographie, ses nouvelles fonctions lui laissent des loisirs. Naguère explorateur privé, il est devenu explorateur fonctionnaire. L'an dernier, il a repris sa boussole et son baromètre anéroïde et visité les régions limitées par Majunga au nord, Maintirano au sud, la Menavava et la falaise du Bongo Lava, à l'est, c'est-à-dire l'Ambongo et le Mailaka¹.

La structure géologique en est assez simple : au milieu, sur une étendue de 150 kilomètres à vol d'oiseau, des dépôts arénacés, grès ou schistes, de consistance friable; au nord et au sud, des plateaux calcaires (causses d'Ankara, de Bemaraha); le long de la côte, une bordure de terrains de formation moderne, sablonneux et vaseux. Cette régularité de constitution est rompue par deux sortes d'accidents : sur le cours du Sambao apparaissent des terrains métamorphiques, gneiss et mica-schistes, tout pareils à ceux

Nord et du Sud, Boueni et Menabé, ces deux régions peuvent être considérées comme élevées, et le terme « Ambongo » signifie en malgache : « le pays où il y a une montagne ».

Les rivières Mahavavy, Andranomavo, Manombo, Sambao, Ranobe, Manambaho divergent vers la côte, comme les branches d'un éventail. Ces cours d'eau ont modelé la surface du sol. « Il n'est guère de fleuve qui ne se soit creusé à quelque point de son cours des gorges magnifiques, mais qui le rendent impropre à la navigation. La Mahavavy, à travers les plateaux calcaires, s'est ouvert un étroit cañon, à défilé toutes les pirogues. »

En raison de l'altitude, la température de l'Ambongo et du Mailaka est plus fraîche que celle du Menabé et du Boueni. Il n'y existe pas, comme on le supposait gratuitement, des forêts continues, mais seulement des bois épars, qui se réduisent fréquemment à de simples boqueteaux. Ils appa-

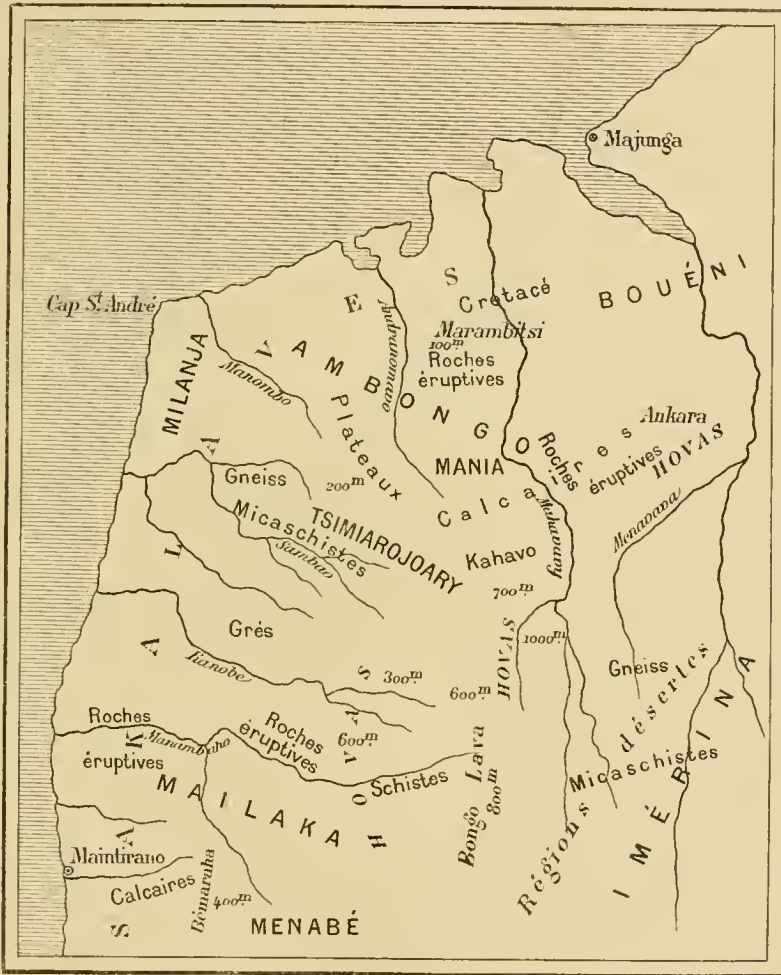


Fig. 3. — Ambongo et Mailaka (Nord-ouest de Madagascar).

qui forment toute la région orientale de Madagascar; puis, de-ci de-là, percent des masses assez importantes de roches éruptives.

L'Ambongo et le Mailaka sont bien moins élevés que l'Imerina, qui les borde à l'est. Tandis que l'altitude du promontoire occidental de l'Imerina oscille entre 600 et 1.000 mètres, celle de l'Ambongo et du Mailaka varie de 100 à 300; la cause du Kahavo atteint par exception 700 mètres. Néanmoins, relativement aux contrées limitrophes du

raissent sur les pentes des montagnes volcaniques, ainsi que sur les pourtours des plateaux calcaires, et, en général, partout où, pour un motif quelconque, le sol reste humide toute l'année.

Les habitants appartiennent à trois races différentes: 1° les Sakalaves, tout le long de la côte jusqu'à soixante kilomètres environ de l'intérieur. Beaucoup de ces prétendus Sakalaves ne sont très probablement que les descendants des populations autochtones, habitant le pays avant l'arrivée des Sakalaves proprement dits, au xvii^e siècle; 2° les Makoas, nègres africains, descendants des esclaves importés de la côte de Mozambique. Les roitelets

¹ E.-F. GAUTIER: Atlas de l'Ambongo. Notes, reconnaissances et explorations, 30 novembre 1898.

sakalaves les ont constitués en colonies agricoles, qui sont disséminées dans le pays; 3° des Hovas, originaires des bords du lac Itasy, venus en 1863, après l'échec du soulèvement qui suivit l'assassinat du roi Radama II. Ces fugitifs, qui se nomment « Bemihimpo », les *éparpillés*, se sont établis sur le haut cours des fleuves, le cours inférieur étant déjà occupé par les Sakalaves. Ils forment trois groupes principaux, aux sources du Manambaho, du Sambao, du Manombo. L'Ambongo et le Maïlaka sont très peu peuplés. Entre les colonies Hovas et l'Imerina, s'étend un désert, où les bœufs sauvages s'ébattent à leur gré. En pays sakalave, les villages, dont chacun compte peu d'habitants, sont souvent à une distance respective de 30 kilomètres.

L'autorité politique est morcelée à l'extrême entre une quantité de petits chefs. Dans l'Ambongo, les divisions politiques se superposent assez exactement aux divisions géologiques: le

Marambitsi couvre les terrains crétacés du Nord; le Mania, les plateaux calcaires; le Tsimiarojoary, les plaines métamorphiques. Le Gouvernement Hova de Tananarive n'a occupé que quelques postes dans le pays, et d'une manière éphémère, de 1840 à 1850.

IV. — EXPLORATIONS AU NORD DE L'OUGANDA

Avant l'expédition du lieutenant-colonel anglais Macdonald, la région limitée par le Sobat au Nord, le lac Rodolphe à l'Est, l'Ouganda au Sud et le Nil Blanc à l'Ouest était encore très mal connue. En 1841, d'Arnaud et Werne explorent pour la pre-

mière fois le cours inférieur du Sobat, à bord des dahabiés que le Pacha d'Egypte, Mehemet Ali, envoyait sur le Nil Blanc. Junker en 1876, MM. de Bonchamps et Marchand tout récemment descendent et remontent à leur tour cette rivière; mais, à 100 mètres de sa rive méridionale commence l'inconnu. Inconnues aussi les contrées situées au couchant du lac Rodolphe, car ni Teleki ni von Höhnel, qui le découvrirent en 1888, ni Donaldson Smith, ni Cavendish, qui en revirent les flots, le premier

en 1893, le second en 1897, ne s'écartèrent de ses rives. De toute cette région, c'est sur la partie limitrophe du Nil Blanc qu'on était encore le moins mal renseigné, car plusieurs expéditions s'étaient rendues de Gondokoro ou de Lado dans l'Ouganda, à l'époque où le Khédivé Ismaïl dont l'esprit brouillon enfantait sans trêve de nouveaux projets, pour son malheur, comme pour celui de l'Egypte, prétendait justifier par l'annexion de l'Ounyoro et

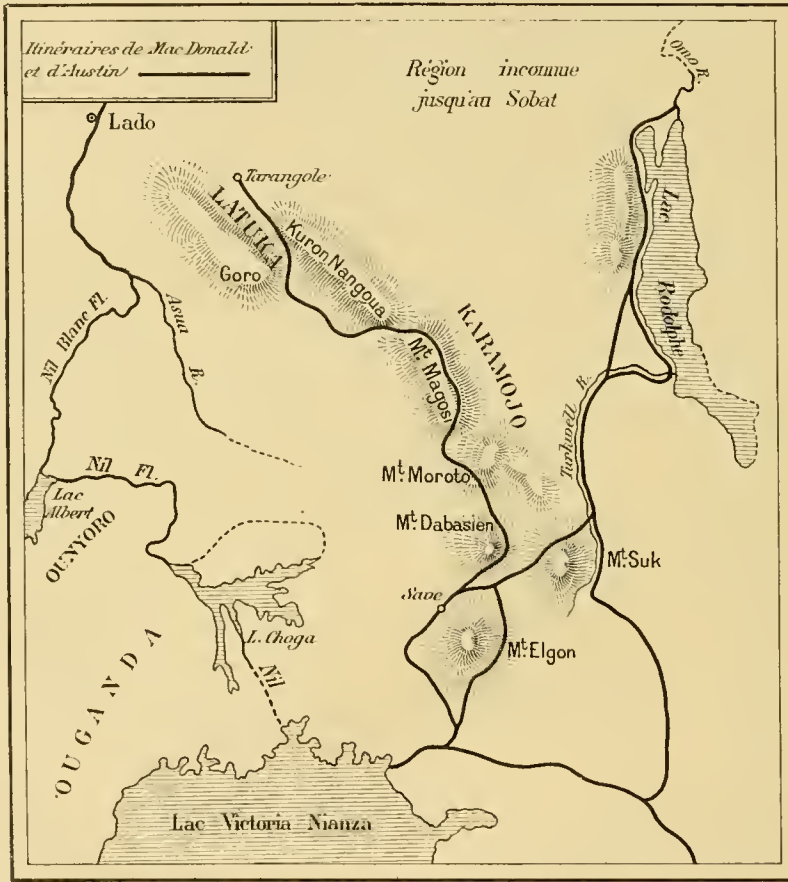


Fig. 4. — Région située au nord de l'Ouganda, entre le Nil Blanc et le lac Rodolphe.

de l'Ouganda situés sous l'équateur, le titre d'*Equatoria* qu'il avait donné à la plus méridionale des provinces du Soudan égyptien.

Quelques notions avaient été aussi recueillies par Emin pacha sur le Latuka pendant les nombreuses excursions qu'il accomplit à l'Ouest et à l'Est du Nil, de 1878 à 1883.

Les résultats du voyage du colonel Macdonald auraient certainement encore été plus importants, si toute son activité n'avait pas pendant huit mois été employée à combattre une sédition fomentée par les mercenaires soudanais, à la solde du protectorat anglais, et par l'ancien roi de l'Ouganda, Mouanga, qui ne jouissant plus que de l'apparence

du pouvoir, voulut par un coup de force en reconquérir la réalité. Néanmoins, Macdonald a notablement contribué à dissiper l'obscurité qui enveloppe encore le Nord de l'Ouganda¹.

Parti de Save, point de concentration de la caravane en juillet 1898, il atteignit le Latuka en octobre et revint à Save en janvier 1899. En même temps, un de ses officiers, le major Austin, se dirigeait vers la rive orientale du lac Rodolphe.

La région explorée est très accidentée. Au Nord-Est du lac Victoria s'élève la masse imposante du mont Elgon, dont Jackson le premier fit l'ascension en 1890. L'altitude de l'Elgon, 4.600 mètres, égale celle de la plupart des hauts sommets alpestres et le cède de peu à celle du Mont Blanc. Ses pentes très abruptes à l'Ouest et au Sud s'abaissent lentement vers l'Est.

Elle est entourée, de 2.000 à 3.000 mètres, d'une ceinture de forêts plus épaisses au Sud qu'au Nord. Au delà de 3.000 mètres, le buisson remplace la forêt. Au sommet s'ouvre un large cratère de 12 kilomètres de diamètre, marécageux au fond et couvert de mousses, de lichens, de bruyères sur ses parois.

Au nord de l'Elgon s'élèvent d'autres montagnes : le Dabasien (3.600 mètres), le Moroto (3.300), les Magosi, Nangoua-Kuron, Agoro (3.100), toutes orientées sud-sud-est, nord-nord-ouest.

Pour la géographie générale de l'Afrique, la découverte de ce groupe montagneux constitue un fait important. On sait combien le relief de ce continent est peu varié. Tandis que Pyrénées, Apennins, Carpathes et Alpes hérissent la surface de l'Europe, Alaï, Indou-Kouch, Thian-Chan, Himalaya, celle de l'Asie, Montagnes Rocheuses, Alleghany, Cordillère des Andes, celle de l'Amérique,

la monotonie de l'immense surface de l'Afrique n'est rompue que par l'Atlas au nord-ouest, le massif Ethiopien au nord-est, le Drakenberg au sud, et par quelques sommets isolés, Kenia, Kili-mandjaro, Rouvenzori, Kirunga. Les observations de Macdonald prouvent que cette pauvreté orographique est un peu moindre qu'on ne le supposait jusqu'ici.

Ces montagnes du nord de l'Ouganda pourront aussi favoriser la colonisation en Afrique : même sous l'équateur, à 3.000 mètres d'altitude la température est fraîche. Jackson accuse même le froid de lui avoir, pendant son ascension de l'Elgon, enlevé deux de ses porteurs. Si un jour des groupements d'Européens se développent dans l'Ouganda et sur les bords du Nil Blanc, ces montagnes se trouveront placées à souhait pour recevoir des sanatoria.

Macdonald et Austin ont encore confirmé un fait déjà avancé par Emin pacha. Les régions situées à l'est du Latuka, quoique relativement à proximité de celles du Nil Blanc, du Bahr-el-Ghazal et de l'Ouellé, en diffèrent cependant complètement sous le rapport du climat, et, en conséquence, de la flore, de la faune, et des mœurs des habitants. C'est un pays sec, où les rivières sont desséchées la plus grande partie de l'année et ne coulent que pendant la saison des pluies, où il croit des palmiers-dums et des tamaris, où les chameaux vivent et se reproduisent, où la population est nomade. Emin comparait ces contrées à certains districts du Kordofan. La région traversée par Macdonald est donc le point de rencontre de deux mondes. Vers l'est s'étend, jusqu'au cap Guardafui, la steppe Galla et Somali ; à l'ouest, jusqu'à l'Atlantique, l'Afrique des grandes herbes et des forêts.

Henri DehéRAIN,

Docteur ès lettres,
Sous bibliothécaire de l'Institut.

¹ Colonel J. R. L. Macdonald, major H. H. Austin : Journeys to the North of Uganda. *Geographical Journal*, août 1899.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Garaycochea (Miguel W.). — *Cálculo binomial (Análisis trascendente del Binomio)*. Avec des Commentaires de M. F. VILLAREAL, Professeur à la Faculté des Sciences de Lima. — 1 vol. in-8° de XVI-806 pages. (Prix : 25 fr.) Gil, éditeur à Lima et Ch. Bouret, 23, rue Visconti, Paris, 1899.

Ce livre est une œuvre posthume, une sorte de monument pieusement édifié à la mémoire de l'auteur par ses deux fils. Nous vivons en Europe dans une assez grande ignorance des faits scientifiques du Nouveau-Monde, et probablement il y a peu de mathématiciens français à connaître, même de nom, Miguel W. Garaycochea (1816-1861). Un auteur péruvien, le Dr Paz Soldan, a cependant écrit de lui qu'il était digne de prendre place dans les Académies d'Europe, et qu'on pouvait le qualifier de « Lagrange de l'Amérique ».

Il y a peut-être un peu d'exagération dans une appréciation pareille; mais ce qui est certain, c'est que l'ouvrage dont on vient de lire le titre présente un véritable intérêt au point de vue de l'histoire de la science. Pour s'en rendre compte, il importe de rappeler que le manuscrit attendait l'impression depuis environ une quarantaine d'années. C'est donc vers 1858 que Garaycochea a rédigé ce corps de doctrine mathématique. A cette époque, Mourey, Argand, Cauchy avaient bien publié leurs travaux sur la théorie des imaginaires et sur les quantités géométriques; Bellavitis avait créé sa remarquable méthode des Equipollences; mais il saute aux yeux, en parcourant seulement l'ouvrage de Garaycochea, que celui-ci n'avait pas connaissance de ces divers travaux. Or, il les a reconstruits de son côté, à lui seul pour ainsi dire, et c'est à la fois une preuve de la puissance de son esprit et de l'excellence de la doctrine des quantités géométriques, à laquelle ont abouti tant d'efforts divers de chercheurs s'ignorant les uns les autres.

A ce point de vue des imaginaires, on pourrait reprocher à l'auteur une complication un peu barbare dans sa terminologie et ses notations. Mais cela n'a aujourd'hui qu'une importance bien secondaire, car il ne s'agit pas en réalité d'un livre d'enseignement. Nous y voyons même une preuve de plus de la sincérité absolue de l'auteur, de l'ignorance où il restait de ce qui avait été fait avant lui.

Par sa conception du binôme symbolique, par son idée des signes de séparation, Garaycochea a reconstitué la théorie des clefs, montré qu'il avait, sur la philosophie générale des opérations, des idées justes et fécondes, et entrepris d'édifier sur ces bases toute l'Analyse algébrique. C'est ainsi que le présent volume présente, dans les douze chapitres qui le composent, une exposition des principales théories algébriques. Nous citerons notamment : les racines de l'unité, la théorie des signes, la divisibilité, les développements en séries, les logarithmes, les dérivées, la théorie des équations et la résolution des équations numériques.

Les notes de M. Villaréal ne sont pas sans ajouter beaucoup d'attrait à l'œuvre dont il s'agit, en la « modernisant » un peu. On sent qu'elles ont été écrites par un savant qui est bien au courant du mouvement scientifique européen de notre époque, qui le suit et qui le comprend. De grands progrès ont été accomplis à ce point de vue depuis un demi-siècle. L'Amérique du Sud sait maintenant à merveille ce que nous faisons, en Europe, dans le domaine mathématique. Il serait bon que, réciproquement, les mathématiciens

européens eussent occasion de connaître les tentatives de leurs confrères, peu nombreux, de l'Amérique du Sud, et c'est en cela surtout que l'ouvrage de Garaycochea ne manquera pas de les intéresser.

C.-A. LAISANT,
Examinateur à l'École Polytechnique.

Lebon (Ernest), Professeur au Lycée Charlemagne. — *Histoire abrégée de l'Astronomie*. — 1 vol. petit in-8° de 288 pages avec 16 portraits et une carte. (Prix : 8 fr.) Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1899.

D'abord ce livre est beau. Non seulement il ne fatigue pas les yeux, mais encore il les régale, grâce au papier, aux illustrations, aux ornements typographiques distribués avec goût. Il a été soigneusement imprimé par MM. Gauthier-Villars.

Des portraits hors texte, finement gravés, nous montrent les plus grands astronomes, de Copernic à Tisserand, pour ne parler que des morts. Parmi eux — détail touchant — on a fait place à une femme, Sophie Kowalevski.

Le livre de M. Ernest Lebon, malgré son titre modeste, est aussi un bon livre : il est clair, sobre et précis. C'est le fruit de recherches minutieuses faites aux sources.

La période astronomique ancienne est traitée sommairement, sauf en ce qui concerne l'École d'Alexandrie. Il s'agit, bien entendu, des grands savants de cette École et non des philosophes subtils dont l'un « rougissait d'avoir un corps ».

La période moderne est étudiée avec plus de détails. Voici quelques-unes des questions résumées : l'attraction universelle, la figure de la Terre, le problème des Trois Corps, la Géodésie et même la Météorologie.

Nous lisons que D. Cassini I avait l'esprit fin et droit. N'est-ce pas « adroit » qu'il fallait imprimer ?

De nos jours, la Mécanique Céleste est devenue de plus en plus exacte; mais, hélas! de plus en plus laborieuse. L'Astronomie physique est poursuivie jusque dans ses menus détails. La période contemporaine, complexe et difficile à suivre, a été présentée par M. Lebon avec une certaine ampleur.

Nous ne pouvons que signaler ici quelques-uns des chapitres de la troisième partie : l'Analyse spectrale, la carte photographique du ciel, les petites planètes et leurs satellites, la théorie de la Lune (la fonction perturbatrice de Delaunay a 416 termes et occupe 137 pages in-4°!), enfin la stabilité du système solaire.

A propos de cette dernière et capitale question, il semble que nos ancêtres vivaient dans une fausse sécurité. Il résulte, en effet, des calculs du grand géomètre H. Poincaré, que « le monde tend vers un état final de repos... Toutes les planètes et leurs satellites finiront par se précipiter dans le Soleil. » En attendant cette interruption de nos études, cultivons l'Astronomie, qui est « le plus beau monument de l'esprit humain, le titre le plus noble de son intelligence ». Ainsi parle Laplace, cité en épigraphe par M. Lebon.

A. REBIÈRE,
Examinateur d'admission
à l'École militaire de Saint-Cyr.

Fricocourt (G.), Lieutenant de vaisseau, Ancien Professeur de Calculs nautiques à l'École navale. — *Tables de Logarithmes à six décimales pour les nombres et les lignes trigonométriques et tables de navigation*. — 1 vol. in-8° de 400 pages. A. Challamel, éditeur, 17, rue Jacob, Paris, 1899.

2° Sciences physiques

Une excursion électrotechnique en Suisse, par les élèves de l'École supérieure d'Electricité, avec une Préface de M. P. Janet, directeur de l'École. — 1 vol. in-8 de 92 pages avec 48 figures. (Prix: 2 fr. 75.)

Deuxième excursion. — 1 vol. in-8 de 38 pages avec figures. (Prix: 1 fr. 50.) Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1899.

Il est banal de dire que les grands progrès de la technique électrique ont profité surtout aux pays abondamment pourvus de forces naturelles. Mais rien ne fait apprécier l'importance économique de ce lieu commun comme un voyage en Suisse, où les applications de l'énergie électrique sont grandioses et innombrables. Jusqu'ici, la Suisse était dans une situation industrielle extrêmement précaire. Dépourvue de côtes, payant à l'étranger un impôt de plus de 12 francs par tête d'habitant rien que pour le charbon, obligée de chercher à l'étranger une grande partie des produits du sol nécessaires à sa consommation, et de transporter au loin, sur les marchés des grands pays, les objets manufacturés, grevés un peu partout de droits d'entrée importants, il fallait la persévérante énergie de sa population économe et dure à la fatigue pour la maintenir au rang honorable qu'elle occupe depuis longtemps dans l'industrie.

Mais voici venir un nouveau facteur de prospérité : ces montagnes, ces rochers arides, ces torrents, déjà exploités en été pour leur beauté, recèlent un autre élément de richesse : l'énergie à bon marché. Alors les ingénieurs, qui ont connu toutes les difficultés, protégés par une législation paternelle et une administration peu gênante, captent et canalisent, éclairent les villes à grande distance, fondent des usines de produits électrochimiques, distribuent la puissance motrice à domicile jusque dans les plus petits ateliers, et, pour finir, font mouvoir les innombrables chemins de fer de montagne, et jusqu'à ceux de la plaine, sans qu'il en coûte rien au pays.

Les ingénieurs suisses ont quitté les sentiers battus ; habitués à gravir eux-mêmes les pentes escarpées, ils n'hésitent pas à y construire des chemins de fer d'une hardiesse telle qu'un ingénieur anglais, M. Threlfall, rendant compte d'un récent voyage, disait que les Suisses avaient réalisé ce que les Anglais n'auraient même pas osé rêver.

On conçoit dès lors que ce vaste champ d'expérience soit d'un puissant intérêt pour un jeune ingénieur auquel il ne manque plus que le contact avec la réalité.

C'est ce qu'a compris le Comité de surveillance de cette admirable École supérieure d'Electricité, dirigée par M. P. Janet, création unique au monde, due à l'initiative de la vaillante Société internationale des électriciens. Chaque année, elle y envoie ses élèves, qui, sous la conduite d'un ingénieur suisse, visitent les installations les plus remarquables. Et si, au point de vue purement technique, ils y trouvent un réel profit, le compte rendu de leur excursion nous montre un autre résultat de leur voyage : le hasard des rencontres leur a révélé le courant de chaude sympathie qui unit deux nations voisines et faites pour se comprendre. Ce sentiment, qui transparait dans l'une comme dans l'autre des excellentes narrations que nous avons sous les yeux, leur donne un caractère vécu, un grain d'enthousiasme juvénile qui repose agréablement de certaines descriptions forcément un peu arides¹.

La première excursion commence à Genève, favorisée par deux puissantes installations, œuvre de M. Turrettini, l'un des pionniers de la distribution de l'énergie

électrique. Elle se poursuit dans la Suisse romande, à Lausanne, Neuchâtel, et dans les gorges pittoresques où se trouve l'usine centrale du canton du même nom. De là, l'excursion se dirige vers Berne, Langenthal, Aarbourg, Bade, célèbres dans les annales de l'électricité par les ateliers Brown Boveri, qui, nés d'hier, occupent déjà plus de mille ouvriers, puis à Zurich, aux puissantes usines de Rheinfelden, dans la Suisse centrale, à Lucerne, et enfin à Genève.

L'itinéraire de la seconde excursion est peu différent, et la partie descriptive a pu être bornée aux nouveautés. Un excellent résumé systématique des installations visitées pourra être consulté avec intérêt par les électriciens.

D'ailleurs, les problèmes se posent, en chaque endroit, sous une forme différente : chutes d'une grande hauteur, comme au Val de Travers, ou énorme débit, comme à Genève ou Rheinfelden ; utilisation sur place, dans les villes ou les usines électrochimiques ou distribution à grande distance, dans des moteurs domestiques ou pour l'éclairage ; comme conséquences, turbines et machines à grande ou petite vitesse, à faible ou haut potentiel ; et, pour en augmenter la diversité, courant continu à intensité ou à potentiel variable, alternatif mono, bi ou triphasé. Quelques usines sont décrites dans leurs grands traits ; pour d'autres, on s'est borné à des détails particulièrement intéressants et nouveaux, comme, par exemple, les régulateurs, qui jouent un rôle si important dans des distributions dont la charge varie dans de larges limites et souvent assez brusquement.

Les jeunes ingénieurs participant à l'excursion ont bien vu des choses intéressantes, et aiment à le dire pour le profit de leurs confrères ; surtout, ils semblent avoir gardé de leur excursion un excellent souvenir, et, s'ils en conservent le goût des voyages, ce ne sera pas là le moindre des résultats de leur déplacement.

CH.-ED. GUILLAUME,
Physicien au Bureau international
des Poids et Mesures.

De Fonvielle (W.), Secrétaire de la Commission internationale d'Aéronautique. — **Les Ballons-sondes et les Ascensions internationales,** avec une Introduction par M. J. BOUQUET DE LA GRÈVE, Membre de l'Institut. 2^e Edition. — 1 vol. in-12 de 150 pages avec 29 figures. (Prix: 2 fr. 75.) Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1899.

M. W. de Fonvielle, dont on connaît la compétence en matière aéronautique, vient de publier une seconde édition de son petit volume sur les ballons-sondes. Le premier chapitre, « En France », débute par un historique où l'on a plaisir à retrouver la série des essais de MM. Hermite et Besançon, d'abord avec les ballons de papier du Japon, vernis, emportant de simples instruments à minima, puis avec l'aéroplane, en baudruche, de 6 mètres de diamètre, emportant de véritables enregistreurs (21 mars 1893), et, plus tard, des appareils de prise d'air à fermeture automatique, par fusion du verre. Puis vient un résumé des essais faits « à l'étranger », c'est-à-dire en Allemagne pendant les années 1894-95. Le chapitre III, « Théorie de l'ascension d'un ballon-sonde », met le lecteur au courant des difficultés de tout ordre à surmonter dans la construction du ballon, le langage, la protection des enregistreurs, la prise de photographies du sol pour la détermination géométrique des hauteurs, etc., l'actinométrie.

Les solutions actuellement adoptées, sans être parfaites, sont incomparablement supérieures à celles du début. Quelque intéressants que puissent être les renseignements fournis par des ascensions isolées, l'avantage qu'il y aurait à organiser des ascensions simultanées sur une étendue continentale considérable n'était pas douteux ; aussi, dès que la technique fut suffisamment fixée, une Commission internationale se mettait vite d'accord (septembre 1896), et la première ascension avait lieu le 14 novembre 1896 à Berlin et à

¹ Le premier Rapport a été rédigé par les treize participants, et refondu par M. Bigot ; la seconde excursion, dirigée par M. Chaumat, comprenait trente-six participants ; les documents ont été mis en ordre par MM. Bentoum, Diény et J. Guillaume.

Paris; les résultats de cette ascension sont indiqués en détail, ainsi que la discussion des données fournies par les enregistreurs à la montée et à la descente (chap. iv). Depuis la conférence de Strasbourg, mai 1898, les ballons sont lancés à la fois de Paris, Bruxelles, Berlin, Varsovie, Saint-Petersbourg, Strasbourg, Munich et Vienne; les uns, montés, n'ont guère dépassé 6 kilomètres d'altitude, alors que plusieurs ballons-sondes ont dépassé 15 kilomètres; cela suffit à montrer quel domaine à peu près inaccessible à l'homme les enregistreurs peuvent explorer.

