

# REVUE SCIENTIFIQUE

---

## (REVUE ROSE)

DIRECTEUR : J. HÉRICOURT

NUMÉRO 17

4<sup>e</sup> SÉRIE — TOME XIX

25 AVRIL 1903

551,21.

### PHYSIQUE DU GLOBE

Volcans et tremblements de terre.

Leurs relations avec la figure du globe <sup>[1]</sup>.

*Inutilité de la croûte terrestre.* — Pour beaucoup de savants, dire que le système solaire est stable et que la croûte terrestre est en état d'équilibre, c'est, en quelque sorte, énoncer deux vérités n'ayant pas besoin de démonstration.

Ne voyons-nous pas, en effet, chaque année, les astres revenir, dans le ciel, exactement à la place que leur assigne une théorie basée sur l'immobilité des orbites? Les occultations d'étoiles, les éclipses de lune et de soleil ne se reproduisent-elles pas, avec une rigueur mathématique, à l'heure même indiquée par le calcul?

Et d'autre part, les déterminations de la gravité, les mesures, d'arcs de méridien, ou bien encore les résultats de nivellements de précision, effectués en un même lieu du globe à des époques différentes, n'attestent-ils pas, par leur absolue concordance, la parfaite stabilité de la croûte qui nous porte? La répartition des continents et des mers, la distribution des montagnes et des fleuves, demeurées les mêmes depuis que l'homme a une histoire, n'en seraient-elles pas, au besoin, une preuve suffisante?

La géologie nous enseigne, il est vrai, que cette répartition n'a pas toujours été ce qu'elle est aujourd'hui: à l'époque crétacée, par exemple, le lieu où nous sommes était le centre d'une mer. De la masse

gazeuse ou du globe de feu des temps originels à la sphère bosselée d'aujourd'hui, la figure de la terre a passé par maints aspects différents; mais on se plaît généralement à croire que chacun de ces changements était le résultat d'une catastrophe soudaine comme le déluge universel dont parle la Bible, et qu'entre deux cataclysmes consécutifs, l'écorce terrestre, — la lithosphère comme disent les géologues, — gardait un équilibre stable ou à très peu près.

Avec sa magistrale autorité, notre illustre président, M. H. Poincaré, a dit ce qu'il fallait penser de la stabilité du système solaire [1]. Elle est parfaitement illusoire: le système entier s'achemine lentement vers l'inévitables repos final. Et si, par exemple, on a pu si longtemps croire à la constance de la durée du jour et de l'année, c'est que les quelques dizaines de siècles sur lesquelles portent les observations humaines ne sont qu'un instant inappréhensible, comparées à l'énorme durée des périodes géologiques.

Je voudrais, ce soir, essayer de montrer que la stabilité de la croûte terrestre n'est pas moins chimérique.

*Tremblements de terre et volcans.* — Les éruptions volcaniques et les tremblements de terre, deux phénomènes qui présentent entre eux les relations les plus étroites et qui se produisent fréquemment ensemble, m'aideront à faire cette démonstration.

En parlant de tremblements de terre, je ne pense pas seulement à ces violentes secousses qui, en un

[1] Conférence faite, le 4 mars 1903, à la Société astronomique de France.

instant, détruisent des cités entières et fauchent des milliers d'existances; je ne vise pas non plus d'une manière exclusive ces brusques trépidations du sol dont on compte jusqu'à deux par jour dans la partie du globe habitée par des peuples civilisés, ce qui en suppose une cinquantaine au moins pour le globe entier; mais je songe surtout à ces vibrations internes, que seuls des instruments d'une extrême sensibilité parviennent à déceler, qui agitent le sol d'une manière continue et qui sont aux véritables tremblements de terre ce que la brise légère est au cyclone qui renverse les murs et déracine les arbres ou encore ce que la houle et le clapotis sur mer sont à la vague énorme qui chavire les bâtiments et emporte les jetées des ports.

Ces petits mouvements du sol, que les dépressions barométriques semblent amplifier, sont plus fréquents en hiver qu'en été, et augmentent ordinairement d'intensité à l'approche des équinoxes, où ils dégénèrent fréquemment en tremblements de terre, surtout dans la région intertropicale.

Ces divers phénomènes, désignés sous le nom générique de séismes, sont aujourd'hui l'objet d'études suivies dans des observatoires installés à cet effet chez la plupart des peuples civilisés, notamment en France, en Allemagne, en Italie et surtout au Japon, pays d'élection des tremblements de terre. Des sociétés sismologiques nationales et une association internationale, analogues à l'Association géodésique, se sont créées en vue d'assurer, par l'uniformité des instruments et des méthodes, la coordination des résultats de cette nouvelle science, à laquelle les Italiens ont déjà donné le nom caractéristique de météorologie interne (météorologie endogène) pour marquer sa parenté avec la météorologie atmosphérique. Il n'est peut-être pas chimérique d'espérer qu'un jour viendra où l'on pourra signaler d'avance les tremblements de terre, comme on prédit aujourd'hui l'arrivée des tempêtes d'une rive à l'autre de l'Atlantique.

Ainsi, contrairement à une opinion trop répandue, le sol sur lequel nous marchons est dans un état perpétuel de mouvement. Mais à quelle cause attribuer ce phénomène?

*Origine des tremblements de terre et des solcens.* — Pour certains auteurs, admettant l'hypothèse de la fluidité du noyau central et de sa solidification lente sous l'effet du rayonnement dans l'espace, les soubresauts en question résulteraient de l'accumulation sous la croûte terrestre, soit de gaz chassés du bain liquide par les progrès du refroidissement, soit de masses de vapeurs produites par l'infiltration des eaux de la mer dans les profondeurs du globe, jusqu'au contact des matières ignées.

D'autres, niant l'existence d'une masse en fusion au centre de la terre, attribuent ces commotions à des réactions chimiques de diverses natures, à des boulements souterrains, ou même à des actions électriques.

Mais ce ne sont là que des explications en quelque sorte locales et immédiates; elles ne montrent pas la loi d'ensemble, dont pourtant l'existence paraît certaine, si l'on réfléchit au caractère quasi universel et simultané des phénomènes. On compte, à la surface de la terre, plus de trois cents cratères en activité et plus du double de volcans éteints ou du moins assoupis. Depuis près d'un an, nous assistons au réveil successif d'une quantité de ces foyers, répartis sur tous les points du globe: aux Antilles, dans l'Amérique centrale, au Chili, dans l'Alaska, l'Océan Indien, le Pacifique et même en Europe. Chaque jour le télégraphe apporte l'annonce de nouveaux tremblements de terre, survenus soit au Japon, aux Philippines, dans l'Inde, le Turkestan, le Golfe Persique ou le Caucase, soit en Australie, dans la chaîne des Cordillères ou au Guatemala. Des îles même disparaissent tout à coup dans la mer Jaune ou dans le golfe du Mexique.

Cette rerudescence d'activité des forces internes du globe constitue, à n'en pas douter, un phénomène absolument général.

*Théorie tétraédrique de la figure de la terre.* — Il y a une vingtaine d'années, ayant fait partie d'une mission envoyée en Italie par le gouvernement pour étudier l'organisation des observatoires sismographiques établis dans ce pays, j'en rapportai l'impression que l'origine des tremblements de terre (1) se rattacheait de la manière la plus naturelle à une ingénieuse théorie émanant d'un savant anglais, Green (2), alors ministre des Affaires étrangères des îles Sandwich, et qui avait été, chez nous, exposée avec une remarquable clarté, sous le nom de système tétraédrique, par l'éminent géologue M. de Laplace (3).

Voici en quoi consiste cette théorie qui prétend expliquer la distribution actuelle des continents et des mers à la surface du globe et qui, dans ces dernières années, a été, pour deux maîtres géologues, MM. Michel-Lévy et Marcel Bertrand, de l'Institut, l'occasion et de mémoires du plus haut intérêt (4).

Tout d'abord, Green adopte la visible hypo-

(1) Ch. Lallemand, Note sur l'origine probable des tremblements de terre. Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, Séances du 25 mars 1886.

(2) W. L. Green, *Varieties of the modern globe*. Honolulu, 1873.

(3) A. de Laplace, *la Symétrie sur le globe terrestre*. *Annales des Questions scientifiques*. Bruxelles, 1829.

(4) Comptes rendus de l'Académie des Sciences. Année 1886.

thèse du noyau central fluide, hors de laquelle ne sauraient guère s'expliquer les faits que j'ai rappelés et qui supposent l'existence de forces intérieures permanentes et universelles. C'est déjà sur cette même hypothèse qu'Elie de Beaumont avait édifié sa fameuse théorie des soulèvements des montagnes, connue sous le nom de théorie du réseau pentagonal.

Supportée par la masse centrale ignée, l'écorce terrestre, en se refroidissant, tendrait à prendre une forme générale dérivée de la pyramide à base triangulaire, plus simplement désignée sous le nom de tétraèdre.

Green avait été conduit à cette théorie par l'examen des résultats d'expériences de Fairbairn, où des tuyaux de caoutchouc, comprimés extérieure-



Fig. 39. — Ballon de caoutchouc dans lequel on a fait un vide partiel.

ment, avaient pris une section triangulaire à côtés concaves. Par analogie, Green en avait conclu que, dans des conditions semblables, une sphère creuse, soumise à une pression dirigée du dehors vers l'intérieur, devait prendre une forme tétraédrique.

J'eus la curiosité de vérifier expérimentalement cette dernière hypothèse en aspirant peu à peu l'air contenu dans un ballon de caoutchouc (1). Il prit la forme représentée sur la figure 39. Plus tard, en Belgique, MM. Ghosquière et de Joly (2) ont obtenu la même confirmation pratique en faisant un vide partiel dans des ballons de verre ramollis par la chaleur.

Il m'avait, en outre, semblé qu'on pouvait donner de ce phénomène une explication théorique très simple. En vertu du principe de la moindre action, l'écorce terrestre, en effet, dans la déformation qu'elle subit pour rester en contact permanent avec le noyau central en voie de retrait, doit tendre,

comme l'enveloppe du ballon de verre ou de caoutchouc, vers la forme qui lui impose le minimum de contraction superficielle, c'est-à-dire vers la forme qui embrasse le plus petit volume sous une surface extérieure donnée. Or cette forme est précisément celle du tétraèdre régulier.

Cependant le tétraèdre, avec ses quatre pointes saillantes, semble, *a priori*, loin de réaliser l'équivalence de la partie solide du globe terrestre, dont la figure générale est si voisine de celle d'une sphère.

Mais il ne faut pas oublier que si la symétrie tétraédrique n'est pas plus immédiatement apparente, cela tient uniquement à ce que la géographie terrestre est le résultat de la combinaison de la pyramide avec son enveloppe maritime, constituée par une sphère légèrement aplatie, ayant pour centre le centre de la pyramide et renflée, comme on sait, parallèlement à l'équateur, par l'effet de la rotation diurne (fig. 40). Les régions avoisinant les sommets doivent donc seules émerger au-dessus de la surface des eaux. Si, comme il est naturel, l'axe terrestre coïncide avec l'un des axes de symétrie du tétraèdre, il doit exister, dans l'un des deux hémisphères, trois saillies continentales, tandis que le pôle correspondant sera occupé par une mer et qu'une protubérance continentale se fera jour au pôle opposé. Or il suffit de jeter les yeux sur un globe terrestre pour constater que ces conditions se trouvent pleinement réalisées.

On sait, en effet, que la terre ferme est, d'une manière remarquable, concentrée dans l'hémisphère boréal, où elle se répartit en trois massifs : le massif américain, le massif européen avec l'Afrique comme prolongement, le massif asiatique avec sa queue australienne.

En outre, le pôle Nord est recouvert par une mer profonde, dont l'existence est devenue hors de doute depuis que Nansen, dans sa dernière exploration polaire, y a trouvé des fonds de 3 800 mètres. Le pôle antarctique, au contraire, est le centre d'un continent, qui sert d'appui aux vastes banquises de l'hémisphère austral, et dans lequel Ross a reconnu la présence de sommets très élevés, atteignant près de 4 000 mètres.

Entre les massifs continentaux, d'autre part, s'étendent trois nappes océaniques : le Pacifique, l'Atlantique et l'Océan Indien.

Cette ordonnance, il est vrai, paraît un peu en défaut, puisque l'Asie et l'Europe ne présentent entre elles aucune solution de continuité. Mais ce désaccord s'atténue beaucoup si l'on veut bien se rappeler



Fig. 40. — Tétraèdre en partie encadré par une sphère concentrique.

(1) Voir la *Nature*, n° 126, du 28 avril 1881, p. 346.

(2) B. de Girard, la *Théorie tétraédrique de la forme de la Terre* (Bruxelles, 2<sup>e</sup> année, p. 497 & 748).

que toute la moitié occidentale de la Sibérie forme une contrée déprimée, qu'un très léger abaissement ramènerait au-dessous de l'Océan. Cette dépression, qui longe le pied de l'Ural, est déjà, du reste, nettement accusée par la présence de la mer Caspienne. La séparation des deux massifs devait fût probablement exister à une époque qui n'est pas encore très reculée.

Il est, en outre, aisément de voir, d'une part, que les massifs continentaux groupés autour des saillies doivent se terminer en pointe vers le Sud et dans le sens de l'Est à l'Ouest, et, d'autre part, que les nappes océaniques doivent diminuer constamment de largeur à mesure qu'elles arrivent dans des latitudes plus élevées.

C'est ce que la géographie confirme.

Est-il, en effet, rien de plus frappant que la forme qu'on prend, vers le Sud, l'Amérique, l'Afrique et le continent australo-asiatique? Ne voit-on pas aussi l'Asie et l'Amérique russe tendre à se rejoindre à travers le détroit de Behring et diriger l'une vers l'autre deux pointes allongées?

Pourachever l'identification de la forme générale du globe avec le système tétraédrique, il me reste maintenant à dire un mot d'une particularité de la plus haute importance, que cette théorie semble laisser inexplicable. Je veux parler de la grande dépression intercontinentale, sorte de ceinture maritime qui partage le sphéroïde terrestre en deux moitiés. L'Europe est séparée de l'Afrique par la Méditerranée; l'Asie, de l'Australie, par une série de mers plus ou moins fermées entourant les îles de l'archipel polynésien. L'Amérique du Nord n'est rattachée à l'Amérique du Sud que par l'isthme de Panama; les Antilles émergent à peine du fond qui relie les deux continents.

Green justifie l'existence de cette dépression en faisant intervenir le phénomène de la rotation diurne, jusqu'ici laissé de côté.

A l'origine, alors que la matière était encore plastique, le globe devait affecter la forme parfaitement sphérique. Mais au fur et à mesure des progrès du refroidissement, la forme tétraédrique s'accusaient, les trois saillies de l'hémisphère Nord s'éloignaient chaque jour davantage de l'axe de rotation, tandis que les parties voisines de la pointe australe s'en rapprochaient, au contraire. Les protubérances septentrionales se trouvaient donc avoir une vitesse de rotation plus faible que les points correspondants de la sphère primitive et restaient, par conséquent, en retard dans le mouvement de rotation de la terre sur elle-même, pendant que les terres de l'hémisphère Sud, conservant un excès de vitesse, prenaient de l'avance vers l'Est.

De là, une sorte de torsion du solide tétraédrique,

qui a fait naître, entre les reliefs septentrionaux et leurs prolongements vers le Sud, une ligne de rupture, dont la suite de dépressions occupées aujourd'hui par la Méditerranée, le Golfe Persique, les mers de la Sonde et le golfe du Mexique, atteste l'existence et jalonne le parcours.

Il faudrait aussi voir, dans ce phénomène, la raison pour laquelle les terres de l'hémisphère austral : Amérique du Sud, Afrique et Australie, sont toutes déjetées vers l'Est par rapport aux continents septentrionaux dont elles forment les prolongements.

Telle est, dans ses traits principaux, la théorie tétraédrique. On lui a fait, il est vrai, cette objection que l'ensemble des mesures géodésiques concourent à assigner à la terre la figure d'un ellipsoïde et non celle d'une pyramide. Cette contradiction n'est qu'apparente (1). La géodésie ne définit-elle pas, en effet, la forme de la terre par la surface générale des mers prolongée par la pesanteur au-dessous des continents? Rien d'étonnant dès lors qu'elle trouve, comme résultat de ses mesures, la figure ellipsoïdale que la mécanique des fluides assigne à l'Océan. La théorie tétraédrique, au contraire, faisant abstraction des eaux, vise exclusivement l'écorce solide, dont le relief, par rapport à l'ellipsoïde des mers, est affaire de nivellement, non de triangulation.

Et, d'autre part, ne serait-il pas facile de trouver, dans les anomalies constatées de la gravité sur les continents, des arguments à l'appui de la thèse en question?

Si, en effet, la surface extérieure de la lithosphère présente une figure ellipsoïdale avec une légère déformation tétraédrique, cette déformation, toutes choses égales d'ailleurs, doit se retrouver en petit dans les surfaces de niveau et se traduire par des irrégularités correspondantes dans les mesures de la pesanteur réduite au niveau de la mer, c'est-à-dire diminuée de l'attraction de la masse solide émergant au-dessus de l'Océan. Par exemple, au voisinage des sommets du tétraèdre, la surface fondamentale de niveau (surface de niveau zéro, communément appelée le *geoid*), faisant saillie sur l'ellipsoïde normal des géodésiens, l'attraction centripète doit y être plus faible et, en même temps, la composante verticale de la force centrifuge plus grande que sur l'ellipsoïde, double motif pour que la pesanteur effective, différence de ces deux actions, y soit moins forte que la pesanteur normale, calculée pour l'ellipsoïde d'après la loi de Clairaut. Or, précisément, les mesures continentales de la gravité s'accordent toutes pour accuser un déficit de pesanteur dans les

(1) Ch. Lallemand, la Déformation tétraédrique de l'écorce terrestre et la pesanteur (*La Nature*, n° 139, du 15 mai 1897).

plus grands massifs montagneux, comme ceux des Alpes ou de l'Himalaya, par exemple.

M. Faye expliquait ces anomalies par l'existence de vides ou tout au moins de matières moins denses sous les continents. Sans nier l'influence de telles causes dans la production des irrégularités en question, on peut se demander si une partie au moins de celles-ci ne seraient pas dues à la déformation tétraédrique de l'écorce.

Un autre critérium de la déformation tétraédrique du géoïde serait fourni par la mesure de l'aplatissement du globe dans l'hémisphère Sud. Par suite de la disposition et surtout de la moindre importance des saillies continentales dans cet hémisphère, l'aplatissement, en effet, devrait y être trouvé un peu

moindre que celui résultant des mesures actuelles d'arcs de méridiens, dont la plupart ont été prises dans la partie moyenne de l'hémisphère Nord. On peut espérer que, dans un avenir prochain, cette dernière confirmation nous sera fournie par la mesure, que projettent les Anglais, d'un arc de méridien s'étendant du Cap au Caire, en Afrique, et aussi par celle, à laquelle songent les États-Unis, d'un arc analogique à travers l'Amérique du Sud, complétant et prolongeant l'arc de Quito, objet actuel des travaux de la mission française organisée par le général Bassot et dirigée par le commandant Bourgeois.

*Répartition des volcans et des tremblements de terre à la surface du globe.* — Il me reste à montrer le lien



Fig. 61. — Carte de la répartition des tremblements de terre et des volcans à la surface du globe, montrant leur relation avec la figure tétraédrique et avec la grande dépression intercontinentale.

qui rattache à la théorie tétraédrique les phénomènes sismiques et les éruptions volcaniques.

La contraction résultant du refroidissement du noyau a dû avoir pour conséquences des plissements de l'écorce, au début, alors qu'elle était encore plastique, puis, plus tard, des fractures, lorsqu'elle est devenue plus résistante.

Le choc résultant de la rupture de l'équilibre en un point déterminerait des vibrations multiples, d'amplitudes comme de périodes différentes, se propageant dans toutes les directions et produisant leur maximum d'effet le long des surfaces préexistantes de dislocation. Les plus rapides de ces vibrations, qui sont en même temps les plus destructives,

s'éteindraient très vite, en vertu de l'inertie de la matière, et ne feraient sentir leur action que dans une zone restreinte autour de leur foyer d'origine. Les oscillations lentes, au contraire, se propageraient très loin, avec des vitesses et des intensités variables suivant le degré de continuité et d'élasticité des couches terrestres.

Les manifestations du travail intérieur de l'écorce se traduirait ainsi par des phénomènes vibratoires continuels et, de temps à autre, par des crises plus violentes, c'est-à-dire par des tremblements de terre.

A travers les fissures ainsi produites dans l'enveloppe, dit M. de Lapparent dans son *Traité de géologie*, la masse fluide interne se ferait jour et s'épan-

cherait au dehors sous forme de lave. De temps en temps, les gaz emprisonnés atteindraient une tension suffisante pour provoquer de violentes explosions ; d'autres fois, au contraire, comme aux îles Sandwich, les matières seraient assez fluides pour ne pas obstruer les cheminées ; l'ascension de la lave serait alors continue et exempte de phénomènes explosifs.

Pour M. Armand Gautier (1), de l'Institut, les masses de gaz et de vapeur d'eau observées dans les éruptions volcaniques, proviendraient des roches cristallines superficielles, réchauffées jusqu'au rouge par le contact de matières en fusion venant des profondeurs.

Les éruptions volcaniques et les tremblements de terre ne seraient ainsi que la conséquence naturelle et logique des mouvements de la lithosphère.

Ces manifestations, bien entendu, se produiraient de préférence dans les régions où l'écorce a subi les plus grandes déformations et qui, par conséquent, sont restées des zones de moindre résistance, appellées à céder au premier effet.

Les lieux de prédilection des secousses seraient donc les régions avoisinant les arêtes et les sommets du tétraèdre et surtout la grande dépression intercontinentale, où la torsion de la pointe austral de la toupie terrestre ajoute ses effets à ceux du plissement des arêtes.

L'existence d'une marée intérieure luni-solaire, en concordance avec les grandes marées de l'Océan, pourrait, enfin, au voisinage de l'équateur et dans toute la zone tropicale, devenir, à certains moments, la cause de la rupture de l'équilibre.

L'examen des faits confirme la réalité de ces indications. Comme on le voit sur le planisphère ci-dessus (fig. 41), reproduction d'une carte (2) dressée par R. Mallat en 1858, l'Espagne, l'Italie, la Grèce, l'Algérie, autour de la Méditerranée; l'archipel des mers de la Sonde, l'Indo-Chine, dans le massif asiatique; l'Amérique centrale et les Antilles, tous pays situés le long de la grande dépression intercontinentale, sont, en effet, les terres classiques où les tremblements de terre et les éruptions volcaniques atteignent leur maximum de fréquence et d'intensité. Il en est de même, bien que peut-être à un degré moindre, de l'arête montagneuse du continent américain, ainsi que du Japon et des îles Aléoutiennes, qui forment le trait d'union entre les massifs sud-africain et américain.

En résumé, loin d'être inerte comme on le croit

trop souvent, le sol que nous foulons est une matière vibrante, j'allais dire vivante. Tremblements de terre et volcans sont le *Memento quis pastis erit*, le signal d'alarme qui nous rappelle incessamment la fragilité des choses terrestres et nous invite à contempler, dans la face verruqueuse et glacée de la lune, l'image de ce que sera, dans quelques millions d'années, notre globe désert, parvenu au stade final du refroidissement et de la mort.