Telles sont les matières étudiées dans cet instructif petit volume, écrit avec toute la verve naturelle à M. de Fonvielle.

M. BRILLOUIN,
Maître de Conférences
à l'École Normale Supérieure.

Garçon (Jules). — **Les Sources bibliographiques des Sciences chimiques.** — 1 brochure de 32 pages. *Au siège de la Société bibliographique, 5, rue Saint-Simon, Paris, 1899.*

Le développement considérable que prend chaque science, tant au point de vue théorique qu'au point de vue de ses applications, rend la tâche des chercheurs consciencieux et scrupuleux de plus en plus difficile. Cette difficulté s'augmente quand la science n'est pas régie par une nomenclature rationnelle et facile à retenir. Aussi, doit-on être reconnaissant aux hommes dévoués qui ont entrepris le labeur ingrat de nous faciliter le travail bibliographique. M. Garçon est de ce nombre. Dans un opuscule d'une trentaine de pages, dans lequel il fait d'abord l'historique de la question, en nous montrant combien les Américains nous ont devancés dans ce travail, il nous énumère les sources nombreuses où il est possible de puiser des documents. Ce sont d'abord les bibliographies générales, les manuels de bibliographie, les bibliographies de sciences et de technologie, les bibliographies générales de Chimie, les bibliographies de sujets chimiques spéciaux, les catalogues de périodiques comprenant : 1° mémoires et comptes-rendus des Académies; 2° mémoires de sociétés chimiques; 3° mémoires d'autres sociétés savantes; 4° annales, journaux et revues. Cette longue énumération se termine par une liste choisie de catalogues de bibliothèques, qu'il peut être utile de consulter, bien qu'ils se rattachent à toutes les classes de bibliographies. — Ce travail est fait avec beaucoup de soin et de conscience, et nous sommes persuadé qu'il pourra rendre de grands services à tous ceux qui veulent faire l'historique d'une question d'ordre chimique.

A. HALLER,
Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

3° Sciences naturelles

De Lapparent (A.), *Membre de l'Institut, Professeur à l'École libre des Hautes-Études.* — **Traité de Géologie.** 3^e édition, entièrement refondue. Fascicules I et II. — 2 vol. in-8° comprenant 1240 pages et 359 figures. (Prix : 30 fr.) G. Masson, éditeur. Paris, 1900.)

On attendait l'apparition de la quatrième édition du *Traité de Géologie* de M. de Lapparent avec une certaine impatience. On savait, en effet, que l'auteur ne devait pas se borner à intercaler, dans cette édition, les travaux ayant paru depuis 1893, mais qu'il avait l'intention de refondre son livre et d'en faire une œuvre, dans laquelle la synthèse tiendrait une large part.

L'éminent professeur a pensé que la Géologie avait fait suffisamment de progrès pour qu'on ne l'envisageât plus comme une énumération aride des couches constituant l'écorce terrestre, mais qu'on la considérât « comme l'histoire même de la vie à la surface du globe, comme la reconstitution des épisodes successifs qui composent l'évolution géographique totale de notre planète ».

Ainsi conçue la Géologie devient réellement ce qu'elle

devait être : l'histoire de la Terre, c'est-à-dire une science éminemment philosophique, puisqu'elle nous fait assister à une double évolution parallèle, à une évolution inorganique : celle des mers et des continents, et à une évolution organique : celle des êtres ayant peuplé sa surface. La première a pour facteurs principaux : le refroidissement terrestre, qui fait naître les continents, et l'érosion qui les fait disparaître; la seconde est soumise à des lois encore mal connues dans leur essence.

Afin de nous permettre de suivre, pour ainsi dire pas à pas, toutes les phases de cette double évolution, de cette histoire, qui embrasse des milliers de siècles, M. de Lapparent a eu le courage de reprendre tous les travaux connus et de reconstituer à chaque époque (chaque étage) les contours approximatifs des anciennes mers.

De pareils essais avaient déjà été tentés à maintes reprises, par Neumayr, Frech, Walcott, etc.; mais ces auteurs n'avaient donné que quelques esquisses des mers et des continents à différentes périodes de l'histoire de la Terre; ce que M. de Lapparent nous présente, ce qui constitue une nouveauté scientifique des plus importantes, ce sont ces nombreux stades évolutifs successifs par lesquels ont passé les terres et les mers. Plus de 80 cartes paléogéographiques (comme les appelle l'auteur, avec raison), tant planisphères que cartes d'Europe ou de France, sont insérées dans l'ouvrage en vue de réaliser ce dessein.

Voilà qui va singulièrement faciliter l'étude de la Géologie, la rendre plus claire et par suite plus attrayante.

On n'avait jusqu'ici que des matériaux souvent disparates, dispersés à tous les coins du monde. M. de Lapparent a été l'architecte qui réunit, coordonne et harmonise. Tous les géologues lui seront reconnaissants d'avoir employé son merveilleux talent à résoudre une pareille entreprise. Les géographes ne manqueront pas, sans doute, de s'inspirer de ces « essais » et de montrer à leurs élèves par quelles vicissitudes a passé notre globe. Il sera singulièrement instructif de refaire toutes ces cartes à une grande échelle et de les mettre en série. En quelques instants, on verra de quelle manière s'est façonnée une région, et les élèves comprendront que la géographie des temps actuels n'est que la résultante d'une série d'efforts du passé.

Il faut espérer qu'on ira plus loin encore et qu'il sera possible, plus tard, d'indiquer sur chaque carte les facies variés et les diverses populations marines et terrestres qui se sont succédés dans la suite des temps. Un pareil essai pourrait déjà être tenté pour la France et une partie de l'Europe.

En dehors des changements profonds que nous venons de mentionner, M. de Lapparent a exposé en leurs lieu et place les découvertes faites en Géologie depuis 1893, non seulement en France, mais dans le monde entier.

L'ouvrage comprend 3 fascicules :

La première partie (1^{er} fascicule), consacrée à l'étude des phénomènes actuels, s'est enrichie de considérations nouvelles sur les volcans et la sédimentation.

La seconde partie, relative à la Géologie proprement dite, a été complètement remaniée. Le deuxième fascicule traite de la composition de l'écorce terrestre et des formations stratifiées, jusqu'au crétacé exclusivement. Le troisième fascicule (qui paraîtra en janvier) aura pour objet la fin des formations stratifiées, les formations éruptives et les dislocations de la croûte terrestre.

Le chapitre relatif au terrain archéen porte l'emprunte des idées nouvelles émises sur son origine et sur les connaissances acquises par les géologues américains et finlandais dans ces dernières années. D'importantes additions ont été faites aux chapitres précambrien, cambrien et silurien, notamment en ce qui concerne ces formations en Suède, en Écosse, en Chine et dans l'Amérique du Nord.

Pour le dévonien, l'auteur s'est efforcé, autant que

cela a été possible, de faire coïncider les divisions déjà établies avec celles qui résultent de l'étude récente des Ammonoïdés.

Au chapitre carbonifère et houiller nous faisons connaissance avec des vues nouvelles, notamment avec celles qui ont été émises par M. Marcel Bertrand sur la constitution du bassin houiller franco-belge. Une large part est également faite aux travaux si originaux et si intéressants de MM. Renault et Eug. Bertrand sur l'origine de la houille et des bog-heads.

L'histoire de l'époque triasique a subi beaucoup de vicissitudes depuis quelques années. La découverte d'un grand nombre de Céphalopodes dans les Alpes, dans l'Himalaya et en Sibérie a conduit les géologues à des considérations nouvelles sur la succession des faunes et sur le parallélisme des assises triasiques dans les régions occidentales de l'Europe.

Avec le jurassique commencent à s'établir les faunes régionales. Les différences entre ces faunes deviendront de plus en plus accentuées dans la série des temps géologiques, à mesure que le refroidissement progressera du pôle vers l'équateur. Tous les étages du jurassique sont passés en revue, sous l'influence de cette préoccupation, à laquelle s'ajoute celle des fauies.

Un des étages du jurassique dont la connaissance a fait le plus de progrès dans ces derniers temps est le portlandien. La découverte de nouvelles faunes en Russie, en Angleterre et en France a conduit à une interprétation parfois différente relativement au mode de dépôt et à la succession des assises de ce terrain.

Le second fascicule de l'ouvrage que nous analysons s'arrête au portlandien. Nous sommes persuadé que la lecture du troisième fascicule sera au moins aussi attachante que celle des deux premiers.

En résumé, on peut dire du livre de M. de Lapparent que ce n'est pas à proprement parler une nouvelle édition de son *Traité de Géologie*, mais un livre nouveau, richement documenté, dans lequel cependant la synthèse tient une large place.

Suivant son habitude, la maison Masson a apporté le plus grand soin (bon papier, caractères neufs, etc.), à la confection de cet ouvrage. On ne peut que l'en féliciter.

PH. GLANGEAUD,
Maître de Conférences
à l'Université de Clermont-Ferrand.

4^e Sciences médicales

Treille (D^r Georges), *Inspecteur général en retraite du Service de Santé des Colonies*. — **Principes d'Hygiène coloniale**. — 1 vol. in-8^o de 272 pages avec figures de la Bibliothèque de la Revue générale des Sciences. (Prix, cartonné : 5 francs) G. Carré et C. Naul, éditeurs. Paris, 1899.

Cet intéressant ouvrage est une étude approfondie de l'hygiène dans les colonies. La première partie traite du climat des tropiques en général. En nous démontrant par de nombreuses preuves combien les conditions météorologiques, si différentes de celles de nos climats en ces contrées lointaines, peuvent être dangereuses pour la conservation de nos forces, l'auteur nous apprend que ces conditions sont susceptibles d'être améliorées considérablement par une hygiène bien entendue. C'est surtout de l'ignorance d'un régime de vie s'adaptant aux contrées étrangères, que provient l'altération de la santé, d'où résulte l'anémie tropicale si fréquente et si redoutée par le colon, et qui le livre sans défense à toutes les maladies infectieuses spéciales qui dans ces climats guettent l'Européen.

M. Treille expose ensuite comment l'organisme du colon est, par de nombreuses causes, prédisposé à l'affaiblissement par le surcroît de travail apporté dans la respiration, la circulation et la digestion.

En effet, nous inspirons moins d'oxygène si l'air est dilaté par la chaleur. Quand la température est surélevée, on est obligé d'augmenter le nombre et la sur-

fendeur des inspirations pour retrouver l'oxygène nécessaire. De plus, la tension de la vapeur d'eau, qui est quelquefois le double ou le triple de celle de nos pays d'Europe, amoindrit encore la quantité d'oxygène que reçoit le sang par l'air amené dans les poumons.

La circulation, en prenant un caractère de fréquence inhabituel, augmente par cela les troubles physiologiques. L'importance des fonctions digestives est très grande dans les climats tropicaux. La surveillance de l'alimentation, la suppression de tout ce qui peut influer d'une façon fâcheuse sur l'estomac est un point très important pour celui qui veut vivre en bonne santé dans les colonies et éviter la dyspepsie gastro-intestinale, si fréquente chez les Européens aux pays chauds et qui se dissimule sous les troubles les plus divers pour se compliquer ensuite de maladies des organes digestifs, telles que la congestion du foie, la diarrhée, la dysenterie. Ce sont les désordres de l'appareil digestif qui causent l'hypocondrie, fatiguent et énervent le corps, prédisposent à la tristesse et sont une cause certaine du non-acclimatement tropical. Sous ces zones, la peau étant fortement excitée par la chaleur, il se produit une abondance et une continuité anormales de sécrétion de sueur. Celle-ci, dans les climats tempérés, atteint quelquefois 1.500 grammes par jour. Sous les tropiques, surtout chez les Européens, elle dépasse 3.000 grammes. Les liquides sodoraux contenant environ 3 grammes % de chlorure de sodium, il ne se trouve plus dans le sang assez de ce sel pour en fournir suffisamment au suc gastrique; de là les fermentations anormales, les dyspepsies par hypochlorhydrie.

Les chapitres suivants nous donnent une description intéressante des conditions sanitaires de climats régionaux types en Indo-Chine et en Afrique.

L'auteur attribue aux spiritueux la fréquence des maladies du foie et indique les altérations produites dans l'organisme par l'usage des apéritifs, si répandu dans les colonies où l'abstinence d'alcool devrait être complète et absolue. Dans des pages qui font honneur à son patriotisme, il remarque que cette funeste habitude nuit non seulement à la personne morale de l'Européen, mais qu'elle peut aussi causer des torts réels à la chose publique. Les indigènes sont très prompts à suivre l'exemple des Européens, qui aident ainsi à l'envahissement de l'alcoolisme sous prétexte d'y puiser la vigueur nécessaire, et qui, au contraire, perdent tous les jours de leur énergie et finissent par se détacher complètement de leur tâche. L'alcool dans les pays chauds se rencontre comme une cause prédisposante dans toutes les maladies endémiques. Dans le régime de nourriture à suivre et parmi les aliments tirés du règne animal, la viande de bœuf, d'agneau est surtout recommandée, ainsi que les œufs, le lait et le poisson, aliments d'une digestibilité plus facile que la viande de veau, de mouton et de cochon. Les volailles et les œufs, aliments légers et agréables, constituent une ressource précieuse sous les tropiques. Quant au gibier, bien que la chair en soit extrêmement nourrissante, il y aurait péril à en répéter fréquemment l'usage, car le tube digestif de l'Européen en supporterait péniblement la laborieuse digestion.

On a fait depuis quelques années des essais de culture de blé dans quelques régions où le climat chaud et humide ne permettait pas la conservation du blé et de la farine. A la Nouvelle-Calédonie, au Tonkin, au Soudan, ces essais ont pleinement réussi. Le riz et le sorgho sont des aliments végétaux constituant une nourriture tout indiquée; le maïs, plus lourd, paraît moins apte à entrer dans l'alimentation courante de l'homme.

Les indigènes croient que certaines espèces de fruits pris en dehors des repas peuvent causer des fièvres; tels : l'ananas, l'orange, la mangue, etc. Bien que ces fruits ne contiennent aucun principe fébrifère, leur acidité naturelle peut amener des troubles fâcheux dans l'estomac, et favoriser l'accès de fièvre.

Dans le régime de vie, M. Treille préconise les ablutions fréquentes, l'usage des douches. Le massage, cette gymnastique passive, favorisant la circulation du sang et le jeu des muscles, devrait tenir une place dans les habitudes de la vie coloniale. On pourrait avoir facilement de bons masseurs dans les races indigènes, les nègres étant aussi faciles à dresser à ce métier que les Asiatiques.

A la fin de ce livre vous trouverez un chapitre envisageant le caractère et l'avenir de la colonisation. L'auteur considère certaines contrées de l'Afrique équatoriale et de l'Asie, non comme des colonies où la race blanche arrivera un jour à s'étendre, car son acclimatement présente de trop réelles difficultés, mais comme pouvant devenir des colonies d'exploitation offrant un avenir de richesse.

Le livre de M. Treille arrive à son heure, au moment où nous cherchons à organiser l'exploitation de notre vaste empire colonial. Il faut donc savoir gré à la bibliothèque de la *Revue générale des Sciences* d'avoir publié ce volume.

Grâce à la haute compétence de l'auteur, dont toute la vie a été consacrée à l'étude de la Pathologie exotique, cet ouvrage nous offre un ensemble de notions que, seul, l'ancien inspecteur général du Corps de santé des Colonies était capable d'écrire. Il nous servira de guide, à nous tous qui sommes chargés d'éduquer des générations de colons, et les colons eux-mêmes le liront avec fruit avant leur émigration dans les pays chauds où se trouve tout notre empire colonial.

Sans l'hygiène pratiquée dans la vie privée comme dans l'administration publique, nulle sécurité dans les pays chauds. La santé de l'Européen dans ces régions est exposée à tant d'aléas que la sûreté des capitaux engagés dans les entreprises dont il a la charge en est elle-même incertaine. Qu'un chef de maison de commerce, qu'un directeur d'exploitation agricole, entre les mains duquel reposent des intérêts primordiaux, vienne à tomber gravement malade ou à disparaître brusquement, ce peut être la ruine. Il faut donc que l'Européen qui se fixe dans les pays chauds s'instruise des risques qu'il est exposé à y courir, et qu'en toute connaissance de leurs causes il s'entoure des moyens les plus propres à s'en garantir. Que nos fonctionnaires, que nos administrateurs, que nos résidents lisent aussi ce livre : ils y trouveront peut-être un guide qui les empêchera de demander à revenir aussi souvent en France.

Comment veut-on que des colons s'habituent à vivre dans ces régions éloignées quand ils voient constamment les fonctionnaires, les officiers les fuir des qu'ils ont un semblant de raison pour le faire ?

Les colons en viennent à maudire leur sort, et, l'hypochlorhydrie de leur estomac aidant, ils en arrivent à trouver que tout va mal dans les pays administrés par la France. C'est là qu'est la cause de ce mal que l'on traduit par ces mots : « Le Français ne sait pas coloniser ». Le Français est parfaitement capable de coloniser ; mais l'Administration française, telle qu'elle est organisée, est incapable de diriger cette colonisation. Sachons qu'un gouverneur anglais va pour sept ans dans une colonie, qu'il n'en bouge pas, et qu'il en est de même dans toute l'échelle administrative. Alors l'unité de direction est parfaite et la colonie marche en avant. Mais, pour cela, il faut que, par des données d'hygiène, l'administrateur sache conserver la santé dans ces pays chauds.

Si M. Treille nous a enseigné le moyen de retenir nos administrateurs coloniaux et d'éviter les congés de convalescence ou autres, il aura bien mérité de l'avenir de nos colonies. L'hygiène, qui a conquis dans ces dernières années une large influence dans la sociologie européenne en raison des services qu'elle a rendus et qu'elle est appelée à rendre de plus en plus à la

masse des populations, doit être dans les pays chauds mise en place éminente, car sans l'hygiène rien de durable ne peut être fondé dans les colonies.

D^r A. LOIR,
Professeur d'Hygiène
à l'École Coloniale d'Agriculture,
Directeur de l'Institut Pasteur de Tunis.

5° Sciences diverses

Dubois (Marcel), *Professeur de Géographie coloniale à la Sorbonne*, et **Guy** (Camille), *Chef du Service géographique et des Missions au Ministère des Colonies*. — **Album géographique. Tome I : Aspects généraux de la Nature. Tome II : Régions tropicales. Tome III : Régions tempérées.** 3 vol. in-4° avec nombreuses gravures. (Prix de chaque volume formant un tout complet et se vendant séparément : 20 fr.) Armand Colin et C^o, éditeurs, Paris, 1899.

Nous ne saurions mieux faire, pour donner au lecteur une idée de ce qu'est cette magnifique publication, dont la maison Armand Colin fait paraître aujourd'hui le troisième volume, que de reproduire ici quelques passages de la Préface des auteurs :

« Il fut un temps lointain où la Géographie s'apprenait par cœur dans des livres dépourvus de cartes et de gravures, sans atlas, rarement avec l'aide d'une mauvaise carte murale. Les atlas se sont améliorés ; nous possédons aussi quelques cartes murales que l'on peut lire et comprendre. Enfin grands et petits ouvrages de géographie offrent aujourd'hui au lecteur le secours de cartons, de coupes, de vues pittoresques, capables d'illustrer le texte et de faire vivre les descriptions. La nécessité de s'adresser aux yeux en même temps qu'à l'esprit, la crainte de substituer l'abstraction et l'idée fautive au sentiment de la réalité et à l'image vraie, ont amené les géographes à réunir dans des textes-atlas la description écrite, le plan sur cartes et la figure caractéristique d'un paysage, d'une ville, d'un homme de telle ou telle race, d'un animal, d'une plante. La science et l'enseignement y ont également gagné.

« Mais ce mélange ne laisse pas à chaque moyen d'expression son efficacité propre. » Voulu faire rendre à l'image tout ce qu'elle peut donner par l'examen attentif et par la comparaison, les auteurs lui ont attribué la première place dans leur *Album géographique*. Toute image appelle son commentaire ; aussi chacune d'elles est accompagnée d'une courte notice, réduite au strict nécessaire, mais capable de susciter les réflexions personnelles et d'éveiller l'initiative des esprits intéressés. Ces images, reproductions des photographies et des dessins exécutés par les voyageurs, sont groupées méthodiquement, de façon à faire ressortir et vivre aux yeux des lecteurs tout ce qui compose la géographie des divers pays : monts et plaines, fleuves et lacs, forêts et prairies, races d'animaux et races d'hommes.

Le succès obtenu par les premiers volumes de l'ouvrage nous dispense d'en faire autrement l'éloge. Tous : jeunes gens, étudiants, professeurs, gens du monde, voudront parcourir cette belle publication, remplie de documents intéressants et d'une authenticité contrôlée.

Parmontier (A.), *Agrégé d'Histoire et de Géographie*. — **Album historique, publié sous la direction de M. ERNEST LAVISSE, de l'Académie française.** — **Tome I : Le Moyen-Age (du IV^e à la fin du XIII^e siècle. Tome II : La fin du Moyen-Age. Tome III : Les XVI^e et XVII^e siècles.** — 3 vol. in-4° avec nombreuses gravures. (Prix de chaque volume se vendant séparément : 20 fr.) A. Colin et C^o, éditeurs, Paris, 1899.

Cet ouvrage, dont le tome III vient également de paraître, est conçu sur un plan analogue à celui du précédent, et a droit au même succès.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 4 Décembre 1899.

L'Académie procède à l'élection d'un membre dans la Section de Chimie en remplacement de M. Friedel. M. Georges Lemoine est élu au troisième tour de scrutin.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Lœwy présente le troisième volume des *Annales de l'Observatoire de Toulouse*. Il renferme trois mémoires de M. Andoyer sur les formules générales de la Mécanique céleste et leur application au calcul des inégalités de la Lune, et deux mémoires de M. Baillaud sur les formules de quadratures premières et secondes, puis une série d'observations astronomiques et météorologiques. — M. Tarry adresse des indications complémentaires sur les nombres horaires des Léonides observées à Alger. — M. D. Eginitis communique les observations des Léonides et des Biélides faites à l'Observatoire d'Athènes. Le nombre des Léonides, du 8 au 16 novembre, a été très faible, avec un léger maximum le 14. Du 24 au 27 novembre, on a aperçu un certain nombre de Biélides, émanant de τ Andromède ou de γ Andromède. — M. C. Guichard décrit les propriétés de certains systèmes de cercles et de congruences qu'il a définis antérieurement. Il montre que l'inversion ne change pas la nature d'une congruence de cercles ou d'une congruence de sphères. — M. R. Baire expose les principes d'une nouvelle théorie, la théorie des ensembles de suites d'entiers, plus générale que la théorie des ensembles de points de Cantor, et qui permet d'étudier complètement les fonctions discontinues développables en séries de polynômes. — M. Paul Painlevé considère une équation différentielle du second ordre et cherche à reconnaître si ses points critiques sont fixes en supposant que R est algébrique en Y. Il donne la solution du problème dans ce cas, ainsi que quelques résultats qui en découlent. — M. E. Busche généralise une formule de Gauss et en fait la source d'une série de théorèmes plus généraux dus à Eisenstein, Dirichlet, Stern et Sylvester. — M. G. Humbert considère un système de fonctions abéliennes à deux variables, dont deux périodes sont liées par la relation $g' = 3g$; à cette relation singulière entre les périodes correspond une relation algébrique entre les modules des fonctions abéliennes. C'est l'exemple le plus simple des transformations singulières du premier ordre qui conduisent d'un système de fonctions abéliennes à des fonctions abéliennes de modules différents.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. Boussinesq, poursuivant l'étude de la propagation d'un pinceau lumineux dans un milieu hétérogène, montre que la demi-force vive possédée par tout élément d'une onde au départ de celle-ci dans le milieu, se transmet intégralement avec l'onde même le long du rayon mené à partir de cet élément et normal aux positions successives de l'onde. Il justifie ainsi le principe de Fermat sur l'économie du temps dans la transmission du mouvement lumineux à travers un milieu hétérogène, d'ailleurs transparent et isotrope. — M. Henri Becquerel expose ses recherches sur les phénomènes de phosphorescence produits par le rayonnement du radium. En présence du corps radiant, les sulfures de strontium et de calcium, le platino-cyanure de baryum, le diamant, la fluorine, la blende hexagonale deviennent phosphorescents à des degrés divers. Pour chacun d'eux, l'intensité de la phosphorescence varie un peu plus vite

que la raison inverse du carré de la distance à la matière active, ce qui indique une absorption par l'air. L'interposition d'écrans montre une absorption relative inégale, par un même écran, du rayonnement qui excite la phosphorescence des diverses substances; on peut interpréter ce résultat en admettant que chaque substance est excitée par un rayonnement particulier. La phosphorescence excitée par le radium offre une persistance considérable, surtout dans la fluorine. En outre, le radium a la propriété de rendre active la fluorine calcinée, qui a perdu le pouvoir de devenir phosphorescent sous l'action de la chaleur. — M. Perreau a constaté que les rayons X produisent, sur la résistance électrique du sélénium, une action de même ordre que la lumière. Les oscillations électriques n'ont, au contraire, aucune influence. — M. Thomas Tommasina a observé que l'aluminium et le magnésium, placés dans l'eau ou dans l'alcool, ont la propriété de devenir fluorescents sous l'action des courants de la bobine d'induction. L'auteur explique le phénomène en admettant qu'il est produit pendant l'électrolyse par les décharges successives dans les deux sens entre le métal et le liquide à travers la mince couche très diélectrique formée par l'oxyde du métal. — M. M. Berthelot a mesuré la chaleur de formation de trois radicaux dérivés du mercure : le mercure diméthyle, le mercure diéthyle et le mercure diphenyle. Les chaleurs sont toutes négatives et respectivement égales à $-36, 2$ cal., $-12,8$ cal. et $-88,5$ cal. Les différences des chaleurs de formation sont de l'ordre de grandeur de celles qui existent entre les dérivés de même fonction appartenant aux séries méthylrique, éthylique et phénylique. — MM. M. Berthelot et M. Delépine ont déterminé les chaleurs de formation et de combustion de l'acide lactique par trois voies différentes : au moyen du lactate d'argent, au moyen du lactate de zinc et au moyen du lactide. Voici les résultats obtenus pour la chaleur de formation :

	ACIDE DISSOUS	ACIDE PUR
D'après le lactate d'argent . . .	+ 163,75	+ 162,6
— — — de zinc . . .	+ 164,45	+ 163,3
— — — lactide	+ 164,9	+ 163,8
Moyenne . . .	+ 164,3	+ 163,2

M. M. Berthelot a constaté que le chlorate de potassium, qui ne détonne pas sous l'influence d'un échauffement progressif, bien qu'étant un composé endothermique, fait explosion si on le place brusquement dans une enceinte portée à l'avance et maintenue à une température beaucoup plus élevée que celle de la décomposition commençante; il détonne encore mieux si on le chauffe dans une flamme hydrocarbonée. Ces deux facteurs ont dû entrer en jeu dans l'explosion d'une fabrique de chlorate de potasse qui a eu lieu récemment en Angleterre. — M. Maurice François a reconnu que la décomposition de l'iodomercure d'ammoniaque HgI^2AzH^4, H^2O par de faibles quantités d'eau est limitée et réversible; elle obéit aux lois de la dissociation des sels par l'eau. Il en est de même de la décomposition de l'iodomercure de potasse $HgI^2, KI, 4,5H^2O$. Lorsque l'état d'équilibre est atteint, la liqueur contient une quantité de AzH^4 ou de KI libre constante pour une température donnée. — M. J.-A. Muller a constaté, par des mesures calorimétriques, que l'acide carbonylferrocyanhydrique est un acide fort, au même titre que l'acide ferrocyanhydrique, les neutralisations de ces acides par les bases fortes dégageant environ 14 cal. par atome-gramme d'hydrogène

neutralisé. On conclut en même temps que la substitution du groupe CO au groupe CAZll dans la molécule d'acide ferrocyanhydrique n'a pas d'influence sensible sur l'énergie acide des atomes d'hydrogène restant. — **M. H. Giran** a préparé deux nouvelles combinaisons de l'anhydride phosphorique avec le benzène : l'acide benzène-monodiméthaphosphorique $C^6H^6 \cdot P^2O^5H$, poudre jaune brique, très déliquescence, décomposable par l'eau, et l'acide benzène-tridiméthaphosphorique $C^6H^6 \cdot (P^2O^5H)^3$, poudre jaune, possédant des propriétés analogues au précédent et donnant un sel stable avec le gaz ammoniac. — **M. H. Cousin**, en appliquant la réaction de Zincke aux gaïacols et aux vératrols tétrahalogénés, a obtenu les orthoquinones halogénées correspondantes. L'acide nitrique saponifie d'abord les gaïacols et vératrols tétrachlorés et tétrabromés et les transforme en pyrocatechines substituées; celles-ci sont alors oxydées en quinones correspondantes. — **M. A. Gautier** présente deux communications sur l'existence normale de l'arsenic chez les animaux et sa localisation dans certains organes et sur la méthode qui lui a permis de découvrir et de doser les très petites quantités d'arsenic contenues dans ces organes. Nous renvoyons le lecteur à une analyse détaillée de ces recherches qui se trouve dans la chronique du présent numéro¹.

3° SCIENCES NATURELLES. — **M. G. Marinesco** a étudié par la chronophotographie un cas d'hémiplégie hystérique, qu'il a pu guérir par la suggestion hypnotique. Le type de la marche des hémiplégiques hystériques est sensiblement plus compliqué que celui décrit par Todd. La malade ne traîne pas simplement la jambe paralysée, mais le transport de ce membre se fait péniblement et est secondé par les inclinaisons du tronc en avant et latéralement. En outre, dans l'appui sur le membre malade, la jambe saine accomplit très rapidement la seconde phase de son oscillation. — **M. E.-L. Bouvier** a étudié les caractères biologiques du *Peripatus capensis* Grube. Il vit ramassé et à demi enroulé dans la mousse; placé à la lumière, il fuit bientôt dans un sens opposé à celui des rayons lumineux. Dans ses mouvements, le Péripate donne plus l'impression d'un Ver que d'un Arthropode. Lorsque l'animal est excité, il projette par ses tentacules céphaliques un liquide muqueux qui se coagule rapidement. — **M. Hugo de Vries** a fécondé en partie des fleurs de maïs sucré avec du pollen de maïs ordinaire à amidon. Une partie des graines obtenues étaient amyloées, et présentaient tous les caractères d'hybrides, aussi bien dans leur albumen que dans leur embryon. C'est une preuve expérimentale nouvelle en faveur de la fécondation de l'albumen par le second spermatozoïde du tube pollinique. — **M. Ph. Glangeaud** a étudié les minéraux constitutifs du Crétacé de l'Aquitaine. Le Sénonien en renferme la plus grande partie : opale, calcédoine, quartz, calcite, glauconie, pyrite, magnétite, mica noir, tourmaline, zircon, rutile. Le Cénomani en renferme guère que du quartz, de la pyrite et localement du gypse. Le Turonien est le plus pauvre en minéraux; il est en grande partie calcaire. — **M. E. de Martonne** cherche à reconstituer l'histoire de la vallée du Jiu (Karpathes méridionales), un des cas les plus curieux de vallée perçant une chaîne de montagnes. Le Jiu a commencé à creuser son lit dans les calcaires mésozoïques, puis, au moment du soulèvement de la chaîne, il n'a pu sortir du profond cañon qu'il s'était formé, et il a entamé progressivement les schistes cristallins situés au-dessous. — **M. J. Uselade** a trouvé près de Saint-Sauveur, dans la vallée supérieure de la Dore (Puy-de-Dôme), des blocs épars de granit et de gneiss, recouverts d'un enduit vitreux, et paraissant avoir été soumis à l'action d'un feu intense. Il pense qu'on est en présence des vestiges d'une ancienne forteresse vitrifiée. — **M. Apéry** signale un moyen de destruction des rats à bord des bateaux, pour éviter la propagation

de la peste. Il consisterait à dégager de l'acide carbonique à fond de cale.

Séance du 11 Décembre 1899.

L'Académie présente la liste suivante de candidats à la place d'astronome vacante au Bureau des Longitudes par suite du décès de M. Tisserand : en première ligne, **M. Radau**; en seconde ligne, **M. Bigourdan**. — **M. Méray** est élu Correspondant pour la Section de Géométrie. — **M. Rosenbusch** est élu Correspondant pour la section de Minéralogie. — **M. Hinrichs** envoie le complément de la souscription organisée aux Etats-Unis pour l'érection d'un monument à Lavoisier.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. Bouquet de la Grye** vient de terminer l'examen d'un millier de photographies prises au moment du passage de Vénus sur le Soleil en 1882, et il s'est servi des résultats pour calculer d'une façon plus exacte la valeur de la parallaxe solaire, considérée jusqu'à présent comme égale à 8",86. En se bornant aux observations directes, on obtient, par la méthode de Halley, 8",7996 pour les grandes lunettes et 8",8068 pour toutes les lunettes, chacune de ces valeurs ayant une erreur probable d'environ 0",01. La valeur 8",80 doit donc être considérée comme la moyenne des observations directes françaises. — **M. H. Tarry** communique les observations des Biérides qu'il a faites à Alger dans la nuit du 28 au 29 novembre. — **M. R. Baire** établit une théorie des fonctions discontinues sur des principes analogues à ceux sur lesquels il a fondé sa théorie des ensembles; ces principes étant posés, il en tire quelques applications nouvelles intéressantes. — **M. Aug. Boutin** adresse une note sur quelques équations de Pell et autres équations indéterminées du second degré.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. J. Janssen** rend compte de certains travaux exécutés au Mont-Blanc sous sa direction en 1899. M. Tikhoff s'est livré à la photographie du spectre solaire à Chamonix et au sommet afin d'éclaircir la question de la présence de l'oxygène dans les enveloppes gazeuses du Soleil. M. Lespiau a fait des expériences de télégraphie. Il a constaté qu'une ligne télégraphique d'une grande longueur peut être établie à fil nu sur les glaciers et fournir un bon service. — **M. Al. Gerschun** signale une nouvelle méthode pour la détermination de la densité moyenne de la Terre et de la constante de gravitation. Elle consiste à approcher de la surface libre d'un liquide une masse pesante; la surface du liquide prend alors la forme d'une surface d'égal potentiel newtonien. En mesurant, par une méthode optique, le rayon ρ de la sphère osculatrice à cette surface à son point ombilic, et connaissant le rayon et la densité de la masse pesante, on peut en déduire la densité de la Terre et la valeur de la constante newtonienne. — **M. André Broca**, en étudiant le principe de l'égalité de l'action et de la réaction, démontre le théorème suivant : Sur une surface de discontinuité d'un champ de vecteur, la composante normale seule de ce dernier peut être discontinue, sauf si la force est infinie au point considéré. — **M. Henri Becquerel** a soumis à l'action d'un champ magnétique puissant non uniforme les radiations émises par le chlorure de baryum radifère; il a observé que dans le sens des lignes de force les rayons s'infléchissent et se concentrent sur les pôles; dans le sens perpendiculaire, l'effet est variable suivant le sens du courant. Ces faits montrent que le rayonnement du radium se rapproche considérablement des rayons cathodiques. — **M. M. Berthelot** indique une méthode tout à fait générale pour le dosage des divers corps simples contenus dans les composés organiques. Elle consiste à les brûler totalement, par l'emploi de l'oxygène comprimé à 25 atmosphères dans la bombe calorimétrique. Les produits formés en vase clos se prêtent parfaitement à des dosages : le carbone, à l'état de CO₂, l'hydrogène à l'état d'H₂O, l'azote à l'état libre, le soufre à l'état de sulfate de baryum, le phosphore à l'état de phosphate ammoniac-magnésien, le chlore, le brome et l'iode

¹ Voir page 937.

à l'état d'acides, les métaux à l'état d'oxyde ou de métal. Dans certains cas, on peut ajouter à l'avance dans la bombe des matières qui facilitent les analyses ultérieures. — MM. A. Haller et P. Th. Muller ont mesuré les réfractions moléculaires, la dispersion moléculaire et le pouvoir rotatoire spécifique de quelques alcoyl-camphres, préparés par réduction des combinaisons du camphre avec les aldéhydes. Les réfractions moléculaires trouvées concordent avec celles calculées au moyen des modules de Brihl et de Conrady; la dispersion moléculaire présente encore une divergence assez forte avec les nombres calculés. Le pouvoir rotatoire spécifique, comme les autres constantes, a baissé, tout en restant encore supérieur à celui du camphre. — M. G. Blanc a étudié les produits secondaires qui se forment, à côté de l'acide isolauro-nolique, dans la réaction du chlorure d'aluminium sur l'anhydride camphorique. La partie acide contient un acide $C_{11}H_{16}O^2$, non saturé, et deux acides $C_{11}H_{16}O^2$ saturés, dont l'un donne une amide cristallisée. La partie neutre renferme une lactone $C_{11}H_{16}O^2$. — M. A. Astruc communique ses recherches sur le titrage alcalimétrique des amines grasses et aromatiques. Les premières sont à la fois monoacides à l'héliantine et à la phénol-phtaléine. Les amines aromatiques primaires sont neutres à la phénolphtaléine et monoacides au méthylorange. L'emploi successif des deux indicateurs permet d'accuser entre les amines grasses et les amines aromatiques la même différence de basicité qu'indiquent les données thermochimiques. — MM. J. Abelous et E. Gérard ont constaté que, dans les macérations aqueuses de rein de cheval, il y a coexistence d'un ferment soluble réducteur et d'un ferment soluble oxydant, la présence de ce dernier pouvant entraîner la disparition d'une certaine proportion des produits dus au ferment réducteur. — M. Gabriel Bertrand a reconnu que la gomme de bois ou xylane, qui est l'un des constituants principaux du tissu ligneux des Angiospermes, est à peu près absente chez les Gymnospermes, et remplacée par un hydrate de carbone tout à fait différent, la manno-cellulose. Seules les Gnétacées, qui forment un terme de passage entre les deux grands groupes, contiennent très peu ou pas de manno-cellulose.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. W. Nicati a constaté que la pression intra-oculaire donne la mesure de la pression du sang dans les capillaires. Cette pression, qui est fonction des dimensions du corps et de la pression atmosphérique, a été trouvée proportionnelle au rapport entre le volume du corps et sa surface. — M. E.-L. Bouvier, à la suite de ses observations sur les *Péripates* américains, les a rangés en deux sections distinctes : les *Péripates* *andicoles*, vivant dans les régions montagneuses qui bordent la côte du Pacifique, et possédant quatre ou cinq papilles pédieuses, et les *Péripates* *carabes*, localisés dans les Antilles et les côtes orientales de l'Amérique, et ne possédant que trois papilles pédieuses. — MM. Lucet et Costantin décrivent un champignon parasite, cause d'une affection des voies respiratoires chez une femme d'une trentaine d'années. Le mycélium rampant présente de place en place des rhizoïdes. Il commence à croître à 22°, végète admirablement entre 34° et 44° et ne pousse plus à partir de 54°. Il est très pathogène pour le lapin et le cobaye. Les autres nomment ce parasite *Rhizomucor parasiticus*. — M. L. Matruchoth a observé la reproduction sexuée chez une espèce de Mucorinée, le *Piptocephalis Tieghemiana*. Elle se fait par fusion de deux gamètes égaux et semblables. Les deux branches copulatrices sont recourbées en mors de pince et le développement de l'œuf en embryon a lieu entre les deux branches copulatrices et non au-dessus, comme chez le *P. Freseniana*. — M. H. Révil a étudié la terminaison nord des chaînes du massif de la Chartreuse, afin d'établir leurs relations avec celles du Jura à l'ouest et des Bauges au nord-est. La chaîne Semnoz-Nivollet-Revard est la seule du massif des Bauges qui se continue dans

celui de la Chartreuse. Les parties de ce dernier massif situées à l'ouest de l'anticlinal jurassique d'Entremon naissent au sud de Chambéry et ne se prolongent pas vers le nord. — M. Ph. Glangeaud décrit le faciès et les conditions de dépôt du Turonien de l'Aquitaine. La partie supérieure de ce terrain, l'Angoumien, est caractérisée par le dépôt de grands amas de Rudistes, qui ont formé de véritables barrières récifales. La plus grande extension de la mer turonienne a eu lieu à l'époque ligérienne et au commencement de l'Angoumien; à la fin de l'Angoumien une régression marquée s'est produite. — M. E.-A. Martel a poursuivi ses explorations des abîmes du Dévoluy (Hautes-Alpes) et a découvert le plus grand puits naturel connu (chourun Martin). Sa profondeur, qui n'est pas définitivement fixée, atteint déjà 310 mètres, répartis en quatre puits successifs; il n'est pas impossible que ce gouffre ne se continue en un cinquième puits, mais l'exploration complète n'a pu en être faite à cause des avalanches détachées par le matériel de descente. — M. J. Thoulet a cherché à déterminer approximativement l'importance de la dénudation crétacée des côtes normandes, d'après la quantité d'argile qui recouvre actuellement le plateau et la proportion d'argile qui se trouve dans les falaises crayeuses de la côte. Il a trouvé qu'aux environs d'Étretat, la dénudation minimum correspond à une hauteur de 52 mètres de falaise.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 28 Novembre 1899.

M. Ch. Richet a étudié l'influence de l'alimentation exclusive par la viande dans le traitement de la tuberculose chez le chien. Des chiens tuberculisés par injection intra-veineuse et nourris au régime ordinaire meurent au bout d'une trentaine de jours en moyenne; des chiens tuberculisés et nourris à la viande ont une survie moyenne de 240 jours et la moitié sont encore vivants. L'auteur explique le fait en supposant que les ptomaines et albumines de la viande imprègnent les cellules de l'organisme et les rendent peu à peu réfractaires à l'imprégnation par d'autres substances, surtout les substances toxiques. — M. Hallopeau expose ses idées sur la prophylaxie de la syphilis par le traitement. Il est d'accord avec M. Fournier, pour que le malade soit averti des dangers de la transmission de sa maladie et invité à s'abstenir de contacts de nature à la propager, et pour que le nombre des consultations spéciales soit augmenté. Il voudrait qu'on pratiquât le plus souvent possible, chez le malade, l'ablation du chancre et la cautérisation des plaques muqueuses et ulcérations secondaires. Mais il croit qu'il serait fâcheux de modifier le système actuel des consultations et de créer un corps spécial de médecins vénéréologiques. L'examen isolé a des désavantages et serait préjudiciable aux intérêts de l'École dermatologique française.

Séance du 5 Décembre 1899.

M. Armand Gautier présente une communication sur l'existence normale de l'arsenic chez les animaux et sa localisation dans certains organes, communication dont on trouvera, dans la chronique de ce même numéro, une analyse détaillée¹. — M. Fernet se rallie aux modifications que M. Fournier propose d'apporter aux consultations externes des hôpitaux en vue d'arriver à une prophylaxie efficace de la syphilis et des maladies vénériennes, et souhaite qu'un certain nombre de ces modifications puissent être également appliquées aux consultations générales. Il demande que les consultations hospitalières soient exclusivement réservées aux pauvres et aux indigents. Mais il voudrait voir rejeter l'institution de concours spéciaux pour les services des hôpitaux affectés aux maladies vénériennes.

¹ Voir page 937.

— M. Panas appuie les conclusions de M. Fournier et voudrait voir des modifications analogues s'introduire dans les consultations d'ophtalmologie. — M. J.-V. Laborde fait ressortir les avantages de l'emploi du bromure de strontium dans l'épilepsie. Doué d'une action élective sur la cellule excito-motrice, il a l'avantage d'être le mieux toléré par l'organisme, ce qui permet d'en élever la dose jusqu'à la quantité efficace pour triompher des accès les plus invétérés. — M. le Dr Marage lit un mémoire sur le rôle de l'arthritisme dans la pharyngite granuleuse. — M. le Dr Apostoli donne lecture d'un travail sur les applications nouvelles du courant ondulatoire en gynécologie.

Séance du 12 Décembre 1899.

Séance publique annuelle pour 1899. M. E. Vallin donne lecture du rapport général sur les prix décernés en 1899. — M. Panas proclame les noms des lauréats des concours. — M. Bergeron, secrétaire perpétuel, prononce l'éloge de M. H. Roger.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 23 Novembre 1899.

MM. Couvelaire et Crouzon ont pu étudier le voile du palais sur un homme présentant une large brèche oculo-nasale à la suite d'une opération d'épithélioma. Ils décrivent les mouvements passifs et actifs du voile et son rôle dans la phonation. — M. G. Marinesco a étudié les lésions de la substance grise chez trois sujets atteints de démence pellagreuse. Elles sont plus accusées que celles de la substance blanche et semblent dues à l'action directe d'un poison agissant sur le corps cellulaire et ses prolongements protoplasmiques. — M. Marage expose ses recherches sur la formation de la parole ; il montre le rôle respectif de la vibration de l'air dans le larynx et du transport de l'air dans les cavités supralaryngiennes. — M. Paul Carnot a produit chez le lapin, par injection intra-pulmonaire de toxine pneumococcique, une pneumonie fibrineuse ; les alvéoles des poumons étaient remplies de blocs fibrineux. Dans certains cas, il y a moins de fibrine et plus de sang dans les alvéoles ; on croirait alors à une apoplexie pulmonaire. — MM. Charrin et Levaditi ont constaté que, comme les cellules myocardiques, les cellules hépatiques, ainsi que celles du revêtement biliaire, peuvent passer dans le sang et former dans les vaisseaux de véritables embolies cellulaires. — MM. Sabrazès, de Batz et Brengues ont constaté que l'inoculation, dans la paroi abdominale, de l'*Actinomyces farcinus* Nocard, provoque une maladie mortelle en une dizaine de jours. — M. Féré a observé que la faculté de pondre des œufs à deux jaunes semble héréditaire chez la poule. — M. R. Dubois expose ses recherches sur la production de l'électricité chez les végétaux. Puis il a étudié la marche des chenilles processionnaires et a observé qu'elles laissent après elles un fil des plus ténus dont les suivantes ne s'écartent pas.

Séance du 2 Décembre 1899.

M. Gréhan a inoculé des doses variées d'alcool à 10 % dans l'estomac du chien ; cinq minutes après, l'alcool est observable dans le sang par le procédé de Nielou. Au bout d'une heure, la quantité dans le sang devient constante ; elle persiste d'autant plus longtemps que la quantité ingérée est plus forte. — M. Tissier a trouvé dans les selles des nourrissons un bacille anaérobie strict, qu'il appelle *Bacillus bifidus communis* ; il est plus commun que le coli-bacille. Il présente la réaction chromophile d'Escherich. — M. Coyon étudie la sarcine de l'estomac ; elle a un pouvoir de fermentation peu intense. Elle ne modifie guère que les peptones, qu'elle transforme en acides lactique, acétique, formique et butyrique. — M. Manquat a étudié l'élimination du sulfate de quinine chez des palodiques. Le sel se manifeste dans toutes les urines au bout d'une heure, va en croissant pendant trois heures, puis diminue pro-

gressivement. — M. Anglas décrit le rôle des leucocyte dans l'hyostolose des muscles de l'abeille pendant la métamorphose.

Séance du 9 Décembre 1899.

M. A. Théohari a constaté, sur des coupes minces du rein fixées au liquide de Flemming, qu'il existe dans la cellule rénale un réticulum protoplasmique, bien mis en évidence par Konzschwartz. En mordant les coupes à l'alun de chrome, on constate la constitution granulaire du réseau. Les fixations au formol mettent en évidence les granulations en série linéaire, mais pas le réseau. — Le même auteur étudie le mécanisme des lésions expérimentales du rein par les agents physiques, chimiques ou les microorganismes et leurs toxines. La première lésion appréciable est la tuméfaction du réticulum protoplasmique, avec apparition de fines granulations dans les mailles ; puis le réticulum disparaît totalement : c'est alors une lésion irréparable. La cellule n'est pas morte, mais elle a d'autres propriétés ; elle laisse passer l'albumine. — MM. Toulouse et Vaschide étudient l'influence des variations de l'excitation sur l'attention et la distraction, mesurées par la sensation. Ils trouvent qu'il est nécessaire de placer dans un état d'attention maximum le sujet dont on veut mesurer la puissance sensorielle. — MM. Wertheimer et Lepage démontrent l'action réflexe des ganglions sympathiques dans la production de la sécrétion pancréatique. — M. Gellé a observé des accès d'étouffement nocturne par hémisténose nasale chez un homme qui faisait beaucoup d'exercices sportifs. — M. Loisel expose ses recherches sur les glandes génitales et la spermatogénèse.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Keith W. Monsarrat : Observations morphologiques sur les Blastomycètes trouvés dans les carcinomes. — Les observations de l'auteur ont été entreprises dans le but de confirmer, si possible, les observations de Sanfelice, de Roncali et d'autres sur la présence d'organismes de l'ordre des Blastomycètes dans les carcinomes.

1. *Isolement par la culture.* — Les tumeurs examinées étaient des carcinomes du sein et de l'utérus. On en racle quelques parties avec un couteau stérilisé et on les ensemece sur divers milieux de culture ; il ne se produit de développement que sur l'agar glucosé. Mais pour les cultures suivantes, on peut employer soit la gélatine neutre, qui donne des colonies jaune pâle croissant lentement, soit l'agar ou le bouillon, sur lesquels la croissance aérobie est très rapide après vingt-quatre heures d'incubation à 37°. Sur pomme de terre, à la même température, il se produit une colonie brun-foncé aérobie ; mais l'organisme se développe encore mieux anaérobiquement, et il produit alors des colonies blanches, qui passent au brun quand on laisse arriver l'air, à l'inverse de ce qui se produit sur agar. L'apparence de ces cultures concorde bien avec celle décrite par Sanfelice et Plimmer.

2. *Réactions colorées.* — La coloration des organismes dans les tissus a été faite avec le carmin comme couleur nucléaire, généralement à l'état de carmin acétique ; c'est le seul qui donne de bons résultats avec les tissus fixés par la solution de Flemming. Les sections colorées sont placées dans une solution aqueuse à 1 % de violet méthyle pendant deux minutes, puis dans une solution à 0,25 % d'acide picrique, lavées, séchées et décolorées dans l'essence de girofle. Le violet méthyle est extrait du plasma et des nuclei, mais reste dans les organismes.

3. *Caractères morphologiques.* — Les caractères des organismes sont les suivants : Dans les cultures fraîches, ce sont des sphères de 4 à 10 microns de diamètre, dont la chromatine est colorée d'une façon diffuse par les couleurs d'aniline. La distribution de la chromatine est très variable : tantôt elle forme un

agrégat à un pôle, tantôt elle est répartie dans toute la cellule; dans d'autres cas, elle n'est représentée que par quelques granules. La capsule est délicate. La multiplication dans les cultures a lieu par bourgeonnement.

Dans les tumeurs primaires produites par inoculation intra-péritonéale, l'organisme présente à peu près les mêmes caractères, sauf deux particularités: quelquefois les sphères adjacentes sont délicatement reliées entre elles; d'autres fois, la capsule est épaissie.

Dans les nodules des poumons, du foie, de la rate, des reins, qui sont secondaires par rapport aux tumeurs du péritoine, on trouve, outre les formes décrites, des formes sporifères. La capsule est très épaissie, la chromatine distribuée irrégulièrement, et des portions peuvent s'échapper à la faveur d'une déhiscence de la capsule. Il n'a pas de régularité dans ce processus, pas de division simultanée des contenus des cellules en un nombre défini de spores. Les spores sont acapsulées quand elles se forment et à contour irrégulier; elles se colorent fortement par les couleurs de la chromatine et sont finement granulaires. Cette méthode de sporulation est tout à fait particulière et différente de celles qu'on observe chez les Saccharomycètes.

4. Réactions des tissus à la suite de l'inoculation. — L'injection intra-péritonéale de 1 centimètre cube de culture âgée de quarante-huit heures produit, chez le cobaye, les résultats suivants: l'animal ne présente aucun symptôme de maladie; il meurt de 2 à 6 semaines après l'injection. A l'ouverture de l'abdomen, on trouve que l'omentum et la surface péritonéale sont garnis de nodules de la grandeur d'un pois à celle d'une tête d'épingle; des nodules sont visibles à l'œil nu dans les poumons, le foie, la rate et les reins. Les tumeurs primaires du péritoine sont composées de cellules endothéliales proliférées; les organismes y sont fort nombreux, partie au dedans, partie au dehors des cellules. Dans les poumons et les reins, les nodules sont également d'origine endothéliale; dans le foie et la rate, ils ressemblent beaucoup à ceux de l'omentum, mais leur origine est douteuse.

Dans aucun cas on n'a observé d'arrangement alvéolaire des cellules ou de disposition ressemblant à l'endothéliome de l'homme.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 8 décembre 1899.

M. S. P. Thompson communique un travail sur les lentilles cylindriques croisées obliquement. Il montre qu'un système de deux lentilles de cette nature est optiquement équivalent à un système de deux lentilles cylindriques croisées à angle droit, et par conséquent à une lentille sphérocyindrique. Si l'on considère la difficulté de la fabrication de lentilles cylindriques dont les faces opposées ont des axes différents, on voit qu'il est important, pour les opticiens, de pouvoir calculer les constantes d'une lentille sphérocyindrique équivalente, mais plus facilement obtainable. D'une façon générale, une surface à rayon de courbure r déterminera dans une onde plane une courbure égale à $\frac{\mu - 1}{r}$,

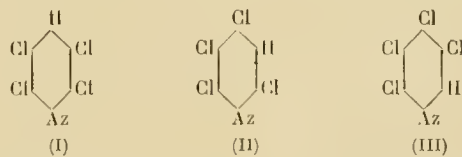
μ étant l'indice de réfraction du milieu. Supposons une lentille cylindrique équiconvexe coupée par deux plans à angle droit, la ligne d'intersection des plans passant normalement par le centre de la lentille; les sections de la lentille seront en général des portions d'ellipses. Il est donc possible d'exprimer, en fonction de l'angle d'un de ces plans avec l'axe, la convergence donnée par la lentille aux ondes planes se propageant suivant ce plan. L'effet d'une seconde lentille croisant la première obliquement peut être représenté par rapport aux mêmes plans. L'effet total peut alors être résolu suivant deux lignes à angle droit. Différenciant les expressions obtenues et les égalant à zéro, on trouve les directions

de la cylindricité maximum et minimum. Ces directions sont à angle droit et représentent deux lentilles croisées perpendiculairement, qui sont optiquement équivalentes aux deux premières; de là, on obtient facilement la lentille sphérocyindrique. L'auteur indique une solution graphique du problème. Il présente ensuite une combinaison de deux lentilles cylindriques qui permet par des rotations d'obtenir tous les degrés de cylindricité. — M. T. H. Blakesley indique des formules exactes pour les lentilles; il fait usage de la définition de la longueur focale, en fonction du pouvoir grossissant, qu'il a donnée précédemment. Dans cette méthode, la longueur focale d'une combinaison de lentilles est simplement une ligne et non plus la distance entre deux points définis. L'auteur montre comment on peut déterminer très exactement les constantes des combinaisons de lentilles et indique des applications pratiques à l'allongement des télescopes et à la détermination des indices de réfraction des liquides. — M. W. E. Dalby présente un dynamomètre à friction. La force à mesurer produit un enroulement dans un ressort d'acier, enroulement qu'il s'agit de déterminer. Côte à côte sur l'arbre sont placées deux poulies, l'une clavetée sur l'arbre, l'autre attachée à l'extrémité du ressort; l'avance d'une poulie sur l'autre mesure donc l'enroulement. Deux autres poulies sont montées sur une glissière et reliées aux premières par une courroie continue. Quand l'arbre est immobile, les deux dernières poulies se touchent, mais le moindre mouvement de l'arbre produit un enroulement du ressort et une avance d'une des premières poulies sur l'autre; cette avance provoque à son tour une séparation des deux dernières poulies qui lui est proportionnelle, ainsi qu'à la force à mesurer. Celle-ci est donc tout à fait déterminée si l'on connaît les constantes du dynamomètre et le nombre de révolutions par seconde. — M. S. P. Thompson présente un composé organique offrant une double réfraction considérable; c'est le naphthalène cristallisé, dont la double réfraction dépasse de 60% celle du spath d'Islande. Malheureusement, il est extrêmement cassant et difficile à obtenir en prismes.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 16 Novembre 1899.