CH. LALLEMAND.

581.1

## BOTANIQUE

Les problèmes de la physiologie végétale (1)

Parmi les problèmes relatifs à la nutrition de la plante, le rôle joué par l'alcool a été récemment mis au premier rang. Originellement, l'alcool ne fut associé qu'aux champignons inférieurs et notamment à la phase de la fermentation. Des problèmes biologiques de grande importance ont été soulevés à l'occasion des saccharomyces, indépendamment de ce qui semblait devoir être la plus grosse question : la nature de la fermentation. Une étude prolongée de ce dernier phénomène conduisit Pasteur à penser que la fermentation alcoolique n'est que l'expression d'une asphyxie partielle de la levure et de ses efforts pour obtenir de l'oxygène par la décomposition du sucre. Il est à peine nécessaire ici de rappeler les controverses auxquelles donna lieu cette question de la fermentation et les théories auxquelles elle donna naissance ; mais le phénomène biologique s'impose de nouveau à notre attention, grâce aux très remarquables travaux de recherches accomplis dans cette voie. L'explication donnée par Pasteur de l'allure de la levure mettait en jeu, ainsi que nous l'avons dit, la respiration de la plante ; quand l'oxygène est enlevé d'une levure active, soixante à quatre-vingts parties de sucre disparaissent pour une partie de levure qui se forme ; quand l'oxygène est présent, la quantité de sucre décomposé ne dépasse pas dix parties pour la même quantité de levure produite. Indubitablement le stimulus d'asphyxie stimule matériellement le métabolisme de la levure.

Mais certaines observations ne concordent pas avec l'explication de Pasteur ; une fermentation énergique se produit en présence de l'oxygène, la plante se multiplie d'une façon extrêmement rapide et son métabolisme apparaît très actif. Schatzemberger s'élève avec force contre l'explication de

(1) Remarque sur l'origine des phénomènes volcaniques, Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Séance du 5 janvier 1903.

(2) Cette carte est incomplète, surtout en ce qui regarde l'Afrique, dont le centre était encore inconnu à l'époque où elle a été dressée.

(1) Voir la Revue Scientifique du 18 avril 1903.

Pasteur, soulignant les points de désaccord entre son hypothèse et les faits et prétendant qu'il s'agit plutôt de nutrition que de respiration. Il base ses idées sur des expériences organisées pour vérifier comment la respiration était affectée dans certaines conditions et dont les résultats peuvent se résumer de la façon suivante :

1<sup>e</sup> Dans un liquide aqueux sans sucre, mais contenant de l'oxygène en dissolution, la quantité d'oxygène absorbée dans l'unité de temps par un gramme de levure est constante, quelle que soit la proportion d'oxygène ;

2<sup>e</sup> Dans un liquide sucré contenant de la matière albuminosause aussi que du sucre et de l'oxygène en dissolution, le même résultat est obtenu, sauf que la quantité absorbée dans l'unité de temps est plus grande ;

3<sup>e</sup> Dans deux digestions accomplies côté à côté pendant un certain temps, l'une étant alimentée d'une façon continue en oxygène et l'autre en étant, au contraire, dépourvue, la première produit le plus d'alcool.

Si la décomposition du sucre était le résultat de l'activité respiratoire des cellules de levure aux dépens de l'oxygène combiné du sucre, il semblerait que la fermentation ne devrait pas se produire du tout en présence d'oxygène libre ou tout au moins serait beaucoup moins intense dans ce cas; or c'est le contraire qui a lieu. Aussi Schutzenberger soutient-il que le sucre est alimentaire et non respiratoire.

Certains faits découverts plus récemment viennent encore à l'appui de la manière de voir qui veut que la nutrition de la levure soit le but principal du processus normal. Le mode de décomposition du sucre, la formation de l'alcool et de l'acide carbonique soulèvent cependant des questions encore obscures quant à la forme exacte sous laquelle la matière nutritive est fournie au protoplasma.

Parmi les travaux tout récents, on peut mentionner tout d'abord ceux de M. Devaux sur les troncs d'arbres, car ils paraissent mettre en lumière un problème analogue à celui de la levure. Devaux a examiné la composition de l'air à l'intérieur des tiges ligneuses croissant dans des conditions normales. Il a constaté que la proportion d'oxygène qui y est contenue tombe souvent à 18 p. 100, tandis que, dans certains cas, il a trouvé dans la partie la plus interne de l'arbre que l'oxygène était entièrement absent. La disparition de l'oxygène devient plus aisée avec toute augmentation de température. Cette asphyxie partielle est accompagnée de la formation d'alcool dans les tissus, ainsi qu'on peut s'en convaincre en coupant les branches de l'arbre et les distillant avec un large excès d'eau. Les expériences

de M. Devaux ont été faites sur une variété considérable d'arbres, parmi lesquels peuvent être cités les suivants : *Castanea sativa*, *Pyrus domestica*, *Alnus glutinosa*, *Ulmus campestris*, *Sambucus nigra* et *Ficus carica*.

Des résultats similaires ont été obtenus par M. Mazé dans ses recherches sur les graines. Quand un certain nombre de graines sont submergées dans l'eau, les microorganismes étant convenablement protégés, il n'y a pas germination tout de suite, mais le poids diminue néanmoins rapidement. Dans certaines de ses expériences avec des pois, M. Mazé a pu se rendre compte que cette diminution était accompagnée d'une production considérable d'alcool. Trois poquets de quarante pois ont été examinés; ils pesaient respectivement 10, 17 et 27 grammes, et les expériences durèrent six, douze et vingt-sept jours.

La proportion d'alcool par rapport au poids original des pois fut trouvée de 2,31, 4,43 et 6,56 p. 100; ces pois furent submergés et tenus ainsi à l'abri de tout contact de l'air; on peut donc admettre qu'il y a eu asphyxie. Pourtant d'autres expériences semblent contredire cette conclusion : vingt pois germèrent à 22°, pendant sept jours, dans les conditions normales, jusqu'à ce que leurs axes soient environ 38 millimètres de long; où les recouvrir alors d'eau, en laissant pour certains le bourgeon terminal exposé à l'air. Le développement des plantes submergées s'arrêta aussitôt, et, au bout de cinq jours, le liquide contenait 130 milligrammes d'alcool. Les graines dont le bourgeon terminal était exposé à l'air continuèrent, au contraire, à grandir sans perturbations. Mazé en conclut que l'alcool produit a été utilisé par ces graines pour leur croissance, et il part de la pour dire que c'est un produit normal et nécessaire de la digestion des matières hydrocarburées dans les graines en cours de développement. Il montre d'ailleurs que la présence de l'alcool peut être mise en évidence dans les petites plantes qui ont germé pendant quarante-huit heures à 23°C. dans les conditions normales.

Un autre savant éminent a trouvé des conditions analogues dans la végétation normale; c'est M. Berthelot. Ayant mis des feuilles de noisettier et de froment dans des flacons, il déplaça l'air par l'hydrogène et distilla. Dans le cas du blé, le flacon fut porté à la température de 24°C.; pour le noisettier, la distillation fut conduite au moyen d'un courant de vapeur. Dans les deux cas, le produit de l'opération contenait de l'alcool, en quantité peu importante, il est vrai, mais mesurable; 10 kilogrammes de feuilles donneront 10 grammes d'alcool.

M. Mazé prétend avoir trouvé de l'alcool dans les conditions normales dans les sarments et les feuilles de la vigne. Il trouve, en outre, que le poids d'une

graine de maïs se rapproche, durant les premiers stades de la germination, de la moitié de celui perdu par la réserve emmagasinée dans l'endosperme. De ces expériences et de celles auxquelles il a été fait allusion précédemment, il conclut que l'alcool est formé dans les cellules vivantes des graines aux dépens du sucre de raisin, en vertu d'un processus diastasique normal; il semble que la molécule de sucre soit dédoublée en alcool et acide carbonique, et que l'alcool soit la partie nutritive de la molécule de sucre. Certainement, les expériences de M. Max sur les graines submergées avec la plante exposée au-dessus de l'eau, ne sont pas incompatibles avec cette notion. M. Duckaux a pris position d'une façon plus définitive encore sur ce point, en déclarant que l'alcool formé devient un véritable matériel de réserve pour la nutrition.

Pour certaines plantes, en tout cas, l'alcool est un aliment. M. Laborde a publié des recherches poursuivies sur un champignon, *Eurotiopsis Goyau*, qui conduisent, sans erreur possible, à cette conclusion. Il a cultivé ce champignon dans une solution contenant seulement les constituants minéraux du fluide de Rawlin et un certain pourcentage d'alcool, usuellement de 4 à 5 p. 100. La plante poussa bien, formant de petits amas circulaires de mycélium qui s'élargirent radialement à mesure que la croissance s'accentua. Le mycélium devint très dense au centre des amas, et le champignon prospéra d'une façon évidente. A mesure qu'il grandit, l'alcool disparut lentement à un degré sensiblement égal à celui du sucre dans une culture similaire dans laquelle cette substance avait été substituée à l'alcool.

L'*Eurotiopsis* est un champignon qui a la propriété de provoquer la fermentation alcoolique dans les solutions de saccharine; quand on le cultive dans ces solutions, il y a production d'alcool qui est subseqüemment utilisé, mais la croissance de la mousse n'est pas aussi aisée dans ces conditions que lorsque l'alcool est fourni dès le début.

M. Duckaux a montré, dans le cas d'un autre champignon bien connu, l'*Aspergillus niger*, que l'alcool qui le détruit quand il est en cours de germination des spores, peut être utilisé dans la proportion de 6,8 p. 100 pour la nutrition par la plante adulte continuant à grandir et émettant des hyphes aériens. Le penchant de l'*Eurotiopsis* pour l'alcool est plus prononcé; cette plante prospère dans un mélange contenant 10 p. 100 d'alcool; même entièrement submergée, elle continue à grandir et à prospérer dans une solution à 8 p. 100.

Ces particularités se rapportent seulement à l'alcool éthylique; l'alcool méthyle que je sert comme milieu nutritif que pendant le faible temps nécessaire pour que les spores commencent leur

développement; les alcools supérieurs, propyliques, butylique et amylique, non seulement ne donnent aucune nourriture, mais sont toxiques pour les spores.

M. Laborde prétend avoir établi que normalement l'*Eurotiopsis* produit de l'alcool du sucre pour se nourrir lui-même avec, tout comme la levure tire de la canne à sucre du sucre interverti qui est son aliment préféré. La zymase enzyme est présente dans le champignon et joue le rôle d'une enzyme alimentaire; sa consommation dure deux fois aussi longtemps que celle d'un poids correspondant de glucose; elle peut servir deux fois aussi longtemps pour la nutrition du même poids de plante.

Ces résultats remarquables nous conduisent à étudier le mode d'assimilation des hydrocarbures et particulièrement des sucres par les plantes. Nous avons vu que la molécule de sucre était capable d'entrer, sans modification ou à peu près, dans le protoplasma; mais nous n'avons trouvé aucun renseignement direct sur son acte. Tant que la plante reste près de son point de croissance, il est possible de mettre la présence du sucre en évidence, mais à partir de ce moment, la réaction n'est plus réalisable et nous savons que l'assimilation s'est produite. Il reste à dénicher les étapes successives, ce qui n'est pas un problème aisément résolu. La moitié de l'alcool du sucre que prend le protoplasma serait-elle l'expression non d'un phénomène respiratoire, mais une fermentation préliminaire à l'assimilation?

Mais je me suis suffisamment étendu sur cette question et je passe à l'examen sommaire d'un autre problème de nutrition de nature un peu différente. La germination des graines est une question qui peut être considérée comme élucidée par les investigations de la dernière moitié du siècle dernier. Nous en sommes arrivés à concevoir une graine comme un jeune embryon gisant tranquille dans son enveloppe et pourvu d'une provision alimentaire, ou bien déposée dans sa propre substance, ou bien l'entourant dans des tissus vaguement dénommés endosperme ou périsperme; cette provision alimentaire est toute pratiquement prête pour l'usage, sous la seule action d'une enzyme qui en assure la transformation en temps opportun. Nous avons reconnu dans cette provision l'amidon, les protéines et les glucosides, et nous avons vérifié que l'embryon pouvait fournir les enzymes appropriées pour la digestion de ces matières. Chaque réserve semble être tout à fait indépendante du reste, et l'embryon a le contrôle sur l'ensemble.

Mais certaines considérations nous conduisent à penser que les graines albumineuses ne s'accommode pas de cette manière de voir. Tout d'abord on

peut se demander jusqu'à quel point l'embryon est un facteur de contrôle de la digestion, ou, pour mettre la question sous une autre forme, si l'influence de la plante parente est perdue quand un approvisionnement alimentaire a été réalisé pour le rejeton et si l'utilisation de cette provision est entièrement laissée à ce dernier? Est-ce que le gamétophyte protrophallus devient simplement une structure morte et inactive dès qu'il a développé son jeune sporophyte, ou bien son influence s'étend-elle à la longue période de germination? Il y plusieurs raisons de croire que c'est cette dernière alternative qui se réalise. M. Gris prétendit avoir mis le fait en lumière dès 1844; mais il fut contredit par M. Sach, pour qui les enzymes produisant la décomposition des réserves alimentaires sont toujours formées dans la jeune plante ou embryon et sont excretées par cette dernière dans l'endosperme. Des expériences soignées ont été instituées à ce sujet par M. Van Tieghem et publiées en 1877. Ses recherches ont porté sur les graines de l'huile de ricin : il déponilla ces graines de leur embryon et les exposa pendant plusieurs semaines sur de la mousse humide, à une température de 25 à 30°C. Après plusieurs jours d'exposition, les endospermes isolés avaient considérablement grandi, et au bout d'un mois leurs dimensions avaient doublé. A l'intérieur des cellules, M. Van Tieghem trouva que les grains aleurones s'étaient graduellement dissous et que la matière huileuse diminuait, quoique lentement. La dissolution s'étendait à travers toute la masse de l'endosperme et n'était pas spécialement dominante du côté le plus rapproché des cotylédons. L'observateur nota également que, quoique l'amidon n'apparût pas normalement dans l'endosperme en germination, comme produit de la décomposition, il se manifestait dans les cellules sous la forme de petits grains qui n'avaient pas encore disparu au bout de plusieurs jours. L'auteur observa enfin que les progrès de la décomposition pouvaient être arrêtés et l'endosperme ramené à une condition tranquille, auquel cas les grains aleurones continuaient à se former, quoiqu'en moindre quantité qu'auparavant.

Au cours d'expériences que j'ai faites en 1889 sur le *Ricinus*, j'ai retrouvé la série des phénomènes décrits par M. Van Tieghem ; indubitablement, l'endosperme est le théâtre d'un métabolisme renouvelé au cours duquel on peut noter quantité d'interactions entre les divers matériaux de réserve alimentaire. Il est remarquable que l'activité de ce métabolisme est beaucoup plus prononcée quand l'embryon ou des parties de celui-ci sont laissés en contact avec les endospermes.

Une observation d'un caractère similaire a été faite par M. Haberlandt et par M.M. Brown et Morris. La

conversion de la cellulose de réserve des graines d'orge a été montrée par ces observateurs être le résultat de l'action d'une enzyme Cytase sécrétée abondamment par la couche dite aleurone que l'on trouve autour de l'endosperme, immédiatement sous le testa. J'ai eu récemment à m'occuper de cette question, particulièrement à l'égard des allures du *Ricinus* durant la germination. Les réserves de cette graine sont surtout formées d'huile et de grains aleurones, et l'on trouve à peine des traces d'hydrocarbures. Au début de la germination, il y a une remarquable apparition de sucre de canne et de glucose, qui s'accentue à mesure que l'huile diminue. Autrefois, on expliquait ce fait par la transformation de l'huile directement en sures ou en l'un d'eux, mais il était bien difficile de concilier cette théorie avec les possibilités chimiques de l'huile. J'ai constaté que, simultanément avec l'apparition du sucre, il y a formation d'une quantité considérable de lécithine, corps gras contenant de l'azote et du phosphore. La graine contient une quantité relativement importante de phosphore sous la forme des globoides bien connus de graine aleurone, un phosphate double de calcium et de magnésium. La production de ces globoides trahit des actions mutuelles considérables entre les diverses substances existant dans la graine, le phosphore provenant, selon toute apparence, des globoides et l'azote des protéides. Au lieu donc que la graisse soit transformée en sucre, il semble certain qu'un métabolisme très considérable est provoqué, dans lequel les constituants variés de l'endosperme agissent les uns sur les autres très librement. M. Biffin, qui a étudié les changements histologiques accompagnant la germination, m'informe que le protoplasma des cellules de l'endosperme semble augmenter en quantité d'une façon très importante durant les premiers stades. Les observations font penser à une reprise très vigoureuse de l'activité métabolique par les cellules de l'endosperme, reprise en cours de laquelle les réserves variées sont mises en relation avec la substance vivante des cellules, et un certain nombre de nouveaux produits sont formés pour servir à la nutrition de l'embryon naissant. La formation des sures peut, vraisemblablement être attribuée à l'activité renouvelée du protoplasma du gamétophyte parent, plutôt qu'à une transformation directe de la graisse sous l'influence de l'embryon. De nouvelles recherches sur une grande variété de graines paraissent nécessaires pour nous donner une idée exacte des processus chimiques de la germination. Ce qui paraît probable actuellement dans le cas des graines grasses peut être vrai aussi dans le cas des graines qui ont d'autres variétés de réserve alimentaire.

J'ai déjà fait allusion aux problèmes relatifs aux

phénomènes électriques dont les plantes sont le théâtre au repos et durant l'activité. Très peu de travaux ont été faits dans cette voie et nos connaissances à ce sujet sont matériellement moins nombreuses que celles concernant les phénomènes similaires dans les muscles et les nerfs. Pourtant l'étude a été entamée : MM. Waller et Bose ont fait à cet égard des observations du plus grand intérêt, non seulement parce qu'elles montrent une correspondance étroite d'allures entre les structures animales et les structures végétales, mais aussi à cause de leur importance possible pour la détermination du caractère de nombre des processus métaboliques et des forces en jeu dans les tissus.

Quelques résultats vraiment frappants ont été publiés (il y a quelques mois seulement), par M. Bose sur la réponse électrique des plantes ordinaires à la stimulation mécanique. Il dispose un morceau de substance végétale, tel que le pétiole d'un marronnier ou la racine d'une carotte ou d'un radis, de manière à la relier à un galvanomètre par deux électrodes non polarisables. Le tissu intact ne donne que peu ou point de trace d'existence de courants électriques, mais dès qu'une petite surface de la substance végétale était trouée par une brûlure ou par l'application de quelques gouttes de potasse concentrée, on observait un courant dans la tige, absolument comme dans le cas d'un tissu animal. La différence de potentiel dans une expérience typique atteignit 0,12 volt. Le tissu fut alors stimulé soit par ponction, soit par torsion sous un certain angle et tout de suite une variation négative fut constatée, la différence de potentiel étant diminuée de 0,025 volt. Immédiatement après cessation du stimulus, le tissu se rétablit et le courant de repos reprit comme auparavant. Les recherches de M. Bose allèrent beaucoup plus loin et établirent une similitude très étroite d'allures entre la substance végétale et les nerfs des animaux ; ces recherches ont définitivement démontré que les réponses aux stimulus sont physiologiques, et qu'elles cessent entièrement dès que le tissu est tué par la chaleur.

Cette remarquable démonstration de propriétés électriques semblables à celles possédées par les nerfs, vient renforcer considérablement l'idée de la conduction des stimulus dans la plante par les fibres protoplasmiques que M. Gardiner et autres ont montré exister dans la plante pour l'union de cellule à cellule en un tout cohérent. Il reste beaucoup à faire dans cette voie où ce qui a été fait ne représente guère qu'un commencement. Les phénomènes électriques accompagnant les réponses aux stimulus ont été étudiés par M. Burdon Sanderson dans le cas de *Dianthus*, mais beaucoup d'autres exemples méritent d'être examinés. Les phénomènes particuliers d'élec-

tricité et leurs relations avec le stimulus n'ont été observés que chez les animaux.

Ces observations renforcent considérablement la conception d'une nature identique du protoplasma végétal et du protoplasma animal, conception mise en avant dans ces dernières années et de plus en plus admise depuis. Ces courants électriques, suivant une action mécanique accompagnée sans doute de changements chimiques, nous incitent à poser la question de savoir si les phénomènes électriques n'accompagnent pas, selon toute possibilité, les mêmes actions chimiques que nous appellenons métabolisme. L'idée que l'énergie électrique est en jeu dans le processus de la photosynthèse, indiquée dans la première partie de cette étude, n'est certainement pas affaiblie par la considération de ces phénomènes.

La probabilité de la transmission des stimulus à travers le tissu végétal le long des fibres protoplasmiques s'étendant de cellule à cellule, a été appuyée dans ces tout derniers temps par des observations remarquables qui auraient été faites par M. Némec sur certaines racines et autres organes. Cet expérimentateur aurait réussi à démontrer l'existence d'une structure fibrillaire dans le protoplasma des cellules ; ces fibres s'étendentraient dans une direction longitudinale, semblant relier le protoplasma d'une série longitudinale de cellules en une chaîne conductrice. Les chaînes conductrices s'étendent entre la région sensible — par exemple le sommet de la racine — et la région qui est en voie d'accroissement et qui est amenée à s'incurver sous l'action du stimulus. D'après M. Némec, elles peuvent être rendues évidentes par l'usage de réactifs colorants appropriés ; elles varient en nombre et position, mais paraissent être confinées aux organes sensibles et mobiles.

Il est clair que les choses ne peuvent rester où elles en sont. Les constatations faites par M. Némec appellent le contrôle par des méthodes histologiques et physiologiques ; il est possible que des réactifs appropriés puissent conduire à la reconnaissance d'une structure dans ce qui a été jusqu'ici considéré comme un protoplasma non différencié.

Avant de terminer cette étude, je voudrais appeler votre attention sur le vaste champ qui s'ouvre devant nous à propos de la pathologie des plantes. Le travail de nos prédecesseurs a plutôt porté sur les particularités morphologiques de divers champignons que sur les changements physiologiques qui constituent la pathologie à proprement parler. Ce n'est que récemment que l'attention s'est portée sur les questions relatives aux maladies des plantes ; dans cette voie il est peu de questions aussi attrayantes que celle de l'immunité contre les attaques de certaines maladies, soit héréditaires, soit acquises, question qui implique celle plus large encore des

toxines et de leur atténuation, et de leurs antagonistes : antitoxines et matières de nature similaire. De grands résultats ont été obtenus en matière de pathologie humaine ; je n'ai pas à en parler ici, mais je les mentionne néanmoins parce que nous sommes en présence de la possibilité de traiter d'une façon analogue les maladies des plantes et peut-être d'arriver, de ce côté aussi, à des découvertes de grande portée.

J'appellerai encore votre attention sur les recherches MM. de Bay et Beauverie sur la question générale de l'infection chez les plantes et spécialement sur une maladie provoquée par un champignon connu sous le nom de *Botrytis cinerea* qui attaque la vigne, les bégonias et autres plantes. Ce champignon existe sous trois formes, dont l'une est un saprophyte inoffensif, une autre, un parasite destructif et la troisième une forme intermédiaire entre les deux précédentes. La première forme est un champignon très commun se développant sur les plantes en décomposition et portant des spores ordinaires ; la seconde est complètement filamentueuse et ne porte pas d'organes reproducteurs, elle se produit quand l'air est très chargé d'humidité et que la température est élevée, conditions qui se rencontrent communément dans les serres. La troisième forme est une forme atténuée intermédiaire entre les deux autres, elle porte des spores comme la première, et, en sus, d'autres spores qui germent sans quitter la plante parente et s'allongent en fibres. Beaucoup de plantes peuvent résister à l'invasion de cette forme intermédiaire sans en souffrir gravement, bien qu'on ne puisse la considérer comme tout à fait inoffensive. Il n'est pas difficile de cultiver cette forme atténuée du *Botrytis* dans un sol stérilisé ; M. Beauverie décrit à ce sujet une expérience qui est frappante. De la terre humide ayant été stérilisée dans un plateau de Petri de grande surface, on y sema des spores de *Botrytis* et l'on maintint la température à environ 16°C. Au bout de trois jours, la surface du plateau était couverte de mycélium portant de nombreuses conidies ; on laissa croître le champignon dans ces conditions pendant quelque temps, puis on transféra la terre infectée dans des pots frais qui requirent des boutures de bégonias. Ces plantes grandirent normalement et ne furent pas sensiblement affectées par la présence du champignon dans le substratum où à sa surface. Placées ultérieurement dans des conditions éminemment convenables au développement de la forme parasitaire, elles résistèrent parfaitement à son action, alors que des plantes de contrôle qui n'avaient pas été cultivées dans le sol infecté par la forme atténuée, étaient tuées très rapidement. Les expérimentateurs prétendent avoir ainsi démontré que la forme de *Botrytis cinerea* intermédiaire entre la forme conidiale et la forme sté-

tile confère aux plantes l'immunité par rapport aux attaques de cette dernière.

Des recherches d'une nature analogue sur l'infection de certaines plantes par des champignons spécifiques ont été communiquées récemment à cette section par M. Marshall Ward dans son mémoire lu l'an dernier sur les graminées et leur rouille. Elles mettent en lumière des faits très importants à l'égard du parasitisme et de l'immunité. Il est peu de questions en physiologie végétale qui aient une importance économique aussi grande au point de vue agricole.

Nous avons parcouru hâtivement certaines parties du domaine de la physiologie végétale ; il n'était pas possible, dans une conférence comme celle-ci, de faire plus qu'indiquer ce qui me paraît constituer les problèmes les plus importants dignes de recherches. Il faut espérer que les travaux, dans cette voie, seront vigoureusement conduits et que les conclusions auxquelles ils conduiront seront vérifiées avec le plus grand soin et soumises à des examens répétés. Les assertions dogmatiques émises par des hommes éminents du passé ont été un grand empêchement au progrès de la science, l'influence personnelle de leurs auteurs ayant conduit à admettre des conclusions qui n'étaient pas certaines, et que plus tard il a fallu examiner à nouveau, avec conséquence d'entraîner la ruine de tout ce qui avait été édifié sur ces fondations mal assurées.

Je terminerai, comme j'ai commencé, par un appel à la jeune école des botanistes pour lui demander de se mettre à l'œuvre et de contribuer, par une expérimentation assidue et dirigée avec un esprit critique, à la solution des problèmes qui s'offrent à nous dans ce domaine.

J. REYNOLDS GREEN.

### 621.3.

## INDUSTRIE

### Le transport de l'électricité à grande distance.

Nous avons, dans une étude antérieure (1), exposé les considérations qui, à notre sens, assurent à l'électricité le succès final dans la lutte qu'elle a commencé à soutenir contre le gaz au point de vue de l'éclairage et de la force motrice. C'est la question économique en définitive qui est la plus essentielle, et c'est celle que nous avons l'intention de traiter dans la présente note en démontrant ce que nous n'avons fait qu'affirmer, à savoir qu'il est possible d'arriver, indépendamment de tous

(1) Voir la *Breve Scientifique* du 21 février dernier, p. 228.

progrès dans l'utilisation, à produire et par conséquent à distribuer l'énergie électrique beaucoup plus économiquement qu'on ne le fait actuellement. Seulement — et c'est là, en France surtout et à Paris plus encore, le point délicat — seulement cela n'est possible qu'à condition de modifier de fond en comble la conception détestable qui a présidé aux concessions actuelles et aussi la mentalité qui dirige chez nous la plupart des exploitations industrielles et financières.

## II

Une différence essentielle existe entre le gaz et l'électricité. Le premier n'est transportable qu'à des distances relativement faibles ; la seconde peut être transportée pour ainsi dire à toute distance. Entendons-nous. On peut fort bien concevoir, ainsi qu'il a été proposé pour Paris même, de fabriquer le gaz de houille à la mine même, dans les bassins houillers du Nord ou du Pas-de-Calais, et de le camoufler jusqu'à Paris, au besoin sous pression. Mais ce ne peut-être qu'au prix de dépenses considérables — sans parler des pertes — qui, dès qu'on dépasse une certaine distance, font disparaître toute l'économie théorique. De plus, si à Paris même la question de vente du principal des sous-produits du gaz, le coke, apparaît assez menaçante en cas d'augmentation considérable de la fabrication, l'écoulement de ce coke devient à peu près impossible si la production s'en trouve accumulée à grande distance de l'énerme consommateur que constituent Paris et le département de la Seine. Par conséquent, c'est une pure utopie que de vouloir, pour une agglomération de ce genre, produire le gaz à la mine, tandis que pour l'électricité c'est la solution rationnelle et économique.

Théoriquement la distance de transport de l'énergie électrique est non pas sans limite pratique, mais telle que la France entière pourrait être alimentée au moyen d'une demi-douzaine d'usines gigantesques, les unes hydrauliques, les autres à vapeur en attendant que l'homme ait trouvé, ce qui n'est guère dauleux, le moyen d'utiliser la force vive des marées ou l'énergie solaire, c'est-à-dire l'énergie solaire. Dès 1892, Elihu Thomson établissait les limites suivantes pour les transmissions d'énergie électrique :

Câbles concentriques à isolement d'huile, 500 000 volts (ce qui le conduisait à 384 kilomètres pour 100 000 kilowatts et 10 p. 100 de perte en ligne) ;

Câbles aériens, 150 000 volts (à cause des décharges disruptives).

En fait, la pratique n'a pas encore osé sanctionner ces considérations théoriques, et il semble bien qu'on ne puisse effectivement envisager de telles tensions qu'avec les courants de haute fréquence, non encore entrés dans l'industrie. Mais en France même les transports de force à des tensions voisines de 20 000 volts commencent à

être assez nombreux [1]. On connaît celle des chutes de la Vézère qui alimente Limoges à 70 kilomètres. La Société d'Applications industrielles a récemment mis en service, à semblable distance, une importante distribution d'énergie dans le département de l'Aude. Dans l'Isère, de nombreuses chutes d'eau actionnent des usines des tramways, etc., à assez grandes distances, et le Creusot achève en ce moment, pour la Société du Vercois, une installation à 26 000 volts qui — au moins l'envisage-t-on — pourra, sur certaines dérivation, être remontée à 40 000 volts pour aller jusque du côté d'Avignon. En Suisse, en Allemagne, en Italie, il existe nombreux d'exploitations de ce genre. Mais le pays où, à ce point de vue comme à tant d'autres, nous avons surtout à apprendre, ce sont les États-Unis. Il y a dix ans déjà, la Telluride Power Transmissions Co<sup>®</sup> envoyait 500 kilowatts à 56 kilomètres sous 40 000 volts, et cet exemple d'emploi de très hautes tensions, peu imité au début — car on ne dépassait pas habituellement 5 à 10 000 volts — ne tarda pas cependant à être largement suivi à partir de 1897. Au Canada notamment, où les chutes d'eau sont nombreuses, mais naturellement éloignées des points d'utilisation pratiques, on peut citer :

La Compagnie Chamly de Québec qui transporte à Montréal 20 000 chevaux sous 25 000 volts à 40 kilomètres ;

La Compagnie de Force de West-Kootenay qui transmet 40 000 chevaux sous 20 000 volts à 50 kilomètres, etc...

Mais l'entreprise la plus colossale de transport de forces est celle des deux usines de la chute du Niagara. Lorsqu'elles seront terminées, leur puissance atteindra 200 000 chevaux (40 turbines de 5 200 chevaux) dont une partie est utilisée à proximité, mais dont la plus grande partie est ou sera transmise, sous 22 000 volts, à Tonawanda, Lockport et Buffalo (Etats-Unis) — c'est-à-dire à 30 ou 40 kilomètres — et, sous 60 000 volts, à Toronto (Canada) — c'est-à-dire à 180 kilomètres. En fait, les deux compagnies qui, aux Etats-Unis, monopolisent la presque totalité de la construction électrique, la « General Electric Co » et la « Westinghouse Co », considèrent comme absolument pratiques les tensions de 60 000 volts pourtant les lignes aériennes que pour les transformateurs. Partons de cette constatation, et voyons les conséquences qu'on en peut tirer.

## III

Jusqu'à présent et dans la presque totalité des cas, les transports de forces à grande distance et sous de très

[1] Voir, dans les documents parlementaires de 1899, en annexe au rapport 1054 de M. A. Berthelet, député, la remarquable note de M. Blondel et les annexes à l'appel. C'est le travail le plus documenté publié en France; il est malheureusement un peu ancien; 4 ans en cette matière, c'est long.

hautes tensions ne s'appliquent guère qu'aux cas où l'énergie électrique est produite par des chutes d'eau. Il est assez naturel en effet que celles-ci qui fournissent le kilowatt-heure — charges d'amortissement mises à part — à un prix de revient au moins 8 ou 10 fois plus basques les usines à vapeur, soient utilisées partout où faire se peut, et ce, pour transmettre l'énergie à des distances considérables, la moindre dépense d'exploitation compensant les charges (amortissement et perte en ligne) qui résultent de cette distance pour le kilowatt-heure rendu.

Il est clair cependant que rien n'impose l'exclusisme en ce qui concerne ce mode de production. C'est question de calcul à établir dans chaque cas. Envisageons donc un problème déterminé — l'alimentation de Paris — et examinons s'il est possible de substituer à l'organisation actuelle un système plus rationnel et plus économique. La question se pose d'autant plus opportunément qu'il en pourra sortir des indications précieuses au point de vue du futur régime des distributions d'énergie électrique dans la capitale.

Nous venons de parler d'*« organisation »*. En fait, le mot est inexact. Il n'y en a pas en effet ni au point de vue technique ni au point de vue administratif. Jamais un plan d'ensemble n'a présidé à la constitution des secteurs parisiens. Avec beaucoup de raison, M. le conseiller municipal Santon a démenti à maintes reprises que le régime du monopole s'impessa pour la distribution du gaz. Il en va de même pour tout ce qui revêt un caractère de service public et par conséquent pour l'électricité. Ce n'est assurément pas le cas de discuter la conception socialiste et la conception capitaliste pour ces sortes de services, eau, gaz, électricité, transports, etc., mais, indépendamment de tout raisonnement, l'expérience a démontré partout que, pour répondre à de tels besoins, la concurrence est un mot qui va à l'encontre des intérêts du public. La vérité, c'est le monopole, soit sous forme d'exploitation municipale, soit sous forme de concession — sans, en ce dernier cas, à libeller convenablement les cahiers des charges.

Une faute a donc été commise, il y a quelque douze ou quinze ans, lors de la constitution des secteurs parisiens. On a arbitrairement découpé Paris en une série de zones essentiellement différentes à tous les points de vue, surface, densité de population, fortune et occupations des habitants, etc., et l'on a soumis toutes les concessions à un même cahier des charges. C'était absurde, et les conséquences ont été ce que l'on sait. D'autre part, l'expérience a nécessairement amené des fautes techniques, épargnements de petites usines, changements de systèmes de distribution, etc. Actuellement tous les secteurs tendent à adopter le mode de production réalisé dès l'origine par certains d'entre eux, c'est-à-dire à n'avoir chacun qu'une seule usine. C'est moins mauvais, mais cela reste anti-économique, donc mauvais.

Il est des mots qui sonnent mal, alors peut-être surtout qu'on n'en connaît pas bien la signification. Tel est le mot *Trust*, et il faut reconnaître qu'aux États-Unis on a peut-être, dans l'application d'une idée juste, dépassé le but, d'où, en ce moment, la réaction que l'on sait. Mais l'idée de grouper les producteurs d'une même industrie de façon à abaisser le prix de revient est absolument légitime et rationnelle. Les fusions qui ont eu lieu jadis en France en matière de chemins de fer et de gaz partaient d'une préoccupation analogue, et l'on ne sait pas que le public eût eu à se lasser davantage du maintien de petites exploitations marchant de mauvais services en faillite. Eh bien, cette fusion plus ou moins complète, c'est ce qui s'impose pour les secteurs électriques de Paris, sinon pour la distribution, du moins pour la production, et l'exemple ici encore nous est donné par l'Amérique où — sans parler des fusions effectuées à New-York notamment — on voit la « Chicago Edison Co » poursuivre franchement, sans hésitation, la suppression de ses cinq usines génératrices (dont l'une comprend pourtant des unités récentes de 2500 kilowatts) pour les remplacer par une station centrale unique dont la puissance de 100 000 chevaux sera répartie en unités de 3 000 kilowatts, constituées par des turbines à vapeur.

### III

Et c'est à quoi nous voulions en venir. Possess des chiffres ; ils nous permettront de formuler des conclusions précises. Les six secteurs parisiens — sans parler de l'usine municipale des Halles dont la suppression s'impose — possèdent, dans l'ensemble de leurs usines et batteries d'accumulateurs, une puissance totale d'environ 40 000 kilowatts ayant fourni, en courant rendu chez les abonnés, 27 000 000 kilowatts en 1901 et environ 30 000 000 (chiffres non encore arrêtés) en 1902. Mais il y a à tenir compte d'un nombre considérable d'usines particulières, dont quelques-unes fort importantes et surtout à grand horaire. Laissons de côté les usines de traction (chemins de fer, tramways, métropolitain) qui toutes fournissent en même temps de l'éclairage et auxquelles les mêmes raisonnements pourraient en partie s'appliquer, on peut admettre que les stations génératrices d'électricité tant des secteurs que des administrations et des particuliers représentent une puissance d'au moins 60 à 70 000 kilowatts à Paris, et que leur production annuelle — en kilowatts-heure utilisés, relevés aux compteurs — peut s'évaluer à 30 ou 40 000 000 kilowatts-heure.

S'il était possible d'envisager le problème complet, c'est la suppression de toutes ces usines qu'il faudrait réaliser; la plupart ont certainement un prix de revient fort élevé, indépendamment des inconvenients de fumée, bruit, odeur, encombrement, personnel, etc. On peut même soutenir que, dans un grand nombre de cas, les

installations purement mécaniques seraient avantagereusement actionnées par une distribution électrique générale. Mais alors donc parler à des centaines et des milliers de personnes aussi diverses de s'entendre pour supprimer leurs usines et centraliser en une seule station toute la puissance qui leur est nécessaire ! Restreignons donc le problème aux seuls secteurs parisiens ; il n'y a là que six sociétés et, si leur fusion constitue peut-être une utopie — ne fût-ce qu'en regard de la Ville de Paris — l'idée de donner leur rôle à la distribution (comme la Compagnie des Eaux) n'a rien, ce semble, d'in réalisable, une Société unique, analogue à celle des « Niagara Falls », se chargeant de produire et de leur fournir l'énergie électrique dans des sous-stations où elle serait transformée suivant le système de distribution adopté. De la sorte — et cela a son importance — on n'a pas à modifier les canalisations établies et qui, sans peu, vont devenir la propriété de la Ville.

Partons donc de cette donnée : il s'agit de remplacer une série d'usines d'une puissance totale de 40 000 kilowatts (et, par parenthèse, leur multiplicité y augmente le pourcentage des réserves) produisant par an 30 000 000 kilowatts utiles, relevés chez les abonnés, ce qui, avec un coefficient moyen d'utilisation de 60 p. 100 — Il est très variable selon les secteurs, les saisons, etc. — représente une production brute de 50 000 000 kilowatts-heure. Il est délicat de donner des indications sur le prix de revient, également très variable, du kilowatt-heure à l'usine.

On peut cependant, pour les usines dont le rôle principal est de fournir de l'éclairage, admettre qu'il se tient en moyenne entre 0,10 et 0,15. Admettons le chiffre de 0,125 qui ne tient naturellement compte ni des frais généraux ni des frais de distribution, ni des redondances municipales ni, bien entendu, des charges du capital. Il en résulte pour les dépenses d'exploitation un débours total qui excède 6 000 000 francs et sur lequel le charbon représente approximativement 2/3, soit 4 000 000 francs ou 130 000 tonnes à 140 000 tonnes environ en comptant le charbon rendu aux environs de 27 à 28 francs. Il est à noter à ce sujet :

1<sup>o</sup> Que les secteurs dont l'exploitation comporte des batteries-réservoirs consomment naturellement beaucoup moins de charbon par kilowatt, mais ont par contre d'autres charges du fait du coefficient d'utilisation et du rendement des accumulateurs ;

2<sup>o</sup> Que les usines hors Paris ne paient pas l'octroi (7 fr. 20) sur la houille, mais un supplément plus ou moins équivalent dans la redondance municipale ;

3<sup>o</sup> Que les mines dans Paris sont souvent obligées, au point de vue de la fumisité, de brûler des charbons plus chers, mais qui, par contre, ont une meilleure vaporisation.

On a tenu un compte approximatif de ces circonstances dans les moyennes ci-dessus.

## IV

Ainsi, le programme que nous envisageons est celui-ci :

1<sup>o</sup> Suppression — sauf exceptions motivées — de toutes les usines et sous-stations actuelles des secteurs de Paris ;

2<sup>o</sup> Par conséquent, vente de tout leur matériel et de tout ou partie de leurs terrains et immeubles, en ne conservant soit sur les mêmes terrains, soit en d'autres points plus judicieusement choisis, que des sous-stations, transformateurs statiques ou groupes redresseurs suivant les cas (1), dont les dépenses d'installations seront, cela n'est pas douteux, couvertes et bien au delà, par les ventes précitées ;

3<sup>o</sup> Alimentation exclusive soit par une usine à vapeur unique dans des conditions dont il va être question tout à l'heure, soit, si l'on peut recourir à des chutes d'eau, par un certain nombre (d'ailleurs aussi restreint que possible) d'usines hydrauliques ;

4<sup>o</sup> Transport de l'énergie par des lignes aériennes — ses points spéciaux — seuil 50 à 60 000 volts.

Ce programme d'ailleurs pourrait faire bien, dans vingt ans, être devenu retardataire et anti-économique. On ne devrait alors pas hésiter à l'abandonner franchement et à mettre la production industrielle au niveau des progrès de la science. En France on hésite malheureusement à faire les sacrifices nécessaires, et l'on continue à vivre sur des organisations administratives qui datent d'un siècle — avant les chemins de fer et l'électricité ! — et avec des installations industrielles qui ont presque la même antiquité. C'est la principale cause de l'impossibilité où nous nous trouvons pour battre contre les pays jeunes et spécialement contre les Etats-Unis.

Présentement — mais non pas peut-être dans l'avenir — il semble difficile de trouver dans un rayon pratique de Paris la puissance hydraulique nécessaire pour l'alimentation de tous les secteurs. Mais le jour — ce qu'envisagent déjà les Américains et notamment la Compagnie Westinghouse — où un transport de force à 300 kilomètres n'effrera pas en exploitation régulière, le bassin supérieur du Rhône et le Dauphiné fourniront au besoin toute l'énergie utile. Le kilowatt brut reviendra alors entre 0,065 et 0,01. Le prix au « Niagara Falls » est 0,065 — de sorte que même avec les charges du capital et du transport — on pourra arriver à Paris à un prix bien inférieur à celui ci-dessus indiqué de 0,125.

Mais laisons de côté ces éventualités de l'avenir. Limitons à 180 ou 200 kilomètres la distance de transport. Dans ce rayon se trouvent les bassins houillers du Pas-de-Calais et du Nord. Eh bien, il est facile de démontrer qu'une usine génératrice installée à la mine même peut envoyer

(1) Bien entendu, même en cas de redressement du courant, il faudra abaisser la tension au préalable dans les sous-stations.

à Paris du courant dans des conditions absolument économiques.

Admettons, d'après les chiffres ci-dessus et pour répondre aux besoins croissant d'année en année, que notre usine ait 100 000 kilowatts de puissance et soit composée de 20 turbines de 5000 kilowatts chacune; avec des turbines cette puissance n'a rien d'excessif si d'encombrement, et l'on pourrait même envisager le cas d'unités de 8 ou 10 000 kilowatts. La turbine à vapeur, cela semble bien acquis maintenant, est la machine de l'avenir, en attendant d'autres progrès et d'autres inventions. À puissance égale, elle coûte moins malais (fondations et bâtiments compris), et elle a aussi une meilleure consommation de vapeur en même temps qu'un rendement moins variable. La chaufferie comportera bien entendu toutes les installations reconnues économiques, économiseuses, chargement mécanique, etc. L'ensemble coûtera environ 30 millions, soit, amortissement compris, une charge de 100 000 par an.

Le charbon, à la mine, peut être obtenu entre 10 et 12 francs la tonne, d'autant que les cendres et scories, d'une évacuation si onéreuse à Paris, seront employées en remblai dans les galeries. Avec ces prix et d'après les chiffres constatés en Amérique dans des conditions analogues, le kilowatt-heure brut reviendra au plus à 0 fr. 40 (1).

Bien entendu, tant dans les machines que dans les transformateurs et sur la ligne, on s'arrangera toujours, par des manœuvres, pour travailler au voisinage de la pleine charge, c'est-à-dire dans des conditions absolument comparables à celles des usines de traction. Reste à examiner maintenant comment sera transmis ce courant ainsi produit à bas prix.

#### V

Le courant produit soit en monophasé soit en triphasé à une périodicité suffisante pour desservir des services d'éclairage — 40 périodes au moins — sera créé à une tension de 5000 volts par exemple. En Amérique on connaît couramment des alternateurs à des tensions plus élevées, mais, tout bien compensé, il n'y a pas à cela grand avantage économique. Au moyen de transformateurs statiques, il sera survolé au départ et porté à 50 000 volts par exemple. Au moyen de manœuvres convenables — nous insistons beaucoup sur ce point — on ne laissera jamais en charge que les transformateurs (des unités de 1 000 kilowatts) nécessaires pour fournir le débit demandé.

(1) Admettons, ce qui est excessif, que le charbon représente moitié du prix de revient à l'usine, et qu'en boîte 2 kilos, ce qui est plutôt fort élevé, par kilowatt-heure. La dépense de charbon serait 0,024 (à 12 francs la tonne) et la prix du kilowatt-heure 0,048. Les grandes usines américaines arrivent souvent à des chiffres plus bas.