MM. W.-J. Sell et F.-W. Dootson ont préparé les trois tétrachloropyridines théoriquement possibles:



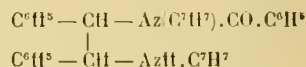
Le composé fondant à 90-91° est représenté par la formule I; son isomère, fondant à 21-22°, possède la formule II; la formule III doit s'appliquer au corps fondant à 74-75°. L'action de l'ammoniaque transforme le composé II en aminotrichloropyridine, le groupe amino étant en position γ . — MM. Wyndham R. Dunstan et Harold M. Read ont étudié les propriétés des alcaloïdes de l'aconit du Japon (*Ac. Fischeri*), en particulier celles de la japaconitine, alcaloïde toxique extrait par Wright et Luff, en 1879, et considéré plus tard comme identique à l'aconitine ordinaire, retirée de l'*Ac. napellus*. Les auteurs constatent que la japaconitine est un alcaloïde distinct; elle cristallise en aiguilles incolores fondant à 204°. Sa composition paraît représentée par la formule $C^{22}H^{29}(OCH^3)^3(CH^3CO)(C^2H^3CO)AzO^3$; elle donne des sels cristallisés avec les acides. Elle est dextrogyre, ses sels lévogyres. Hydrolysée partiellement par les acides dilués, la japaconitine se dédouble en acide acétique et une nouvelle base, la japbenzaconine, $C^{22}H^{27}AzO^{10}$; celle-ci est cristallisable, lévogyre, et donne des sels. Elle est hydrolysée à son tour par les acides ou les alcalis, en donnant de l'acide

benzoïque et une troisième base, la *japaconine*, $C^{25}H^{43}AzO^3$; elle n'est connue jusqu'à présent qu'à l'état amorphe; ses sels mêmes ne cristallisent qu'avec la plus grande difficulté. La *japaconine* fondue se décompose d'autre part en acide acétique et en une base $C^{25}H^{43}AzO^3$, la *pyrojapaconine*, lévogyre, donnant aussi des sels lévogyres. Elle est hydrolysée elle-même en acide benzoïque et *pyrojapaconine* $C^{25}H^{41}AzO^3$. L'aconit japonais renferme, à côté de la *japaconine*, une petite quantité d'un de ses dérivés, la *japbenzaconine*. M. W. Tilden, à propos de l'action physiologique des aconitines, remarque qu'elle semble liée à la présence du groupe acétyle. M. D. Howard estime qu'il serait intéressant de rechercher les relations entre la constitution chimique des alcaloïdes de l'aconit et leur action physiologique. M. Dunstan répond que l'aconitine, la pseudoaconitine et la *japaconine* produisent des effets physiologiques analogues. Il rappelle qu'il a, avec M. Cash, étudié comparativement à ce point de vue l'aconitine, la benzaconine et l'aconine, et qu'il a constaté la disparition complète du pouvoir toxique après l'élimination du groupe acétyle. — MM. James Walker et William Cormack décrivent un appareil qui leur a permis de mesurer la conductibilité électrique d'acides très faibles, la méthode étant également applicable aux acides gazeux dans les conditions ordinaires. Voici les résultats obtenus : la première colonne donne la constante de dissociation calculée par la formule d'Ostwald, la seconde le degré pour cent de dissociation dans une solution décimale, ces dernières valeurs étant proportionnelles à l'avidité des acides :

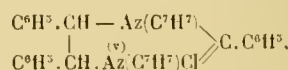
	$k \times 10^{10}$	100 m.
Acide chlorhydrique.	—	91,4
— acétique.	180.000	1,30
— carbonique.	3.048	0,175
— sulfhydrique.	570	0,075
— borique.	17	0,013
— hydrocyanique.	13	0,011
Phénol.	1,3	0,0037

En réponse à des observations de MM. L.-M. Jones, V. Harcourt et W. Tilden, M. Walker dit que tous ces acides obéissent à la loi de dilution d'Ostwald, et que la dissociation primaire, dans chaque cas, donne un atome d'hydrogène d'une part et le reste de la molécule d'autre part. Quel que soit le sort réservé à la théorie de la dissociation électrolytique, le « degré de dissociation » restera toujours une grandeur indispensable dans l'étude des solutions aqueuses d'électrolytes, car elle seule permet de calculer l'équilibre chimique de ces solutions. — MM. James Walker et J.-K. Wood ont préparé le cyanate d'ammonium solide par le mélange de gaz ammoniac et de vapeurs d'acide cyanique à la température ordinaire, en présence d'une quantité suffisante d'un gaz inerte. La transformation du cyanate en urée augmente avec la température et la présence d'humidité. Le cyanate d'éthylammonium se transforme rapidement en éthylurée à la température ordinaire. Quand on mélange des solutions d'aniline et d'acide cyanique dans l'éther, il ne se produit pas du cyanate de phénylammonium, mais bien de la phénylurée. — M. William A. Davis a étudié quantitativement l'éthérisation d'un grand nombre de dérivés substitués du β naphтол au moyen de l'alcool et de l'acide sulfurique. Un seul groupe, occupant la position 1, a le plus grand pouvoir de limitation de l'éthérisation, tandis que le même groupe, en position 3', n'exerce que peu d'influence. L'influence inhibitrice des groupes ortho sur l'éthérisation des phénols et des acides benzoïques substitués, étudiée par Meyer, a été reprise par l'auteur, qui montre que l'hypothèse stéréochimique de Meyer n'est pas suffisante pour expliquer les faits. — MM. H.-M. Dawson et P. Williams ont expérimenté quelques méthodes pour la détermination des

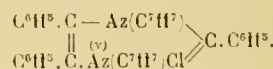
températures de transition, c'est-à-dire des températures auxquelles certains systèmes éprouvent une modification brusque en un autre système. Les méthodes qui ont été employées jusqu'à présent sont les méthodes dilatométrique, thermométrique et d'identité. Ces dernières reposent sur le fait que les solutions saturées des deux systèmes qui sont susceptibles d'une transformation mutuelle deviennent identiques à la température de transition; leurs propriétés sont donc représentées par les mêmes valeurs à cette température. Les recherches des auteurs ont porté sur la densité et la conductibilité électrique. Avec le sulfate de sodium, les courbes des densités se coupent à 32°,4, celles des conductibilités à 32°,5; cette température correspond à la transformation du décahydrate en sel anhydre. Pour le sulfate de thorium, dont le nonahydrate se change en tétrahydrate vers 43° suivant Roozeboom, les courbes de conductibilité se coupent à 48°; les méthodes dilatométrique et tensimétrique donnent 46°,5 et 47°,5. Le nombre de Roozeboom est donc un peu bas. — MM. Francis R. Japp et James Moor ont constaté que la dibenzylamine de Claus et Elbs est en réalité la benzoyl-s-dibenzyl-i-diphényléthyléu-diamine :



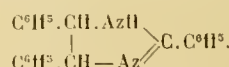
car on peut l'obtenir par l'action du chlorure benzoïque sur la s-dibenzyl-i-diphényléthyléu-diamine. La diméthylamine de Claus et la diéthylamine de Borodine possèdent une constitution analogue. Le sel chlorhydrique de la base ci-dessus, chauffé à 220°, élimine de l'eau et se transforme en chlorure de dibenzylammonium :



Ce dernier donne un dichromate, qui, chauffé avec l'acide acétique glacial et un peu d'HCl, fournit le chlorure de dibenzylphonium :



L'amarine serait donc le 2-phényl-4:5-cisdiphényl-4:5-dihydroimidazol :



L'isoamarine de Snape et Brooke est la forme racémique correspondante. La réduction de l'amarine avait donné à Grossmann l'i-diphényléthyléu-diamine. Celle de l'isoamarine a donné la base de Feist, l'r-diphényléthyléu-diamine. Ces deux bases, chauffées avec l'acide benzoïque, reproduisent respectivement l'amarine et l'isoamarine. L'isoamarine peut être obtenue en fondant l'amarine avec du sodium, ou en chauffant le chlorhydrate de cette dernière au-dessus de son point de fusion. — M. G. Dean rappelle que les déterminations du poids atomique de l'azote faites jusqu'à aujourd'hui ont donné des valeurs allant de 13,975 à 14,05; le rapport des densités de l'azote et de l'oxygène, déterminé par Lord Rayleigh et par M. Leduc, est de 16 à 14,003. Ces chiffres étant assez variables, l'auteur a procédé à une nouvelle détermination, en prenant un composé très simple, le cyanure d'argent, où l'argent est précipité par le bromure de potassium. La moyenne des résultats est $Az = 14,031$, si $C = 12,001$.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME X DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

(DU 15 JANVIER AU 30 DÉCEMBRE 1899)

I. — CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

Astronomie et Météorologie

BIGOURDAN (G.). — Sur les Léonides.	842
Bureau des Longitudes.	173
Éléments approchés des Comètes pour 1900.	757
La mesure de la Chaleur rayonnée par les Étoiles.	538
La présence du Vanadium dans les météorites.	685
Établissement d'un service météorologique en Islande.	538
L'exploration de l'atmosphère par les cerfs-volants et les ballons-sondes.	569

Botanique et Agronomie.

CHALOT (C.). — Conservation de la faculté germinative des graines de cacaoyer.	127
L'industrie de l'huile de maïs.	87
Congrès international d'Agriculture.	540
Congrès international de l'alimentation rationnelle du détail.	612
Le greffage des monocotylédones.	937

Bibliographie Scientifique.

Liste des publications scientifiques de M. Willard Gibbs.	610
---	-----

Chimie.

BERTELOTTI (M.). — Un point de l'Histoire des Sciences : La synthèse de l'alcool.	2 8
GUICHARD (Marcel). — La chimie des terres rares.	494
La Revue générale de chimie pure et appliquée.	37
La production artificielle des asphaltes.	651
La solidification de l'hydrogène.	653
La détermination des poids atomiques et l'institution d'un « Comité international des Poids Atomiques ».	685
L'hydrogène solide.	686
L'éclairage à l'acétylène, système Blériot.	801
L'essence de jasmin.	892
L'acide homocamphoronique et l'acide camphoronique.	892
Séchage et fermentation des feuilles de tabac à cigares.	893
L. O. — La combinaison du Tanin et de la Gélatine et la fabrication des vins de Champagne.	174
Progres de la vulcanisation au soufre du caoutchouc. Nouveautés en Céramique.	2
L'injection des bois par les résidus de la distillation du Naphte.	539
L'application de l'Acétylène dissous à l'éclairage.	845
Emploi de l'iode mercurique comme renforçateur des clichés photographiques.	724
Recherches photographiques sur les spectres de phosphorescence et découverte d'un nouvel élément : le Victorium.	569
Nouvelle méthode pour déposer des couches métalliques sur le bois.	38

Ecole municipale de Physique et de Chimie industrielles.	724
Emploi de l'huile de maïs pour la fabrication d'un caoutchouc mi-artificiel.	293
Action de certaines substances sur la plaque photographique dans l'obscurité.	570

Congrès.

Congrès international de Mathématiques en 1900.	85
Congrès géologique international de 1900.	175
Congrès international de Physique.	494
Congrès international de Médecine.	497
Congrès international d'Agriculture.	540
Congrès international de l'alimentation rationnelle du détail.	612
Congrès de sauvetage et de premiers secours en 1900.	805
Congrès international d'Agriculture de 1900 (questions coloniales).	894

Distinctions scientifiques.

Muséum. — M. Milne-Edwards promu commandeur de la Légion d'honneur.	37
Élection à l'Académie des Sciences de Paris (M. Mendéléeff).	37
Élection à l'Académie des Sciences de Paris (M. Roux).	85
Élection à l'Académie des Sciences de Paris (M. Prillieux).	333
Hommage à un savant français (M. Moissan).	457
Le jubilé de sir Georges-Gabriel Stokes.	457
Elections à la Société Royale de Londres (MM. L. Boltzmann, A. Dohm, E. Fischer, Neumayer et Treub).	457
Élection à l'Académie des Sciences de Paris (M. G. Lemoine).	890
Prix décernés par l'Académie des Sciences de Paris.	933
Prix décernés par l'Académie royale de Belgique.	934

Géographie, Colonisation et Voyages.

HECCEL (E.). — L'huile de Méné (ou Méni) du Sénégal et de la côte occidentale d'Afrique.	686
LE CHATELIER (A.). — La production du caoutchouc.	300
POISSON (J.). — Exposition des collections mexicaines de M. L. Digné au Muséum.	175
REGELSPERGER (G.). — Les chemins de fer de l'Indo-Chine.	3
— Le voyage de retour de la mission Marchand.	39
— La convention franco-anglaise du 21 mars 1899.	335
— Le chemin de fer de Konakry au Niger navigable.	259
— Les observations scientifiques de la mission Fourreau-Lamy.	462
— Du Soudan à la côte d'Ivoire.	804
Revue des cultures coloniales.	3
Le Jardin des plantes et les colonies françaises.	38
Télégraphie sous-marine.	87
Cultures et productions coloniales.	177
— — — — —	212

Création d'une école pratique d'agriculture à Hné et d'une ferme locale au Dahomey.	417
La réglementation de l'exploitation forestière au Congo français.	417
Productions coloniales.	417
Nouvelles plantes à Guita-Percha.	737
Les concessions au Congo.	738
Deux nouvelles publications coloniales.	846
L'exploitation du Balata à la Guyane.	846
Les questions coloniales au Congrès international d'agriculture en 1900.	894
VOYAGES D'ÉTUDES DE LA REVUE :	
— Croisière aux Canaries et à Madère en avril 1899.	1
— Ténériffe et le Pic de Teyde (L. O.)	87
— Croisière aux Canaries, Maroc, Espagne et Portugal : livres à lire.	128
— Croisière en Crimée et au Caucase avec le concours de la Compagnie des Messageries maritimes (26 août-28 septembre 1899).	373
— Voyage dans la Mer Noire, Crimée et Caucase : livres à lire.	413
— Croisière en Tunisie, à Tripoli et à Malte (Vacances de Pâques : 7 avril-29 avril 1900).	889

Géologie et Paléontologie.

Le Congrès géologique international de 1900.	173
THOULET (J.). — Sur la présence de coquilles fossiles calcaires au fond des mers actuelles.	413

Mathématiques.

L. O. — L'enseignement mathématique.	2
Le Congrès international des Mathématiques en 1900.	85
Actualités : Société Mathématique de France.	86

Mines et Métallurgie.

DEMEGNE (E.). — Le four électrique Stassano pour l'obtention directe du fer et de l'acier.	722
L. O. — Les desiderata de l'industrie de l'artillerie en France.	538
XXX. (Lieutenant-Colonel). — L'industrie de l'Artillerie à l'étranger : Les Etablissements Vickers à Sheffield, Erdh et Barrow-in-Furness.	493
Fabrication de nouvelles monnaies à Constantinople.	86
Les arrêts momentanés des hauts-fourneaux.	757
Wagons pouvant transporter 50 tonnes de minerai de fer.	757
Les nouveaux gisements de Tungstène en Espagne et en Amérique.	802
La fabrication des ferro-siliciums riches au four électrique.	802
La galvanisation électrolytique des tubes par le procédé Cowper-Coles.	803
Carburation du vent au haut-fourneau.	894
Les ressources de l'Espagne en minerais de fer.	936

Mécanique et Génie civil.

LAVERGNE (G.). — L'état actuel de l'automobilisme.	257
L'emploi de l'acier au nickel pour les tubes de chaudière.	650
Rendements des machines à vapeur.	934
Automobiles à vapeur.	934
Essais de moteurs à pétrole.	934
La machinerie des navires de guerre.	935
La fabrication automatique des boîtes de conserves.	844
Les nouvelles applications de l'émission dans les chaudières.	842

Nécrologie.

BALBIANI.	609
BAUMANN (Oscar), par H. Dehérain.	841
BROGNIART (Charles).	297

BUNSEN (Robert Wilhelm).	650
FLOWER (William Henry).	537
FRANKLAND (Edward).	649
FRIEDEL (Ch.).	297
— par Armand Gautier.	373
LIE (Sophus).	297
MARSH (O. Ch.).	297
—	459
NAUDIN (Ch.).	297
— par Ch. Flahault.	457
SCHUEBER-KESTNER (Aug.), par Charles Lauth.	753
WIEDEMANN (G.).	297

Physique.

NICATI (W.). — L'échelle spectrale et la gamme des couleurs.	86
OLIVIER (L.). — La luminosité des terres rares exposées aux rayons cathodiques dans le vide.	459
— La télégraphie sans fil entre la France et l'Angleterre.	160
PEROT (A.). — L'enseignement de la Physique industrielle à la Faculté de Marseille.	209
RIGOLLOT (H.). — L'enseignement de la Physique industrielle et l'Université de Lyon.	335
VILLARD (P.). — Interrupteur électro-magnétique à mercure pour courants alternatifs et continus.	210
WEISS (P.). — L'enseignement de la Physique industrielle dans nos Facultés des sciences.	258
La conductibilité de l'aluminium.	37
La réfrigération par l'hydrogène liquide; les propriétés des corps au voisinage du zéro absolu.	125
L'air liquide.	173
La vitesse des particules métalliques dans l'étincelle électrique.	297
La vitesse du son dans l'air comprimé.	333
La vitesse des ions dans les flammes contenant des sels vaporisés.	379
Le repérage des raies en spectroscopie.	493
Congrès international de Physique.	494
Expériences sur la diffusion des ions dans les gaz.	611
Les rayons de Becquerel et les corps nouveaux.	890
Usine hydro-électrique près de Mechanicville (N.-Y.).	936

Sciences médicales.

La tuberculose dans la marine française.	177
Des dangers de contamination par la tuberculose.	259
Mortalité des marins des grandes pêches (campagne de 1898).	259
Les nouvelles expériences sur la transmission de la tuberculose.	298
Congrès international de Médecine.	497
L'Institut bactériologique de Constantinople.	723
La peste.	803
L'élément psychique de la démorphinisation.	845
PÉNISSÉ (J.). — Nouveau traitement des ordures ménagères de Paris.	127
Valeur thermique de la ration alimentaire du soldat en garnison.	414
Lutte contre la tuberculose.	415
La stérilisation des viandes suspectes par la cuisson.	572
Les opérations du Laboratoire de la Préfecture de Police.	612
Stérilisation des eaux alimentaires au moyen du peroxyde de chlore.	938

Zoologie, Anatomie et Physiologie.

MICHEL (O.). — Sur la régénération chez les Annélides.	379
La formation de la perle fine.	572
E. L. — Association des Anatomistes.	124
L'arsenic normal chez les animaux et sa localisation dans certains organes.	937
Le rôle des leucocytes dans l'histolyse des muscles de l'abeille pendant la métamorphose.	937
Les collections de Crosse.	803

II. — ARTICLES ORIGINAUX

Astronomie et Météorologie.

BIGOURDAN (G.). — Revue annuelle d'Astronomie. . . . 316
 SVANTE ARHÉNÉUS. — Les oscillations séculaires de la température à la surface du globe terrestre. . . . 337

Botanique et Agronomie.

BOUYSSOU (J.). — Les Producteurs laticifères dans le bassin de l'Ogooué. . . . 828
 CORDIER (J.-A.). — L'état actuel et les besoins de l'industrie des Vins de Champagne.
 I. Culture et fabrication 92
 II. Statistique et conditions sociales du travail 99
 DEBÉRAIN (P.-P.). — Revue annuelle d'Agronomie. . . . 83
 HUNGER (F.-W.-T.). — Le mécanisme du glissement dans le règne végétal. 950
 LE GRAND (N.-E.). — L'état actuel et les besoins de l'industrie des Vins de Champagne.
 I. Statistique et conditions sociales du travail 99
 II. L'état actuel de la culture et de l'industrie du Tabac 772
 MAIRE (R.). — Les espèces végétales sociales. Formation et répartition des sociétés 523
 ROOS (L.). — Les nouveautés en Vinification 943

Chimie.

AMTHOR (Dr Carl). — Les causes de la rancidité du beurre. 467
 BENECH (Elopbé). — La question des Peptones. 863
 BERTRAND (Gabriel). — Les Pentosanes 912
 CURIE (M^{me} P.). — Les Rayons de Becquerel et le Polonium 41
 ETARD (A.). — Revue annuelle de Chimie. 705
 GESCHWIND (L.). — L'état actuel et les besoins de l'industrie des Cendres pyriteuses 689
 GRANGER (A.). — L'état actuel et les besoins de l'industrie de la Faïencerie en France. 587
 HOLLARD (A.). — Les chaleurs de formation des ions. 939
 HUGOUNENQ (Dr L.). — La constitution des Albumines et les travaux de l'Ecole allemande : les Bases hexoniques. 89
 KOSSEL (Albrecht). — Les Protamines et les corps albuminoïdes. 380
 LE BLANC (Max). — Les idées nouvelles sur la théorie des Piles. 725
 LE CHATELIER (H.). — La loi des Phases. 759
 LEZÉ (R.). — Emulsions et Cristaux. 741
 LINDET (L.). — L'état actuel de la production et de la consommation des Alcools d'industrie en France 818
 PETIT (P.). — L'état actuel et les besoins de la Brasserie en France 8
 ROCQUES (X.). — L'état actuel et les besoins de l'industrie du Cidre en France :
 1^{re} partie : Culture et fabrication. 427
 2^e partie : Comparaison avec l'étranger. 471
 URBAIN (G.). — Les Terres yttriques 667

Chirurgie, Médecine, Hygiène, Microbie médicale.

HARTMANN (Dr H.). — Revue annuelle de Chirurgie 784
 LIÉTIENNE (A.). — Revue annuelle de Médecine 476
 LOIR (A.). — Les pratiques médicales chez les Arabes tunisiens 673
 MAILLARD (L.). — Les applications biologiques de la théorie des ions 768
 MESNIL (F.). — Coccidies et paludisme :
 1^{re} Partie : Cycle évolutif des Coccidies. 213
 2^e partie : L'hématozoaire du Paludisme 275
 MOSSO (Angelo). — L'Acapnie et le mal des montagnes. 178
 PRISALIX (C.). — Essai sur le mécanisme des phénomènes en Sérothérapie. 806
 ROCQUES (X.). — La Contamination des eaux de source dérivées à Paris 915
 ROME (Dr R.). — Les Assurances ouvrières et la lutte contre la Tuberculose en Allemagne.
 1^{re} partie : Organisation des assurances et création des Sanatoria 573

2^e partie : Organisation et résultats des Sanatoria. 618
 SPALKOWSKI (Dr Ed.). — Les Diarrhées gouteuses 743

Enseignement.

SÉBERT (Général). — Les Travaux récents de Bibliographie scientifique. Le Répertoire bibliographique universel de l'Institut international de Bibliographie à Bruxelles et le Catalogue de la Société Royale de Londres. 653
 WEISS (P.). — Les nouveaux Laboratoires techniques de l'Ecole Polytechnique de Zurich et ceux de nos Facultés des Sciences. 55

Géographie et Colonisation.

(Voir aussi le chapitre *Botanique et Agronomie.*)

AVERRACH (Bertrand). — Les Chemins de fer de l'Indoustan 730
 CHALOT (C.). — Le Jardin d'essai de Libreville. 187
 DENÉRAIN (H.). — Les nouvelles voies de communication britanniques 270
 — La mise en valeur de Madagascar depuis l'occupation française 554
 — Revue annuelle de Géographie et d'Exploration. 955
 DÉPÉRET (C.), OFFRET (A.) et VALLOT (J.). — Le Chemin de fer du Mont-Blanc. 548
 JUMELLE (H.). — Marseille et les Produits coloniaux 582
 LOIR (A.). — Les pratiques médicales chez les Arabes tunisiens 673
 MACHAT (J.). — Les Conditions géographiques du Soudan Egyptien. 510
 SCHRADER (F.). — Le levé et le tracé automatiques des formes du terrain 464
 VERNEAU (Dr R.). — Le Maroc et les Canaries 146
 — Les Boers et les races de l'Afrique australe. 895

Géologie et Paléontologie.

GLANGEAUD Phil. — Les vues nouvelles sur les causes de l'époque glaciaire. 21
 — La lutte contre le Grison. 442
 HAUG (E.). — Revue annuelle de Géologie. 627
 PERVINQUIÈRE (L.). — Les récents mouvements du sol dans la région des Grands-Lacs Etats-Unis). 701
 SOURY (Jules). — Les récents travaux sur l'origine de l'Homme, d'après M. Ernest Hæckel 50

Mathématiques.

MILHAUD (G.). — La Géométrie au temps de Platon 847
 POINCARÉ (H.). — Réflexions sur le Calcul des Probabilités 262

Mécanique appliquée et Génie civil.

(Voir aussi le chapitre *Géographie et Colonisation.*)

DOMMER (F.). — La transmission de la Chaleur dans l'industrie 350
 LAVERGNE (Gérard). — L'état actuel de l'Automobilisme.
 1^{re} partie : les Moteurs 130
 2^e partie : les Transmissions 190
 3^e partie : les Voitures 224
 — La deuxième Exposition internationale d'Automobiles. 613

Physiologie.

ARTHUS (M.). — La Sécrétion du Suc gastrique et du Suc pancréatique 498
 FREDÉRICQ (L.). — Revue annuelle de Physiologie 452
 GUILLAUME (Ch.-Ed.). — Les Radiations et le Transformisme. 185

LE DANTEC (F.). — L'équivalence des deux sexes dans la fécondation	834
ROMME (Dr R.). — La Valeur alimentaire des Albumoses et des Extraits de viande	383
SOLRY (J.). — Sensibilité végétale et animale	342
VAQUEZ (H.). — Physiologie et thérapeutique générales des maladies du cœur	308

Physique.(Voir, en outre, le chapitre *Chimie*.)

BROCA (A.). — Les organes de la Télégraphie sans fils	507
CORNU (A.). — La Théorie des Ondes lumineuses. Son influence sur la Physique moderne	344
COTTON (A.). — L'aspect actuel de la loi de Kirchhoff	102
CURIE (M ^{me} S.). — Les Rayons de Becquerel et le Polonium	41
GUILLAUME (Ch.-Ed.). — L'échelle du Spectre	5
POINCARÉ (L.). — Revue annuelle de Physique	387
VILLARD (P.). — La formation des rayons cathodiques	301
VINCENT (G.). — Les couches de passage et le rayon d'activité moléculaire	418

Zoologie et Anatomie.(Pour les articles de Zoologie avec application médicale, voir le chapitre *Chirurgie*.)

KOEHLER (Dr R.). — Revue annuelle de Zoologie	238
LAGUESSE (E.). — Revue annuelle d'Anatomie	869

Revue annuelle.

BIGOURDAN (G.). — Astronomie	316
DEBÉRAIN (H.). — Géographie et Exploration	953
DEBÉRAIN (P.-P.). — Agronomie	63
ETARD (A.). — Chimie	705
FREDERICQ (L.). — Physiologie	152
HARTMANN (H.). — Chirurgie	784
HAUG (E.). — Géologie	627
KOEHLER (R.). — Zoologie	238
LAGUESSE (E.). — Anatomie	869
LÉTIENNE (A.). — Médecine	476
POINCARÉ (L.). — Physique	387

III. — BIBLIOGRAPHIE**1° SCIENCES MATHÉMATIQUES****Mathématiques.**

ANDOYER (H.). — Leçons élémentaires sur la Théorie des formes et ses applications géométriques	497
BIANCHI (Luigi). — Vorlesungen über Differential-Geometrie	362
CZUBER (Em.). — Vorlesungen über Differential und Integralrechnung	526
DUPOINCO (E.). — Premiers principes de Géométrie moderne à l'usage des élèves de mathématiques spéciales et des candidats à la licence et à l'agrégation	598
ENGEL (Friedrich et STACKEL (Paul). — Urkunden zur Geschichte der nichteuklidischen Geometrie. I. Nicolaj Iwanovitch Lobatchefskij (1 ^{re} partie: traduction de ses œuvres; 2 ^e partie: Remarques sur la vie et les travaux de Lobatchefskij	743
FRIOCOURT (G.). — Tables de Logarithmes à six décimales pour les nombres et les lignes trigonométriques et tables de navigation	962
FOURREY (E.). — Récréations arithmétiques	338
GARAYCOCHEA (M.-W.). — Calculo binomial (Análisis trascendente del Binomio)	962
GENOCCHI (Angelo). — Differentialrechnung und Grundzüge der Integralrechnung. 1 ^{re} partie	447
2 ^e partie	832
LAUSSEYAT (A.). — Recherches sur les Instruments, les Méthodes et le Dessin topographiques. I. Aperçu historique sur les instruments et les méthodes. La Topographie dans tous les temps	637
MAC-AULAY (Alex.). — Octonions. A development of Clifford's Biquaternions	183
MAUPIN (G.). — Opinions et curiosités touchant la Mathématique	164
OCAGNE (M. d'). — Traité de Nomographie (Théorie des Abaques. Applications pratiques)	326
ULTRAMAHE (G.). — Calcul de généralisation	538
SMITH (W. B.). — Infinitesimal Analysis. I. Elementary. Real variables	790
TIKHOMANDRITZKI (M.). — Cours de la Théorie des Probabilités (en russe)	598
WEBER (H.). — Traité d'Algèbre supérieure	164

Astronomie et Météorologie.

ANDRI (Ch.). — Traité d'Astronomie stellaire. 1 ^{re} partie: Etoiles simples	676
ANNUAIRE pour l'an 1889 publié par le Bureau des Longitudes	28
BATTERMANN (H.). — Resultate aus den Polhöhenbestimmungen in Berlin angeführt in den Jahren 1891 und 1892	362

BLIM (E.) et ROLLET DE L'ISLE (M.). — Manuel de l'Explorateur. Procédés de levés rapides et de détail; détermination astronomique des positions géographiques	197
LAFŒUGE (Général). — Essai synthétique sur la Formation du système solaire. 1 ^{re} partie: Formation du système	714
LEBON (E.). — Histoire abrégée de l'Astronomie	962
TISSERAND (F.) et ANDOYER (H.). — Leçons de Cosmographie (2 ^e édition)	922

Thermodynamique, Mécanique générale et Mécanique appliquée.

BANET-RIVET (M.). — L'aéronautique	248
BAUDRY DE SAUNIER (L.). — L'Automobile théorique et pratique. Traité élémentaire de Locomotion à moteur mécanique. I. Motocycles et voitures	676
BAZIN (H.). — Expériences nouvelles sur l'écoulement en déversoir, exécutées à Dijon de 1886 à 1895	745
BOULVIN (J.). — Cours de Mécanique appliquée aux machines. 8 ^e fascicule: Appareils de levage; transmission du travail à distance	832
BOURLET (C.). — La Bicyclette. Sa construction et sa forme	714
DAMOUR (E.). — Le chauffage industriel et les Fours à gaz	447
DARIES (G.). — Calcul des canaux et aqueducs	877
FOPPEL (A.). — Vorlesungen über technische Mechanik. I. Einführung in die Mechanik	402
GRAFFIGNY (H. de). — Les moteurs légers	743
KNAP (Géorgian). — Les secrets de fabrication des moteurs à essence pour motocycles et automobiles	790
MASSAU (J.). — Cours de Mécanique	116
MAUNI (baron de). — Les bandages pneumatiques et la résistance au roulement	416
POINCARÉ (H.). — Cinématique et mécanismes. Potentiel et mécanique des Fluides	922
SEYRIG (T.). — Statistique graphique des systèmes triangulés. I. Exposés théoriques. II. Exemples d'applications	320
VALLIER (E.). — L'Artillerie. Matériel et organisation	286
WITZ (A.). — Traité théorique et pratique des moteurs à gaz et à pétrole et des voitures automobiles, t. III.	28

2° SCIENCES PHYSIQUES**Physique.**

ALDOUS (J. C. P.), EGGAR (W. D.) et BARRELL (F.-R.). — An elementary course of Physics	164
AUBUSSON DE CAVARAY (E.). — Cours d'Electricité pro-	

fessé à l'École d'application du Génie maritime. I. Lois et théories usuelles. Unités et mesures électriques. Dynamos à courant continu	638
BEAULARD (F.). — La décharge électrique dans les gaz raréfiés (Rayons de cathode et rayons de Röntgen).	716
BRUCA (A.). — La Télégraphie sans fil	923
BRUNEL (G.). — Les Agrandissements et les Projections. BOLTZMANN (Ludwig). — Leçons sur la Théorie des gaz. 1 ^{re} partie: Théorie des gaz à molécules mono- atomiques, de dimensions négligeables par rap- port au parcours libre moyen. 2 ^e partie: Théorie de Van der Waals. Gaz à mo- lécules polyatomiques. Dissociation des gaz. Re- marques finales	639
COLSON (R.). — La Photographie stéréoscopique	29
COUSTET (E.). — Les Compteurs d'Electricité	403
DUFET. — Recueil de données numériques. I. Longueurs d'onde. Indices des gaz et des liquides. II. Propriétés optiques des solides	165
FABRY (Ch.). — Leçons élémentaires d'Acoustique et d'Optique	327
FONVIELLE (W. de). — Les Ballons-sondes et les Ascen- sions internationales	287
JANET (P.). Préface de. — Une excursion électrotech- nique en Suisse	963
— Deuxième excursion	963
LIPPMANN (G.). — Unités électriques absolues	715
MASCART (E.). — Leçons sur l'Electricité et le Magné- tisme. II. Méthodes de mesure et applications	117
MONTILLOT (L.). — Télégraphie pratique. Traité com- plet de Télégraphie électrique	73
MOTREU (Ch.). — Détermination des Poids moléculaires (Constantes physiques utilisées)	833
NEUMANN (Dr Carl). — Die Electricischen Kräfte. Darle- gung und Erweiterung der von hervorragenden Physikern entwickelten mathematischen Theorien. I. Die durch die Arbeiten von Ampère und F. Neumann angebahnte Richtung. II. Ueber die von Hermann von Helmholtz in seinen älteren und in seinen neueren Arbeiten angestellten Unters- uchungen	598
RODET (J.). — Distribution de l'Energie par courants polyphasés	559
SAPORTA (A. de). — Physique et Chimie viticoles	527
SEYEWETZ (A.). — Le développement de l'image latente en photographie	677
TRUTAT (E.). — La Photographie animée	483

Chimie.

BERTHELOT (M.). — Station de Chimie végétale de Meudon 1883-1899. Chimie végétale et agricole	403
BERTHELOT (M.) et JUNGLISCH (E.). — Traité élémen- taire de Chimie organique, t. I	832
CHARABOT (E.). — Les parfums artificiels	924
CHARABOT (E.), DUPONT (J.) et PILLET (L.). — Les Hui- les essentielles et leurs principaux constituants	878
CARNOT (Ad.). — Traité d'analyse des substances miné- rales. T. I. Méthodes générales d'analyse qualita- tive et quantitative	29
DUPONT (J.) et FREUNDLER (P.). — Manuel opératoire de Chimie organique	167
EFFRONT (Jean). — Les Enzymes et leurs applications	362
FIERZ (Ed.). — Les Recettes du Distillateur	404
GARÇON (J.). — Les Sources bibliographiques des Sciences chimiques	964
GAUTIER (Armand) et ALBAHARY (J.). — Cent vingt exer- cices de Chimie pratique	362
GIRAN H. — Traité élémentaire de Travaux pratiques de Chimie	118
GIRARD (Ch.) et CUNASSE (L.). — Manuel pratique de l'analyse des Alcools et des Spiritueux	736
HUMMEL (J.). — Manuel pratique du Teinturier	287
LARRALÉTRIÉRIER (A.). — Le Beurre et la Margarine	559
LE VERRIER (U.). — La Fonderie	403
LÉVY Lucien. — La pratique du Maltage	715
NOEL (Ch.), DURANDEAU (L.) et TRIADOU (L.). — Les In- dustries agricoles: Brasserie, Distillerie, Sucrierie. OSTWALD (W.). — Précis de Chimie générale (en alle- mand)	197
RIBAN (J.). — Traité d'Analyse chimique quantitative par Electrolyse	878
ROQUES (X.). — Les Eaux-de-vie et les Liqueurs	923
SANSONE (Antonio). — Progrès récents dans la Teinture et l'Impression des Tissus de coton et d'autres fibres (1 ^{er} fascicule)	599
SAPORTA (A. de). — Physique et Chimie viticoles	448
	527

TRUCHOT (P.). — L'éclairage à incandescence par le gaz et les liquides gazéifiés	677
---	-----

3^o SCIENCES NATURELLES*Géographie, Géologie, Paléontologie.*

BERESFORD (Lord Charles). — The break up of China	715
LAPPARENT (A. de). — Leçons de Géographie physique	118
— Cours de Minéralogie (3 ^e édition)	321
— Traité de Géologie (1 ^{re} édition, fasc. I et II)	964
LAUNAY (L. de). — Recherche, captage et aménagement des sources thermo-minérales. Origine des eaux thermo-minérales. Géologie. Propriétés physiques et chimiques	249
RUTOT (A.). — Sur l'âge des gisements de silex taillés, découverts sur le territoire de Haine-Saint-Pierre, Ressaix, Epinois, etc., canton de Binche, province de Hainaut (Belgique)	677
SCHIRMER (H.). — Le dernier rapport d'un Européen sur Ghât et les Touareg de l'Air. (Journal de voyage d'Erwin de Bary. 1876-1877)	30
SMIRNOV (J.-N.). — Les populations finnoises des bassins de la Volga et de la Kama. Etudes d'ethnographie historique	74
WALTERS (A.-J.). — L'Etat indépendant du Congo	363

Botanique et Agronomie.

BERTHAULT (F.). — Les Prairies. Prairies naturelles. Pâ- turages. Feuillards et Ramilles	716
BIOEARD (R.) et JACQUIN (A.). — Flore des champignons supérieurs du département de Saône-et-Loire	250
DANIEL (Lucien). — La Variation dans la greffe et l'Hé- rédité des caractères acquis	600
DEHÉRAIN (P.-P.). — Les Plantes de grande culture	165
GIELE (J.). — Les Cultures en pots du Jardin botanique de Louvain	560
JOERGENSEN (A.). — Les micro-organismes de la Fer- mentation	2t
LECOMTE (H.). — Les arbres à gutta-percha, leur cul- ture	678
SÉBIRE. — Les plantes utiles du Sénégal	639

*Zoologie, Anatomie et Physiologie de l'Homme
et des Animaux.*

BOUSQUET (F.). — Recherches cryoscopiques sur le Sérum sanguin. La Plasmolyse et l'Isotonie chez les êtres vivants	792
CAVALIÉ (M.). — De l'innervation du diaphragme (Etude anatomique et physiologique)	166
DAKHIL (H.-N.). — Physiologie raisonnée	599
DESCHAMPS (Em.). — La vie mystérieuse des Mers	250
DIERCKX (Fr.). — Etude comparée des glandes pygi- diennes chez les Carabides et les Dytiscides avec quelques remarques sur le classement des Cara- bides	528
EMERY (Carlo). — Compendio di Zoologia	485
HERZEN (A.). — Causeries physiologiques	679
LABBÉ (A.). — La Cytologie expérimentale	287
LE DOUBLE (A.-F.). — Rabelais anatomiste et physio- logiste	449
MERCIER (D.). — Les Origines de la Psychologie con- temporaine	31
MICHEL (Aug.). — Sur la Régénération chez les Anné- lides	379
MORAT (J.-P.) et DOYON (M.). — Traité de Physiologie. Fonctions de nutrition. Circulation. Calorification	251
PAGÉS (C.). — Les méthodes pratiques en Zootechnie	449
PERRIER (Rémy). — Cours élémentaire de Zoologie	747
PIZON (A.). — Etudes biologiques sur les Tuniciers coloniaux fixés	924

4^o SCIENCES MÉDICALES*Chirurgie, Gynécologie, Ophtalmologie.*

BAUBY (D.). — L'Occlusion intestinale	251
DUPLAY (S.). — Cliniques chirurgicales de l'Hôtel-Dieu	405

NIMIER (H.) et LAVAL (Ed.). — Les Projectiles des armes de guerre. Leur action vulnérante	925
OSTWALT (F.). — Des verres périscopiques et de leurs avantages pour les myopes	640
PARINAUD (H.). — La Vision. Etude physiologique et clinique	467
TERRIER (F.) et BAUDOUIN (M.). — La suture intestinale. Histoire des différents procédés d'Entérorraphie	321
TERRIER (F.) et RAYMOND (E.). — Chirurgie du Cœur et du Péricarde	200

Médecine, Hygiène, Microbiologie médicale.

BARD (L.). — Précis d'Anatomie pathologique	792
CARNOT (P.). — Les Régénérations d'organes	329
CONGRÈS national d'Hygiène et de Climatologie médicale de la Belgique et du Congo (1897)	
Seconde partie : Congo	31
DALLEMAGNE (J.). — Pathologie de la Volonté	199
DÉGA (M ^{lle} Georgette). — Essai sur la cure préventive de l'Hystérie féminine par l'éducation. (<i>Thèse de Bordeaux.</i>)	288
DUCLAUX (E.). — Traité de Microbiologie. II. Diastases. Toxines et Venins	640
FERRARI (H.-M.). — Une chaire de médecine au xv ^e siècle. Un professeur à l'Université de Pavie, de 1432 à 1472	835
GAYNE (L.). — Essai sur la maladie de Basedow	322
GIBAUBEAU (C.). — Des Péricardites	405
HANOTTE (M.). — Anatomie pathologique de l'oxycéphalie	405
LABORDE (J.-V.). — Léon Gambetta, biographie psychologique. Le cerveau, la parole. La fonction et l'organe. Histoire authentique de la maladie et de la mort	485
LE DANTEC (F.). — La Bactéridie charbonneuse (Assimilation, Variation, Sélection)	748
LYON (G.). — Traité élémentaire de clinique thérapeutique	449
NICOLLE (M.). — Matières colorantes et microbes	199
NOCARD (Ed.) et LECLAINCHE (E.). — Les maladies microbiennes des animaux	365
OGIER (J.). — Traité de Chimie toxicologique	76
ODENMULLER (W.). — Guide pratique pour l'analyse de l'eau	419
PETIT (G.). — Pour nos enfants. Conseils d'Hygiène physique et morale	529
PRENIER (L.). — Les médicaments chimiques, 2 ^e partie : Composés organiques	716
ROGER (H.). — Introduction à l'étude de la Médecine	880
ROTHSCHILD (H. de). — Hygiène de l'allaitement	601
THOMAS (P. Félix). — L'éducation des sentiments	561
TREILLE (G.). — Principes d'Hygiène coloniale	965
VAQUETZ (H.). — Hygiène des maladies du cœur	679

5° SCIENCES DIVERSES

CHAILEY-BERT (J.). — Les compagnies de colonisation sous l'ancien régime	200
CHARLES-ROUX. — Notre marine marchande	288
DUBOIS (M.) et GUY (C.). — Album géographique. I. Aspects généraux de la nature. II. Régions tropicales. III. Régions tempérées	966
GRANDE ENCYCLOPÉDIE. — Inventaire raisonné des Lettres, des Sciences et des Arts. 593 ^e , 594 ^e , 595 ^e , 596 ^e et 597 ^e livraisons	76
25 ^e volume	601
JOSÉ. — Annuaire de l'Enseignement primaire. 16 ^e année (1900)	925
LE BON (G.). — Psychologie du Socialisme	322
PARMENTIER (A.). — Album historique. I. Le Moyen-Age du iv ^e à la fin du xiii ^e siècle. II. La fin du Moyen-Age. III. Les xv ^e et xvii ^e siècles	966

Thèses pour le Doctorat présentées à la Faculté des Sciences de Paris (1898-1899), et analysées dans la « Revue » en 1899.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES

BAIRE (B.). — Sur les Fonctions de variables réelles	402
DRACU (J.). — Essai sur une théorie générale de l'intégration et sur la classification des Transcendantes	73
MAROTTE (F.). — Les équations différentielles linéaires et la théorie des groupes	73

2° SCIENCES PHYSIQUES

(PHYSIQUE ET CHIMIE)

CAIRO (J.). — Mesures sur le microphone	791
CAVALIER (J.). — Recherches sur les éthers phosphoriques	448
DEMERLIAC (R.). — Recherches sur l'influence de la Pression sur la Température de fusio	320
DONGIER (R.). — Pouvoir rotatoire du quartz dans l'infrarouge	248
— Variation de la biréfringence du quartz avec la direction de la compression	248
JARRY (R.). — Recherches sur la dissociation de divers composés ammoniacaux au contact de l'eau	746
LAFAY (A.). — Sur la Polarisation de la lumière diffusée par le verre dépoli	877
METZNER (R.). — Sur quelques composés du Sélénium et du Tellure	74
MOEBLOT (A.). — Recherches sur les sulfures métalliques	791

3° SCIENCES NATURELLES

AMAUBRUT (M.-A.). — La partie antérieure du tube digestif et la torsion chez les Mollusques gastéropodes	198
ANASTASIU (V.). — Contribution à l'étude géologique de la Dobrogea (Roumanie). Terrains secondaires	449
BOHRIVANT (A.). — Recherches sur les organes de remplacement chez les Plantes	792
CLIGNY (A.). — Vertèbres et Cœurs lymphatiques des Ophiidiens	834
COUTIÈRE (H.). — Les Alpheidæ. Morphologie externe et interne. Formes larvaires. Bionomie	404
DEREIMS (A.). — Recherches géologiques dans le Sud de l'Aragon	484
GAUCHERY (P.-A.). — Recherches sur le nanisme végétal	833
GERRER (C.). — Recherches sur la maturation des fruits charnus	118
GRÉLOT (P.). — Origine botanique des caoutchoucs et guttas-perchas. (<i>Thèse présentée au concours d'Aggrégation du 20 mai 1899.</i>)	879
LÉCAILLON (A.). — Recherches sur l'œuf et sur le développement embryonnaire de quelques Chrysomélides	363
MICHEL (A.). — Recherches sur la Régénération chez les Annélides	250
POPONICI (V.). — Etude géologique des environs de Campulung et de Sinaia (Roumanie)	449
SEURAT (L.-G.). — Contributions à l'étude des Hyménoptères entomophages	639

IV. — ACADEMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

<i>Académie des Sciences de Paris</i>									
Séances des	12	décembre	1898	32	Séances des	28	novembre	1899	969
—	19-26	—	—	33	—	5	décembre	—	969
—	2-9	janvier	1899	77	—	12	—	—	970
—	16	—	—	120	<i>Société de Biologie</i>				
—	23	—	—	121	Séances des	10-17-24-31	décembre	1898	79
—	30	—	—	168	—	7-14	janvier	1899	122
—	6	février	—	169	—	21	—	—	170
—	13	—	—	201	—	28	—	—	204
—	20	—	—	202	—	4-11-18	février	—	204
—	27	—	—	252	—	25	—	—	293
—	6	mars	—	252	—	4	mars	—	294
—	13	—	—	290	—	11-18-25	—	—	326
—	20	—	—	291	—	15-22-29	avril	—	409
—	27	—	—	292	—	6	mai	—	451
—	4-10	avril	—	324	—	13	—	—	452
—	17	—	—	366	—	20-27	—	—	488
—	24	—	—	367	—	3-10	juin	—	532
—	1 ^{er}	mai	—	406	—	17	—	—	533
—	8	—	—	407	—	24	—	—	565
—	15	—	—	450	—	1 ^{er}	juillet	—	565
—	23	—	—	451	—	8	—	—	604
—	29	—	—	486	—	15	—	—	605
—	5	juin	—	487	—	22-29	—	—	643
—	12	—	—	530	—	7	octobre	—	796
—	19	—	—	531	—	14-21	—	—	837
—	26	—	—	562	—	28	—	—	833
—	3	juillet	—	563	—	4	novembre	—	883
—	10	—	—	564	—	11-18	—	—	928
—	17	—	—	602	—	25	—	—	970
—	24	—	—	603	—	2-9	décembre	—	970
—	31	—	—	641	<i>Société française de Physique</i>				
—	7	août	—	642	Séances des	18	novembre	1898	34
—	14-21	—	—	680	—	2	décembre	—	122
—	28	—	—	681	—	16	—	—	205
—	4	septembre	—	717	—	6	janvier	1899	254
—	11-18-25	—	—	749	—	20	—	—	294
—	2	octobre	—	750	—	3	février	—	326
—	9-16	—	—	794	—	17	—	—	327
—	23-30	—	—	836	—	3	mars	—	367
—	6	novembre	—	881	—	17	—	—	368
—	13	—	—	882	—	21	avril	—	409
—	20	—	—	926	—	5	mai	—	452
—	27	—	—	927	—	19	—	—	453
—	4	décembre	—	967	—	2	juin	—	533
—	11	—	—	968	—	16	—	—	605
<i>Académie de Médecine</i>					—	7	juillet	—	643
Séances des	13-20-27	décembre	1898	79	—	3	novembre	—	883
—	3	janvier	1899	122	—	17	—	—	929
—	10-17-24	—	—	170	<i>Société Chimique de Paris</i>				
—	31	—	—	203	Séances des	25	novembre	1898	80
—	7	février	—	203	—	9-23	décembre	—	80
—	14	—	—	204	—	27	janvier	1899	205
—	21-28	—	—	233	—	10-24	février	—	295
—	7-14	mars	—	293	—	10-24	mars	—	369
—	21	—	—	325	—	11	avril	—	410
—	28	—	—	326	—	28	—	—	453
—	4	avril	—	327	—	12	mai	—	454
—	11-18-25	—	—	408	—	26	—	—	644
—	2	mai	—	409	—	9	juin	—	644
—	9-16	—	—	451	—	23	—	—	645
—	23-30	—	—	488	—	28	juillet	—	717
—	6-13-20	juin	—	532	SECTION DE NANCY				
—	27	—	—	565	Séances des	30	novembre	1898 (suite)	35
—	4	juillet	—	565	—	25	janvier	1899	123
—	11-18	—	—	604	—	25	—	(suite)	171
—	25	—	—	642	—	15	mars	—	254
—	19	septembre	—	750	—	15	—	(suite)	295
—	26	—	—	795	—	31	mai	—	488
—	3	octobre	—	795	—	31	—	(suite)	554
—	10-17-24	—	—	837	—	27	juillet	—	605
—	31	—	—	883					
—	7	novembre	—	883					
—	14-21	—	—	928					

Société Royale de Londres

Communications	35
—	328
—	370
—	454
—	489
—	534
—	566
—	606
—	645
—	681
—	718
—	750
—	796
—	838
—	884
—	929
—	970

Société de Physique de Londres

Séances des	25	novembre	1898	80
—	9	décembre	—	81
—	27	janvier	1899	206
—	10	février	—	206
—	24	—	—	254
—	10	mars	—	372
—	10	—	(suite)	411
—	24	—	—	411
—	21	avril	—	411
—	12	mai	—	490
—	26	—	—	534
—	9	juin	—	535
—	23	—	—	567
—	27	octobre	—	840
—	18	novembre	—	885
—	24	—	—	930
—	8	décembre	—	971

Société de Chimie de Londres

Communications	81			
Séances des	3	novembre	1898	82
—	17	—	—	171
—	1 ^{er} -15	décembre	—	172
—	19	janvier	1899	206
—	2	février	—	207
—	2	—	(suite)	255
—	16	—	—	296
—	2	mars	—	329
—	16	—	—	330
—	29	—	—	412
—	29	—	(suite)	454
—	4	mai	—	491
—	18	—	—	535
—	1 ^{er}	juin	—	535
—	1 ^{er}	—	(suite)	567
—	15	—	—	567
—	15	—	(suite)	608
—	15	—	(suite)	648
Communications	885			
Séances des	2	novembre	1899	931
—	16	—	—	971

Académie des Sciences d'Amsterdam

Séances des	26	novembre	1898	83
—	24	décembre	—	123
—	26	janvier	1899	207
—	26	—	—	256
—	25	février	—	331
—	25	—	(suite)	372
—	25	mars	—	454
—	25	—	(suite)	491
—	22	avril	—	536
—	27	mai	—	752
Communications	799			
Séance du	30	septembre	1899	889

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS¹

A

A. B., 287.
 A. M., 250.
 Abadie, 204.
 Ahelous, 452, 564, 602, 969.
 Abney (W. de W.), 684.
 Abraham, 294, 366, 367, 452, 533, 603, 884, 929.
 Achaline, 79, 565.
 Achard, 169, 204, 407, 882.
 Ackroyd, 206.
 Addenbrooke, 490, 840.
 Adie, 535.
 Adrian, 78, 80, 927.
 Adriani, 536, 800.
 Aignao, 836.
 Albahary, 362.
 Albarran, 253, 293, 602.
 Albert de Monaco (Prince), 121.
 Aldous (J. C. P.), 164.
 Alain-Le Canu, 564.
 Allen, 491, 535.
 Alvy, 369.
 Amagat, 252, 290, 367.
 Amaudrut (M.-A.), 198.
Amthor (Dr Carl), 467 à 471.
 Anastasiu V.), 449.
 Andeer, 837.
 Andoyer (H.), 197, 922.
 Andrade, 325, 926.
 André Ch.), 77, 676, 680, 749.
 André (G.), 203, 366, 367, 369, 434.
 Anglas, 970.
 Apéru, 968.
 Apostoli, 562, 565, 970.
 Appell, 450, 642, 681, 749, 794, 836, 927.
 Appleyard, 206, 411, 931.
 Arloing, 532, 643, 795, 883.
 Armagnac, 366.
 Armaingaud (Dr), 408.
 Armstrong, 207, 648, 885, 931.
 Arons, 205.
 Arraus, 882, 928.
 Arsonval (A. d'), 120, 170, 252, 452, 563.
 Arth, 606.
Arthus (M.), 498 à 506.
 Ashton, 367.
 Aston, 454.
 Aslruc (A.), 969.
 Athias, 409.
 Aubusson de Cavarlay (E.), 638.
 Auché, 326, 837.
 Auden, 568.
Auerbach (B.), 730 à 711.
 Auffret, 325.
 Auger, 80, 453, 644, 645.
 Auscher, 566, 643.
 Autonne (L.), 73, 201, 402, 526, 538, 598.
 Ayrton, 206, 840, 885.

B

Babes, 122, 602.
 Babinski, 451.
 Bacaloglu, 883.
 Bach, 169.

Bacoucea, 602.
 Bagard, 78.
 Bagnali, 83.
 Baillaud, 33, 77, 641, 926.
 Baire (R.), 402, 967, 968.
 Baker, 932.
 Bakhuis Roozeboom, 83, 332, 536, 800, 887.
 Balbiani, 609, 643.
 Balland, 641, 795.
 Ballet (Gilbert), 204.
 Balthazard, 169, 488, 927.
 Banet-Bivet (M.), 248.
 Barbier, 78, 717.
 Bar.J (L.), 792.
 Bardier, 294.
 Barette, 293, 451.
 Barillot, 253.
 Barral, 562.
 Barrell (F.-R.), 164.
 Barrett, 840.
 Barrier, 838.
 Barthélemy (Dr), 533.
 Barton, 206, 411, 490.
 Bary, 324.
 Bassot (Général), 294, 533.
 Battelli, 291, 293, 836.
 Battermann (H.), 362.
 Batz (de), 970.
 Baubigny, 33, 77, 407, 450, 486.
 Baully (D.), 251.
 Baudon, 408.
 Baudouin (Lt.-col. A.), 750.
 Baudouin (Marcel), 321.
 Baudry de Saunier (L.), 676.
 Baume-Pluvinel (A. de la), 168.
 Bazin (H.), 745.
 Bazy (Dr), 326, 643.
 Beaugé, 205.
 Beaulard, 602, 746.
 Beauverie, 293, 451.
 Béclard (J.), 79.
 Béclard (P.-A.), 79.
 Béclère, 34, 604.
 Becquerel (H.), 120, 292, 327, 881, 967, 968.
 Beeton (Miss Mary), 838.
 Béhal, 80, 530, 837.
 Bellaar Spruyt, 372.
 Belugou, 295.
 Bemmelen (J.-F. van), 888.
 Bemmelen (J.-M. van), 256.
 Bemmelen (W. van), 886.
 Bénouit, 33, 368.
Bénech (Elophé), 293, 863 à 869.
 Benoît, 294.
 Bérard (L.), 796.
 Beresford (Lord Ch.), 715.
 Berezowski, 408.
 Berg (A.), 290.
 Berger (E.), 926.
 Berger (P.), 325, 408, 604, 642, 795, 927.
 Bergeron, 970.
 Berget (A.), 881.
 Bernard, 750.
 Bernard (L.), 79.
 Bernard (N.), 451.
 Berry, 717.
 Berthault (F.), 716.
 Berthelot (D.), 202, 252, 253, 292, 407, 450, 432, 643.
 Berthelot (M.), 33, 77, 120, 169, 259, 290, 291, 292, 324, 366, 403, 411, 454,

487, 564, 602, 642, 680, 681, 749, 832, 836, 881, 882, 967, 968.
 Bertrand (C.-E.), 795.
Bertrand Gabriel, 292, 369, 642, 912 à 914, 969.
 Bertrand (L.-E.), 170, 451.
 Bes, 123, 886.
 Beudon, 32, 450.
 Bevan (E.-J.), 535.
 Bevan Lean, 932.
 Beyerinck, 84, 888.
 Bezancon, 204, 533, 565, 642.
 Bianchi, 169.
 Bianchi (Luigi), 362.
 Bigeard (R.), 250.
 Bigot, 418.
Bigourdan (G.), 197, 316 à 319, 407, 842, 926, 968.
 Billy (E. de), 403.
 Binaud, 837.
 Binet, 325, 532.
 Binot, 488.
 Blaise, 80, 120, 290, 369, 564, 644, 927.
 Blakesley, 206, 568, 971.
 Blanc, 369, 564, 644, 717, 927, 969.
 Bleicher, 34.
 Blim (E.), 197.
 Bloch (A.-M.), 204.
 Blondel, 32, 35, 205, 291, 295, 324, 452, 530, 794.
 Blondin, 929.
 Blondlot, 325, 531.
 Blumenthal, 78.
 Blutel, 108, 291.
 Bodin, 531.
 Bodroux, 80, 369, 370.
 Boeckel, 837.
 Bohlmann, 417, 832.
 Bohn, 883.
 Boinet, 605, 883, 928.
 Boirivant (A.), 792.
 Boisson, 79.
 Bollemont (Grégoire de), voir *Grégoire de Bollemont*.
 Boltzmann (Ludwig), 29, 32, 455.
 Bone, 206, 536, 885.
 Bonjean, 406.
 Boumariage, 750.
 Bonney, 718.
 Bonnier (G.), 122, 408.
 Bonnier (P.), 294.
 Bool Stott (M^{me} A.), 752, 799.
 Bordage, 563, 565, 603, 717, 749.
 Borda, 121, 366.
 Bordier, 531, 562.
 Borel (A.), 406.
 Borel (E.), 32, 168, 202, 253, 451.
 Borgman, 201, 407.
 Bornet, 33, 292.
 Bouasse, 168.
 Bouchard, de Bordeaux (Dr), 293.
 Bouchard (Ch.), 78, 122, 203, 530, 642, 643, 928.
 Boudouard, 78, 168, 293, 295, 410, 531.
 Boudouy, 292.
 Boudréaux, 324.
 Bouffe, 643.
 Boule, 253, 408.
 Boulet, 750.
 Boulvin (J.), 832.
 Bouquet de la Grye, 749, 963, 968.
 Bourcel, 80, 252, 406, 882.

¹ Les noms imprimés en caractères gras sont ceux des auteurs des articles originaux.
 Les chiffres gras reportent à ces articles.

Bourget, 33, 641.
 Bourgon de, 120, 122.
 Bourlet G., 714.
 Bourquetol, 450, 604, 642, 643, 680, 795, 837, 883.
 Bousquet, 204, 792.
 Boussinesq, 292, 324, 926, 927, 967.
 Boulin (Aug.), 908.
 Boufroux, 33, 34.
 Bouty, 602, 603.
 Bouveauft, 453, 454, 564.
 Bouvier, 364, 486, 968, 969.
 Bouwman, 887.
Bouysson J., 828 à 831.
 Bovel, 643.
 Bower, 646.
 Boyer, 74.
 Boys C.-V., 206, 840.
 Bra, 565.
 Brabant (H. del), 561.
 Bradfort J. R., 683.
 Branly, 33, 205, 294, 324, 406, 453, 836.
 Braquehay, 566.
 Brault, d'Alger, 171.
 Braun, 79.
 Bréaudat, 530.
 Bregues, 970.
 Breteau, 291, 295, 324, 454.
 Briot, 486.
 Brillouin (M.), 29, 169, 368, 922, 964.
 Brizard, 205, 603.
Broca (André), 35, 169, 202, 294, 409, 507 à 510, 923, 968.
 Brochet, 233.
 Brooke, 235.
 Brouardel, 565, 837.
 Brown (Harold), 172.
 Brown (Horace T.), 207.
 Browning, 81.
 Bruce, 81.
 Brunel G., 639.
 Brunet (L.), 34, 79, 129, 170, 203, 253, 273, 325, 367, 408, 451, 488, 532, 565, 604, 642, 681, 717, 750, 795, 837, 883, 927, 969.
 Brunhes (B.), 249, 791, 878.
 Brunhes J.N., 642.
 Bruon, 204.
 Bruyn (B. de.), 256.
 Buard, 79.
 Bucquoy, 532.
 Budin, 293, 642.
 Buffard, 750.
 Bugnet, 602, 795.
 Buisine (A.), 252, 324, 354.
 Buisine P.), 252, 324, 354.
 Bunsen (R.-W.-E.), 650, 680, 750, 931.
 Bureaux, 406.
 Burgess, 680.
 Busche E.), 967.
 Byl, 888.