La ligne sera africaine — condition sine qua non — et double, de façon à se mettre à l'abri de toute interruption totale. L'usine prévue ayant 100 000 kilowatts, si on admet 20 p. 100 de réserves, ce qui est très élevé, chaque ligne sera capable de transporter 30 000 kilowatts et comportera également une réserve de 20 p. 100. Précisons. L'usine aura à marcher, suivant les heures et les saisons, à 20 000, à 40 000, ..., à 80 000 kilowatts. Comme pour les transformateurs, on n'envoie le courant dans les divers câbles de chacune des deux lignes qu'en proportion du débit à fournir, les autres câbles (y compris, bien entendu, ceux de réserve) étant hors circuit. Cette observation est essentielle, mais appelle quelques explications, car on pourrait être tenté, pour diminuer la perte de charge, d'envoyer le courant à toute heure et en toute saison dans tous les conducteurs (sauf les réserves).

Ce serait une erreur, parce que, à l'arrivée, dans le réseau de distribution, la tension serait variable en la même proportion — à moins de recourir à des artifices coûteux — d'où mauvais éclairage, mauvaise marche des moteurs, etc. En Amérique, on évite à la fois cet inconvenienc et les manœuvres dont nous parlons en limitant en général à 8 p. 100 la perte dans les câbles de haute tension, ce qui limite à un pourcentage admissible les variations de tension dans le secondaire. Évidemment cette solution peut être admise; c'est une question de calculs — approximatifs — à faire en tenant compte du prix de revient du kilowatt-heure au départ, du prix de la ligne de transport (1), des conditions d'utilisation, etc. Nous croyons qu'en général et moyennant la marche ci-dessus indiquée — régime aussi constant que possible (2) pour chaque génératrice, pour chaque transformateur, pour chaque câble, pour chaque réceptrice — on a intérêt à accepter une certaine perte de charge en ligne; nous avons admis 20 p. 100 dans les calculs ci-après.

Examינons, avant de donner ces calculs, les objections de principe que l'on peut formuler:

1<sup>e</sup> Emploi de très hautes tensions (50 000 volts). Pour l'homme et les animaux, le danger est, on peut le dire, le même, qu'il s'agisse de 2000 volts ou de 100 000 volts. On n'a donc nullement à redouter — à ce point de vue — un refus d'autorisations administratives, d'autant que les canalisations africaines à 20 ou 25 000 volts commencent à ne plus manquer en France;

2<sup>e</sup> Parcours à suivre. Évidemment on s'écartera systématiquement des villes, villages, voire même des habitations. La loi sur les transports d'énergie, qui fixera bien sans doute par écrit voies, permettra de lever les difficultés administratives et les obstacles, s'il s'en présente. Le plus rationnel paraît de se placer parallèlement aux

(1) Et, par conséquent, au-delà du cours du cuivre.

(2) Constant et aussi près que possible de la pleine charge.

routes, mais non, bien entendu, à proximité immédiate;

3<sup>e</sup> Accidents à réduire et par conséquent précautions à prendre. Les accidents en question sont d'ordre mécanique ou électrique. Les premiers se réduisent à peu près à des ruptures de câbles, ce qui, au fond, est peu probable, si par un rapprochement convenable des poteaux on évite d'imposer au cuivre, ou, plus généralement, au métal employé, des effets de traction trop élevés. On atténuerà les inconvenients de ces chutes de fil au moyen de dispositions prises à assurer leur mise à la terre immédiate. On étiendra bien entendu le voisinage des arbres et par conséquent les dangers provenant de leur chute. Quant aux renversements de poteaux par des tempêtes, il ne semble guère qu'on ait à s'en préoccuper, étant donné la faible prise offerte en vent, si l'installation est faite avec des soins suffisants et non avec un souci maladroit de l'économie.

Les accidents d'ordre électrique sont plus vraisemblables: contact entre deux câbles par le fait du vent, bris d'isolateurs, corps plus ou moins conducteurs venant relier deux câbles, décharges disruptives, corps de feuille, dépôts de givre (1), etc. Ou a vu des chasseurs — rentrant bredouilles peut-être — prendre les isolateurs comme cibles; on a vu, dans le cas de fils insuffisamment espacés, de grands oiseaux faire courts-circuits avec leurs ailes... À toutes ces éventualités, l'industrie électrique a trouvé des remèdes, sinon absolus, du moins assez beaucoup leurs probabilités. Mais, en somme, il ne faut pas perdre de vue que, d'une façon à peu près générale, des accidents de ce genre ne peuvent guère avoir de conséquences graves le long de la ligne; c'est dans les mines et sous-stations que s'exerce leur répercussion, et là les mesures préventives prises et l'expérience du personnel permettent d'en envisager sans crainte excessive l'éventualité.

Il ne semble donc pas qu'on ait à opposer aucune fin de non-recevoir *a priori* à l'établissement de lignes aériennes à haute tension entre les bassins houillers du Pas-de-Calais ou du Nord et Paris. Un fait d'ailleurs domine tout: c'est que des semblables transports d'énergie existent depuis des années, sans inconvenients, en Amérique, c'est-à-dire avec un climat autrement extrême que le nôtre.

#### VI

Arrivons aux évaluations. On les donnera dans deux hypothèses: emploi du courant monophasé, emploi du courant triphasé. Comme il a été dit ci-dessus, on a admis les données suivantes pour chacune des deux lignes distinctes prévues:

Puissance à transmettre . . . . .	53600 kilowatts.
[C'est-à-dire en fait 48000 à 50% en raison de la ligne constituant réserve].	
Voltage au départ . . . . .	60000 volts.
Voltage à l'arrivée (maximum) . . .	18000 —
Perle [maximum] en ligne . . . . .	20 p. 100.
Espacement moyen des poteaux [installés] . . . . .	50 mètres.
Prix unitaire par tonne de cuivre :	
— par poteau scellé . . . . .	264 francs.
— par isolateur (avec console) . . . . .	500 —
Prix unitaire par kilomètre de pose de ligne . . . . .	560 —

Ce dernier prix a été établi en admettant qu'une équipe de 6 hommes peut poser par jour une ligne de 100 mètres à 6 conducteurs (nombre qui va être justifié tout à l'heure). Tous les prix ci-dessus sont d'ailleurs larges.

Cela dit, si, par les formules connues on calcule la section à donner à chaque ligne, en fixant à 0,9 le facteur de puissance, on trouve:

Pour le transport en monophasé, 600 millimètres carrés, soit 1200 millimètres carrés pour l'ensemble des conducteurs aller et retour;

Pour le transport en triphasé, 300 millimètres carrés par fil, soit 900 millimètres carrés pour l'ensemble des trois conducteurs.

Ce dernier résultat justifie d'ailleurs le principe habituellement admis — et qui tendent à contester de récents travaux — que: « Pour une même distance, un même rendement et une même tension entre les fils de ligne pris deux à deux, le système triphasé occasionne une économie de 25 p. 100 sur le poids du cuivre immobilisé. »

On adoptera — cela n'a évidemment rien d'obligatoire — la section-type de 150 millimètres carrés pour chaque conducteur dans l'un comme dans l'autre cas. La ligne monophasée comprendra donc 8 conducteurs, et la ligne triphasée 6 conducteurs. L'ensemble des deux lignes comprendra par suite 16 ou 12 conducteurs, dont 4 ou 3 en réserve, ce qui représente un pourcentage de 25 p. 100. Le diamètre de semblables conducteurs ne sera que d'un peu moins de 14 millimètres. Si l'on adopte la section de 300 millimètres carrés, ce qui est plus économique, on arrive à un diamètre de près de 20 millimètres, ce qui est encore admissible. Ces gros conducteurs semblent toutefois à écarter et, au point de vue de l'exploitation, malgré la dépense supplémentaire qui en résulte, il vaudrait peut-être mieux descendre aux environs de 180 ou 150 millimètres carrés, de façon à réaliser plus aisément la marche à régime constant ci-dessus préconisée.

Le poids de cuivre de chaque ligne serait, par kilomètre, de 11230 kilos (ou environ 22500 francs) en monophasé et de 8422<sup>1/2</sup> (ou environ 17000 francs) en triphasé.

(1) Ceux-ci peuvent d'ailleurs causer des ruptures.

Dès lors, le devis des lignes de transport s'établit comme suit : monophasé pour chaque ligne :

	France.
Câble : 22500 fr. par kil. × 280 = . . . . .	4500000
Poteaux : 500 fr. l'un × 8000 = . . . . .	4000000
Isolateurs : 5 fr. × 8 × 8000 = . . . . .	3200000
Pass de la ligne : 280 fr. × 280 kil. = . . . . .	784000
Somme à valeur pour travaux divers, indemnités éventuelles, surveillance, etc., 12 à 15 p. 100 . . . . .	768000
Total. . . . .	<u>13088000</u>

Soit pour l'ensemble des deux lignes . . . . .

Triphasé — pour chaque ligne :

	France.
Câble : 47000 fr. par kil. × 280 = . . . . .	13180000
Poteaux comme ci-dessus . . . . .	5800000
Isolateurs : 5 fr. × 6 × 8000 = . . . . .	2400000
Pass de la ligne : comme ci-dessus . . . . .	1900000
Somme à valeur pour travaux divers, indemnités éventuelles, surveillance, etc., 16 p. 100 . . . . .	480000
Total. . . . .	<u>20480000</u>

Soit pour l'ensemble des deux lignes . . . . .

Einsi il faut compter les transformateurs : 600000 kilowatts au départ pour surveiller, autant à l'arrivée (ou à peu près) pour dévoyer. Avec les unités de 1000 kilowatts prévues, le prix par kilowatt de puissance n'excéderait pas, au maximum, 30 ou 40 francs, soit pour les 200000 kilowatts, 6 ou 8 millions. C'est une dépense qui semble pouvoir être largement compensée par la réalisation de tout l'actif immobilier des secteurs (usines, sous-stations, accumulateurs, etc.), cet actif étant chargé de pourvoir simplement à la création des stations réceptrices tant en ce qui concerne les distributions alternatives où il suffira de transformateurs qu'en ce qui concerne les distributions continues où il faudra transformateurs et groupes redresseurs. On ne portera donc cet élément que pour mémoire, et la dépense totale de premier établissement de la solution que nous préconisons se trouve, en admettant la solution triphasée, chiffrée à 40 millions de francs, dont 30 pour l'usine et 10 pour la ligne.

## VII

Passons aux dépenses d'exploitation. Nous tablons, en exceptant le développement inévitable de l'électricité et la suppression — que permettra l'abaissement du prix de production — des installations privées surannées, sur une production totale à l'usine de 80000000 kilowatts-heure par an avec une utilisation chez les abonnés de 80000000 kilowatts-heure, soit 90 p. 100. Cet état de 90 p. 100 tient largement compte des pertes dans la ligne H. T. limitée au maximum de 20 p. 100 et des rendements des transformateurs et sous-stations, puisqu'on y marchera toujours au voisinage de la pleine charge.

Le kilowatt-heure au départ coûtera au maximum 0 fr. 05.

L'usine génératrice sera amortie à raison de 10 p. 100 par an, ce qui est large, et ce qui permet d'imputer sur les 3 millions de francs correspondants les quelques remplacements de transformateurs qu'on pourra avoir à effectuer.

La ligne peut imposer un amortissement en vingt ans, soit, à 4 p. 100, un peu moins de 7 1/2 p. 100. On compensera 10 p. 100 en comprenant dans la somme de 6 million de francs ainsi obtenue l'entretien de la ligne qui devra naturellement être visitée tous les jours de bout en bout, mais où les fuites ne porteront guère que sur des remplacements d'isolateurs.

Ces charges représentent donc par kilowatt-heure produit :

Pour l'amortissement de l'usine, 0 fr. 0375;

Pour l'amortissement et l'entretien de la ligne, 0 fr. 0125.

Soit ensemble : 0 fr. 05.

On trouverait 0 fr. 05 en se référant au kilowatt-heure rendu.

Par conséquent, le mode de production actuel conduisant respectivement aux prix d'environ 0 fr. 125 et 0 fr. 20 pour le kilowatt-heure produit et rendu — non compris aucunes charges d'amortissement (industriel ou financier, comme on voudra), de distribution, de frais généraux ni de redépenses à la Ville, — le nouveau mode de production permettrait de substituer à ces chiffres ceux de 0 fr. 0625 et 0 fr. 10, c'est-à-dire de réaliser une économie de 50 p. 100. Que si l'on veut même amortir l'usine, on n'arrive encore qu'à 0 fr. 10 et 0 fr. 15. Or de semblables écarts, pour 80000000 kilowatts-heure à produire par an, représentent une économie annuelle de 3 milliards de francs bien supérieure, en somme, aux aléas qui peuvent comporter des évaluations de ce genre.

Il ne faudrait pas voir cependant, dans une telle organisation, le moyen d'abaisser le prix de vente du kilowatt-heure à Paris aux tarifs que commencent à préconiser soit dans la Presse, soit auprès du Conseil municipal, des personnalités qui n'ont aucune notion des charges gravant une pareille industrie, ou qui ne voient qu'une affaire financière à faire. Ces charges, c'est uniquement par la modification dans un sens rationnel des clauses imposées aux secteurs que l'on peut arriver à les atténuer. C'est donc à peu près exclusivement de l'Administration municipale que dépend l'abaissement du prix de l'électricité à Paris. En fait, la concentration de la production dans une usine unique sur les principes ci-dessus exposés ne permet, dans le prix du kilowatt-heure distribué, qu'un abaissement de 0 fr. 10.

## VIII

En résumé, voici l'organisation qui nous semble rationnelle à Paris pour la distribution de l'énergie électrique :  
1<sup>re</sup> Révision des cahiers des charges des secteurs en

leur accordant notamment le temps indispensable pour toute affaire industrielle ;

2<sup>e</sup> Réduction du rôle des compagnies à un service de distribution comme pour la Compagnie des Eaux ;

3<sup>e</sup> Suppression de toutes les usines actuelles à remplacer en des points convenables par des sous-stations de transformateurs [avec ou sans groupes redresseurs] ;

4<sup>e</sup> Centralisation de la production dans une usine unique à très grosses unités marchant toujours à pleine charge (comme les sous-stations) et transport de l'énergie à haute tension. Cette usine — faute de puissances hydrauliques à une distance convenable de Paris — serait installée dans les bassins houillers mêmes du Nord de la France, à moins que, au lieu de la turbine à vapeur prévue, on ne puisse recourir à la turbine à gaz ou à vapeur d'essence, ce qui supprimerait les générateurs et permettrait de rester dans un court rayon de Paris.

Il y a quelque chance pour que ces idées ne comportent, en France, aucune suite. C'est là cependant qu'est l'avvenir, nous en sommes convaincu, et il serait digne de nos grandes Compagnies industrielles de le comprendre et de s'atteler à la réalisation de ce programme.

CH. DE TAVERNIER.



576,2

## BIOLOGIE

### L'activité chimique du protoplasma.

MOLAIRES ET MOLECULAIRES [1].

La vie est un phénomène chimique, c'est-à-dire que les seuls caractères essentiels par lesquels une action vitale diffère d'une manifestation de l'activité de la matière brute sont relatifs à des destructions et des constructions d'édifices moléculaires. Cette vérité, toute la biologie nous la prouvera de mille manières; il vaut donc mieux l'énoncer en commençant, de manière qu'elle prenne la première place dans l'esprit de ceux qui se lanceront à l'étude des êtres vivants.

Mais une réaction chimique n'est pas quelque chose d'isolé et ne se produit que dans certaines conditions. dont la réalisation peut être liée à des particularités d'ordre physique (chaleur, électricité, lumière, etc.); de plus, elle s'accompagne toujours de phénomènes accessoires qui servent également du domaine de la chimie (chaleur, mouvement, etc.). Ceci est vrai surtout pour les réactions des matières vivantes, à cause de l'état très spécial de ce qui représente la solution de ces matières dans l'eau. La vie est aquatique, mais les matières vivantes ne se dissolvent pas comme du sel marin.

[1] Extrait d'un nouvel ouvrage de M. Félix Le Danec, *Traité de Biologie*, qui paraîtra prochainement à la Librairie Alcan.

Lorsqu'on étudie l'action de l'acide chlorhydrique sur l'anisole d'argent, par exemple, on met en contact intime deux solutions homogènes de ces deux substances; il y a mélange parfait et, au chaque point de ce mélange, les deux réactifs se trouvent juxtaposés de manière à pouvoir s'influencer l'un l'autre. Les conditions sont entièrement différentes quand il s'agit de corps vivants. On ne peut dire, en effet, que ces corps soient solubles dans l'eau, leur matière active prend au contraire, à l'état d'activité chimique dans un milieu convenable, un aspect qui l'on peut comparer à celui des liquides visqueux. C'est ce fait que l'on exprime en disant que tous les êtres dotés de vie se composent essentiellement d'une substance visqueuse, appelée protoplasma. En réalité, il y a autant de protoplastas que d'espèces vivantes, mais l'état de plasma colloïde est commun à toutes les matières vivantes en activité vitale.

Ce plasma colloïde n'est pas homogène; sa structure a été étudiée au microscope par de nombreux savants, et Bötschli, en particulier, s'est ingénier à reproduire cette structure au moyen de matières non vivantes; de telles recherches ne présentent qu'un intérêt secondaire, car elles nous renseignent seulement sur l'état protoplasmique et non sur la nature même des substances actives qui se présentent à nous sous cet état.

Une conséquence fort importante de la viscosité des matières vivantes est qu'elles messe quelquefois de ces matières à une forme dans l'eau, tandis qu'une substance fraîchement soluble remplit toujours, peil à peil, par diffusion, le vase de dimensions moyennes dans lequel elle est dissoute. Donc, quand nous étudierons un corps vivant quelconque, comme nous avons l'habitude de nous servir surtout de l'observation visuelle, nous serons toujours frappés d'abord par la forme, par le contour apparaissant de ce corps, et nous attacherons naturellement à cette forme une importance capitale; nous aurons une tendance fort compréhensible à rapprocher les uns des autres les êtres dotés de formes analogues.

Toute autre serait la tendance d'un observateur dépourvu d'yeux et qui ne connaîtrait les objets que par leur goût ou leur odeur. Il serait prévenu directement de particularités inhérentes à la nature chimique des objets étudiés et il les classerait sans se préoccuper de leur forme.

Ces deux tendances existent, plus ou moins développées chez tous les naturalistes; mais elles ne les conduisent pas le plus souvent à des résultats contradictoires, parce qu'il existe (soit allons le prévoir immédiatement et nous en donnerons ensuite une démonstration expérimentale) un parallélisme fort intéressant entre la forme et la nature chimique des corps vivants.

Considérons, dans l'eau, une substance visqueuse inerte, au repos. Elle a une forme; elle est en équilibre dans les conditions ambiantes. Déterminons une agila-

tion de l'eau, un tourbillon; la matière visqueuse se déformera, obéira au mouvement du liquide qui l'enfouira et, si ce mouvement tourbillonnaire reste longtemps semblable à lui-même, le corps visqueux pourra adapter une forme nouvelle, adéquate aux conditions nouvelles; il perdra d'ailleurs cette forme quand le mouvement cessera. En résumé, la forme d'un liquide visqueux résulte des conditions mécaniques réalisées autour de lui.

Un morceau de protoplasma vivant que nous observerons dans une goutte d'eau tranquille nous paraît au repos dans un liquide au repos, et c'est là une illusion des plus dangereuses pour l'appréciation réelle des faits. Cette masse de substance vivante est en effet, par cela même qu'elle est vivante, le siège de réactions chimiques incessantes, mais ces réactions sont incapables de frapper directement nos yeux: elles sont invisibles; c'est pourquoi nous ne pensons pas qu'elles existent; or elles dominent toutes les manifestations vitales.

Si une masse de substance visqueuse, chimiquement inattaquable par les matières dissoutes dans un liquide aqueux, était plongée dans ce liquide aqueux, il s'établirait entre la masse visqueuse et le milieu ambiant un régime d'échanges osmotiques qui aurait une durée finie. La chimie physique étudie la nature et les conditions de ces échanges.

Au bout de quelque temps, un certain état d'équilibre serait réalisé et tout échange cesserait; nous trouverons un exemple grossier de ce cas dans la fabrication des cerises à l'eau-de-vie; on plonge dans un mélange d'eau, d'alcool et de sucre, des cerises qui contiennent elles-mêmes divers principes diffusibles; pendant un certain temps il se fait des échanges osmotiques entre l'intérieur et l'extérieur de ces fruits et chacun a pu remarquer en particulier que la teneur en alcool des cerises immersées varie avec la durée de l'immersion. Cet exemple familier n'est d'ailleurs pas parfait, car il n'y a pas repos chimique à l'intérieur de la cerise; on peut cependant considérer pratiquement, que, au bout d'un certain temps, l'équilibre osmotique est obtenu et que les mouvements cessent. Le repos a lieu quand il existe un certain rapport entre les teneurs de l'eau et de la cerise, quant aux substances diffusibles.

Il n'en est pas de même dans le cas d'un morceau de protoplasma vivant. Entre sa substance et l'eau ambante s'établissent, comme pour les cerises à l'eau-de-vie, des échanges osmotiques. Telle matière passe de l'eau dans le protoplasma, telle autre du protoplasma dans l'eau, mais contrairement à ce qui se produisait dans le cas précédent, l'équilibre ne peut pas résulter de ces échanges tant que le protoplasma vit, à cause des réactions chimiques qui se produisent sans cesse dans son sein. Ces réactions chimiques ont précisément pour objectif les matières solubles ayant pénétré par osmose dans la masse visqueuse considérée, et elles produisent en outre certaines matières solubles capables de diffuser à l'extérieur vers

le liquide ambiant. Donc, pas d'équilibre possible, les réactions chimiques détruisant cet équilibre au fur et à mesure que l'osmose tend à le réaliser; et l'on peut dire, par conséquent, que les réactions chimiques incessantes entretiennent constamment un mouvement d'échanges osmotiques entre le protoplasma et le milieu.

L'observation directe ne nous permet pas de constater ce mouvement d'échanges: il n'est pas visible, mais nous en remarquons les conséquences (savoir, les manifestations extérieures de l'activité des êtres vivants), et précisément ces conséquences nous paraissent mystérieuses parce que nous oublions trop souvent l'existence du mouvement caché qui se produit sans cesse dans des corps en repos apparent.

Arrêtons-nous un instant à l'étude de ce double courant qui ne peut manquer d'exister entre un corps vivant et le milieu qui le baigne. Quoique les masses isolées de protoplasma soient de dimensions fort restreintes, elles sont cependant très volumineuses par rapport aux molécules chimiques; le double courant dont nous nous occupons met donc en mouvement des masses liquides beaucoup plus considérables que des molécules, ou, si l'on veut, un grand nombre de molécules à la fois; nous dirons que ce mouvement est un mouvement moléculaire (de masse, masse).

Et ce mouvement moléculaire qui casserait bien vite, nous l'avons vu, dans un corps au repos chimique, par suite de la réalisation de l'équilibre osmotique, continue indéfiniment dans le protoplasma vivant à cause de l'activité chimique intarrompue qui a son siège dans sessein. Or l'activité chimique c'est, par définition, une destruction ou une construction d'édifices moléculaires; il y a bien là mouvement aussi, mais nous pouvons appeler ce mouvement mouvement moléculaire ou chimique, par opposition avec le mouvement isolé qui entraîne un grand nombre de molécules à la fois.