C

C. F., 119.
 Cade, 605.
 Cahen, 33, 80.
 Callandreau O.), 253, 324.
 Callendar, 535.
 Calmette, 122.
 Campbell, 931.
 Campbell Swinton, 411.
 Camus, 487, 604.
 Caralp, 488.
 Cardinal, 256.
 Carnot Ad.), 29, 121.
 Carnot P.), 529, 970.
 Carpentier, 366.
 Carrière, 204.
 Carrion, 293.
 Cartier, 264, 883.
 Carvalho E.), 327.
 Caspari E.), 530.
 Castaigne, 294, 409, 452, 488, 532, 565, 883.
 Castan, 837.
 Cathelineau, 369.
 Catrin, 532.
 Caullery, 202, 203, 795, 882.

Cauro (J.), 605, 644, 791.
 Causard, 604.
 Causse, 120.
 Cavalié (M.), 166.
 Cavalier J.), 80, 411, 448.
 Cazeneuve (P.), 32, 205, 206, 291, 295, 324, 454, 926.
 Cazin, 403.
 Chabaud, 795.
 Chailley-Bert (J.), 200.
Chalot (C.), 127, 187 à 189.
 Chambon, 34, 604.
 Chambrelent, 204.
 Champetier de Ribes, 643.
 Chancel, 168, 717.
 Chantemesse, 204, 452.
 Chapelle, 454.
 Chapman (E.-M.), 533, 568.
 Chapmann (D.-L.), 412, 886.
 Chappuis, 645.
 Charabot (E.), 205, 293, 878, 881, 924.
 Charbonnier, 603.
 Charier, 170.
 Charles-Roux, 288.
 Charon (E.), 80, 206, 291, 295, 370, 411, 454, 717, 718.
 Charpentier (A.), 530, 532, 562, 564.
 Charpy (A.), 449.
 Charpy G.), 30, 924.
 Charrin (A.), 78, 79, 293, 326, 406, 452, 532, 562, 605, 642, 643, 927, 970.
 Chassy, 33.
 Chatelain, 406.
 Chafin J.), 794.
 Chattavay, 255, 567.
 Chauveau (A.), 33, 34, 202, 203, 367, 409, 450, 533, 642, 749, 837.
 Chauvel, 170, 326, 451, 453, 750.
 Chauvet, 408.
 Chavannaz, 326, 566.
 Cherry, 371.
 Chesneau, 564.
 Chessin, 253.
 Chevalier, 451, 531.
 Chiaïs, 883.
 Chibret, 201.
 Chipault, 79, 170, 326, 408, 409.
 Chofardet, 794.
 Chree, 81.
 Clado, 405.
 Claparède, 205.
 Claude G.), 168, 681.
 Claude H.), 204, 294, 488, 927.
 Clerc (A.), 882.
 Cligny A.), 834.
 Cloves, 646.
 Clozier, 565.
 Cluzet, 488.
 Cockburn, 454.
 Cohen (E.), 472, 492, 800, 887.
 Cohen (J.-B.), 886.
 Colebrook Reynolds W.), 81.
 Colin (Léon), 170, 409.
 Colin (de P.), 290, 291.
 Collet (A.), 80, 168, 205.
 Collie (J.N.), voir *Norman Collie*.
 Coloman de Szily, 325.
 Colson (A.), 406, 530, 926, 927.
 Colson (R.), 403.
 Comas Sola, 750.
 Combe, 33, 121.
 Compan, 369, 450.
 Comte, 605.
 Conradi, 888.
 Considère, 32, 77, 749.
 Contremoulin, 602.
 Coppit L.-C. del, 562.
Cordier J.-A.), 92 à 98.
 Cormack W.), 972.
 Cornil, 408, 604, 643.
Cornu (A.), 32, 294, 530, 511 à 548.
 Cornu (M.), 406.
 Costantin, 969.
Cotton (A.), 102 à 115, 168.
 Cotton (E.), 202.
 Couanon, 883.
 Coudray, 604.
 Coulomb, 604.

Coulon, 487.
 Coupin, 794.
 Courmont, 452, 605.
 Courtade, 171, 837.
 Courtois-Suffit, 79.
 Courty, 290, 292, 331.
 Cousin H.), 968.
 Coustet (E.), 165.
 Coitière (H.), 404.
 Couvelaire, 970.
 Coyne, de Bordeaux, 488.
 Coyon, 970.
 Crelier, 421, 290.
 Crofts, 412.
 Crookes, 120.
 Cross, 207, 535.
 Crossley, 171, 172, 296.
 Crouzon, 970.
 Cruls, 794.
 Cuénot L.), 250, 405, 529, 640, 834.
 Cumenge, 262, 295.
 Cunaeus, 887.
 Cuniasse (L.), 746.
 Cunnington, 82, 568, 886.
 Curie (P.), 33, 368, 881, 926.
Curie (M^{me} P.), 33, 41 à 50, 881, 882, 926.
 Curie (Skłodowska), voir *M^{me} P. Curie*.
 Cyparissos Stephanos, 253.
 Czuber (Em.), 526.

D

Daguillon, 122.
 Dakhyf (H. N.), 599.
 Dakin, 886.
 Dalby (W.E.), 771.
 Dallemagne J.), 199.
 Dan W. van, 888.
 Damour (E.), 447.
 Daniel (L.), 600, 836.
 Darboux G.), 33, 252, 292, 324, 366, 367, 451, 486, 531.
 Darier, 488, 643.
 Daries G.), 877.
 Dassonville, 488, 565.
 Dastre (A.), 202.
 David, 291.
 Davies, 206.
 Davis W. A.), 972.
 Dawson (H.-M.), 972.
 Dean, 82, 972.
 Debiérne, 406, 641, 795.
 Decombe, 120.
 Derock, 422.
 Defacqz, 253, 450, 750.
 Déga (M^{lle} Georgette), 288.
Déchéraïn (Henri), 270 à 275, 363, 551 à 557, 716, 842, 955 à 961.
Déchéraïn P.-P.), 63 à 72, 165, 203, 527, 603.
 Déjérine, 79, 170, 326.
 Delacroix, 836, 883.
 Delage Yves), 836.
 Delahousse, 604.
 Delamare, 204.
 Delaunay, 326.
 Delarue, 642.
 Delbet, 79, 409.
 Delépine M.), 78, 80, 642, 680, 750, 795, 926, 967.
 Delezenne, 883.
 Delore, 643.
 Delorme, 326, 532, 795, 883.
 Demarçay, 33, 368, 881.
 Demenge Em.), 448, 723.
 Demerliac R.), 320.
 Demoulin, 603.
 Demoussy, 252.
 Denigès, 201, 291, 295.
Dépéret (C.), 518 à 551.
 Deprez M.), 78.
 Dereins (A.), 484.
 Descamps, 411.
 Deschamps (Em.), 250.
 Descomps, 206.
 Desgrez, 169, 409.
 Deslandres H.), 33, 368, 453, 487, 644, 926.

Devaux, 367, 486.
 Devé, 562.
 Dewar, 35, 82, 172, 296, 412, 491, 644, 681, 717.
 Dickson, 324, 406.
 Didier, 451.
 Dienert, 252, 253, 564.
 Dierckx (Fr.), 253, 407, 528.
 Dienlafoy, 203, 253, 293, 488.
 Diguet, 563.
 Ditte, 121, 293, 366.
 Divers, 171, 172, 412.
 Dixon (A. E.), 296, 330.
 Dixon (H. B.), 491.
 Dobbie, 296, 535.
 Dobkevitch, 452.
 Doléris, 837.
 Domingos-Freire, 367.
 Dominici, 79, 294, 643.
Dommer (F.), 287, 350 à 361.
 Dongier (R.), 34, 248.
 Dootson, 81, 207, 886, 971.
 Doremus, 643.
 Doublet, 531.
 Downing, 796.
 Dowzard, 207.
 Doyon, 251, 409, 452.
 Drach (J.), 73.
 Druce Lander, 82.
 Duboin, 530, 603.
 Dubois (M.), 966.
 Dubois (R.), 563, 970.
 Dubourg, 204.
 Duchemin, 369, 718.
 Duclaux (E.), 640.
 Ducretet, 205.
 Ducroquet, 408.
 Dufau, 169.
 Dufet, 527.
 Dulloq, 880.
 Dugas, 836.
 Duhem, 927.
 Dulac, 641.
 Dumarest, 883.
 Dumas (L.), 363.
 Dumontpallier, 122, 170.
 Dunac, 563.
 Dunstan (W. R.), voir *Wyndham R. Dunstan*.
 Duparc, 487.
 Duplay (S.), 405.
 Dupont (J.), 167, 878.
 Duporcq (E.), 598.
 Duprez, 795.
 Dupuy, 170, 326.
 Durand (A.), 531.
 Durand-Fardel (M.), 326.
 Durandeau, 197.
 Düring, 370.
 Dussaud, 120, 205, 252, 533, 927.
 Duval (Mathias), 449.
 Dybowski, 78, 794.

E

E. G., voir *Gain (Edmond)*.
 E. L., 126.
 Easterfield, 171, 255.
 Eberhardt, 202.
 Ebert (W.), 253, 641.
 Edington, 531.
 Edmed, 931.
 Effront J., 362.
 Eggar (W. D.), 164.
 Egger, 488, 565.
 Eginitis, 32, 201, 202, 290, 366, 530, 562, 717, 967.
 Einthoven, 887.
 Elder, 206.
 Ellis, 328.
 Elmassian (M^{lle}), 533.
 Emery (Carlo), 485.
 Engel Friedrich, 745.
 Engel R., 750, 795.
 Esclançon, 531.
Etard (A.), 705 à 743, 927.
 Etienne G., 452.
 Ettliger, 643.

Everdingen junior (E. van), 455, 536.
 Everett, 367, 840.
 Ewart, 929.
 Ewing, 682, 751.
 Eyk (C. van), 124, 800, 887.

F

Fabry (Ch.), 287, 407, 450, 486, 881.
 Fabry (Eug.), 77.
 Falières, 565.
 Farmer, 329.
 Faure, 204, 532.
 Favrel, 33, 169, 293.
 Faye (H.), 168.
 Fayet, 33, 680.
 Fehr (H.), 197, 362, 403, 447, 745, 790, 832.
 Fenton, voir *Hortsmann Fenton*.
 Féraud, 531, 717.
 Féré, 532, 566, 643, 970.
 Férée, 254.
 Fernet, 203, 969.
 Ferrand, 170, 204, 837.
 Ferrari (H. M.), 835.
 Féry, 290, 487.
 Fichtenholz (M^{lle} A.), 202.
 Fierz (Ed.), 404.
 Fileti, 370.
 Filhol, 293.
 Filon, 80.
 Findlay, 568.
 Flahault (C.), 459.
 Flammarion C., 680, 681, 749.
 Flatau, 80.
 Fleming (J. A.), 35.
 Flemming (J.), 567.
 Fleury (M. de), 883.
 Fliche, 34.
 Floresco, 202.
 Flover (Sir William), 564.
 Folgerhalter, 883.
 Fonvielle (W. de), 963.
 Föppl (Aug.), 402.
 Forcrand (R. de), 118, 330, 531.
 Forel, 641.
 Forgue, 325.
 Forster, 81, 330, 931.
 Fortley (M^{lle} Emily C.), 885.
 Fossard, 883.
 Foucart, 289.
 Fouqué, 837.
 Fournier, 451, 604, 928.
 Fourrey (E.), 538.
 Fournal, 252.
 Foveau de Courmelles, 122, 488.
 Fraenkel, 205, 294.
 Franca, 409.
 François (M.), 530, 641, 967.
 François-Franck, 170, 488, 565.
 Francis (Francis E.), 83, 885.
 Frankland (Edward), 649, 680, 931.
 Frankland (Percy), 255, 454.
Fredericq L., 152 à 163.
 Fredholm, 563.
 Freund, 924.
 Freundler, 165.
 Frézals, 79, 204.
 Friedel (Ch.), 165, 252, 295, 367, 375, 453.
 Friocourt (G.), 962.
 Fron, 794.
 Frouin, 533, 565.

G

Gaillard, 34, 531.
 Gain (Edmond), 601, 792, 834.
 Galippe, 320.
 Gallard, 120.
 Gallice, 120.
 Galy-Aché, 603.
 Garaycochea M.-V., 962.
 Garçon (J.), 964.
 Gariel, 170, 640, 883.
 Garnier, 326, 488, 605, 643.
 Garrigou, 324, 562.
 Ganbe, 750.

Gauchery (P.-A.), 833.
 Gaud, 882.
 Gaudry, 292, 750.
 Gauthier, 119, 603.
 Gautier (Armand), 203, 290, 291, 325, 362, 370, 379, 406, 453, 454, 532, 563, 603, 717, 881, 883, 968, 969.
 Gautier (H.), 408, 716, 795, 836.
 Gautier (P.), 487.
 Gautrelet, 565.
 Gayme (L.), 322.
 Gellé, 970.
 Gêneau de Lamarlière, 563.
 Genocchi (Angelo), 447, 832.
 Gentes, 643.
 Genvresse, 252.
 Georgewitch (Jivoïn), 202.
 Gérard (E.), 564, 602, 969.
 Gerber (C.), 418.
 Gernez, 531.
 Gerschun, 968.
Geschwind L., 689 à 700.
 Giard, 79, 566.
 Gibbs Willard, 610.
 Gibert, 325.
 Giéle (J.), 560.
 Gilbert (A.), 79, 204, 205, 409, 452, 488, 532, 565, 643, 883.
 Gilbody, 256, 330.
 Gilles de la Tourette, 326.
 Giran (H.), 118, 968.
 Girard (Ch.), 736.
 Giraud, 408.
 Giraudeau (C.), 405.
 Gladstone, 296.
Glaugaud (Ph.), 24 à 27, 34, 442 à 446, 965, 968, 969.
 Gley (E.), 170, 487, 604, 643.
 Glezda (Julius), 562.
 Godfrey, 750.
 Goduchau, 488.
 Gostling, 329.
 Gouges, 605.
 Gouget, 326.
 Goulding, 329, 491.
 Gourfein, 409, 451.
 Goursat (E.), 253, 563, 794, 836.
 Goutal, 121.
 Graffigny (H. de), 745.
 Grammont (A. de), 562.
 Grandidier, 564.
 Grandmaison (de), 204, 883.
Granger (A.), 587 à 597.
 Gravé, 32.
 Gravelaar, 83.
 Grégoire de Bollemont, 171, 296, 486, 564.
 Gréhan, 837, 882, 970.
 Grélot (P.), 879.
 Grenet, 79.
 Griess, 164.
 Griffith (G.), 206.
 Griffiths (A.), 411.
 Griffiths (E. H.), 411.
 Griffon (Ed.), 122.
 Griffon (V.), 204, 333, 565.
 Grimaux, 878.
 Grimbert, 32, 79.
 Groves, 172, 412, 491.
 Gruey, 124, 291, 717.
 Gruvel, 203, 253.
 Gruzewska (M^{lle} S.), 531.
 Guébhard, 409, 410.
 Guéniot, 326.
 Guerbet, 80, 203, 366, 411, 564, 717.
 Guiart, 485.
 Guichard (C.), 121, 253, 291, 407, 486, 563, 602, 882, 967.
 Guichard (M.), 495, 677, 881.
 Guichard (P.), 206.
 Guignard, 122, 324.
 Guignet, 291.
 Guillaïn, 452.
Guillaume (Ch.-Ed.), 5 à 8, 74, 147, 122, 165, 185 à 187, 254, 599, 602, 639, 715, 923, 963.
 Guillaume (J.), 120, 292, 563, 749, 926, 927.

Guilleminot, 530.
 Guillemont, 326, 408, 452, 602, 642, 643.
 Guillerminet, 254.
 Guillet, 77.
 Guilloz, 122, 407, 408.
 Guinard, 171, 294.
 Guldberg, 33.
 Günther, 645.
 Guntz, 35, 254, 366, 489.
 Gustavson, 201.
 Gulton, 531, 929.
 Guy C., 966.
 Guye Ph.-A., 287, 878.
 Guyesse, 929.
 Guyon, 171.
 Guyon fils, 122.
 Guyot, 295, 489.
 Guyou, 450.

H

Haga (H.), 331, 456, 887.
 Haga (T.), 171.
 Hagenmuller, 927.
 Halipré, 204.
 Hall (Mlle L.), 648.
 Haller (A.), 123, 254, 295, 451, 487, 488, 489, 564, 605, 606, 879, 924, 964, 969.
 Hallion, 293, 488, 533, 565.
 Haiburton, 647.
 Hallopeau (H.), 79, 253, 795, 969.
 Hallopeau (L.-A.), 80.
 Hamburger, 492.
 Hamilton Jackson (D.), 82.
 Hamy (M.), 253, 487, 676.
 Hanotte (M.), 405.
 Hanriot, 205, 453, 927.
 Harcourt (A. Vernon), 931, 972.
 Harden, 568.
 Harker, 645.
 Harold Carpenter (H.-C.), 533.
 Harold Tarry, 927.
 Hartley, 296, 932.
 Hartmann (H.), 200, 204, 251, 321, 405, **781 à 789**.
 Hartridge, 82.
 Harvey, 932.
 Hasenoehrl, 887.
 Hatt, 77, 204, 324.
 Hatzidakis, 325.
 Haug (Emile), 484, **627 à 636**, 642.
 Hanshalter, 643.
 Hausser, 78, 121, 205, 295, 369.
 Hayem, 79, 409, 488.
 Heaviside, 206.
 Hébert (A.), 370, 716.
 Heckel (E.), 122, 202, 325, 487, 642, 688, 750.
 Hedges, 533.
 Hédon, 882, 928.
 Heen P. de), 881.
 Heiberg, 535.
 Held, 606.
 Hélier, 169, 205, 291, 367, 564.
 Helmert, 252.
 Hemsalech, 641.
 Henderson, 454, 565.
 Henriot, 294, 928.
 Henry (Ch.), 325.
 Henry (V.), 204.
 Hérèlle (F. d'), 750.
 Hérissey, 603, 642, 680, 795.
 Hermite G.), 750.
 Hervieux, 326, 408, 532, 604, 883.
 Herzen (A.), 679, 928.
 Hewitt, 412.
 Hill, 206.
 Hinrichs, 968.
 Hougkinson, 932.
Hollard (A.), 80, 939 à 943.
 Holleman, 752.
 Holms Pollok, 207.
 Hopkins, 80.
 Hortsmann Fenton (H. J.), 172, 329, 491.
 Houdaille (F.), 528.
 Houdas, 530.
 Houpiéd, 201.

Howard, 972.
 Howles, 412.
 Hubrecht, 84.
 Huchard, 170, 532, 837.
 Hugot (C.), 641, 680, 795.
Hugouenq (Dr L.), 76, 89 à 94, 362, 367, 488, 792.
 Hulot, 643.
 Humbert (G.), 836, 967.
 Humbert (Colonel), 292.
 Huummel (J.), 287.
Hunger (F. W. T.), 950 à 955.
 Hurmuzescu, 201, 410.
 Hurwitz, 169.
 Hutinel, 565.

I

Imbert, 80, 206, 326, 369.
 Irvine (J.C.), 330.
 Istrati, 367, 406, 562.

J

Jaboin, 882.
 Jaccoud, 122.
 Jackson (D.H.), voir *Hamilton Jackson*.
 Jackson (Henry), 172, 412, 491.
 Jackson Pope (W.), 82, 171, 330, 491, 608, 882, 931, 932.
 Jacovidès, 170.
 Jacquemin, 169.
 Jacquín (A.), 250.
 Jandrier, 487.
 Janet (Ch.), 121.
 Janet (Dr Pierre), 31, 200, 288, 559, 963.
 Jannetaz, 321.
 Janssen (J.), 168, 487, 926, 968.
 Japp, 568, 608, 972.
 Jarry (R.), 746.
 Jaubert (G. F.), 170, 205, 295, 837.
 Jaubert (J.), 325.
 Javal, 471, 604.
 Joannin, 531.
 Joannis, 486.
 Job, 78, 120, 406, 645.
 Jodin, 928.
 Joergensen (A.), 924.
 Joffre, 410.
 Johnstone Stoney (G.), 796.
 Jolly, 409.
 Jones, 972.
 Jonnesco, 837.
 Jost, 925.
 Josué, 326, 488, 643.
 Joteyko (M^{lle}), 563.
 Joubert (J.), 117.
 Jouniaux, 927.
 Jousset, 34.
 Jouve, 78, 201.
 Julia de Roig, 796.
Jumelle (Henri), 487, 582 à 586, 642, 679, 880.
 Jungfleisch (E.), 832, 927.

K

Kamerlingh Onnes, 799, 886.
 Keith W. Monsarrat, 970.
 Kelsch, 79.
 Kerforne, 121.
 Kilian, 77, 604, 642.
 Kling, 121, 603.
 Klobb, 605.
 Klumpke (M^{lle} D.), 680.
 Kluver, 154, 799.
 Knap (Géorgia), 790.
 Koeh, 253.
Köhler (Dr R.), 199, 238 à 247, 748, 925.
 König, 883.
 Kohn, 932.
 Korda (D.), 201, 327.
Kossel (Albrecht), 380 à 383.
 Kowalewsky, 408, 642.
 Kuhne, 122.
 Kunkel d'Herculeais, 253.
 Kunstler, 34, 205, 253.
 Kurlbaum, 254.

L

L. N., 679.
 L. O., voir *Olivier (Louis)*.
 Laar (J.-J. van), 256.
 Labbé (A.), 287, 367.
 Labbé (H.), 80, 295, 370, 645, 717.
 Laborde (Eng.), 837.
 Laborde (J.-J.), 170.
 Laborde (J.-V.), 79, 171, 451, 485, 532, 642, 795, 837, 928, 970.
 Laboulbène, 79.
 Lacassagne, 407.
 Lacroix (A.), 33, 34, 79, 487, 531.
 Ladenburg, 330.
 Lafay (A.), 877.
 Lafouge (Général), 714.
 Lagrange, 450.
 Lagriffe, 883, 929.
Laguesse (E.), 869 à 876, 883, 929.
 Laisant (C.-A.), 164, 483, 527, 559, 598, 962.
 Lamb, 535.
 Lamoureux, 366.
 Lancereaux, 122, 565.
 Landau, 926.
 Lander (G.D.), voir *Druce Lander (G.)*.
 Landouzy, 204, 293, 565, 883.
 Lanfrey, 928.
 Lang, 641, 885.
 Langlois (P.), 204, 452, 605.
 Lannelongue, 120, 407, 531.
 Lapicque, 450, 562, 928.
 Lapue, 323.
 Lapparent (A. de), 34, 118, 321, 837, 964.
 Lapworth, 330, 568.
 Laran, 488, 533, 565.
 Larbalétrier (A.), 559.
 Larroque, 564.
 Lauder, 535.
 Launay (L. de), 249.
 Laussedat (A.), 252, 637.
 Laval, 925.
 Laveran (A.), 203, 409, 488, 566, 604, 795, 837.
Laverne (Gérard), 28, 117, 430 à 445, 190 à 196, 224 à 237, 258, 320, **613 à 618**, 677, 746, 791, 877.
 Lavisse (E.), 966.
 Leau, 292.
 Lebeau, 78, 325, 564.
 Le Bel (J.-A.), 411, 794, 927.
 Lebesgue, 292, 531, 927.
Le Blanc (Max), 725 à 729.
 Lebon (E.), 962.
 Le Bon (G.), 120, 168, 322, 324.
 Lebreton, 565.
 Le Cadet, 407.
 Lécaillon (A.), 363.
 Lecarme (J.), 795.
 Lecarme (L.), 795.
 Le Châtelier (A.), 300.
Le Châtelier (H.), 35, 80, 122, 290, 453, 487, 530, 641, 642, 680, 681, 749, 759 à 768, 927.
 Leclainche (E.), 365.
 Leclerc du Sablon, 325.
 Lecomte (H.), 639, 678.
 Lecornu (L.), 32.
 Le Damany, 750.
Le Dantec (F.), 78, 486, 748, 854 à 863.
 Ledé, 408, 451.
 Le Dentu, 79, 253, 325, 408, 837.
 Le Double (A.-F.), 449.
 Leduc (A.), 33, 78, 407, 486, 530.
 Leduc (C.), 563.
 Lees (C.H.), 930, 931.
 Lees (F.H.), 255.
 Lefas, 929.
 Lefebvre, 325, 486.
 Léger (E.), 487, 644.
 Léger (Louis), 76, 407, 532, 565.
Le Grand (N.-E.), 99 à 102.
 Le Hello, 602.
Leheup (A.), 772 à 784.
 Lehfeldt, 80, 411, 490, 535, 885.
 Leidié, 603.
 Lejars (Dr), 170, 203.
 Lefievre, 164.

Lemaistre, 408.
Lémeray, 468.
Lemoine (G.), 641, 717, 881, 927, 967.
Lemoine (G.-H.), 883.
Lemoine (J.), 603, 881.
Lepage, 881, 970.
Lepierre, 291, 451, 717.
Lépine (R.), 202, 325, 488, 566, 883.
Lépine, 79, 80, 409.
Leprince, 432, 564.
Lerch, 486.
Lerebonnet, 538, 604.
Leredde, 204, 604.
Le Roy (A.), 202, 325.
Leroy (Em.), 406, 603.
Leser, 78, 169, 291.
Lesieur, 796.
Lespiau, 603.
Le Sueur, 471.
Létienne (A.), 476 à 482, 640.
Letulle, 643.
Levaditi, 78, 79, 204, 293, 326, 409, 532, 605, 642, 643, 927, 970.
Le Yavasseur, 407, 563.
Le Verrier U.), 403.
Levi-Civita, 366.
Lévy Lucien), 715.
Lévy (Maurice), 33, 794.
Lewkowitzsch, 931.
Lezé (R.), 559, 601, 715, 741 et 742.
Liapounoff, 324, 406.
Lidbury, 886.
Lie Sophus), 252.
Liénard, 502.
Ligondès (du), 120.
Limpach, 932.
Lindet (L.), 818 à 828.
Linossier, 928.
Lippmann (G.), 407, 715, 794.
Lister (Sir), 253.
Littlewood, 206.
Living, 412.
Livet, 326.
Lloyd (Lorenzo L.), 206, 648.
Lobry de Bruyn, 800, 888.
Lodge (O.), 206, 294, 372, 885.
Lewy (M.), 169, 562, 563, 602, 926, 967.
Loica, 565.
Loir (A.), 203, 253, 673 à 675, 837, 966.
Loisel, 432, 970.
Londe (A.), 292, 484.
Lorentz (H.-A.), 455, 456, 799.
Lorentz (K.-A.), 207.
Lorié, 84, 752.
Loriet, 34, 252.
Lory, 34.
Lougoinine, 169.
Louise, 680.
Love, 254.
Lovett, 77, 563, 602, 641, 680.
Lowry, 82, 253, 331.
Lubrano, 450.
Lucas, 369.
Lucas-Championnière, 203, 293, 451.
Lucel, 969.
Lugeon, 77.
Luizet, 641.
Lukal (Max), 362.
Lumière (A.), 169, 252.
Lumière (L.), 169, 252.
Lummer, 254.
Lupton, 567.
Lyon (Dr G.), 449.
Lyonnet, 202, 566.

M

M. H., 714.
Mac-Anlay, 483.
Mac-Cral, 81.
Macé, 452.
Macé de Lépinay, 486, 881.
Machat (J.), 31, 200, 510 à 522.
Mac-Kensie (A.), 536, 886.
Maclean, 606.
Mac-Muon, 684.
Magnan, 837.
Maillard, 35, 80, 171.

Maillard (A.), 169.
Maillard (L.), 534, 768 à 771.
Maillet, 32, 168, 487, 603.
Maire (R.), 523 à 525, 927.
Maltre, 450.
Malard, 603.
Malcolm Wharton, 255.
Mally, 565.
Malfézos, 681.
Mangeot, 749.
Mangin, 882.
Manley, 645.
Manquat, 970.
Manuelian, 452, 565, 883.
Maquenne (L.), 121, 165, 205, 833, 883.
Marage, 202, 290, 970.
Marchand, 122, 205, 294, 326, 605.
Marchant (Gérard), 293.
Marchoux, 883.
Marey, 79, 483.
Marfan, 451.
Marie (Ch.), 882.
Marie (P.), 488, 566, 643.
Marie (T.), 366.
Marillier (L.), 485, 561, 835.
Marinesco (G.), 326, 488, 968, 970.
Marmier, 367.
Maronneau, 325.
Marotte (F.), 73, 794.
Marquis, 565, 645.
Marsh (J. E.), 82, 329.
Marsh (J. T.), 932.
Marsh (O. Ch.), 292, 459.
Marshall Ward, 752.
Martel (E.-A.), 969.
Martin, 294.
Martin (C. J.), 371.
Martin (Et.), 407.
Martin (K.), 256.
Martin (L.), 79.
Martonne (de), 928, 968.
Martz, 325.
Masataka Ogawa, 412.
Mascart (E.), 117, 292, 749.
Mascart (J.), 77, 324, 450, 681.
Massau (J.), 116.
Massol, 34, 366, 411.
Mathias, 487.
Matignon (C.), 78.
Matruchoi, 488, 565, 969.
Malfencci, 564, 882.
Maudit, 532.
Mauni Baron de , 416.
Maupin (G.), 164.
Maurange G.), 322, 405, 925.
Maurel, 883, 929.
Mauricet, 750.
Mazé, 32, 120, 563.
Meillière, 454.
Meldola, 81, 472, 412, 932.
Meldrum, 608.
Ménard, 34, 604.
Mendel (Dr), 532.
Mendéléeff (D.), 121.
Mendelssohn, 927, 928.
Mendenhall, 454.
Mènière (Dr), 643.
Mer (Em.), 34.
Mérax, 325, 968.
Mercéy (N. de), 34.
Mercier (D.), 31.
Mesnil (F.), 199, 202, 203, 243 à 221 et 275 à 285, 793, 882.
Messinger, 491.
Metzner (R.), 74.
Meunier, 291.
Meunier (F.), 529, 678.
Meunier (Stanislas), 33, 250, 292, 367, 407, 750, 836.
Meyer-Wildermann, 648.
Michel (A.), 250, 379.
Michel (Ch.), 488.
Michel-Lévy, 407.
Michelson, 410.
Michon, 883.
Milbaud (G.), 847 à 851.
Millar, 207.
Miller, 121.

Mills, 252.
Milton Rich, 608, 932.
Minet (Ad.), 407.
Minguin, 123, 254, 296, 486, 489.
Mittag-Leffler, 450.
Moissan (H.), 77, 201, 203, 324, 562, 645, 793, 926.
Moitessier, 370, 486.
Molinié (M.), 119.
Molliard, 927.
Moncorvo, 79, 750.
Mongour, 79, 643.
Moniez, 204.
Monod (Ch.), 883.
Monsarrat, voir *Keith W. Monsarrat*.
Montangerand, 641.
Monfillot (L.), 73.
Moody, 255.
Moor (James), 972.
Morard, 452.
Morat (J.-P.), 251.
More, 136.
Morcau, 168, 205.
Morel, 32, 80, 203, 562.
Moreux (Th.), 201.
Morfaux, 204.
Morgan, 201.
Morel-Lavallée, 795.
Morell, 412.
Morestin, 604.
Morton, 411, 490.
Mosso Angélo, 478 à 485.
Motais, 409.
Motet, 837.
Moff, 647.
Mouchet, 408.
Moulin, 327.
Mouncyrat, 32, 121, 205, 295, 601, 795.
Moureaux, 78.
Mouret, 201, 252, 450.
Moureu (Ch.), 201, 252, 290, 369, 833.
Mourlot (A.), 791.
Moussu, 326.
Mouton, 450.
Mulder, 800.
Muller (J.-A.), 967.
Muller (P.-Th.), 171, 202-203, 205, 521, 448, 487, 606, 969.
Munier-Chalmas, 532.

N

Nachtel, 532.
Nageli, 718.
Nageotte, 643.
Naudin (Ch.), 291, 292, 457.
Negreano, 292, 324.
Nelter, 333.
Neumann (Dr Carl), 398.
Newbury, 648.
Nicati, 86, 969.
Nicolas, 605, 796.
Nicolle (M.), 199, 294.
Nicolle, de Rouen, 796.
Nicolaiève W. de), 603, 605, 749.
Nimier (H.), 925.
Nocard (Ed.), 365.
Noel (Ch.), 197.
Noetting, 888.
Norman Collie (J.), 567.

O

Ocagne (M. de), 326.
OEscher de Coninck, 32, 33, 121, 169, 203, 291, 565, 604.
Oettinger, 367, 406.
Offret (A.), 548 à 551.
Ohler (J.), 76.
Ohlmüller (Dr W.), 119.
Olivier (L.), 2, 50, 88, 174, 297, 462, 539.
Ollier, 170.
Olftramare G.), 358.
Onimus, 838.
Orme Masson, 491.
Orr, 454.
Orton, 255, 567.

Osmond, 168, 487, 531.
Oss (S. L. van), 256, 331.
Ostrogovich, 562.
Ostwald (W.), 878.
Ostwald (F.), 640.
Oudin, 532.
Oulmont, 643.
Oumoff, 368.

P

Pachon, 204.
Padé, 882, 927.
Pagel, 168, 408.
Pagés (C.), 449.
Painlevé (P.), 451, 531, 563, 564, 882, 967.
Palladine, 170, 488.
Palmer Wynne, 81.
Pamard, 409.
Panas, 79, 122, 170, 970.
Pannekoek, 83.
Parinaud (H.), 167.
Paris, 409.
Parmentier, 406, 487, 966.
Partiot, 77.
Patein, 169.
Pathé frères, 533.
Paulesco, 122.
Peachey, 82, 491, 882, 931, 932.
Peano, 447, 832.
Pearson, 797, 838.
Pécharde, 406, 530.
Pélahon, 293, 454.
Pellat (H.), 120, 291, 292, 294, 326, 409, 450, 486, 533, 883.
Pellet (A.), 121, 168.
Pellin, 294, 410.
Penrose, 884.
Pépin (le P.), 362.
Pénaire, 363.
Pérolot, 253, 641.
Percy Frankland, voir *Frankland (Percy)*.
Périsse (J.), 128.
Perkin (A. G.), 83, 171, 330, 491, 568, 648.
Perkin junior (W. H.), 81, 172, 255, 256, 330, 335, 568, 886.
Pérot (A.), 121, 209, 407, 450, 486, 881.
Perraud, 293, 450.
Perreau, 967.
Perrier Rémy, 79, 747.
Perrotin, 836.
Perry, 205, 885.
Perviniquière L., 701 à 705.
Peterkin, 491.
Petit (G.), 529.
Petit P., 8 à 20.
Petot, 451, 562.
Petrovitch M., 366, 794, 927.
Petrovsky (A. A.), 201, 407.
Petrucci, 750.
Phillips Percy P., 886.
Phisalix C., 33, 79, 204, 294, 565, 806 à 818, 883, 928.
Phragmén, 530.
Picard (Em.), 121, 487, 531, 794.
Picart L., 563.
Pichard (P.), 253.
Picon, 294.
Pierron, 717.
Pigeon L., 74, 746, 792, 833.
Pillet, 205, 878.
Pinard, 204, 293, 409, 604, 837.
Pincherle, 201.
Pinoy, 883.
Pithkeathly, 207.
Pitres, 643.
Pitt, 412.
Pizon (A.), 680, 681, 924.
Planck, 435.
Plimmer, 683, 719.
Poehl, 367.
Poincaré (A.), 168, 367, 564, 750.
Poincaré H., 169, 262 à 269, 290, 406, 836, 922.
Poincaré L., 123, 165, 248, 294, 387 à 401, 745, 746.
Poisson (G.), 77, 201, 750.

Poisson (J.), 177.
Polaillon, 79.
Pollock, 681.
Pompilian (Mlle), 488, 533.
Ponsot, 369, 530, 564, 717.
Pope (W. J.), voir *Jackson Pope*.
Popovici (V.), 449.
Popplewell Bloxam, 535.
Porak, 928.
Porcher, 295.
Polain, 79, 643, 679.
Potier, 836.
Pongel, 411, 563, 564.
Pouloumordwinoff, 293.
Pouret, 32, 645, 795.
Prenant, 288, 793.
Prévost (J.-L.), 291, 293, 836.
Prévot (E.), 638.
Prillieux, 406, 407, 883.
Pronst, 170, 565.
Prud'homme, 369, 448.
Prunier (L.), 326, 716.
Puisseux, 562, 563.
Punnell, 884.
Purdie (Th.), 82, 207, 330, 412.
Puscariu, 291, 367.

Q

Quint Gzn (N.), 799.
Quinton (R.), 326.

R

Rabaud (E.), 408, 602.
Rabourdin, 121.
Radais, 202.
Radeau, 968.
Raffy, 168.
Raillet, 171, 204.
Raillet, 449, 837.
Rambaud, 32, 324, 367, 794, 926.
Ramon, 294.
Ramond, 643.
Ramsay (W.), 412, 491, 607.
Ranvier (L.), 34, 78, 421.
Raveau (C.), 33, 123, 205, 254, 368, 369, 410, 453, 527, 534, 884, 929.
Ray (P. C.), 412.
Ray Lancaster, 122, 252.
Rayet, 77, 292, 717.
Raymond, 532.
Read (Harold M.), 971.
Rebière (A.), 962.
Reclus (Paul), 203, 293, 928.
Recoura, 602, 603, 641.
Regelsperger (G.), 4, 40, 261, 336, 463, 805.
Regnault (F.), 169.
Reinders, 887.
Remlinger, 366.
Rémy, 326.
Renault (A.), 324.
Renault (B.), 406.
Renant (D.), 170.
Renant (J.), 488.
Renaux, 749, 794.
Rendu, 604.
Repelin, 366.
Répin (Dr Ch.), 365.
Rettlerer, 79.
Reverdin (A.), 837.
Reverdin (F.), 370.
Révil (H.), 969.
Rey, 204.
Reymond (E.), 200.
Reynaud, 205, 370.
Reynolds (J. Emerson), 412.
Reynolds (W. C.), voir *Colebrook Reynolds (W.)*.
Riban, 206, 530, 923.
Ribaucourt (Ed. de), 532.
Ribant, 366.
Ribemont-Dessaignes, 883.
Rivière, 77.
Richards (G. H.), 201.

Richardson (S. W.), 840.
Richelot, 565.
Richey (Ch.), 409, 452, 532, 927, 969.
Riegggenbach, 641.
Rigaut, 641, 883.
Rigbi, 77.
Rigollot, 335.
Rignier, 33.
Risler, 121.
Ritter, 487.
Rivals, 750.
Rive (L. de la), 201.
Robin (A.), 325, 532, 604.
Roché, 409, 488.
Rocheffort (O.), 34.
Rocques (X.), 80, 198, 404, 427 à 442, 471 à 475, 599, 747, 915 à 921.
Rodel (J.), 359.
Roger (H.), 326, 488, 605, 643, 796, 837, 880.
Rouinée (Dr), 451.
Romme (Dr R.), 383 à 386, 573 à 581, 618 à 627.
Roos (L.), 943 à 950.
Rose (J.-L.), 368.
Rose-Innes J., 81, 235, 534, 535.
Rosenbusch, 968.
Rosenhain (Walter), 682, 751.
Rosenheim (Otto), 82, 330.
Rosenstiehl, 367.
Rosenthal, 204, 409.
Ross (Ronald), 203.
Rossard (F.), 32, 77, 291, 324, 366.
Rosset, 411.
Rothé, 836.
Rothschild (H. de), 601.
Rouillies, 120.
Roure, 326.
Roussy, 409.
Rouville (de), 605.
Roux (J.), 121, 168, 837, 883.
Roux (G.), 291.
Rubénovitch, 487, 642.
Rubemann (Siegfried), 81, 82, 207, 329, 568, 886, 931.
Russel, 491.
Rutherford, 254.
Rutot (A.), 677.
Ryan (Hugh), 932.

S

Sabatier, 408, 454, 603.
Sabrazès, 409, 970.
Sacerdote, 292, 452, 641.
Sagnac (G.), 168, 252, 254, 528, 410, 605, 882, 926, 929.
Saint-Philippe (R. de), 408.
Salomon, 883.
Saltykow, 120, 121, 168, 562, 563, 603.
Salvador, 531, 562.
Sande Bakhuysen (H. G. van de), 536, 799.
Sansone (Antonio), 448.
Saporta (A. de), 527, 599.
Sappin-Trouffy, 602.
Sauvageau (C.), 291, 794.
Savoire, 532.
Scheppé, 447, 832.
Schey, 332.
Schidrowitz, 82, 330.
Schiff (Robert), 80.
Schirmer (H.), 30.
Schlagdenhauffen, 168, 408.
Schlesing fils (Th.), 121, 366.
Schlumberger, 454.
Schneider, 750.
Schoute (P. H.), 81, 124, 256, 331, 332, 372, 456, 752, 800, 888.
Schrader (F.), 461 à 467.
Schreinemakers, 84, 752.
Schryver, 491.
Scott, 412.
Scrini, 170.
Sébert (Général), 653 à 667.
Sébire, 639.

- Segond, 293.
 Seihaichi Hada, 412.
 Sell W. J., 412, 886, 971.
 Sell (W. T.), 81.
 Senderens, 205, 408, 454.
 Sergent, 79.
 Servant, 97.
 Seurat L. G., 77, 639.
 Seward, 489.
 Seyewetz (A.), 677.
 Seyrig (T.), 320.
 Shelford Bidwell, 566.
 Sicard, 488, 837, 928.
 Siertsema, 752.
 Sissingh, 887.
 Skirrow, 886.
 Smiles Jerdan, 536.
 Smirnov (J. N.), 74.
 Smith H. G., 81.
 Smith W. B., 790.
 Smits (A.), 887.
 Snape (Lloyd), 255.
 Sodeau, 567.
 Sonstadt, 82.
 Soulier, 563.
 Sounders, 254.
 Soupault, 204.
Soury (J.), 50 à 55, 312 à 350.
Spalikowski (Dr Ed.), 743 et 744.
 Spiers, 885.
 Spivey, 171.
 Sprankling, 556, 885.
 Staedel (P.), 291, 292, 743.
 Stanley Kipping (F.), 171, 172, 206, 608, 642, 932.
 Stapleton, 931.
 Stassano, 795, 836.
 Steele, 491.
 Stefanowska (M.), 563.
 Steger, 800.
 Stekloll, 168, 253, 292, 366.
 Stephan, 324.
 Stephan (E.), 367, 922.
 Stephan (P.), 121.
 Stern (A. L.), 171.
 Stevens (H. P.), 255.
 Stiehl, 80.
 Stock (J. P. van der), 886.
 Streetfeild, 81.
 Sudborough, 206.
Svante Arrhénius, 337 à 342.
 Sy, 32, 324, 794, 926.
 Sydney Young, 80, 81, 82, 255, 536, 885.
 Szarvasy, 491, 932.
- T**
- Tanret (Ch.), 717, 881.
 Tanret (G.), 717, 881.
 Tarry, 967, 968.
 Teisserenc de Bort, 292, 564, 605, 680.
 Termier, 202, 293, 431.
 Terrier (F.), 200, 321.
 Tetry, 487, 606.
 Théohari, 79, 451, 970.
 Thiercelin, 204, 409, 565.
 Thierry (M. de), 641.
 Thomas, 205, 486, 796.
 Thomas (A.), 665.
 Thomas (P. Félix), 561.
 Thomas (V.), 450, 562, 926.
 Thompson (S. P.), 206, 840, 885, 971.
 Thomson (J. M.), 412.
 Thorpe (J. F.), 172, 412, 886.
 Thorpe (T. E.), 412.
 Thoulet (J.), 414, 531, 795, 928, 969.
 Threlfall, 681.
 Thybaut, 451.
 Tickle (Th.), 567.
- Tieghe (van), 77.
 Tiemann, 80, 295.
 Tikhomandritzki (M.), 598.
 Tilden (W. A.), 412, 972.
 Tillaux, 293.
 Tillo (A. de), 420.
 Tison, 532, 565.
 Tisserand (F.), 922.
 Tissier, 970.
 Tissot, 368.
 Tomlinson, 567.
 Tommasi, 406.
 Tonmasina (Thomas), 32, 290, 406, 450, 563, 967.
 Torkomian, 643, 837.
 Postivint, 253.
 Tonche, 532.
 Toulouse, 122, 204, 205, 294, 326, 452, 533, 604, 605, 643, 837, 927, 928, 970.
 Tourtoulis-Bey, 532.
 Trantom, 932.
 Travers (Morris W.), 566, 607.
 Treille (G.), 965.
 Trénel, 643.
 Trépied, 324, 927.
 Trevor Lawrence, 172, 330, 412, 368.
 Triadou (L.), 497.
 Trillat (A.), 78, 80, 201, 291, 406, 487, 927.
 Trotter, 411.
 Truchot (P.), 677.
 Trulat (E.), 483.
 Tsvett, 794, 795.
 Tuffier, 170, 383, 928.
 Turpain, 33, 836, 929.
 Tutton, 370, 454.
 Tzitzéica, 168, 253, 451.
- U**
- Udall, 886.
 Ulry, 79, 204.
 Umbgrove, 564.
Urbain (G.), 641, 667 à 673.
 Uselade (J.), 968.
- V**
- Vaillant, 34.
 Valeur, 794.
 Vallier (E.), 286, 290, 486, 641, 881.
 Vallin, 79, 837, 970.
Vallot (J.), 518 à 551.
 Valude, 167.
Vaquez (Dr H.), 204, 308 à 316, 679.
 Varigny (H. de), 600, 679.
 Varnier, 643.
 Vaschide, 452, 533, 602, 604, 837, 928, 970.
 Vast, 450.
 Vedovelli, 453.
 Verley, 168, 369.
Verneau (Dr R.), 446 à 451, 895 à 944.
 Vernheil (A.), 203, 486, 562.
 Verschaffelt, 121, 331.
 Vert, 420.
 Vessiot, 252.
 Vèzes, 80, 295.
 Viala, 326.
 Viard, 681.
 Vidal, 604, 643.
 Vieille, 292, 530.
 Vignon (Léo), 80, 253, 291, 293, 367.
 Vignon (P.), 563.
 Vigouroux, 642.
 Villain, 451.
Villard (P.), 121, 212, 301 à 308, 327, 328, 366, 369, 927.
 Villareal (F.), 662.
Vincent (G.), 418 à 426.
- Vincent, de Rochefort, 488.
 Viré, 408.
 Vittenot, 295, 369.
 Voellaud, 168.
 Vries (de), 122.
 Vries Hugo de, 78, 968.
 Vries (J. de), 256, 331.
 Vuillemin (P.), 367.
- W**
- Waals (J. D. van der), 83, 123, 256, 455, 491, 536.
 Wade, 207.
 Waelsch, 325.
 Walker (James), 972.
 Waller, 329.
 Wallerant, 34, 78, 202, 883.
 Walsen (G. C. van), 256, 492.
 Watson, 567.
 Watson (H.), 206.
 Watson (W.), 840.
 Wauters (A. J.), 363.
 Waymond Reid, 490.
 Weber (H.), 464.
 Weil, 79, 204, 532, 888.
 Weinberg, 79.
 Weineck, 602.
 Weisberg, 717.
 Weiss (G.), 202, 204, 605.
Weiss (P.), 55 à 63, 258, 409.
 Wertheimer, 251, 881, 970.
 Whitehead, 206.
 Whitehead (C. S.), 411.
 Whitehead (R. J. G.), 454.
 Whiteley (M^{lle} M. A.), 797.
 Wiardi Beckman, 492.
 Widal, 532.
 Wiedemann (G. H.), 292.
 Wilderman, voir *Meyer-Wilderman*.
 Williams (P.), 972.
 Williams (W. A.), 932.
 Wilson (C. T. R.), 838.
 Winckler, 492.
 Wind, 331, 456.
 Winter, 469.
 Witz (A.), 28, 116, 287, 745, 832.
 Wolf, 33, 97.
 Wood (J. K.), 729.
 Wood (T. B.), 171.
 Wurtz (R.), 748.
 Wyndham R. Dunstan, 171, 172, 329, 412, 491, 971.
 Wynne (W. Palmer), voir *Palmer Wynne*.
 Wynter Blyth (A.), 296, 648.
 Wyrouboff, 203, 486, 562.
- X**
- XXX. (Lt-Colonel), 497.
- Y**
- Young (F. S.), 535.
 Young (G.), 931.
 Young (S.), 534.
 Yung (E.), 407.
- Z**
- Zachariadès, 204.
 Zaremba, 406.
 Zeiller, 406.
 Zograf (N. de), 750.
 Zolla (D.), 466.
 Zwiers (H. J.), 752.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LES ARTICLES ORIGINAUX, LA BIBLIOGRAPHIE, LA CHRONIQUE
& LA CORRESPONDANCE¹

A

ACAPNIE. — L'— et le mal des montagnes.	178
ACÉTYLÈNE. — L'éclairage à l'—, système Blériot. . .	801
— L'application de l'— dissous à l'éclairage.	845
ACIDE CAMPHONIQUE. — L'Acide homocamphoronique et l'—.	892
ACIDE HOMOCAMPHORONIQUE. — L'— et l'Acide campho- nonique.	892
ACIER AU NICKEL. — L'emploi de l'— pour les tubes de chaudière	650
ACOUSTIQUE. — Leçons élémentaires d'— et d'Optique.	287
ARÉONAUTIQUE. — L'—.	248
AFRIQUE AUSTRALE. — Les Boers et les races de l'—. . .	895
AGRANDISSEMENTS. — Les — et les Projections	639
AGRICULTURE. — Congrès international d'—.	540
AGRONOMIE. — Revue annuelle d'—.	63
AIR LIQUIDE. — L'—.	173
ALBUM GÉOGRAPHIQUE. — I. Aspects généraux de la Nature. II. Régions tropicales. III. Régions tempérées.	966
ALBUM HISTORIQUE. — I. Le Moyen-Age (du 1 ^{er} à la fin du 13 ^{ème} siècle). II. La fin du Moyen-Age. III. Les XVI ^{ème} et XVII ^{ème} siècles.	966
ALBUMINES. — La constitution des — et les travaux de l'Ecole allemande; les bases hexoniques.	89
ALBUMOSES. — La Valeur alimentaire des — et des Ex- traits de Viande.	383
ALCOOLS D'INDUSTRIE. — L'état actuel de la production et de la consommation des — en France.	818
ALGÈBRE SUPÉRIEURE. — Traité d'—.	164
ALIMENTATION RATIONNELLE DU BÉTAIL. — Congrès inter- national de l'—.	612
ALLAITEMENT. — Hygiène de l'—.	601
ALPHEIDE. — Les —. Morphologie externe et interne. Formes larvaires. Bionomie.	404
ALUMINIUM. — La conductibilité de l'—.	37
ANALYSE CHIMIQUE QUANTITATIVE. — Traité d'— par élec- trolyse.	923
ANALYSE DE L'EAU. — Guide pratique pour l'—.	119
ANALYSE DES ALCOOLS ET DES SPIRITUEUX. — Manuel pratique de l'—.	736
ANATOMIE. — Revue annuelle d'—.	869
— Précis d'— pathologique.	792
ANATOMISTES. — Association des —.	126
ANNÉLIDES. — Recherches sur la régénération chez les — — Sur la régénération chez les —.	250 379
AQUEDUCS. — Calcul des Canaux et —.	877
ARABES TUNISIENS. — Les pratiques médicales chez les —.	673
ARSENIC NORMAL. — L'— chez les animaux et sa locali- sation dans certains organes.	937
ARTILLERIE. — L'—. Matériel. Organisation.	286
— L'industrie de l'— à l'étranger: Etablissements Wickers, à Sheffield, Erith et Barrow-in-Furness. — Les desiderata de l'industrie de l'— en France.	495 538
ASCENSIONS INTERNATIONALES. — Les Ballons-Sondes et les —.	963
ASPHALTES. — La production artificielle des —.	651
ASTRONOMIE. — Revue annuelle d'—.	316
— Histoire abrégée de l'—.	962
AUTOMOBILE. — L'— théorique et pratique. Traité élé- mentaire de locomotion à moteur mécanique. I. Moto-cycles et Voitures.	676
AUTOMOBILES. — La deuxième Exposition internationale d'—.	613
— à vapeur.	934

AUTOMOBILISME. — L'état actuel de l'— :	
1 ^{re} partie : Les Moteurs.	130
2 ^e partie : Les Transmissions.	190
3 ^e partie : Les Voitures.	221
— L'état actuel de l'—.	257

B

BACTÉRIE CHARBONNEUSE. — La — (Assimilation, Va- riation, Sélection.	748
BALLONS-SONDES. — Les — et les Ascensions interna- tionales.	963
BANDAGES PNEUMATIQUES. — Les — et la Résistance au ponlement.	116
BASES HEXONIQUES. — La Constitution des Albumines et les travaux de l'Ecole allemande; les —.	89
BEURRE. — Le — et la Margarine.	559
BIBLIOGRAPHIE SCIENTIFIQUE. — Les travaux récents de — Le Répertoire bibliographique universel de l'Institut international de Bibliographie de Bruxelles et le Catalogue de la Société Royale de Londres.	653
BICYCLETTE. — La —, sa construction et sa forme. . . .	714
BOERS. — Les — et les races de l'Afrique Australe. . .	895
BOITES DE CONSERVES. — La fabrication automatique des —.	844
BRASSERIE. — L'état actuel et les besoins de la — en France	8
— Les Industries agricoles: Distillerie, Sucrierie. . . .	197
BREACK UP OF CHINA. — The —.	713
BUREAU DES LONGITUDES. — Annuaire pour l'an 1899, publié par le —.	28, 173

C

CACAOYER. — Conservation de la faculté germinative des graines de —.	127
CALCUL DES PROBABILITÉS. — Réflexions sur le —.	262
CALCULO BINOMIAL (Analysis transcendente del Binomio).	962
CAMPULUNG. — Etude géologique des environs de — et de Sinaïa (Roumanie).	449
CANABIES. — Le Maroc et les —.	146
CANAUx. — Calcul des — et Aqueducs.	877
CAOUTCHOUC. — Progrès dans la vulcanisation au sou- fre du —.	2
— Emploi de l'huile de maïs pour la fabrication d'un — mi-artificiel.	298
— La production du —.	300
CAOUTCHOUCS. — Origine botanique des — et guttas- perchas.	879
CARBURATION DU VENT au haut-fourneau.	894
CAUSERIES PHYSIOLOGIQUES.	679
CENDRES PYRIQUESES. — L'état actuel et les besoins de l'industrie des —.	689
CÉRAMIQUE. — Nouveautés en —.	174
CHAIRE DE MÉDECINE. — Une — au xv ^e siècle. Un pro- fesseur à l'Université de Paris, de 1432 à 1472.	833
CHALEUR BAYONNÉE PAR LES ÉTOILES. — La mesure de la —.	538
CHAMPIGNONS SUPÉRIEURS. — Flore des — du départe- ment de Saône-et-Loire.	250
CHAUFFAGE INDUSTRIEL. — Le — et les Fours à gaz. . .	447
CHEMIN DE FER DE KONAKRY AU NIGER NAVIGABLE. — Le —.	259
CHEMIN DE FER DU MONT-BLANC. — Le —.	518
CHEMINS DE FER DE L'INDO-CHINE. — Les —.	3
CHIMIE. — Traité élémentaire de Travaux pratiques de —.	118
— Revue annuelle de —.	705

¹ Les chiffres gras renvoient aux articles originaux.