Ces définitions admises, nous pouvons traduire comme il suit les remarques précédemment exposées: le mouvement moléculaire qui se produit incessamment dans un protoplasma vivant entretient un mouvement moléculaire d'échanges entre le protoplasma et le milieu; et, réciproquement, le mouvement moléculaire d'échanges, qui existe entre le protoplasma et le milieu, entretient le mouvement moléculaire intraprotoplasmique en fourrassant des aliments à son activité, car il est évident que des réactions chimiques ne peuvent continuer indéfiniment sans apport de substance nouvelle.

Ainsi donc nous nous trouvons immédiatement en présence de deux mouvements d'ordre essentiellement différent et tels que chacun d'eux est indispensable à l'entretien de l'autre. Presque toutes les difficultés de la biologie tiendront dans l'existence de ces deux sorts de mouvements indissolublement liés, et quand j'affirme, en commençant, que la vie est un phénomène chimique, je devais insister comme je viens de le faire sur l'impos-

sibilité, dans l'économie, d'une manifestation chimique débarrassée de phénomènes accessoires et étrangers.

Il ne manque pas, dans la nature brute, d'exemples d'une telle transformation d'une activité moléculaire en activité molaire. Ces exemples sont, au contraire, tellement nombreux qu'on ne sait lequel choisir. La combustion de la poudre, mouvement moléculaire, détermine le déplacement du projectile, mouvement molaire. Le morceau de sodium qui brûle sur l'eau, mouvement moléculaire, entraîne par suite de sa combustion même, des voyages imprévus à la surface du liquide, mouvement molaire, etc.

Un exemple spécial d'une telle transformation mérite cependant d'être étudié à part, d'abord parce qu'il nous montre un mouvement d'apparence spontanée dans la matière brute, mouvement qui a naturellement été comparé d'abord à celui des êtres vivants, ensuite, parce qu'il nous permet de généraliser la notion de l'illusion du repos, illusion si dangereuse déjà pour l'étude des phénomènes vitaux. Je veux parler du mouvement béninum.

Le repos apparent n'existe que pour les portions de corps que nous pouvons distinguer à l'œil nu ; le microscope nous montre que, lorsque nous arrivons aux millièmes de millimètre, il y a, dans les liquides, une agitation permanente et non le repos absolu que l'on supposait y exister.

La théorie cinétique nous explique ce phénomène dans ses traits essentiels. Imaginons pour un moment qu'une particule solide en suspension dans l'eau ait des dimensions comparables à celles d'une molécule d'eau. Cette particule se trouvera ainsi en relation avec un petit nombre de molécules animées de vitesses de plusieurs centaines de mètres par seconde ; sans cause heurtée par celles-ci, elle doit nécessairement se mouvoir en tous sens, d'une manière irrégulière, suivant le hasard de ses rencontres avec les molécules qui l'entourent, et la rapidité de ses mouvements sera comparable à celle des mouvements moléculaires. C'est bien là le mouvement brownien, mais, dans le cas idéal que nous avons considéré (en supposant que la particule ait des dimensions comparables à celles d'une molécule d'eau), sa vitesse et son intensité seraient incomparables plus grandes que dans le phénomène réel. Si maintenant la particule est très grande vis-à-vis des dimensions moléculaires, elle sera, en relation à chaque instant avec un grand nombre de molécules ; les effets de celle-ci n'étant pas en général de même sens, se contrarient et se neutralisent en partie ; de plus, la masse à mouvoir étant bien plus grande, le mouvement doit se produire de même que tout à l'heure, mais sur une échelle très réduite... Les vitesses que nous observons dans le mouvement brownien sont de quelques millièmes de millimètre par secondes... On doit en conclure que les plus petites particules que nous pouvons observer au microscope sont

encore bien grande vis-à-vis des dimensions des molécules.

Voilà donc un cas dans lequel, en dehors même de toute réaction chimique, des mouvements moléculaires déterminent un mouvement molaire, savoir : celui de particules solides visibles au microscope et plongées dans un liquide en repos apparent.

Dans le protoplasma vivant, le mouvement molaire qui résulte des réactions moléculaires internes et qui, en même temps, entretient ces relations, est un mouvement d'échanges osmotiques avec le milieu, savoir : entrée de substances utilisées dans les réactions, sortie de substances solubles résultant des réactions. Ce mouvement nous échappe, du moins quand nous ne nous servons que de l'observation directe, mais il a des conséquences de deux natures, et toutes deux fort importantes au point de vue de l'aspect des phénomènes vitaux : 1<sup>e</sup> il donne une forme à la masse protoplasmique ; 2<sup>e</sup> il peut se traduire par un déplacement d'ensemble de cette masse dans le milieu.

FÉLIX LE DANTEC.

## CAUSERIE BIBLIOGRAPHIQUE

*L'Hypnotisme et la Suggestion*, par J. GRASSET. — Un vol. de la Bibliothèque de psychologie expérimentale; Paris, Boiv. 1908. — Prix : 4 francs.

Certes on a beaucoup écrit sur l'hypnotisme et la suggestion, dans ces vingt dernières années ; mais il serait imprudent d'affirmer qu'il n'y a plus rien à dire sur cette question, parce qu'elle est entrée dans le domaine de la psychologie et de la médecine classique.

Dans l'ouvrage qu'il vient d'écrire sur le sujet, M. Grasset a tenté de faire ce qu'il considère comme une « synthèse psychologique » de l'hypnotisme. Voici quelle est l'idée directrice :

L'auteur pense qu'on ne peut plus aujourd'hui considérer en bloc l'ensemble des fonctions psychiques ou articulées, et qu'il est indispensable d'appliquer à l'étude des états de ce genre la distinction, aujourd'hui classique, du psychisme supérieur et du psychisme inférieur ou automatique.

L'automatisme le plus élevé n'a pas son centre dans les groupes de neurones mésocéphaliques et basilaires. Il y a un automatisme supérieur, psychique, qui, comme le psychisme entier, a son centre dans l'écorce cérébrale.

Les deux psychismes, supérieur et inférieur, normalement associés dans une collaboration intime et inextirpable, peuvent être aussi parfois dissociés et ces états de dissociation plus ou moins complète (physiologique, extra-physiologique ou pathologique) servent admirablement à l'étude de l'activité propre du psychisme inférieur ou automatisme supérieur (que l'auteur nomme, en raison d'un schéma anatomique, l'activité polygone.)

Or l'hypnotisme appartient à ce groupe des états de dissociation suspégiogène, qui reposent de la psychologie ainsi comprise et qui lui communiquent aussi et lui ajoutent d'importantes clartés.

M. Grasset part toujours de la conception de l'école de Nancy, qui caractérise l'hypnose uniquement par l'état de suggestibilité; mais, contrairement aux disciples de cette école, il n'admet pas l'opinion d'après laquelle la suggestion engloberait toute influence d'un psychisme sur un autre ou sur lui-même.

Pour lui, il y a bien un hypnotisme. L'hypnose n'est pas le sommeil naturel, il a ses caractères psychologiques propres et certaines symptômes indépendants de toute suggestion. Tout le monde n'est pas hypnotisable et tout le monde dort, et, si on peut doancer des suggestions vraies à certains dormeurs, c'est à condition de transformer d'abord leur sommeil en hypnose. Pour suggestionner véritablement un sujet en état de veille, il faut d'abord le mettre en hypnose partielle...

La suggestion vraie, comme certains autres états psychiques, fait l'irresponsabilité du sujet, tandis que bien d'autres états psychiques plus ou moins voisins, mobiles d'actes, expliquent simplement cet acte sans l'excuser ou atténuer tout au plus la responsabilité de son auteur.

Il ne faut donc pas, pour M. Grasset, désigner la thérapie suggestive à l'action psychologique, dont elle n'est qu'un chapitre. En tous cas elle n'est applicable, dans un but médical, qu'à des malades ou à des animaux. Les applications de la suggestion à la païenculture rentrent dans la pédiatrie et non dans la pédagogie.

On ne se mélie pas en effet assez du raisonnement, très employé aujourd'hui en biologie, en vertu duquel on identifie des types extrêmes, pourvu qu'il existe entre eux une série de types intermédiaires pouvant servir de transition. Ceci peut prouver des analogies, mais ne prouve pas l'identité. Sans faire de sante, la nature fait cependant des types divers.

C'est ainsi qu'il ne faut confondre la suggestion vraie ni avec l'enseignement, ni avec l'entraînement grégaire, l'instinct ou la passion.

Par cet aperçu, on jugera de l'esprit dans lequel est exposée la question aujourd'hui banale de l'hypnotisme. Le point de vue de l'auteur n'est sans doute pas absolument original, mais son développement est précis et intéressant, et aura l'avantage de nettement fixer les positions d'au moins deux des écoles qui se partagent le terrain théorique de l'hypnotisme.

L'Istituto familiare nelle società primordiali, par M. GIOVANNI AMBONI-VISCHI. — Un vol. in-8° de 266 pages; Bari, Giac-Letton, 1922. — Prix : 3 fr. 20.

L'esprit de critique scientifique qui caractérise la société actuelle n'a pas hésité à mettre en discussion les deux éléments fondamentaux, les deux faits qui constituent l'essence même de la société : la propriété individuelle hérititaire et la famille monogame. Le collectivisme déclare ces deux institutions artificielles, non naturelles et annonce que, par la force même des choses,

elles doivent, tôt ou tard, disparaître et être remplacées par des institutions plus rationnelles.

L'auteur s'élève contre cette prétention; étudiant les sociétés primitives, il montre que l'homme a commencé à exercer un droit de propriété plus ou moins exclusif sur la femme, puis qu'il a étendu ce droit à toutes choses en commençant par celles qu'il avait fabriquées. Depuis l'époque où l'unique propriété était la femme, la propriété et la famille ont subi une évolution parallèle. L'une influant sur l'autre, de sorte qu'aujourd'hui une réforme radicale de l'une ne peut pas ne pas s'étendre à l'autre, directement ou indirectement. Toute l'histoire du passé n'est que l'affirmation du principe individuel; la tendance individualiste, parce que biologiquement naturelle et socialement utile, doit toujours avoir un certain rôle; la sociologie le démontre et dit: Dans l'évolution de la famille, les caractères fondamentaux vont en s'atténuant; le « matriarcat » et le « patriarcat » (comme critérium de la détermination de la parenté), la famille communautaire du clan et la famille individuelle subséquente, le polygamie et la monogamie se succèdent suivant les circonstances, « mais toutes ces formes sont d'importance secondaire en face du fait fondamental et général du temps et de l'espace, la soumission de la femme à l'homme ».

Si l'appropriation individuelle n'existe pas dans le premier état de l'évolution humaine, c'est que le communisme était une condition d'existence: l'homme ne pouvait battre seul en raison de la quasi-nécessité de ses moyens, et l'association était nécessaire pour obtenir des résultats pratiques irréalisables autrement. De la production en commun (chasse et pêche) dérivait naturellement la consommation en commun; mais quand l'homme a commencé à dominer, le besoin de la solidarité s'est effacé et la propriété individuelle, répondant à la nature de l'homme, s'est développée et maintenue. Depuis, propriété et famille sont transformées selon une finalité qui cherche à concilier l'intérêt individuel et l'intérêt social.

Telles sont les idées générales exposées par M. Amador Virgili, dont l'ouvrage n'est — j'ainsi qu'il le déclare lui-même — si une compilation qu'un traité, mais plutôt un essai d'exposé des lignes générales de la question.

More Letters of Charles Darwin, a Record of his Work in a Series of hitherto unpublished Letters, par MM. FRANCIS DARWIN et A.-C. SEWARD. — Deux vol. in-8° de 494 et 288 pages; J. Murray, Londres. — Prix : 32 shillings.

Dans ces deux beaux volumes (qui sont pourvus de plusieurs illustrations fort intéressantes, depuis un charmant dessin représentant Darwin enfant, avec sa sœur Catharine, jusqu'aux photographies de Darwin dans sa vieillesse, avec celles de ses principaux amis et correspondants aussi), dans ces deux beaux volumes que MM. Francis Darwin et A. C. Seward offrent en régal au monde des naturalistes, nous avons une série de lettres jusqu'ici inédites, et rien que des lettres, accompagnées, au bas de la page, de quelques commentaires et notes. Le travail des auteurs a consisté à trier les lettres, à les

classer et à les annexer quand la chose était nécessaire. Ces deux volumes, toutefois, ne contiennent pas toute la correspondance de Darwin ; il reste des matériaux qui verront peut-être le jour plus tard. Il a paru que, pour le présent, les mille pages que voici devraient suffire. Elles nous feront prendre patience, sans doute ; mais pour un temps seulement, car elles sont pleines d'intérêt, ces lettres, pour l'histoire des idées de Darwin, et pour celle de la grande évolution scientifique du xix<sup>e</sup> siècle ; elles sont aussi pleines de grâce et de charme. Car ceci caractérise Darwin qu'il était aussi grand par le caractère que par l'intelligence, qu'il était aussi aimable qu'admirable.

Les lettres qui sont maintenant publiées sont classées par ordre chronologique, et par ordre de matières à la fois. La matière, c'est le sujet dont s'occupait Darwin. Et on sait qu'il a beaucoup varié. Les questions qui ont intéressé le grand naturaliste ont été fort différentes. Voici, du reste, le plan adopté. Question générale de l'évolution : quatre chapitres, concernant la période 1844-1882. Questions de la distribution géographique : deux chapitres (même période). Questions de la descendance de l'homme : un chapitre (1844-1882), traitant de la descendance, de la sélection sexuelle et de l'expression des émotions. Géologie : un chapitre, avec correspondance relative aux volcans, à l'action des glaces, aux révoltes magmatiques, à l'action des vagues de terre, etc.

Botanique, deux chapitres. Enfin, « Varia », un chapitre. Chaque lettre indique l'humeur, les habitudes, ou l'enthousiasme du naturaliste ; ou voit où il en était, dans sa pensée, quels obstacles l'embarrassaient, quels renseignements il cherchait à se procurer ; bref, c'est l'histoire, au jour le jour, de ses livres et de sa pensée. Cela ne se résume pas, il faut tout lire.

On lira avec un plaisir tout particulier quelques pages intimes, quelques pages concernant l'homme seul, et non le savant. Trois pages d'autobiographie écrites en 1838, et retrouvées par hasard dans des papiers, paraîtront bien courtes. Darwin y relate des souvenirs d'enfance, et commençant par la localisation du souvenir le plus ancien dont il a gardé la conscience : ce souvenir date d'avant la quatrième année. Quelques lettres de jeunesse complètent dans une certaine mesure les indications déjà données par Francis Darwin dans *La vie et la correspondance de C. Darwin* ; quelques autres se rapportent à l'époque du voyage autour du monde. Il y a une lettre de Darwin à sa fiancée — écrit le lendemain des fiançailles. Mais, — et qui ne comprendrait cette réserve ? — les auteurs de *More Letters* n'ont pas cru devoir publier autre chose de la correspondance intime. Ces violations de correspondance se font dans le monde littéraire : elles ne sont pas entrées dans les mœurs du monde scientifique. Et cela est fort bien. A cette lettre unique a été ajoutée une demi-page fort belle adressée à ses fils, sur leur mère et le rôle qu'elle a joué dans la vie du naturaliste. Tout le reste se rapporte à la science. Mais au cours de cette correspondance, les passages abondent qui font apercevoir l'homme derrière le savant, et le font aimer de ceux qui croyaient n'avoir devant eux qu'une pure intelligence uniquement occupée

des problèmes de la science. *More Letters* intéressera profondément quisconque veut étudier la genèse et l'évolution des idées de Darwin et constitue le complément indispensable des œuvres du grand penseur. Il faut remercier Francis Darwin et M. A. C. Seward de la tâche qu'ils ont entreprise, par conséquent, et souhaitez qu'ils l'achèveront quelques jours en publiant ce qu'il leur reste de documents non encore utilisés. Signalons une merveilleuse table des matières de 66 pages (sur deux colonnes) qui facilite infiniment les recherches, et vaudra aux auteurs un supplément sérieux de gratitude.

## ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS

14-20 AVRIL 1903.

**ANALYSE MATHÉMATIQUE.** — M. Emile Picard présente un nouveau travail sur certaines surfaces algébriques, pour lesquelles les intégrales de différentielles totales se ramènent à des combinaisons algébriques-logarithmiques, travail dans lequel il étudie quelques cas particuliers.

— On sait que les équations différentielles que l'on rencontre en mécanique sont, en général, du second ordre et bien souvent à coefficients constants, lorsque les liaisons sont indépendantes du temps. Fréquemment aussi, le temps ne figure pas dans les équations.

Il arrive aussi, dans bien des cas, que les mouvements qu'un étude n'ont pas besoin d'être discutés dans tous leurs instants et que la détermination explicite du temps n'est pas indispensable, mais que l'équation en elle-même n'est pas d'une discussion aisée. Lorsqu'il s'agit d'une seule variable, on peut considérer le problème comme revenant à l'étude d'un mouvement rectiligne, dans ce cas, la discussion et l'intégration peuvent être facilitées en opérant comme M. E. Falier l'indique dans sa note sur la discussion et l'intégration des équations différentielles du second ordre à coefficients constants.

**ASTRONOMIE.** — M. C. André annonce que, malgré des conditions assez défavorables, l'observation de l'éclipse de lune des 11-12 avril 1903, à l'Observatoire de Lyon, a permis d'obtenir les époques de neuf immersions et de six émergences d'éclipses, ainsi qu'un ensemble de mesures sur une éclipse, dont les conditions paraissent devoir être favorables au calcul.

**PÉTIQUE DU SILEXE.** — Le grand temple d'Abou-Simbel, en Nubie, est séparé de son voisin, le petit temple dédié à la reine Néphertari, par une coulée de sable très fin descendant du plateau supérieur, haut d'environ 60 mètres au-dessus du niveau du Nil. Tous les rochers circonvoisins sont formés par le grès de Nubie manganeuf, d'un beau jaune d'or. Immédiatement au nord du petit temple, un autre ravin, rempli de sable très fin aussi, descend en entonnoir borné au nord et au sud par deux crêtes rocheuses. La pente en est extrêmement raide ; M. Loriet l'évalue à peu près à la moitié d'un angle droit. Aussi, lorsqu'on y arrive par le plateau supérieur, on ne peut pas croire qu'il soit possible de descendre une déclivité pareille, sans être précipité dans le fleuve, qui forme au bas de la pente des remous peu rassurants. Cette descente est cependant possible, pour peu qu'en sache garder l'équilibre. Grâce à la fluidité du sable, on enfonce à mi-jambes, mais, à chaque pas fait en

avant, on voit couler autour de soi une épaisse couche de sable formant une sorte mobile presque circulaire.

Lorsqu'on est arrivé ainsi à mi-chemin entre la crête supérieure et le Nil, on entend peu à peu un renflement sonore se produire sous les pieds, dans la masse sablonneuse mise en mouvement.

Ce bruit ressemble à celui que produirait un train délogé au, peut-être plus exactement, au renflement d'une dynamo en activité. En même temps, on sent très nettement que les pieds et les jambes sont secoués par une trépidation légère. Le son émis par le sable paraît pendant plusieurs minutes, quand bien même en reste immobile.

Ce phénomène bizarre, qu'on peut reproduire à volonté, dure jusqu'à ce qu'on soit arrivé à la base de la coulée, là où le sable n'a plus qu'une faible profondeur. M. Lorist, considère ces sons si intenses, comme dus à la mise en mouvement des grains de sable, ajoutant qu'il ne peut dire, cependant, comment les petits cailloux, que reçoivent les particules sablonneuses, peuvent engendrer un bruit d'une pareille intensité, ni s'il y a, dans les roches sous-jacentes, des cavités pouvant augmenter par leur résonance la force du son produit. Il faudrait, pour résoudre le problème, pouvoir faire, dit-il, une exploration sérieuse de la localité.

Depuis son retour au Caire, on a affirmé à M. Lorist que, à Tor, au pied du Sinaï, dans certaines conditions analogues, les couleées de sable fin émettent des sons de cloche.

Quoi qu'il en soit, M. Lorist appelle l'attention des voyageurs, des géologues et des physiciens, sur un phénomène qu'ils pourront constater facilement et à volonté à Abu-Simbel, et qu'il serait intéressant d'étudier avec une précision scientifique, c'est-à-dire sur les sous-sols par le sable en mouvement.

**PARISIENNE.** — Dans une note précédente, M. Georges Meunier avait signalé le dichroïsme que peuvent présenter les liquides dans un champ magnétique, c'est-à-dire l'inégalité d'absorption des deux composantes lumineuses qui vibreront parallèlement et perpendiculairement au champ magnétique. Aujourd'hui il continue l'étude de ce phénomène dans une nouvelle communication ayant pour titre : *Le dichroïsme magnétique et électrique des liquides*.

Parmi les remarques auxquelles ce déchiffrement a donné lieu, il a constaté que :

1<sup>o</sup> Le phénomène se produit pour des liquides tels que la sulfure de carbone, l'essence de térbenthine, la benzine, le bichlorure d'étain, associés à certains corps colorés tels que le bichromate de potasse, le sulfite de cuivre, l'hélianthine, la roccelline, ou plus exactement tenant en suspension des particules de ces matériaux absorbantes. Tout se passe comme si le champ donnait à ces particules une orientation suivant les lignes de forces et comme si les vibrations subissaient une absorption particulière, suivant qu'elles sont parallèles ou perpendiculaires aux filaments ainsi constitués dans la masse liquide ;

2<sup>o</sup> La nature du liquide employé, celle de la substance solide et, enfin, le groupement des deux corps, influent très énergiquement sur l'intensité du phénomène ;

3<sup>o</sup> Le dichroïsme est susceptible de se produire de deux façons et d'être caractérisé par un signe ; car la vibration la plus absorbée peut être celle qui s'effectue parallèlement au champ, ou celle qui lui est perpendiculaire. Le premier cas est analogue à celui qui se présente dans

les cristaux dichroïques positifs, tels que le quartz enroulé, l'auteur l'appelle le *dichroïsme positif*, par une sorte d'extension de la remarque de Babinet sur l'absorption généralement plus intense de la vibration la plus lente. Le second cas est analogue à celui qui se présente dans la plupart des cristaux négatifs tels que la tourmaline ; il le désigne sous le nom de *dichroïsme négatif* (sans que cela préjuge rien au sujet du signe de la réfringence possible).

Eduis, M. Meslin a cherché si le champ électrique ne produisait pas des phénomènes analogues ; il ne l'a constaté qu'avec l'hélianthine dans la sulfure de carbone, qui donne alors un dichroïsme négatif, tandis que cette même liquide donne un dichroïsme positif dans le champ magnétique ; en cherchant la rotation du plan de polarisation, il a constaté, cette fois, une birefringence appréciable ; on sait, d'ailleurs, que le champ électrique produit une double réfraction notable (phénomène de Kerr), tandis que la birefringence magnétique n'a guère été constatée jusqu'à présent, sauf dans le cas des flammes absorbantes.

**ELECTRICITE.** — La projection de la matière autour de l'éthincelle électrique. — Dans une série d'expériences sur la décharge électrique dans la flamme, expériences dont il a rendu compte l'année dernière [8], M. Jules Seznec avait observé que la matière du pôle négatif ne se portait pas nécessairement vers le pôle positif et que, par des artifices quelconques, on pouvait dévier ou même arrêter complètement le courant négatif de la matière, sans interrompre le courant électrique.