CHIMIE GÉNÉRALE. — Précis de — (en allemand) 878
 CHIMIE ORGANIQUE. — Manuel opératoire de — 167
 — Traité élémentaire de —, t. I. 832
 CHIMIE PRATIQUE. — Cent vingt exercices de — 362
 CHIMIE TOXICOLOGIQUE. — Traité de — 76
 CHIMIE VÉGÉTALE. — Station de — de Meudon 1883-1899. Chimie végétale et agricole. 403
 CHIRURGIE. — Revue annuelle de — 384
 CHRYSOMÉLIDES. — Recherches sur l'œuf et sur le développement embryonnaire de quelques — 363
 CIDRE. — L'état actuel et les besoins de l'industrie du — en France :
 4^{re} partie : Culture et Fabrication. 427
 2^e partie : Comparaison avec l'étranger. 474
 CINÉMATIQUE et MÉCANISMES 922
 CLIMATOLOGIE MÉDICALE. — Congrès national d'Hygiène et de — de la Belgique et du Congo (1897). Seconde partie : Congo 31
 CLINIQUE THÉRAPEUTIQUE. — Traité élémentaire de — 449
 CLINIQUES CHIRURGICALES de l'Hôtel-Dieu. 405
 COCCIDIES et PALUDISME :
 1^{re} partie : Cycle évolutif des — 213
 2^e partie : L'hématozoaire du Paludisme 275
 COEUR. — Chirurgie du — et du Péricarde 200
 COLLECTIONS DE CROSSE. — Les — 803
 COLLECTIONS MEXICAINES. — Exposition des — de M. L. Dignet au Muséum 175
 COLONIES FRANÇAISES. — Le Jardin des Plantes et les — 38
 COLONISATION. — Les Compagnies de — sous l'ancien régime 200
 COMÈTES. — Éléments approchés des — pour 1900 757
 COMPOSÉS AMMONIACAUX. — Recherches sur la dissociation de divers — au contact de l'eau. 746
 COMPTEURS D'ÉLECTRICITÉ. — Les — 165
 CONCESSIONS AU CONGO. — Les — 758
 CONGO. — L'État indépendant du — 363
 CONGRÈS GÉOLOGIQUE INTERNATIONAL. — Le — de 1900. 175
 CONGRÈS INTERNATIONAL DE MÉDECINE. 497
 CONGRÈS INTERNATIONAL DE PHYSIQUE. 494
 CONGRÈS INTERNATIONAL DES MATHÉMATIQUES en 1900. 85
 CONVENTION FRANCO-ANGLAISE. — La — du 21 mars 1899. 335
 COQUILLES FOSSILES CALCAIRES. — Sur la présence de — au fond des mers actuelles 413
 CORPS ALUMINOÏDES. — Les Protamines et les — 380
 COSMOGRAPHIE. — Leçons de — (2^e édition). 922
 COUCHES DE PASSAGE. — Les — et le Rayon d'activité moléculaire. 118
 COUCHES MÉTALLIQUES. — Nouvelle méthode pour déposer des — sur le bois. 38
 CRISTAUX. — Emulsions et — 744
 CULTURES COLONIALES. — Revue des — 3
 CULTURES ET PRODUCTIONS COLONIALES 177, 212
 CYTOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — La — 287

D

DÉCHARGE ÉLECTRIQUE. — La — dans les gaz raréfiés (Rayons de cathode et Rayons de Rontgen) 746
 DÉMONSTRATION. — L'élément psychique de la — 845
 DIARRHÉES GOUTTEUSES. — Les — 743
 DIFFERENTIAL UND INTEGRALRECHNUNG. — Vorlesungen über — 526
 DIFFERENTIALGEOMETRIE. — Vorlesungen über — 362
 DIFFERENTIALRECHNUNG und Grundzüge der Integralrechnung :
 1^{re} partie 447
 2^e partie 832
 DIFFUSION DES IONS. — Expériences sur la — dans les gaz. 611
 DISTILLATEUR. — Les Recettes du — 404
 DISTILLERIE. — Les Industries agricoles : Brasserie, —, Sucrerie. 497
 DISTINCTIONS SCIENTIFIQUES :
 M. Milne-Edwards, promu Commandeur de la Légion d'Honneur. 37
 Élection de l'Académie des Sciences de Paris (M. Mendéléeff). 37
 Élection à l'Académie des Sciences de Paris (M. Roux) 85
 Élection à l'Académie des Sciences de Paris (M. Prillieux) 333
 Hommage à un savant français (M. Moissan) 457
 Le Jubilé de Sir Georges-Gabriel Stokes. 457
 Elections à la Société Royale de Londres (MM. L. Boltzmann, A. Dohrn, E. Fischer, Neumayer et Treub) 457

Elections à l'Académie des Sciences de Paris (M. G. Lemoine) 890
 Prix décernés par l'Académie des Sciences de Paris. 933
 Prix décerné par l'Académie Royale de Belgique. 934
 DOMOGLA. — Contribution à l'étude géologique de la —. Terrains secondaires 449

E

EAUX ALIMENTAIRES. — Stérilisation des — au moyen du peroxyde de chlore. 938
 EAUX DE SOURCE. — La contamination des — dérivées à Paris. 915
 EAUX-DE-VIE ET LIQUEURS. — Les — et la gamme des couleurs. 599
 ECHELLE SPECTRALE. — L'— et la gamme des couleurs. 86
 ÉCLAIRAGE A INCANDESCENCE. — L'— par le gaz et les liquides gazéifiés 617
 ÉCOLE MUNICIPALE DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE INDUSTRIELLES. ÉCOLE PRATIQUE D'AGRICULTURE A HUE. — Création d'une — et d'une ferme locale au Dahomey 724
 ÉCOULEMENT EN DÉVERSOIR. — Expériences nouvelles sur l'—, exécutées à Dijon de 1886 à 1895 745
 ÉDUCATION DES SÉTIMENTS. — L'— 561
 ÉLECTRICITÉ. — Leçons sur l'— et le Magnétisme. II. Méthodes de mesure et applications. 417
 — Cours d'— professé à l'École d'application du Génie maritime. I. Lois et théories usuelles. Unités et mesures électriques. Dynamos à courant continu 638
 ELECTRISCHEN KRAEFTE. — Die —, Darlegung und Erweiterung der von hervorragenden Physikern entwickelten mathematischen Theorien.
 I. Die durch die Arbeiten von Ampère und F. Neumann angebahnte Richtung. II. Ueber die von Hermann von Helmholtz in seinen älteren und in seinen neueren Arbeiten angestellter Untersuchungen 598
 EMULSION DANS LES CHAUDIÈRES. — Les nouvelles applications de l'— 842
 EMULSIONS et CRISTAUX. 744
 ÉNERGIE. — Distribution de l'— par courants polyphasés. 579
 ENSEIGNEMENT MATHÉMATIQUE. — L'— 2
 ENSEIGNEMENT PRIMAIRE. — Annuaire de l'—, 16^e année. (1900). 925
 ENZYMES. — Les — et leurs applications 362
 ÉPOQUE GLACIAIRE. — Les vues nouvelles sur les causes de l'— 24
 ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES LINÉAIRES. — Les — et la Théorie des groupes. 73
 ÉQUIVALENCE DES DEUX SEXES. — L'— dans la fécondation 854
 ESPÈCES VÉGÉTALES SOCIALES. — Les —, Formation et répartition des Sociétés. 523
 ESSENCE DE JASMIN. — L'— 892
 ÉTHERS PHOSPHORÉES. — Recherches sur les — 448
 ÉTINCELLE ÉLECTRIQUE. — La vitesse des particules métalliques dans l'— 297
 ÉTOILES SIMPLES. — Traité d'Astronomie stellaire. 1^{re} partie : — 676
 ÉGREGION ÉLECTROTECHNIQUE. — Une — en Suisse 963
 — Deuxième — 963
 EXPLOITATION DE BALATA. — L'— à la Guyane 846
 EXPLOITATION FORESTIÈRE. — La réglementation de l'— au Congo français. 417
 EXPLORATEUR. — Manuel de l'—, Procédés de levés rapides et de détail; détermination astronomique des positions géographiques. 497
 EXPLORATION. — Revue annuelle de Géographie et d'—. 955
 EXPLORATION DE L'ATMOSPHÈRE. — L'— par les cerfs-volants et les ballons-sondes. 569
 EXTRAITS DE VIANDE. — La valeur alimentaire des Albumoses et des — 383

F

FAÏENCERIE. — L'état actuel et les besoins de l'industrie de la — en France. 587
 FERME LOCALE AU DAHOMÉY. — Création d'une École pratique d'agriculture à Hné et d'une — 417
 FERMENTATION. — Les microorganismes de la — 924
 FERROSILICUMS. — La fabrication des — au four électrique 802
 FEUILLES DE TABAC. — Séchage et fermentation des — à cigares. 893
 FONCTIONS DE VARIABLES RÉELLES. — Sur les — 402

FONDERIE. — La —	403	INTEGRALRECHNUNG. — Differentialrechnung und Grundzüge der —	
FORMES DE TERRAIN. — Le levé et le tracé automatiques des —	461	1 ^{re} partie	447
FOUR ÉLECTRIQUE. — Le — Stassano pour l'obtention directe du fer et de l'acier.	722	2 ^e partie	832
— La fabrication des ferrosiliciums riches au —	802	— Vorlesungen über Differential und —	526
FOURS A GAZ. — Le Chauffage industriel et les —	447	INTÉGRATION. — Essai sur une théorie générale de l'— et sur la classification des Transcendantes.	73
FRUITS CHARNUS. — Recherches sur la maturation des —	418	INTERRUPTEUR électro-magnétique à mercure pour courants alternatifs et continus.	210
G			
GALVANISATION ÉLECTROLYTIQUE DES TUBES. — La — par le procédé Cowper-Coles	803	IODURE MERCURIQUE. — Emploi de l'— comme renforteur des clichés photographiques.	721
GAMBETTA (VOIR LÉON GAMBETTA).		IONS. — La vitesse des — dans les flammes contenant des sels vaporisés	379
GAMME DES COULEURS. — L'Échelle spectrale et la —	86	— Expériences sur la diffusion des — dans les gaz.	614
GÉLATINE. — La Combinaison du Tanin et de la — et la fabrication des vins de Champagne.	474	— Les applications biologiques de la théorie des —	768
GÉNÉRALISATION. — Calcul de —	558	— Les Chaleurs de formation des —	939
GÉOGRAPHIE. — Leçons de — physique.	418	J	
— Revue annuelle de — et d'Exploration.	955	JARDIN BOTANIQUE DE LOUVAIN. — Les Cultures en pots du —	560
GÉOLOGIE. — Revue annuelle de —	627	JARDIN DES PLANTES. — Le — et les colonies françaises.	38
— Traité de —, 4 ^e édition, Fasc. I et II.	964	JARDIN D'ESSAI DE LIBBEVILLE. — Le —	187
GÉOMÉTRIE. — Premiers principes de — moderne à l'usage des élèves de Mathématiques spéciales et des candidats à la Licence et à l'Agrégation	398	L	
— La — au temps de Platon.	817	LABORATOIRE DE LA PRÉFECTURE DE POLICE. — Les opérations du —	612
GHAT. — Le dernier rapport d'un Européen sur — et les Touareg de l'Air (Journal de Voyage d'Erwin de Bary, 1876-1877).	30	LABORATOIRES TECHNIQUES. — Les nouveaux — de l'École Polytechnique de Zurich et ceux de nos Facultés des Sciences.	55
GISEMENTS DE SILEX TAILLÉS. — Sur l'âge des — découverts sur le territoire de Haine-Saint-Pierre, Res-saix, Epinois, etc., canton de Binche, province de Hainaut (Belgique)	677	LÉON GAMBETTA, biographie psychologique. Le cer-veau, la parole, la fonction et l'organe. Histoire authentique de la maladie et de la mort.	485
GLANDES PYGIDIENNES. — Etude comparée des — chez les Carabides et les Dysticides, avec quelques remarques sur le classement des Carabides	528	LÉONIDES. — Sur les —	842
GRANDE ENCYCLOPÉDIE, inventaire raisonné des Lettres, des Sciences et des Arts.		LEUCOCYTES. — Le rôle des — dans l'histolyse des muscles de l'Abeille pendant la métamorphose.	937
393 ^e , 594 ^e , 595 ^e , 396 ^e et 597 ^e livraisons	76	LOI DE KIRCHHOFF. — L'aspect actuel de la —	402
25 ^e volume	601	LOI DES PHASES. — La —	759
GREFFE. — La Variation dans la — et l'Hérédité des caractères acquis.	600	M	
GRISOU. — La lutte contre le —	412	MACHINERIE DES NAVIRES DE GUERRE. — La —	935
GUTTA-PERCHA. — Les arbres à —; leur culture.	678	MACHINES A VAPEUR. — Rendements des —	934
— Nouvelles plantes à —	757	MADAGASCAR. — La mise en valeur de — depuis l'oc-cupation française	551
GUITAS-PERCHAS. — Origine botanique des caoutchoucs et —	879	MAGNÉTISME. — Leçons sur l'Électricité et le —, II. Méthodes de mesure et applications.	117
H			
HAUTS-FOURNEAUX. — Les arrêts momentanés des —	757	MALADIE DE BASEDOW. — Essai sur la —	322
HÉRÉDITÉ. — La Variatioii dans la Greffe et l'— des car-actères acquis.	600	MALADIES DU COEUR. — Physiologie et thérapeutique générales des —	308
HUILE DE MAÏS. — L'industrie de l'—	87	— Hygiène des —	679
— Emploi de l'— pour la fabrication d'un caou-tchouc mi-artificiel.	298	MALADIES MICROBIENNES. — Les — des animaux.	365
HUILE DE MÈNÉ. — L'— (ou Méui) au Sénégal et de la Côte occidentale d'Afrique	686	MAL DES MONTAGNES. — L'Acapnie et le —	178
HUILES ESSENTIELLES. — Les — et leurs principaux constituants.	878	MALTAGE. — La Pratique du —	715
HYDROGÈNE. — La réfrigération par l'— liquide: les propriétés des corps au voisinage du zéro absolu.	125	MARGARINE. — Le Beurre et la —	559
— La solidification de l'—	653	MARINE MARCHANDE. — Notre —	288
— L'— solide	685	MAROC. — Le — et les Canaries.	146
HYGIÈNE. — Congrès national d'— et de Climatologie médicale de la Belgique et du Congo (1897). Se-conde partie: Congo	31	MARSEILLE et les Produits coloniaux	582
— Pour nos Enfants. Conseils d'— physique et morale.	529	MATHÉMATIQUE. — Opinions et curiosités touchant la —	164
HYGIÈNE COLONIALE. — Principes d'—	963	MATIÈRES COLORANTES et microbes	199
HYMÉNOPTÈRES ENTOMOPHAGES. — Contributions à l'é-tude des —	639	MÉCANIQUE. — Cours de —	116
HYSTÉRIE FÉMININE. — Essai sur la cure préventive de l'— par l'éducation	288	MÉCANIQUE APPLIQUÉE AUX MACHINES. — Cours de — 8 ^e fascicule: appareils de levage; transmission du travail à distance	832
I			
IMAGE LATENTE. — Le développement de l'— en pho-tographie.	677	MÉCANIQUE DES FLUIDES. — Potentiel et —	922
IMPRESSION DES TISSUS. — Progrès récents dans la Tein-ture et l'— de coton et d'autres fibres. 1 ^{er} fasc.	448	MÉCANISMES. — Cinématique et —	922
INDOUSTAN. — Les Chemins de fer de l'—	730	MÉCANISME DE GLISSEMENT. — Le — dans le règne végétal.	950
INFINITESIMAL ANALYSIS. — I. Elementary. Real variables.	790	MÉDECINE. — Revue annuelle de —	476
INJECTION DES ROIS. — L'— par les résidus de la distilla-tion du naphthé	539	— Introduction à l'étude de la —	880
INNERVATION DU DIAPHRAGME. — De l'— (Etude anatomi-que et physiologique).	466	MÉDICAMENTS CHIMIQUES. — Les —; 2 ^e partie: Compo-sés organiques	716
INSTITUT BACTÉRIOLOGIQUE DE CONSTANTINOPLE. — L'—	723	MICROBES. — Matières colorantes et —	199
		MICROBIOLOGIE. — Traité de —, II. Diastases, toxines et venins.	640
		MICROPHONE. — Mesures sur le —	791
		MINEBAIS DE FER. — Les ressources de l'Espagne en —	936
		MINÉRALOGIE. — Cours de — (3 ^e édition).	321
		MISSION FOUREAU-LAMY. — Les observations scientifi-ques de la —	462
		MISSION MARCHAND. — Le voyage de retour de la —	39
		MOLLUSQUES GASTÉROPODES. — La partie antérieure du tube digestif et la torsion chez les —	198
		MONOCOTYLÉDONES. — Le greffage des —	937
		MORTALITÉ DES MARINS des grandes pêches (campagne de 1898)	259
		MOTEURS A ESSENCE. — Les secrets de fabrication des — pour motocycles et automobiles	790

MOTEURS A GAZ ET A PÉTOLE. — Traité théorique et pratique des — et des voitures automobiles, t. III. 28
 MOTEURS A PÉTOLE. — Essais de — 934
 MOTEURS LÉGERS. — Les — 745
 MOUVEMENTS DU SOL. — Les récents — dans la région des Grands-lacs (Etats-Unis). 701
 MUSCLES DE L'ARILLE. — Le rôle des leucocytes dans l'histolyse des — pendant la métamorphose 937

N

NANISME VÉGÉTAL. — Recherches sur le — 833
 NÉCROLOGIE. — Sophus Lie 297
 Wiedemann (G.) 297
 Marsh (O. Ch.) 297
 Friedel (Ch.) 297
 Brongniart (Ch.) 297
 Naudin (Ch.) 297
 Friedel (Ch.), par A. Gautier 375
 Naudin (Ch.), par Ch. Flahault 457
 Marsh (O. Ch.) 459
 Flower (W. H.) 537
 Balbiani 609
 Frankland (Edward) 649
 Bunsen (Robert Wilhelm) 650
 Scheurer-Kestner (Aug.), par Ch. Lauth 753
 Baumann (Oscar), par H. Dehérain 841
 NICHT-EUKLIDISCHEN GEOMETRIE. — Urkunden zur geschichte der. —. I. Nicolaj Ivanovitch Lobatchefskij (1^{re} partie : Traduction de ses œuvres; 2^e partie : Remarques sur la vie et les travaux de Lobatchefskij) 745
 NOMOGRAPHIE. — Traité de — Théories des Abaques. Applications pratiques) 326
 NOUVELLES MONNAIES. — Fabrication de — à Constantinople. 86

O

OCCCLUSION INTESTINALE. — L'— 125
 OCTONIONS. — A development of Clifford's Biquaternions 483
 ONDES LUMINEUSES. — La Théorie des —. Son influence sur la Physique moderne. 511
 OPHIDIENS. — Vertèbres et cœurs lymphatiques des —. 834
 OPTIQUE. — Leçons élémentaires d'Acoustique et d'— . — Recueil de données numériques. — I. Longueurs d'onde. Indices des gaz et des liquides. II. Propriétés optiques des solides 527
 ORDURES MÉNAGÈRES. — Nouveau traitement des — de Paris 127
 ORGANES DE REMPLACEMENT. — Recherches sur les — chez les plantes. 792
 ORIGINE DE L'HOMME. — Les récents travaux sur l'—, d'après M. Ernest Hæckel 50
 OXYCÉPHALIE. — Anatomie pathologique de l'— 405

P

PALUDISME. Coccidies et —
 1^{re} partie : Cycles évolutifs des Coccidies 213
 2^e partie : L'Hématozoaire du — 275
 PARFUMS ARTIFICIELS. — Les — 924
 PENTOSANES. — Les — 912
 PEPTONES. — La question des — 863
 PÉRICARDE. — Chirurgie du Cœur et du — 200
 PÉRICARDITES. — Des — 405
 PERLE FINE. — La formation de la — 572
 PEROXYDE DE CHLORE. — Stérilisation des eaux alimentaires au moyen du — 938
 PESTE. — La — 803
 PHOTOGRAPHIE ANIMÉE. — La — 483
 PHOTOGRAPHIE STÉRÉOSCOPIQUE. — La — 403
 PHYSICS. — An elementary course of — 164
 PHYSIOLOGIE. — Revue annuelle de — 152
 — Traité de —. Fonctions de nutrition. Circulation. Calorification 251
 — raisonnée. 399
 PHYSIOLOGIE. — Revue annuelle de — 387
 PHYSIQUE ET CHIMIE VITICOLES. 527
 PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — L'enseignement de la — à la Faculté des Sciences de Marseille 209
 — L'enseignement de la — dans nos Facultés des Sciences 238
 — L'enseignement de la — à l'Université de Lyon 335
 PLANTES. — Les — de grande culture 165
 — Les — utiles du Sénégal. 639

PLAQUE PHOTOGRAPHIQUE. — Action de certaines substances sur la — dans l'obscurité. 570
 POIDS ATOMIQUES. — La détermination des — et l'institution d'un « Comité international des — » 685
 POIDS MOLECULAIRES. — Détermination des — (constantes physiques utilisées). 833
 POLARISATION. — Sur la — de la Lumière diffusée par le verre dépoli 877
 POLHORENBESTIMMUNGEN. — Resultate aus den — in Berlin ausgeführt in den Jahren 1891 und 1892 362
 POLONIUM. — Les Rayons de Becquerel et le — 14
 POPULATIONS FINNOISES. — Les — des bassins de la Volga et de la Kama. Etudes d'ethnographie historique 74
 POTENTIEL et mécanique des Fluides 922
 PRAIRIES. — Les —. Prairies naturelles. Pâturages. Feuillards et Ramilles. 716
 PREMIERS SECOURS. — Congrès de sauvetage et des — en 1900. 805
 PRODUCTEURS LATICIFÈRES. — Les — dans le bassin de l'Ogooué 828
 PRODUCTIONS COLONIALES 417
 PRODUITS COLONIAUX. — Marseille et les — 582
 PROJECTILES. — Les — des armes de guerre. Leur action vulnérante. 925
 PROJECTIONS. — Les agrandissements et les — 639
 PROTAMINES. — Les — et les corps albuminoïdes. 380
 PSYCHOLOGIE. — Les origines de la — contemporaine. 31
 PUBLICATIONS COLONIALES. — Deux nouvelles — 846

Q

QUARTZ. — Pouvoir rotatoire du — dans l'infra-rouge. — Variation de la biréfringence du — avec la direction de la compression 248
 QUESTIONS COLONIALES. — Les — au Congrès international d'Agriculture de 1900 894

R

RABELAIS anatomiste et physiologiste 449
 RADIATIONS. — Les — et le Transformisme 185
 RANCIDITÉ DU BEURRE. — Les causes de la — 467
 RATION ALIMENTAIRE. — Valeur thermique de la — du soldat en garnison 414
 RAYON D'ACTIVITÉ MOLECULAIRE. — Les couches de passage et le — 418
 RAYONS CATHODIQUES. — La formation des — 301
 RAYONS DE BECQUEREL. — Les — et le Polonium. 44
 — Les — et les corps nouveaux 890
 RÉCÉPTEURS ARITHMÉTIQUES. 358
 RÉGÉNÉRATIONS D'ORGANES. — Les — 529
 RÉPÉRAGE DES RAIES. — Le — en Spectroscopie. 493
 RÉSISTANCE AU ROULEMENT. — Les bandages pneumatiques et la — 116
 REVUE GÉNÉRALE DE CHIMIE PURE ET APPLIQUÉE. — La —. 37

S

SAUVETAGE. — Congrès de — et des Premiers secours en 1900. 805
 SÉLÉNIUM. — Sur quelques composés du — et du Tellure 74
 SENSIBILITÉ VÉGÉTALE et animale 312
 SÉROTHÉRAPIE. — Essai sur le mécanisme des phénomènes en — 806
 SÉRUM SANGUIN. — Recherches cryoscopiques sur le —. La Plasmolyse et l'isotonie chez les êtres vivants. SERVICE MÉTÉOROLOGIQUE EN ISLANDE. — Etablissement d'un — 538
 SINAÏA. — Etude géologique des environs de Campulung et de — (Roumanie) 449
 SOCIALISME. — Psychologie du — 322
 SOCIÉTÉ MATHÉMATIQUE DE FRANCE. 86
 SOUDAN A LA CÔTE D'IVOIRE. — Du — 804
 SOUDAN ÉGYPTIEN. — Les conditions géographiques du — 510
 SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES DES SCIENCES CHIMIQUES. — Les — 964
 SOURCES THERMO-MINÉRALES. — Recherche, captage et aménagement des —. Origine des eaux thermominérales. Géologie. Propriétés physiques et chimiques 249
 SPECTRE. — L'échelle du — 5
 SPECTRES DE PHOSPHORESCENCE. — Recherches photographiques sur les — et découverte d'un nouvel élément : le Victorium. 569
 STATIQUE GRAPHIQUE des systèmes triangulés. I. Exposés théoriques. II. Exemples d'applications 320

STÉRILISATION DES VIANDES SUSPECTES. — La — par la cuisson.	572	TUBERCULOSE. — Lutte contre la —	415
SUBSTANCES MINÉRALES. — Traité d'analyse des —, t. I. Méthodes générales d'analyse qualitative et quantitative.	29	— Les assurances ouvrières et la lutte contre la — en Allemagne.	
SUC GASTRIQUE. — La sécrétion du — et du suc pancréatique.	498	1 ^{re} partie : Organisation des assurances et création de sanatoria	573
SUC PANCRÉATIQUE. — La sécrétion du suc gastrique et du —	498	2 ^e partie : Organisation et résultats des sanatoria	618
SUCRERIE. — Les Industries agricoles : Brasserie, Distillerie.	197	TUBES DE CHAUDIÈRE. — L'emploi de l'acier au nickel pour les —	650
SUD DE L'ARAGON. — Recherches géologiques dans le —	484	TUNGSTÈNE. — Les nouveaux gisements de — en Espagne et en Amérique.	802
SULFURES MÉTALLIQUES. — Recherches sur les —	701	TUNICIENS. — Etudes biologiques sur les — coloniaux fixés	924
SUTURE INTESTINALE. — La —. Histoire des différents procédés d'Entérorraphie.	321	U	
SYNTHÈSE DE L'ALCOOL. — Un point de l'histoire des Sciences : la —	258	UNITÉS ÉLECTRIQUES absolues.	715
SYSTÈME SOLAIRE. — Essai synthétique sur la formation du —	714	USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE près de Mechanic-Ville N. Y.	936
SYSTÈMES TRIANGULÉS. — Statique graphique des —. I. Exposés théoriques. II. Exemples d'applications.	320	V	
T		VANADIUM. — La présence du — dans les météorites.	685
TABAC. — L'état actuel de la culture et de l'industrie du —	772	VERRES PÉRISCOPIQUES. — Des — et de leurs avantages pour les myopes.	610
TABLES DE LOGARITHMES à six décimales pour les nombres et les lignes trigonométriques	962	VICTORIUM. — Recherches photographiques sur les spectres de phosphorescence et découverte d'un nouvel élément : le —	569
TABLES DE NAVIGATION	962	VIE MYSTÉRIEUSE DES MERS. — La —	250
TANIN. — La combinaison du — et de la gélatine, et la fabrication des vins de Champagne	174	VINIFICATION. — Les nouveautés en —	943
TECHNISCHE MECHANIK. — Vorlesungen über —. I. Einführung in die Mechanik	402	VINS DE CHAMPAGNE. — L'état actuel et les besoins de l'industrie des — :	
TEINTURE. — Progrès récents dans la — et l'impression des tissus de coton et d'autres fibres. 1 ^{er} fascicule.	448	I. Culture et Fabrication.	92
TEINTURIER. — Manuel pratique du —	287	II. Statistique et conditions sociales du travail. — La combinaison du Tanin et de la Gélatine et la fabrication des —	99
TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE. — Télégraphie pratique. Traité complet de —	73	VISION. — La —. Etude physiologique et chimique.	167
TÉLÉGRAPHIE SANS FIL. — La — entre la France et l'Angleterre.	460	VITESSE DU SON. — La — dans l'air comprimé.	333
— Les organes de la —	507	VOIES DE COMMUNICATION BRITANNIQUES. — Les nouvelles —	270
— La —	923	VOITURES AUTOMOBILES. — Traité théorique et pratique des moteurs à gaz et à pétrole et des —, t. III.	28
TÉLÉGRAPHIE SOUS-MARINE.	87	VOLONTÉ. — Pathologie de la —	199
TELLURE. — Sur quelques composés du Sélénium et du —	74	VOYAGES D'ÉTUDES DE LA « REVUE ».	
TEMPÉRATURE. — Les oscillations séculaires de la — à la surface du globe terrestre	337	— Croisière aux Canaries et à Madère en avril 1899.	1
TEMPÉRATURE DE FUSION. — Recherches sur l'influence de la Pression sur la —	320	— Ténériffe et le Pic de Teyle.	87
TERRES RARES. — La luminosité des — exposées aux rayons cathodiques dans le vide.	459	— Croisière aux Canaries, Madère, Maroc, Espagne et Portugal : Livres à lire.	123
— La Chimie des —	494	— Croisière en Crimée et au Caucase avec le concours de la Compagnie des Messageries maritimes 26 août-28 septembre 1899).	373
TERRES YTHRIQUES. — Les —	667	— Voyage dans la Mer Noire, Crimée et Caucase : Livres à lire.	415
THÉORIE DES FORMES — Leçons élémentaires sur la — et ses applications géométriques	197	— Croisière en Tunisie, à Tripoli et à Malte (vacances de Pâques, 7-29 avril 1900).	889
THÉORIE DES GAZ. — Leçons sur la —		W	
1 ^{re} partie : — à molécules monoatomiques, de dimensions négligeables par rapport au parcours libre moyen	29	WAGONS pouvant transporter 50 tonnes de minéral de fer.	757
2 ^e partie : Théorie de Van der Waals. Gaz à molécules polyatomiques. Dissociation des gaz. Remarques finales	29	WILLARD GIBBS. — Liste des publications scientifiques de M. —	610
THÉORIE DES GROUPEs. — Les équations différentielles linéaires et la —	73	Z	
THÉORIE DES IONS. — Les applications biologiques de la —	768	ZÉRO ABSOLU. — La réfrigération par l'hydrogène liquide; les propriétés des Corps au voisinage du —	125
THÉORIE DES PILES. — Les idées nouvelles sur la —	725	ZOOLOGIA. — Compendio de —	485
THÉORIE DES PROBABILITÉS. — Cours de la — (en russe).	598	ZOOLOGIE. — Revue annuelle de —	238
TOPOGRAPHIE. — Recherches sur les instruments, les méthodes et le dessin topographiques. I. Aperçu historique sur les instruments et les méthodes. La — dans tous les temps	637	— Cours élémentaire de —	747
TOUAREG DE L'AIR. — Le dernier rapport d'un Européen sur Ghât et les — Journal de voyage d'Erwin de Bary, 1876-1877.	30	ZOOTECNIE. — Les méthodes pratiques en —	449
TRANSCENDANTES. — Essai sur une théorie générale de l'Intégration et sur la classification des —	73	ERRATA	
TRANSFORMISME. — Les Radiations et le —	185	P. 80, au lieu de X. Roques, lire X. ROCQUES.	
TRANSMISSION DE LA CHALEUR. — La — dans l'industrie.	350	P. 88, au lieu de Hugonnoy (Dr L.), lire HUGONNOY (Dr L.).	
TUBERCULOSE. — La — dans la marine française.	177	P. 213, col. 1, ligne 27, supprimer le mot <i>dernier</i> .	
— Des dangers de contamination par la —	259	P. 220, figure 8, dernière ligne de la légende, lire <i>épuration</i> au lieu de <i>opération</i> .	
— Les nouvelles expériences sur la transmission de la —	298	P. 224, col. 1, ligne 13, lire <i>distincte</i> au lieu de <i>diffuse</i> .	
		P. 406, au lieu de <i>Thomas Thomasia</i> , lire <i>Thomas TOMASINA</i> .	









MBL WHOI Library - Serials



5 WHSE 04473