En poursuivant ces recherches, il a réussi à rendre compte, d'une part, de quelle façon la matière du pôle positif était transportée sur le pôle négatif et, d'autre part, s'il existait un moyen de faire dévier du trajet de l'éthincelle la vapeur du pôle positif, sans empêcher la décharge de se produire.

Dans ce but, il a employé deux méthodes : l'une consistait à étudier les dépôts formés sur des lames de verre autour de l'éthincelle ; l'autre se réduisait à l'analyse spectroscopique d'une éthincelle qui traverse une flamme longue et mince.

Les résultats de la première méthode montrent que les gaz et les vapeurs, traversés par une éthincelle, sont projetés autour de celle-ci dans toutes les directions, grâce à l'élevation brusque de la température. Le sens du courant de décharge ne paraît exercer aucune influence sur le sens de cette projection. Quant à la seconde série d'expériences qui visait l'étude spectroscopique de l'éthincelle traversant une flamme fine, placée entre deux électrodes métalliques, il s'ensuit que les vapeurs métalliques, qui se produisent sur les deux électrodes, au lieu de se diriger sur l'électrode opposée, sont entraînées par la flamme, si bien que la région médiane de l'éthincelle en demeure complètement dépourvue.

D'où l'auteur conclut que le transport de la matière par l'éthincelle n'est pas une condition essentielle de la décharge électrique et que ce transport n'est qu'un phénomène secondaire.

**RADIOSITÉ.** — F. Hinstdadi et Eugène Bloch ont montré que les rayons du radium agissent sur la conductibilité électrique de silénium, de sorte sorte que la diminution de résistance observée est du même ordre de grandeur que les modifications produites par la lumière

et par les rayons de Rontgen, mais qu'elle se manifeste plus lentement.

D'autre part, W.-J. Russell a réalisé plusieurs expériences qui établissent que le peroxyde d'hydrogène agit d'une manière intense sur la plaque photographique, et J. Speiser a étudié l'action photochimique de l'essence de térbenthine. Enfin, dans de récents travaux, L. Graetz a prouvé que les phénomènes, produits par le peroxyde d'hydrogène, sont, en plusieurs points, analogues à ceux qui donnent les rayons cathodiques et ceux de Bocquard, mais que l'énorme influence de la température sur l'action photographique est une propriété caractéristique de ces nouvelles radiations.

M. Edouard van Abeel, à son tour, vient de faire des recherches sur l'action des nouveaux corps radioactifs sur la conductibilité électrique du stéatum. Les résultats qu'il a obtenus montrent que les corps radioactifs agissent sur le stéatum, comme la lumières ou les radiations de Rontgen, mais que leur influence se fait sentir beaucoup plus lentement; ils paraissent établir aussi que le peroxyde d'hydrogène et l'essence de térbenthine émettent des rayons.

**CHIMIE ORGANIQUE.** — Dans une récente communication, MM. Paul Sabatier et J.-B. Sardaressi avaient indiqué que l'alcool déshydraté est facilement dédoubleé en aldehyde et hydrogène par le cuivre réduit agissant entre 300° et 330°. Le nickel réduit amène un dédoublement analogue, mais l'aldehyde formé est particulièrement décomposé, et cette destruction est d'autant plus importante que la température est plus haute. La mousse de platine, le cobalt réduit se comportent d'une manière peu différente. Ces deux chimistes montrent aujourd'hui, dans une note ayant pour titre : « dédoublement analytique des alcools par les métallois divisés : que les alcools primaires formiques doivent lieu à des réactions similaires.

Ils font observer notamment que le cuivre réduit est de beaucoup préférable au nickel, au cobalt et au platine, pour réaliser pratiquement le dédoublement des alcools primaires formiques en hydrogène et aldehydes correspondants. Son emploi constitue en réalité une méthode avantageuse de préparation de ces dernières; la seule difficulté pratique, qu'on y rencontre, est la condensation des aldehydes, quand elles sont très volatiles, parce que l'hydrogène dégagé en entraîne une certaine quantité; et pour rendre celle-ci peu importante, il est nécessaire d'opérer la condensation à température aussi basse que possible.

**PHYSIOLOGIE ANIMALE.** — M. Gaston Besson présente à l'Académie un hygromètre respiratoire imaginé par M. Pierre Legege.

Cet appareil, très simple, est destiné à mesurer la tension de la vapeur d'eau dans les poumons.

Les mesures faites avec cet hygromètre à condensation d'un dispositif spécial montrent que l'air rejeté par les poumons n'est jamais saturé, que son humidité est plus grande dans les parties profondes, que la tension de la vapeur d'eau dépend de l'humidité ou de la sécheresse de l'air inspiré, enfin qu'elle varie avec la nature et l'état du sujet.

Ce nouvel appareil pourra rendre de grands services aux physiologistes et aux médecins.

En effet, c'est en en faisant usage que l'auteur a pu constater que les gommes introduits dans les voies respiratoires se développent plus ou moins, suivant l'humidité de l'air inspiré ou suivant la profondeur à laquelle ils se trouvent.

**PSYCHOPHYSIOLOGIE.** — L'étude physiologique de nombreux mourants a montré à MM. N. Vassilieff et Cl. Varpas une similitude dans la production et la succession des différents phénomènes par lesquels l'individualité s'échoume à la mort, permettant d'établir de véritables lois qui présideraient à la connaissance du problème de la physiologie de la mort. Dans un cas heureux même, ils ont pu recueillir des tracés précis du pouls capillaire, de la respiration, du cœur. Ils ont enregistré ces divers phénomènes, et ont en ainsi le graphique de la dernière respiration, du dernier battement cardiaque.

Dans tous ces cas, ils ont scrupuleusement observé les sujets pendant tout le cours de leur maladie; ils ont assisté à toutes les modifications psychologiques et biologiques qui avaient marqué le cours et les diverses phases de leur affection; ils ont salué pas à pas, minute par minute, les malades dans leur agonie et ont soigneusement noté leurs spasmes, leurs maladroits mouvements, leurs dernières gesticulations. Les battements cardiaques, l'état du pouls, l'aspect de la respiration ont spécialement attiré leur attention. Le pouls était observé au niveau de la région carotidienne, où il est le plus fort et observable à l'œil par les résultats qu'il imprime à la peau de cette région, et où il peut de la sorte être comparé, si l'on peut ainsi dire, à la modalité de la respiration, en même temps qu'on peut suivre facilement les modifications et les expressions de la mimique, ainsi que la position des yeux, l'aspect du regard, etc. Dans le cas où les phénomènes physiologiques peuvent être enregistrés graphiquement, le pouls capillaire fut pris à la main droite et à la main gauche, avec des tambours différents et à des vitesses différentes; il fut en même pour la courbe respiratoire, le tracé cardiaque.

MM. Vassilieff et Varpas ne rappellent que les données générales, montrant la succession des phénomènes qui caractérisent la mort.

Il résulte de leurs recherches que, au point de vue biologique, du moins dans la mesure où ils ont pu observer leurs sujets, il est possible de distinguer trois grandes phases dans la dissolution finale de l'organisme :

La première consiste et trouve sa manifestation dans des modifications vaso-motrices, respiratoires et circulatoires, qui se rapprochent sensiblement des troubles qu'on observe chez les animaux dont l'énergie cérébrale a été détruite. Les troubles vaso-moteurs finissent souvent par une paralysie vaso-motrice, qui préside même d'assez longues changements consécutifs qui caractérisent l'agonie et la mort.

La deuxième phase se traduit par l'activité bulbaire typique et par des troubles de la coordination, qui rappellent schématiquement certaines affections de la moelle.

Quant à la troisième phase, ce qui la caractérise, c'est l'existence de râles respiratoires ainsi qu'un amoindrissement de la vitalité générale. La survie semble deux fois, en grande partie, à la vie intrinsèque du muscle cardiaque et à sa force impulsive. Le cœur agit, dans ce cas, mécaniquement, et c'est grâce à son action excitatrice sur le phrénique que la respiration s'effectue, soit sous une forme superficielle, soit sous une forme d'inspirations profondes et rares.

En somme, disent MM. Vassilieff et Varpas, on meurt par étapes. On assiste d'abord à l'épuisement de la conscience et des phénomènes psycho-physiologiques, qui constituent la personnalité.

Puis vient l'agonie du bulbe, agonie d'autant plus lente et plus variée que les sujets subissent l'influence

de maladies infectieuses ou que, timides par nature, ils ont été émus par la crainte de la mort, émotion qui a une physionomie bien particulière au point de vue psychophysique.

La troisième étape est la mort du cœur, mort toujours lente, agonisante. Le cœur se défaît par lui-même, dans l'organisme envahi par des déchets de toutes sortes; il représente la suprême source de vie et offre ainsi la voie, plus qu'on pourrait le penser, à la connaissance de tout un monde de phénomènes biologiques inconnus et peu étudiés, même chez les animaux, où l'expérimentation à libre cours et peut se renouveler à volonté.

**MUSÉE PUBLIQUE.** — M. Bellard envoie une note sur les principales légumineuses alimentaires des colonies françaises, c'est-à-dire sur l'Archide ou Platuche de Jersey, de provenance américaine; le Cajou, vulgairement désigné sous les noms de Pois d'Angola, Ambrosia, etc., originaire de l'Afrique équatoriale; les Détiques, dont il existe plusieurs espèces; le Haricot courbé, très répandu dans les pays tropicaux, représenté par de nombreuses variétés; le Haricot mangue, souvent désigné sous le nom de Lentille du Cambodge, Lentille malgache; le Haricot ordinaire, qui est originaire d'Amérique; le Soja, dont la culture remonte à la plus haute antiquité en Chine et au Japon; enfin le Woandoua, très commun à Madagascar, où il est désigné sous le nom de Vohambejery.

**ANTHROPOLOGIE.** — M. Albert Gaudry présente une intéressante étude intitulée : contribution à l'histoire des hommes fossiles, et qu'il a entreprise à propos de la dernière découverte de squelettes humains (1901 ou 1902) dans l'une des grottes des Bauxes-Rousses dites de Menton (Italie), la grotte des Enfants, où M. Émile Rivière trouva, en 1874 et 1875, deux squelettes entiers d'enfants, revêtus encore d'un pagne de coquillages marins.

E. REVÈRE.



## CHRONIQUES, NOTES ET INFORMATIONS

### CRIMÉ

**La couleur des bronzes anciens.** — Un chimiste américain, M. Wadsworth Koch, a étudié récemment la couleur des bronzes anciens. Ceux-ci sont tantôt vifs, tantôt bleus; le bleu et le vert étant d'ailleurs très pâles. La coloration vert foncé ordinaire, qui constitue la patine, est due, au saut, à du carbonate de cuivre basique; elle n'a guère d'insolubilité. Mais les colorations vert pâle et bleu pâle, correspondant à d'autres actions chimiques, sont plus dangereuses. La corrosion bleue pâle se présente par taches, principalement dans les parties creuses, peu exposées. Elle a l'aspect finement pulpeux, et on a cru pouvoir lui attribuer une origine bactérienne. Ce serait à tort, d'après M. W. Koch. Le chimiste américain a réuni environ un gramme de cette substance, sur des pièces grecques et égyptiennes, et a constaté qu'elle se compose de 30 p. 100 de carbonate de soude, de 35 p. 100 de carbonaté de cuivre, et de 25 p. 100 de sable avec une trace de stannate de soude. L'abondance du carbonate de soude suggerie l'hypothèse suivante: tant que le bronze est resté enduit dans le sel ses aucune réaction ne s'est produite. Mais à l'air, et à l'air humide,

il en a été autrement. L'acide carbonique de l'air, en présence de l'humidité, a pu se combiner avec le carbonate de soude, d'où formation du carbonaté acide de soude qui a attaqué le métal, formant du carbonate de cuivre ce régulateur du carbonate de soude qui, combiné avec le carbonaté de cuivre, forme un sel double, bien connu, de couleur bleue. Du reste, l'expérience directe a justifié cette hypothèse: on a exposé à l'humidité du bronze avec un peu de carbonate de soude; la corrosion bleue s'est faite. Cette corrosion peut s'enlever sans peine par un bain à 100° C. pendant une heure. La corrosion ou couleur vert pâle se reconnaît aussi en taches, parfois en couches de plusieurs millimètres d'épaisseur; elle se distingue de la patine ordinaire par sa teinte plus claire et par son apparence plus pulpeuse. A l'analyse, on constate qu'elle ne renferme pas de carbonate de soude; elle consiste exclusivement en carbonate de cuivre. On a dû la peine à l'enlever. Le raiement est d'immerger la pièce dans une solution de soude caustique chaude à 5 p. 100 pendant plusieurs minutes; puis on gratté un peu, on baigne de nouveau, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il n'y ait plus rien, en finissant par un lavage à l'eau pure, ou légèrement acidifiée. Mais ce traitement fait disparaître aussi la patine ordinaire, et on sait que l'ouvre la plus authentiquement ancienne, et la plus admirée des collectionneurs, experts, archéologues, etc., n'aurait plus l'air d'un seul d'autre eux si, ayant perdu sa patine, elle pouvait être considérée comme récente, et n'avait, pour la recommander, que ses mœurs intrinsèques. Aussi comprend-on que M. W. Koch déconseille plutôt le nettoyage des bronzes, même pour les débarrasser d'un mal qui les tue à la longue, sauf quand il s'agit de la corrosion bleue seule qui peut s'enlever sans dommage pour la patine, et qui est plus nuisible que la corrosion verte, moins activement, et moins rapidement, nuisible.

**Propriétés et composition chimiques de l'essence de néroli portugal.** — Cette essence est obtenue par la distillation de fleurs d'orange douces. M. Eugène Théophile (*Bull. Soc. Chim.*, t. 27, p. 228) a étudié ses propriétés tant au point de vue physique qu'au point de vue de sa constitution. C'est un liquide jaune foncé à odeur particulière, de densité 0,86 à 23°, dont le pouvoir rotatoire à la même température est de 29°/30'; elle laisse déposer par un froid énergique des petites lamelles cristallines et nacrées fondant à 55°. Par distillation fractionnée, et traitement consécutif de chaque portion, M. E. Théophile a pu isoler et déterminer la présence du camphène droit liquide, du pinénène droit et du limonol droit.

### MÉTÉOROLOGIE ET PHYSIQUE DU GLOBE

**Le Comité international de Météorologie.** — Le premier essai d'organisation d'un Congrès international de Météorologie date de 1845; une conférence fut tenue à cette époque à Cambridge à l'occasion du congrès de l'Association britannique. Les difficultés rencontrées pour l'uniformité des observations terrestres furent trouvées trop sérieuses pour que des dispositions définitives pussent être adoptées. En 1853, une nouvelle conférence fut organisée par Maury à Bruxelles; elle traita de la météorologie maritime.

Rien de définitif ne fut fait pour la météorologie terrestre jusqu'au vers 1870 époque de l'organisation des services de prévision des tempêtes. En 1873, une conférence fut tenue à Leipzig à l'occasion du congrès des Natura-

listes allemands ; cette conférence eut un succès marqué et devint le point de départ des réunions ultérieures, au nombre de dix-sept depuis, savoir : conférence de Leipzig (1872) ; congrès de Vienne (1873) ; conférence maritime de Londres (1874), réunions du comité permanent à Utrecht ; réunion du comité permanent, Landres (1875) ; réunion du comité permanent, Utrecht (1876) ; congrès de Berne (1879) ; réunion du comité permanent, Berne (1880) ; réunion du comité international, Copenhague (1882) ; réunion du comité international, Paris (1883) ; réunion du comité international, Zurich (1888) ; conférence de Munich (1891) ; réunion du comité international, Lipsia (1894) ; conférence de Paris (1896) ; réunion du comité international, Saint-Pétersbourg (1899) ; réunion du comité international, Paris (1900).

Un résumé des résolutions prises dans ces différentes réunions jusqu'à la conférence de Munich a été publié par feu Wild dans le volume XVI de son « *Repertorium für Meteorologie* ». Un certain nombre de ces résolutions ont été modifiées depuis surtout en ce qui concerne les instruments et leur usage.

**Baryomètres.** — L'usage des baryomètres anéroïdes comme instruments indépendants a été condamné et il a été décidé que tous les baryomètres types, aux Offices centraux, seraient comparés aux baryomètres étoilés du Bureau International de Poids et Mesures à Paris.

En ce qui concerne les corrections, les lectures dans les tables climatologiques doivent être données non réduites au niveau de la mer. Il est désirable d'appliquer la correction de gravité et, en tout cas, il doit être indiqué, dans les tables, si cette correction a été faite ou non et quel en est le montant.

**Thermomètres.** — Dans ce cas aussi les thermomètres types devront être comparés au thermomètre d'air étalon du Bureau international. Aucune recommandation n'a été faite au sujet de l'exposition du thermomètre, par suite de l'impossibilité de satisfaire aux exigences de tous les climats. Les météorologistes ont à se reporter à cet égard aux mémoires publiés par Wild et autres.

Le besoin d'un thermomètre à maximum résultant bien a été signalé ; pour les thermomètres à minimum, l'usage de l'alcool amylique a été recommandé au lieu de l'esprit-de-vin ordinaire. Les lectures des thermomètres à maximums et à minimums doivent être faites à la dernière heure d'observation du jour.

**Humidité.** — Le sujet a été traité avec ampleur et l'on insiste sur l'emploi de la ventilation avec le réservoir morillon. Au congrès de Saint-Pétersbourg, M. Povarov a proposé d'abandonner l'usage de l'hygromètre à réservoir sec et humide et de revenir à l'hygromètre à cheveux, mais sa proposition n'a pas été adoptée.

**Vent.** — Aucune forme générale d'anémomètre n'est recommandée. Pour désigner la direction du vent on a adopté les lettres anglaises N., E., S., W. à cause des erreurs que pouvait causer l'usage de 0 pour Est en allemand et Ouest en français.

**Neiges.** — A la conférence de Munich, un schéma international pour les observations sur les neiges, leur direction et leur vitesse, a été adopté pour une année. A la même conférence, la classification des neiges proposée par Ahrens et Mühlebraudau a été adoptée et a servi de base à l'accord international des neiges.

**Pluie.** — Il a été décidé de placer des pluviomètres en des endroits où ils ne soient pas exposés à être couverts par la neige ni débarrassés du sol. Il a été recommandé de noter spécialement les jours où la pluie n'atteint pas la limite de 1 millimètre et d'ignorer les chutes infé-

rieures à 0<sup>mm</sup>. Deux colonnes doivent être remplies pour la neige, l'une donnant la quantité, l'autre l'épaisseur sur le sol.

**Glaciers.** — Une recommandation générale a été faite pour l'institution de mesures des mouvements des glaciers.

Un code international a été adopté pour les télegrammes de prévision du temps. C'est à la conférence de Paris (1896) que fut arrêté le plan des ascensions internationales de ballons organisées par M. Hergenoll, de Strasbourg, et c'est à Rome que fut élaboré le plan d'observations circumpolaires de 1892-1893.

Un comité spécial présidé par sir Bicker a été nommé en 1896, à la conférence de Paris, pour l'étude du magnétisme terrestre déjà abordé à la conférence de Munich (1891).

**Radiation solaire et variations diurnes.** — Si l'on considère l'ensemble d'un certain nombre d'éléments météorologiques à la surface de la terre, on constate deux phénomènes. On constate d'abord que, chaque jour, il y a, dans chacun des éléments, une variation ; il y a ce qu'on a appelé les périodes semi-diurnes. On constate, en second lieu, que ces périodes sont parallèles : toutes les courbes s'élèvent en même temps, et toutes s'abaissent en même temps. Si enfin, aux courbes qui précédent on compare la courbe actinique solaire, et si on en construit un graphique de tout, on arrive au résultat que voici :

La courbe actinique est simple, ou peu s'en faut, brasée : ascension dès le matin ; plateau couvrant la plus grande partie de la journée ; avec léger fléchissement vers le milieu de la journée, puis chute rapide au soir, et terminée pendant toute la nuit.

Considérons maintenant la courbe de température. Dans ses grandes lignes, elle concorde avec les précédentes avec cette différence toutefois qu'il n'y a pas entre le jour et la nuit les différences profondes qu'occupe la couche actinique. La courbe s'élève du matin vers midi ou une heure, atteint son maximum, et redescend jusque vers le matin ; il n'y a qu'un maximum et un minimum. Passent à la courbe traduisant les variations de l'humidité atmosphérique. Ici, une différence commence à se manifester dans la variation diurne. Celles-ci n'est plus simple, comme les précédentes ; elle est double. Il y a deux ascensions et deux chutes : ascension de cinq ou six heures du matin à midi ; puis de quatre à sept heures ; chutes de midi à quatre heures, et de sept heures du soir à cinq ou six heures du matin. A vrai dire, les choses se passent comme si dans la grande ascension qui se fait pendant le jour, un déclassement temporel se produisait. La chute et l'ascension de l'après-midi sont sensiblement moins importantes que la chute de la nuit et l'ascension de la matinée. La courbe de la tension de vapeur ressemble absolument à celle de l'humidité ; le parallélisme est complet. La courbe du potentiel électrique ne change pas d'allure ; elle est, elle aussi, parallèle à la précédente — aux deux précédentes. Mais une différence importante se produit. Ici, il y a deux variations, nettement prononcées, et presque aussi accusées l'une que l'autre ; deux variations qui, en fait, sont parallèles aux deux précédentes, mais beaucoup plus accusées. Ici, il y a une ascension de quatre ou cinq heures du matin à neuf heures ; et une autre de deux à sept ou huit heures du soir ; les descentes se faisant de neuf heures du matin à deux heures après-midi, et de neuf heures du soir à trois ou quatre heures du matin. Enfin, la courbe de la pression barométrique est parallèle à la

précédente, mais plus accusée encore. Au total, en passant de l'élément température à l'élément pression, par les intermédiaires indiqués, nous passons de la variation unique à la variation double, bien accusée.

Maintenant si on fait les mêmes opérations pour les mêmes éléments, on en considérant les variations non plus à la surface du sol, mais dans les hauteurs de l'atmosphère — à quelques centaines de mètres, déjà, — c'est tout autre chose. En gros, toutes les courbes se calquent sur celle de la température, sur la courbe à variation unique. Et si l'on joint aux éléments précédents, la courbe du vent, et la courbe de variation magnétique, on connaît le même phénomène, le même cycle, et les mêmes variations se présentent au même moment de la journée.

A quoi tient cette différence? Telle est la question que se pose M. Bigelow dans un important travail que publie la *Monthly Weather Review* (vol. 30, fasc. 12). Et il y répond en mettant tout au compte de la vapeur d'eau, et des oscillations verticales que présente la courbe aqueuse de l'atmosphère sous l'influence de l'échauffement par les rayons solaires. Les explications dans lesquelles il entre sont trop longues pour qu'il soit possible de les résumer brièvement; mais les météorologues se reporteront au travail de M. Bigelow. Il nous suffira d'avoir indiqué le problème qui se pose. Et il nous suffira aussi d'indiquer qu'en définissant les variations du potentiel électrique et du magnétisme terrestres, non pas des phénomènes d'un ordre spécial, plus ou moins mystérieux, mais des conséquences naturelles, bien qu'indirectes, de phénomènes météorologiques occasionnés eux-mêmes par la radiation solaire. Et, bien que la courbe de celle-ci soit simple, on comprend, par les explications de M. Bigelow, qu'elle détermine, dans certains éléments, une variation diurne double.

#### GÉOLOGIE

**Les gisements de charbon du Natal.** — Au moment où l'Afrique du Sud est certainement appelée à prendre un développement industriel considérable, il est bon de faire remarquer que cette partie du continent africain contient de puissantes réserves de combustible. C'est le cas tout particulièrement pour le Natal, en même temps que pour certaines parties du Transvaal et de la colonie du Cap.

Les districts houillers du Cap peuvent se partager en quatre régions. Une première comprend la mine Indwe, qui fournit en fait presque tout le charbon qui s'exporte au Cap, et qui est reliée par un embranchement avec le réseau ferré principal. Une deuxième région comprend les exploitations de la compagnie Cyperberg, la houillère Wallstrand, les mines Fairview, et enfin l'exploitation Sterkstroom. Le troisième district est celui de Molteno, et enfin le dernier est dans le sud-ouest de Molteno. Les gisements houillers du Natal sont situés dans l'extrême nord de la colonie, et ils s'arrêtent à une ligne qui serait tracée suivant une orientation est-ouest à 20 kilomètres de Ladysmith. Toutefois, en dehors de cette région, on trouve d'autres veines houillères, dont on ne connaît pas encore la valeur, près d'Estcourt et sur le littoral au nord du mont Edgecombe. Dans la région que nous avons indiquée d'abord, les gisements se tiennent à une hauteur de 1 100 à 1 300 mètres au-dessus du niveau de la mer, et horizontalement. Une douzaine de veines ont été découvertes, mais on n'en exploite actuellement que quatre ou cinq; c'est surtout dans la région de Dundas

qu'est possée l'exploitation; la veine y atteint jusqu'à 15-35 d'épaisseur, et c'est de la houille de bonne qualité. Plus au nord, du côté d'Ingalane, on a trouvé des veines qui ont 10-30 mètres au moins, et qui peuvent donner également de bon charbon. Dans le district de Newcastle, le bien nommé, les veines sont variables comme épaisseur et comme qualité.

L'exploitation dans le Natal augmente rapidement. En 1897, elle était de 244 000 tonnes, puis de 387 000 en 1898; elle a baissé naturellement par suite de la guerre à 338 000 en 1899 et à 244 000 en 1900, mais s'est relevée à 369 000 en 1901. C'est bien autre chose que la production des charbonnages du Cap, qui n'avait dépassé que 162 000 tonnes en 1898. On comprend d'ailleurs que les champs d'or du Witwatersrand constituent un marché de consommation précieux pour la houille du Natal.

Nous ajouterons que, en dehors du Natal, l'Afrique du Sud anglaise, dans la Rhodesie, contient certainement d'importants gisements de combustible minéral: à 280 kilomètres de Bulawayo, on sait que ces gisements couvrent une superficie de plus de 300 kilomètres carrés.

#### ZOOLOGIE

**Les odeurs protectrices.** — Bon nombre d'animaux, on le sait, émettent des odeurs fortes, le plus souvent déplaisantes, au moins pour l'homme. Et les naturalistes ont souvent considéré ces odeurs comme jouant un rôle important dans la biologie de l'animal: l'odeur le protégerait et servirait à distinguer des ennemis possibles. Il est certain que la mouffette par exemple — dont l'odeur, odieuse, du reste, est si forte qu'elle continue, de l'autome au printemps, à s'exhaler de l'endroit où une mouffette a été mise à mort (d'après Audubon) — il est certain que la mouffette est très généralement respectée par les carnivores. Mais d'autres odeurs ne sont guère protectrices. Il est vrai qu'elles jouent alors un autre rôle. Elles constituent un caractère sexuel secondaire, souvent limité à un seul sexe, grâce auquel les mâles et les femelles se retrouvent à la saison des amours, et qui disparaît une fois celle-ci passée. Il y a des phalènes qui émettent une odeur de muse; seuls les mâles la perçoivent, et uniquement à l'époque de l'accouplement. Le crocodile exhale aussi une odeur de muse, mais à la même saison également. Un canard d'Australie émet une odeur marquée, mais ceci est spécial aux mâles, et l'odeur est plus forte en été. Chez l'Echidné, il y a aussi production d'odeur pendant la saison d'accouplement: on l'observe chez les deux sexes.

Mais chez beaucoup d'animaux il s'exhale des odeurs fortes qui ne semblent rien avoir de sexuel, et qui, d'autre part, ne paraissent nullement conférer une protection particulière à l'égard d'autres animaux. Bien plus, il semblerait que certaines odeurs attirent certains animaux. Les cornilles paraissent avoir un goût spécial pour les insectes à odeur forte. Certaines oiseaux goûtent fort, encore, tels myriapodes qui émettent une odeur marquée d'acide cyanhydrique. Peut-être faut-il constater de ces faits que les goûts des animaux, en fait d'odeurs, diffèrent sensiblement des nôtres. Au reste, il y a entre les différentes races humaines, des différences de goût marquées. Beaucoup de sauvages aiment des odeurs que les civilisés considèrent comme répugnantes. L'odeur d'un crocodile mort est détestable aux narines des Kreos; les Coréens se régalaient de knich — navets, piments, poisson sec, et vinaigre, mélangés et fermentés — et

milliers d'exemples du même genre pourraient être cités. Les civilisés même, aiment, on au moins tolèrent l'odeur de gibier faisandé et du fromage. D'autre part, les animaux se montrent parfois difficiles. Les porcs sauvages de Java ont une aversion insurmontable pour l'odeur de l'urine humaine, aussi les tient-on à distance des cultures en pendant dans celles-ci des chiffons imprégnés d'urine. Le congre dévore du poisson ou du poisson imbibé de triméthylamine, de téribenthine, d'isoformate, de camphre, de fromage, mais il refuse la chair cuite, ou « avancée ». Ceci prouve qu'il en est des odeurs comme des goûts et des couleurs ; cela ne se discute pas.

**La fonction alcoolique.** — M. E. Baileux, dans son *Traité de microbiologie*, faisait observer que la fonction alcoolique est très répandue. Il se fait de l'alcool même dans le sol. Des recherches récentes de MM. Stoklasa et Cerny démontrent qu'il se fait de l'alcool aussi à l'intérieur des animaux. Ces deux expérimentateurs mettent en présence un morceau d'animal, et une solution de glucose, le tout parfaitement stérile naturellement, et ils constatent qu'une fermentation alcoolique incontestable s'est établie ; il se forme de l'acide carbonique et de l'alcool en quantités très appréciables. Comme dans le cas des levures, il se trouve ici une zymase. On n'a pas publié les recherches de Buckner, montrant que la fermentation des sucres est due à une zymase sécrétée par les levures, et pouvant déterminer la fermentation après avoir été séparée de celle-ci par l'action du broyage et de la pression. On n'ignore pas, non plus, que cette zymase a été trouvée par MM. Stoklasa et Cerny dans les tissus des plantes, et qu'elle a pu être extraite par un procédé similaire. En constatant la présence de la zymase dans les tissus animaux, MM. Stoklasa et Cerny établissent la généralité du phénomène. Après avoir constaté l'action fermentatrice d'un morceau de muscle par exemple, sur une solution de glucose, ils ont traité du muscle frais par des procédés appropriés, en arrivant à ce résultat qu'ils ont obtenu une poudre qui n'est autre chose que de la zymase, et qui détermine tous les phénomènes de la fermentation alcoolique. La fonction alcoolique est donc générale ; tous les tissus vivants sont aptes à déterminer la fermentation alcoolique des sucres ; tous sont pourvus de zymase alcoolique. Il serait fort intéressant, maintenant, de connaître le rôle et l'importance de la fonction alcoolique dans la vie des organismes.

#### SCIENCES MÉDICALES

**Pénétration des bactéries dans les plantes par les stomates.** — D'habitude quand une plante est envahie par une maladie parásitaire, l'infection s'est faite par une blessure, par une écorchure quelconque. Elle peut se faire autrement, comme vient de le constater M. E. F. Smith (Science du 20 mars) à propos d'une maladie qui atteint les feuilles et le fruit du prunier du Japon. Cette maladie est due à un *Parcetomyces* ; et l'organisme parásitaire pénètre par les stomates. Il reste un certain temps dans la chambre stomaticque ; après quoi il se fraye une route à travers les tissus où il ne tarde pas à se multiplier abondamment, déterminant sur les feuilles des lésions qui aboutissent à des pertes de substance du genre de celles qu'occasionnerait le passage de grenade de plomb et, sur les fruits, des dépressions arrondies, nacrées, qui sont le point de départ de fissures profondes. Au reste c'est encore par les stomates qu'un autre Par-

cétoïne s'insinue dans les feuilles et les inflorescences de maïs. Il est bien possible que les stomates constituent une voie d'infection plus importante qu'en ne le pensait jusqu'ici.

**Le scorbut sur le « Discovery ».** — Ce n'est pas sans quelque surprise qu'en a appris, en recevant, par le *Morning*, des nouvelles de la *Discovery*, que la célèbre expédition antarctique anglaise a eu à souffrir du scorbut. Elle a été organisée et surveillée par des comités finançais, et pourtant le scorbut s'est montré ; il a même à tel point éprouvé l'an des officiers que celui-ci a dû abandonner ses compagnons et rentrer en Angleterre. C'est un singulier cas, on le sait, le scorbut n'existe pour ainsi dire plus ; ce mal a disparu de la plupart des marines civilisées, et mal n'ignore que dans la memorable expédition du *Franz* vers le pôle Nord aucun cas de scorbut ne se produisit. Le scorbut a pour cause une carence dans l'alluminatio, et surtout dans les aliments ; l'usage du citron, on le sait, est parfaitement inutile si l'on fait usage d'aliments avariés. Par conséquent, il semble que l'approvisionnement de la *Discovery* laisse à désirer. Il laisse même beaucoup à désirer. Une partie semble avoir été de qualité telle qu'elle emportait les chiens ; et la proportion de ces aliments de mauvaise qualité était telle que la *Discovery*, quand le *Morning* la rejoignit, commençait à se trouver à court. Or la *Discovery* était partie depuis treize mois seulement, avec un approvisionnement pour trois ans. Il doit y avoir quelques fabricants de conserves qui a fait une belle opération financière avec l'expédition de la *Discovery*...

#### ZOOLOGIE

**Identification d'un dieu égyptien.** — Les Égyptiens, on le sait, avaient beaucoup de dieux. Ils avaient divisé non seulement leurs animaux en particulier, et bien nombreux de représentations des dieux figuraient ceux-ci sous forme de corps humains pourvus de têtes d'animaux. Ainsi Herès porte une tête de faon ; Sébâk, une tête d'crocodile ; la déesse Bast, une tête de chat, et ainsi de suite. Mais parmi les divinités du panthéon égyptien il y en avait une qui embarrassait fort les archéologues. C'était le dieu Seth, frère et meurtrier d'Oubris dont il essaya encore de tuer le fils Horus. Ce Seth, malgré sa très répréhensible attitude, fut déifié, lui aussi, et la tradition rapporte qu'il fut chassé d'Egypte. Expulsé, il s'empara roî du désert. Il confut des fortunes très diverses, étant à certains moments en grande défaite ; à d'autres, au contraire, objet d'une vénération très particulière. Ce dieu Seth nous est parvenu sous forme de statues diverses. Ces statues portent une tête étroite, allongée, avec langues épaisses et narines bien droites. Au-dessus de chaque œil, il y a une petite protubérance, et les oreilles sont longues, étroites et droites. Les archéologues ne savaient trop quel animal cette tête pouvait bien représenter. Ils cherchèrent, et ne trouvant pas plus heureux, dans les faunes vivantes, ni dans la faune fossile ils ne découvrirent d'animal ayant pu servir de modèle.

Maintenant, toutefois, tout s'explique, nous dit un savant allemand, M. Wiedemann. La tête du dieu Seth, c'est tout simplement celle de l'okapi, le mammifère récemment découvert dans l'Ouganda par Sir Harry Johnston. L'okapi a sans doute été connu des Egyptiens, s'il

n'a vécu en Egypte, car il n'y a pas à se méprendre sur l'analogie des caractères de la tête du dieu Seth — enfin identifié — et de la tête du quadrupède qui est si longtemps resté inconnu à la zoologie. L'archéologie peut adresser à cette dernière des remerciements.

**Un nouveau singe.** — M. Thomas a fait connaître à la Société zoologique de Londres un nouveau singe de provenance chinoise, c'est le *Rhinopithecus brevicaudatus*. Le premier Rhinopithèque que l'on ait connu est le *Rh. rouffou*, découvert au Moupin en 1879, et signalé par M. Armand David. Le second date de 1897, c'est le *Rh. tibetanus*. Aux deux espèces françaises, M. Thomas ajoute donc une espèce anglaise. Celle-ci vient du Kwei-Chan, au sud du Sui-Chuan et au sud-est du Mékong supérieur. L'animal est de grande taille; sa queue a près d'un mètre de long; le pelage est long, également de couleur gris ardoisé, avec des taches jaunâtres sur les membres et une tache blanche entre les épaules; comme les autres Rhinopithèques, la nouvelle espèce a le nez très retroussé et très court.

#### ANTHROPOLOGIE

**Les dents et mâchoire de l'homme préhistorique.** — M. W. Wright, professeur d'anthropologie à l'Université de Birmingham, a récemment fait une étude fort intéressante (relatée dans le *British Med. Journal* du 4 avril) sur les dents et les mâchoires d'une série de crânes préhistoriques provenant du Yorkshire. Ces crânes appartiennent à deux catégories : il y en a 47 de néolithique et de l'époque du bronze; et 20 autres appartenant au début de l'âge du fer. Ces derniers sont principalement dolichocéphales et très probablement touzous; les premiers sont principalement brachycéphales et doivent appartenir aux races celte et ibérique, pures, ou en mélange.

Les uns et les autres frappent par leur excellente condition en ce qui concerne le nombre, la régularité et la santé des dents. Chez les crânes de l'âge du bronze, les dents sont le plus souvent un complet et en parfait état. Un seul crâne présentait une dent cassée, la première molaire inférieure gauche. Mais chez quatre d'entre eux on trouvait des signes d'abcès alvéolaires. Dans aucun des crânes on n'a trouvé de signes de dents complémentaires ou surnuméraires. Les secondes molaires inférieures paraissent être invariably quadrancrapiques, et les fosses canines sont généralement très profondes. Une canine inférieure était bicuspidé : anomalie assez fréquente chez les préhistoriques, mais rare chez les civilisés modernes.

#### DÉMOGRAPHIE

**Une colonie de Mormons au Mexique.** — Une loi défend la polygamie aux Etats-Unis, et cette loi est fort gênante pour les Mormons. Aussi quelques-uns de ceux-ci, ne voulant pas provoquer de conflits, ont-ils quitté l'Utah pour se réfugier qu'en des lieux où mal ne viendraient leur chercher chicanes. C'est ainsi qu'un groupe de Mormons s'est établi au Mexique, sur la côte orientale de la Sierra Madre, à 350 kilomètres environ au sud d'E. Paso. La colonie, ou plutôt les colonies, car les immigrants se sont répartis en agglomérations différentes, comptent 3000 individus, à peu près. Un correspondant de journal américain qui a passé huit mois parmi ces

Mormons et a vécu dans six familles polygames déclare que jusqu'ici tout va pour le mieux. Il a été frappé de la tenue générale des villages : aucun café, aucune maison de jeu, aucun mariage mal fundé. Pas de prison non plus; pas un seul policier; les colonies n'en ont pas l'emploi. La jeunesse semble être élevée de façon très stricte, la danse est interdite dans les réunions sociales. Et les mères s'applaudissent d'avoir quitté l'Utah: si le voyage a été dur, et si les privations ont été nombreuses, au moins ont-elles la grande satisfaction d'avoir soustrait leurs enfants à l'influence vicieuse et corruptrice qu'exerce partout l'élément gentil sur l'élément mormon dans les communautés mixtes. Il convient d'ajouter que dans les colonies américaines la polygamie, a beaucoup diminué. Les jeunes gens se contentent d'une seule femme, généralement, et paraissent se bien trouver de leur modération. Les vieux Mormons, toutefois, qui tiennent à la polygamie, assurent qu'il se fait encore des mariages polygynes. Mais ces unions deviennent de plus en plus rares.

#### INDUSTRIE ET COMMERCE

**La multiplication des grands cargo-boats.** — Concurrentement avec les paquebots à très grande vitesse, faits simplement pour les passagers (leurs énormes machines et leurs approvisionnements en combustible occupant toute la place disponible dans les cales), la marine marchande moderne adopte un second type de navires : les cargo-boats, des bateaux de charge, de proportions également considérables, parfois gigantesques, destinés principalement à transporter les marchandises à allure raisonnable quoique relativement rapide. De ce secteur le fret n'a pas besoin d'être élevé, d'autant que ces navires prennent également des passagers, ceux qui ne sont pas endurés de vitesse et qui veulent ne pas payer cher leur passage. Les marchandises peuvent ainsi traverser les mers assez vite, sans cependant être gênées du tarif de transport exagéré.

Ce qui prouve bien la multiplication de ces bateaux de charge de grandes dimensions, c'est le simple relevé des navires marchands lancés par un seul des grands chantiers anglais, le chantier Harland and Wolff, durant l'année 1902. On y trouve 6 vapours munis de la double hélice, ce qui semblait, il y a encore peu de temps, un luxe réservé uniquement aux transatlantiques à passagers et à allure vingtaine. Le plus petit de ces navires de charge est l'*Ile de France* qui n'en jauge pas moins 8270 tonnes (ce qui est réellement considérable), et possède une machine des plus perfectionnées, à triple expansion, d'une puissance de 4 800 chevaux. C'est ensuite l'*Oribe*, pour lequel la jauge brute officielle est de 9 815 tonnes, et dont la machinerie, à quadruple expansion, représente 6 800 chevaux. Nous ne trouvons que 4 859 chevaux à bord du *Cordubec* et du *Plasso* (chiffre, du reste, coquet pour des bateaux à marchandises), mais leur jauge dépasse 12 200 tonnes. Signalons ensuite l'*Arabie*, dont la machinerie est faite pour développer une puissance de 10 850 chevaux, et dont la coque jauge 13 885 tonnes. Enfin le prototype de l'immenso cargo-boat moderne, c'est le *Cedric*, le gigantesque *Cedric*, dont la jauge atteint 20 984 tonnes (23 144 tonnes avec les superstructures), et dont la machine a une puissance de 13 250 chevaux.

Il se contente d'une allure de 17 nœuds, qui semble égale aux clients des derniers *Liners* de l'*Océan*, mais qui est énorme si on la compare à celle des steamers de

charge qui étaient uniquement employés jusqu'à ces dernières années.

L'aérosticulture en Russie. — Après être demeurée bien longtemps une sorte de monopole de fait pour la France, puis pour quelques contrées exceptionnelles, l'aérosticulture se vulgarise de plus en plus, et c'est ainsi qu'en Russie la culture des baumes coramense de se pratiquer, en même temps qu'augmente considérablement la consommation de ces mollusques.

Cette consommation est rendue possible dans bien des régions grâce à la multiplication des voies ferrées, notamment dans les steppes arides de la Russie centrale, et cette intensité de la demande est telle que le Gouvernement a cru nécessaire de délimiter la pêche sur certains bancs. Emportons-nous de dire que, en parlant d'aérosticulture, nous entendons la chasse dans son sens le plus restrictif, car on se contente pour l'instant de nastre les mollusques qui ne sont pas expédiés directement aux lieux de consommation, dans des bassins de réserve, où ils ne sont point élevés véritablement. Ces bassins de réserve se trouvent en Crimée, à Sébastopol, et à Goudeacut, dans le Caucase. Les huîtres sont draguées dans la Mer Noire, dont la faible salinité semble des plus favorables à ces coquillages; à Novorossiisk, les huîtres déjà relativement triées se vendent sur place de 2,50 à 3 roubles le mille; elles valent en gros de 25 à 30 roubles le mille à Moscou ou à Pétersbourg, et le prix de détail est de 30 à 40 roubles. Pour expliquer la différence énorme entre le prix sur place et le prix du gros dans les deux capitales, il faut songer qu'il n'expédie guère sur ces villes que les plus grosses, ce qui entraîne un déchet d'un tiers environ, et aussi que, sans tenir compte des frais d'emballage et de perte dans un voyage de 48 heures, le transport en lui-même coûte quelque 0,40 à 0,50 rouble par mille.

L'huître de la Mer Noire, qui atteint les dimensions de l'Outre-mer, a la chair très tendre et d'un goût fort délicat; on en trouve des bancs naturels d'une étendue considérable tout près de la côte. Notons d'ailleurs, que pour remédier aux conditions encore fort imperfectes du commerce des huîtres en Russie, ce qui fait un peu de consommation énorme de mollusques parqués provenant de l'Europe occidentale, mollusques qui, dans les grands centres, se vendent de 2,50 à 3 roubles la dinaine.

#### ARTS MILITAIRES ET MARIN

La marine américaine. — Schieffbaw donne, d'après le rapport de M. Boeuf, chef des constructions navales des États-Unis, les renseignements qui suivent sur les nouveaux navires de guerre américains: les cuirassés *Connecticut* et *Louisiana* et les croiseurs cuirassés *Washington* et *Tennessee* dont la construction vient d'être décidée :

##### Cuirassés.

	Mètres.
Longueur totale . . . . .	138,37
Largeur . . . . .	23,41
Tirant d'eau maximum . . . . .	8,87
Déplacement correspondant . . . . .	17,776 tonnes.

Il y aura deux machines à triple expansion, d'une puissance totale de 16500 chevaux, alimentées par douze chaudières Babcock et Wilcox. L'approvisionnement normal de charbon sera de 900 tonnes.

Le blindage comprendra : une calature totale de 279 millimètres d'épaisseur maximum, deux tourelles

barbettes dont l'une, de 305 millimètres, quatre barbettes latérales de 203 millimètres, un pont blindé à 77 millimètres dans la partie horizontale et 63 millimètres aux pentes.

L'artillerie comprend :

4 canons de 305 millimètres, par paires dans les tourelles principales à l'avant et à l'arrière;

8 canons de 203 millimètres, également par paires dans des tourelles secondaires latérales;

12 canons de 178 millimètres à tir rapide, en flancs;

20 canons de 76 millimètres à tir rapide.

Il n'y aura pas de tube lance-torpilles. L'équipage comprendra 803 hommes.

Les croiseurs auront les dimensions suivantes:

	Mètres
Longueur . . . . .	136,82
Largeur . . . . .	22,26
Tirant d'eau maximum . . . . .	8,32
Déplacement . . . . .	13,998 tonnes.

Deux machines à triple expansion, d'une puissance totale de 21000 chevaux-vapeur, assureront une vitesse de 23 nœuds. L'approvisionnement de charbon sera de 900 tonnes. Blindage de 277 millimètres au centre, réduit à 76 aux extrémités; pont blindé à 56 millimètres aux pentes.

L'artillerie comprendra :

4 canons de 304 millimètres par paires dans des tourelles à l'avant et à l'arrière;

16 canons de 172 millimètres en flancs;

20 canons de 76 millimètres à tir rapide.

Pas de tube lance-torpilles; 734 hommes d'équipage avec amiral à bord.

#### HISTOIRE DES SCIENCES

Les origines de la géométrie. — M. Loria (Gênes) retrace les origines et le développement de la géométrie antérieurement à 1800. Son travail peut se résumer de la façon suivante: il est impossible de déterminer la primitive origine des recherches géométriques, mais il est certain que les Assyriens et les Babyloniens étudieront nombreux d'importants problèmes de géométrie. Chez les Egyptiens, la géométrie prit une grande importance et manifesta une tendance particulière vers les applications pratiques. L'« Age d'or » de la géométrie grecque fut contemporain de l'école d'Alexandrie; dont les principaux représentants furent Euclide, Archimède et Apollonius; l'école d'Alexandrie et Claudio Ptolémée tiennent aussi un rang éminent parmi les géomètres grecs, et l'âge « d'argent » de la géométrie grecque a été surtout marqué par Eutocius, Proclus et surtout Pappus. La suprématie romaine marqua la décadence de la géométrie, décadence qui se continua durant le moyen âge; la renaissance des mathématiques ne commença qu'avec l'apparition de Leonardo Fibonacci, vers l'an 1200, et, avant la fin du xvi<sup>e</sup> siècle, on pouvait noter les noms de Tartaglia, Cardan et Ferrari; puis parut en France: Viète, Médiége, Pacs et Desargues; Blaise Pascal d'Ussel et Kepler sont aussi de cette période. Enfin les méthodes infinitésimales de Fermat et de Descartes ouvrirent une ère nouvelle. M. Loria montre ensuite l'influence des méthodes infinitésimales sur l'étude de la géométrie et examine en particulier le développement de l'étude des courbes et des surfaces à trois dimensions.



## BIBLIOGRAPHIE

### Sommaires des principaux recueils de mémoires originaux.

**COMPTES RENDUS RÉDIGÉS PAR LA SOCIÉTÉ DE BILOGIE (Session du 4 avril 1903).** — M. et M<sup>e</sup> Lapicque : La loi d'excitation électrique et les décharges de condensateur. — M. et M<sup>e</sup> Lapicque : Variation de la loi d'excitation électrique pour les muscles de la grenouille suivant la rapidité de la contraction. — P.-E. Lemois et P. Mulas : Les cellules ganglionnaires de l'hypophyse chez la femme enceinte. — P.-E. Lemois et P. Mulas : Les cellules sidérophiliques de l'hypophyse chez la femme enceinte. — Paul Mulas : Note sur une réaction colorante de la graisse des capsules surrénales du cobaye. — Gustave Loësch : Sur l'emploi d'une ancienne méthode de Weigert dans la spermatozoïdologie. — C. Delzenne et A. Fournier : Nouvelles observations sur la sécrétion physiologique du pancréas. Le suc pancréatique des bovidés. — Grall : Les points identiques ou correspondants des deux labyrinthes. — A. Pfeiffer et André Boës : Note sur une gastrite. — Klyjew et Lefèvre : Eosinophilie dans le tableau. — G. Fleury : A propos de l'importance relative du mécanisme humoriel et du mécanisme réflexe dans la sécrétion par introduction d'acide dans l'intestin. — Gley et Rickard : Action de la glycine diacétilée sur la coagulation du sang. — G. Léonard et G.-H. Lessauvage : Influence de l'orthostatism sur le fonctionnement du rein. — G. Léonard et G.-H. Lessauvage : Influence de l'orthostatism sur la sécrétion urinaire, un point de vue sténatalogique. — G. Boussemart et A. Peltier : Sur la graisse de la capsule surrénales de la grenouille. — Maurice Achard : Notes pour servir à l'histoire de la sécrétion gastrique. — Maurice Brebos : Examen histologique d'une greffe de la muqueuse gastrique, postopératoire suivant le procédé de M. Arthus. — H. Berry : Recherches sur les anesthésiques. — H. Berry : Recherche et dosage du lactate en présence de la glycine dans les urines. — Fernand Arletty : Sur l'infection tuberculeuse du Chat par les voies digestives. — H. Stammes et F. Böll : La Méthine n'est pas détoxiquée par le suc pancréatique même稀薄. — Sellier et R. Verger : Étude expérimentale des fonctions de la couche optique. — Verger et Abadie : Sur un cas de stérbogastrectomie au cours d'un polyténite. — M. Caron : Note sur les connexions entre les neurones.

**ANNALES DE L'INSTITUT PASTEUR (Janvier 1903).** — Barre : Épidémies infectieuses et épidémiennes. — Berthelot : Étude expérimentale de la clavelline. — Berthelot : De la fixation de la toxine tétanique par le cerveau. — Boultroux : Recherches sur les propriétés anti-tétaniques des centres nerveux de l'animal humain.

**JANV (mars 1903).** — Philippe Bla : L'enseignement à l'École de santé maritime et coloniale à l'Université de Naples. — Wilhelm Elektra : Carl von Linde als Arzt. — H. Grise : Les œuvres de Jean-François Xavier Pagnet. — Robert Böller : Das Tropf : Aus der Renaissancezeit. — P. Pampier : Expérimentation Magister Gillelli. — Franz Strass : Die Entwicklungsgeschichte der Lösen von den Gasen.

**ARCHIVES DE MEDICINE NAVALE (mars 1903).** — Faillier : Etablissements hospitaliers en îles. — Falaise : Le conchage du matelot. — Meudrier : Lipre observé dans la région du Lang-Son (Tonkin) parmi les populations de race blanche. — Le Mékong : La phlogistique par l'eau de bouteille dans la marine.

**BULLETINS ET MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ D'ANTHROPOLOGIE DE PARIS (V<sup>e</sup> série, — Tome III, 1902, fasc. V).** — M. Peltier : Contribution à l'étude de la physiologie du maxillaire inférieur. — Taïf : Moyen de fixation des objets de collection. — Le Double : A propos d'un cas de commination de la tête sphénoidale et du très grand rond de l'aphysénoïde humain. — Sur quelques variations des trous optiques. — A. Lomelle : Capsules tertiaires soignées résultant dans le gravier plio-tertiaire de Cergy. — Bouquet : Les Juifs du Maroc. — P. Nicolle :

Le dieu Jahve. — A. Fleury : Influence de la lumière et de l'obscurité sur la transformation des animaux. Observations et expériences. — Ferner : Notice sur Thomas Wilson. — L. Massonier : Notices sur Arsène Dumont. — L. Mayet : Une broche de manteau humaine. — L. Massonier : Notes sur un cas de T-sincipital incomplet et sur une autre lésion énigmatique du crâne. — L. Capdeville : Étude sur l'Exposition de la délégation en Perse sous la direction de M. de Morgan. — M. Baudouin et G. Lericouzouer : Les maléfices des dunes comme signes de chronologie préhistorique. — Bogaert : Sur les Treasures. — Girard de Blaize : Sur l'âge de la pierre au Chili. — M. Baudouin : Un nouveau genre de tétrapode : Les hypoptogrammes du type opéré. — L. Assoult : Liste des phonogrammes composant le manteau phonographique de la Société d'Anthropologie. — Ad. Block : De la race qui prévalut à Suse et Chaldaï et en Susiane. — Le Basile : Du redressement de la courbure à concavité inférieure et de l'effet rectiligne de l'articulation scapulo-parasitale. — Silken temps-parcours externe. — P. d'Alcyon : Le pays des Tsinga. Étude de l'organisation politique de la Chine.

### Publications nouvelles.

— LA PRÉHISTOIRE DES MÈRES ET LEUR MISE EN VALEUR, par Maurice Lecomte-Duriez. — Un vol. in-8° de 556 pages avec figures; Paris, Schleicher, 1903.

— LES INSCRIPTIONS DE L'ÉTÉROUVE, par l'auteur du « Cabinet secret » [Cabinet]. — Un vol. in-12 de 316 pages avec 19 fig.; Paris, Michel, 1903. — Prix : 2 fr. 50.

— TRAITÉ ELEMENTAIRE DE GÉOMÉTRIE A QUATRE DIMENSIONS. INTRODUCTION A LA GÉOMÉTRIE A 5 DIMENSIONS, par R. Jouffret. — Un vol. in-8° de 212 pages, avec 62 figures; Paris, Gauthier-Villars, 1903. — Prix : 1 fr. 50.

— L'ACÉTYLIENNE. Théorie, applications, par Marie-Auguste Morel. — Un vol. in-8° de 172 pages avec 1 figure; Paris, Gauthier-Villars, 1903. — Prix : 5 francs.

L'acétylène est découvert depuis plus d'un demi-siècle et son importance a été reconnue dès les remarquables travaux de M. Berthelot.

Il n'y a pas encore dix ans, on ne savait produire ce gaz qu'en très petite quantité et par des procédés longs et coûteux. Ce corps était un produit de laboratoire, et il ne seraient peut-être jamais sorti de ce domaine sans l'importante découverte du procédé industriel de fabrication du carbure de calcium.

La nature s'est plus à sonner sous nos pas, un peu partout, le carbonate de calcium et le charbon, matières premières du carbure de calcium. Comment se fait-il que ce corps, qui est le résultat d'une réaction analogue à celle qui se passe dans un fourneau, n'ait pas été plus tôt découvert? C'est que le carbure de calcium est plutôt du domaine de la Thermochimie que de celui de la Chimie proprement dite. Il appartient à une catégorie de corps, les carbures métalliques, qui ne peuvent être formés qu'à des températures extrêmement élevées, qui n'ont pu être obtenues que par les fours électriques.

Les deux premiers chapitres de cet ouvrage sont spécialement consacrés à l'exposé des généralités sur les hydrocarbures métalliques.

L'histoire, la préparation, les propriétés et les applications du carbure de calcium font l'objet du chapitre II.

Dans les deux chapitres suivants sont étudiés les propriétés physiques, chimiques et organoleptiques de l'acétylène.

Les nombreuses applications de l'acétylène sont passées en revue dans le chapitre VI.

Enfin, l'auteur a exposé des recherches personnelles sur les appareils producteurs de gaz acétylène dans le dernier chapitre.

Dans la partie théorique il a relaté les différents travaux des savants français et étrangers, et dans la partie pratique il s'est borné à parler des applications relevant de la science et à donner la description des appareils répondant aux conclusions auxquelles nous a conduit la théorie.

— Techniques des Analyses Chimiques, médicales, industrielles, de Produits Alimentaires et Pharmaceutiques à l'usage des Pharmacien, par J. Tardieu et Cie. — Un vol. 80-12 de 316 pages. — Paris, Maloine, 1903. — Prix : 6 francs.

En dehors de toute préoccupation théorique, cet ouvrage réunit, sous un volume relativement restreint, un nombre considérable de renseignements précédents, épars jusqu'à dans les traités spéciaux ou noyés dans la foule des émanations encyclopédiques. C'est un choix de méthodes analytiques suivant le désir de l'auteur, jugeant utile que possible « la simplicité de la pratique à l'excellence des résultats ».

Dans le premier chapitre intitulé *La Laboratoire*, on trouve avec le détail de quelques opérations d'analyse courante un recueil très complet des réactifs pharmaceutiques ou spéciaux les plus fréquemment employés ; les réactifs colorants et précipitants des alcaloïdes ; les formules des principales solutions titrées avec tous les détails nécessaires pour effectuer leur préparation.

Le deuxième chapitre contient les réactions importantes des acides minéraux, celles des bases minérales, des principaux acides organiques et des alcaloïdes, ainsi qu'un certain nombre de tableaux dichotomiques pour la séparation des bases ou des acides minéraux et celle des alcaloïdes.

Dans les chapitres suivants on trouve exposés les détails pratiques de l'analyse de produits industriels tels que : engrangés, laitres, potassies, alcools, minéraux de fer, manganèse, savons, etc. ; de matières alimentaires : vin, bière, cidre, vinaigre, huiles, lait, farines, etc. ; de sécrétions organiques ; urine, suc gastrique ; de produits pharmaceutiques très nombreux : indiums, bordeaux, antipyrine, sulfate de quinine, opium, essences, pansements antiseptiques, etc.

Afin de faciliter les calculs souvent complexes que nécessitent la plupart des opérations d'analyse quantitative, l'auteur indique à la fin de chaque dosage une équation unique dans laquelle il suffit d'introduire le nombre le sur la balance ou déterminer par la balance, pour en déduire, par une simple multiplication ou division la proportion de l'élément cherché dans 100 ou 1000 parties du produit analysé.

Ouvrage conçu dans un esprit pratique et qui sera utile, notamment aux pharmaciens, de plus en plus nombreux, qui se consacrent aux travaux de l'analyse chimique.

#### Enseignement et Concours.

— MUSÉE NATIONALE SAVOISIEN. — Cours de Géologie. M. Stéphane Ménier a commencé sa cours le mardi 21 avril 1903, à cinq heures, dans l'amphithéâtre de la Galerie de Géologie, et le continuera les vendredis et mardis suivants, à la même heure.

Le Professeur étudiera le rôle des êtres vivants dans l'évolution de la surface terrestre, depuis les temps sédimentaires les plus anciens jusqu'à la période actuelle.

Le cours sera complété par des Excursions géologiques que des affiches spéciales annnonceront successivement.

— Conférences publiques du dimanche, (Année 1903, 2<sup>e</sup> siècle). — 19 avril, Eruption de la Martinique : M. A. Lavoie. — 25 avril, Les ancêtres du cheval : M. Basile. — 3 mai, Les animaux de l'ancienne Gaule : M. G. Guérin. — 10 mai, Les abeilles et les fourmis : M. E.-J. Bourcier. — 17 mai, Les orchidées : M. J. Carpentier.

Les Conférences auront lieu à trois heures dans le grand amphithéâtre de Moscou.

#### Bulletin météorologique du 11 au 17 Avril 1903.

(D'après le Bulletin intermédiaire du Bureau central météorologique de France.)

DATE.	HAUTEUR	TEMPÉRATURE.			VENT FORTE de 0 à 3. HEURE.	PLUIE	STAT DU CIEL à MOSCOU.	TEMPÉRATURES EXTREMES EN FRANCE ET EN EUROPE.	
		MINIME.	MÉDIOME.	MAXIME.				MINIME.	MAXIME.
§ 11	70000,0	21,2	24,0	26,7	N.-N.-E. 1	0,0	Brou.	-19° M. Monz.; -19° M. Vosz.; -19° Haiez.; -19° F.-de-D.	29° Perpignan; 29° Cassel; 22° Lituanie; 19° Ozean.
○ 12 à 1.	15000,7	9,1	17,1	22,7	N. 2	0,0	Souffoul.	-19° M. Monz.; -19° Haiez.; -19° P. du Midi; M. Vosz.	29° Perpignan; Barcelone;
C 13	75000,6	4,7	9,0	11,8	SU-W. 2	0,2	Souffoul.	-19° Bar.; P. d. M.; -19° M. Monz.; P. de D.; -19° Wiby.	29° Tolosa; 29° Palma; Porto; 29° Alger; Madrid.
○ 14	75000,3	4,8	27,6	39,4	N.-N.-W. 3	0,0	Souffoul.	-19° M. Vosz.; -19° P. de D.; -19° P. du Midi; -19° F. Vars.	29° Cap Estéri; 29° Madrid; 29° Hispania.
§ 15	75000,3	4,8	27,5	39,6	W. 4	3,0	Brou.	-19° P. du M.; -19° Serr.; -19° Bar.	19° Marsella; 29° Ligurien;
○ 16	50000,2	29,2	31,8	39,6	N. 2	0,4	Brou.	-19° P. du Midi; -19° Serr.; -19° Bar.	29° Madrid; 29° Sicilia.
♀ 17	70000,6	29,0	37,1	39,7	N. 4	0,0	Brou.	-19° P. du M.; -19° F. de D.; -19° P. de D.; -19° Haiez.	29° Perpignan; 29° Ligurien; 29° Sicilia; Madrid; Paris.
MONTAGNE	70000,10	29,00	-0°,10	31°,29	Total.	2,0			29° Cap Esterior; Ligurien; 29° Sicilia; Biskra.

RÉSUMÉ. — La température moyenne est bien inférieure à la normale corrigée  $\pm 0,6$  de cette période. — Voici les principales chutes d'eau : 21<sup>me</sup> à la Côte, 22<sup>me</sup> à Vienne le 16; 23<sup>me</sup> à Vienne le 15; 23<sup>me</sup> à la Haye le 15; 25<sup>me</sup> à Lézina, 22<sup>me</sup> à Trieste, 29<sup>me</sup> à Vienne le 17. — Neiges dans le N. de l'Europe le 15; dans le N., le Centre et l'W. du continent, à Paris, Belfort, Lyon-Saint-Genis, Mont-Alban, le Havre, Briançon, Pic du Midi le 16; dans le N. de l'Europe le 17. — Tempête du N. W., à Marseille dans la nuit du 16 au 17.

CARBONIQUE ATMOSPHERIQUE. — La plante *Mercuria*, très répandue du Soleil et invisible, passe au méridien le 25 avril à 04°50'54" du soir. — L'éclatante Vénus, l'étoile du Sud ou de Berger, discente à l'W. pendant les premières heures de

la nuit et atteint son point culminant à 19°17'29" du soir. — Mars illumine de ses feux rougeâtres la constellation de la Vierge pendant la plus grande partie de la nuit, et arrive à sa plus grande hauteur à 19°45'39" du soir. — L'étoile Jupiter et le soleil Solare, visibles à l'E., le matin avant le lever du Soleil, passent au méridien à 19°52'27" et 19°57'29" du matin. — Conjonction de Mercure et de l'étoile 8 Félier le 26 avril; de cette planète avec la Lune le 26; de la Lune et de Vénus le 26. — Ce même jour le Soleil sera en quadrature avec Saturne, et Vénus passera au périhélie, ou un point de son orbite le plus rapproché de Soleil. — Grande marée de coefficient 6,0 le 29 avril. — N. L. le 17.

L. B.

# SOCIÉTÉ GÉNÉRALE

POUR FAVORISER LE DÉVELOPPEMENT DU COMMERCE ET DE L'INDUSTRIE EN FRANCE

Assemblée générale ordinaire et extraordinaire du 30 mars 1903.

Les actionnaires de la Société Générale se sont réunis, le lundi 30 mars, au siège de la Société, 1<sup>er</sup> boulevard ordinaire pour statuer sur les comptes de l'exercice 1902 et sur les questions extraordinaires pour vérifier la déclaration de consécration et de versement à l'agencement du capital, constatant l'augmentation définitive et modifiée, en conséquence, l'article 6 des statuts.

— Les comptes présentés à l'Assemblée générale ordinaire par le Conseil d'administration, montrent la progression sans égard aux opérations de la Société, l'augmentation de sa clé sociale et aussi de ses bénéfices. Le montant de la Caisse s'est élevé de 36 milliards à 45 milliards ; total du Portefeuille commercial qui a augmenté de 700 millions et se monte à 31 936 411 effectifs représentant plus de 15 milliards, et qui fait peser une moyenne de 400 francs par effet ; les embauchements de Comptes se sont élevés à 165 000 000 francs, en augmentation de près de 34 millions, et les Ordres de Bourse au comptant, qui ont augmenté de plus de 300 millions, se chiffrent peu à 2 milliards 106 millions. Le solde des Comptes de Chèques, qui, au 31 décembre 1901 était de 251 771 329 francs représenté par 61 383 virements, l'ère, au 31 décembre 1902, 222 617 395 francs représenté par 108 409 virements, le solde de ces mêmes comptes, au 28 février 1903, se monte à 27 625 621 fr. 58.

Le rapport après avoir rappelé les circonstances qui, en 1899, ont entraîné la transformation de la Société et l'augmentation du capital social, fait constater les résultats avantageux de ces opérations, et constate que le bilan de la Société, jusqu'à ce jour, ne dépasse le milliard, a augmenté de 300 millions depuis le 31 décembre 1898, ce qui justifie l'augmentation de capital réalisée en deux fois, avec un brillant succès. Le nombre des actions sociales est aujourd'hui de 35 000.

La Société a, en 1902, créé trois bureaux à Anduzeon, Avignon, Bourg-Saint-Andéol, Vézénobres, Lézignan, Montier, Monze-Jaur, Orthez, Sainte-Pé-de-Grauves, Toulouse et Vitry ; et également six agences des bureaux de Brignac et de Chizos ; ouvert à Paris, un bureau de questier à Bollène, et, dans la Haute-Loire, deux bureaux à Levilly-Peyre, et Muret-les-Bains.

Le rapport indique que la Société s'est intéressée à la plupart des affaires importantes qui se sont traitées dans le cadre de l'Asie, et cite notamment, la construction aux Philippines de la Compagnie Internationale des Wagons-Lits, les émissions d'obligations de l'Empire Chinois à 100 francs, de la Société générale des Théâtres et de la Raffinerie d'Egypte, du Gouvernement de l'Algérie, du Gouvernement général de l'Inde-Chine, du Gouvernement princier de Bulgarie, du Gouvernement Tunisien, la Conversion des obligations des Pouvoirs

Ottomans, la Conversion de la Société Française à 100 p. 100, les émissions de Banque d'Orient, etc.

La Société poursuit le rachissement du surplus de sa clé sociale dans l'affaire de la Participations Guano, dont la liquidation est encore loin d'être terminée, et peut pourvoir compléter son appui au Gouvernement Français. Les produits du Fort du Cailly ont permis de faire face à l'annuité prévue pour l'amortissement et d'obtenir un excédent de 25 millions.

Les bénéfices nets de la Société à 1902 sont de 2 320 078 fr. 99 sur capitaux 2 millions ont été partagés actionnaires le 1<sup>er</sup> octobre 1902. Le Conseil a proposé de distribuer, à partir du 1<sup>er</sup> avril 1903, 2 fr. 11 par action, soit, après déduction de l'impôt sur le revenu, 8 fr. 60 nets, et de mettre à la réserve 355 016 fr. 37.

Cette répartition porte le rendement, à l'origine à 8,4 p. 100 du capital versé.

Le rapport des Comptes-examinateurs constate le développement continu et important de la Société, l'accroissement des moyens d'action et de ses affaires, ainsi que la sécurité que procure à sa clientèle le faire venir sous forme des principales assurances. Il s'accorde aux propositions du Conseil, pour la répartition du solde Napoléon, et demande aux actionnaires d'approuver le bilan et les comptes qui leur sont présentés.

L'Assemblée a approuvé les comptes de l'exercice 1902 et adopté la proposition du Conseil relative au dividende. Elle a élu deux administrateurs, MM. le baron de Grammont et de Salette-Auzan. Elle a nommé administrateurs, MM. J. Bourget et Maxime Bouvet, et cesseur, M. le comte R. de Matheus. Enfin, elle a nommé commissaires pour l'exercice 1903 MM. Lavalley, de Malmedy et Thirion.

Ces résolutions ont été votées à l'unanimité.

II. — Le rapport présenté par le Conseil à l'Assemblée générale extraordinaire mentionne d'abord les explications données à l'Assemblée ordinaire sur les raisons qui ont amené le Conseil à porter le capital social à 200 millions, et constate ensuite que les actionnaires sont réunis en Assemblée extraordinaire pour reader difficile l'augmentation de capital décidée par le Conseil en application de l'article 6 des statuts.

L'Assemblée générale, conformément à la proposition du Conseil, approuve l'augmentation de 40 millions du capital social, retenant la sincérité des assurances et de la déclaration de versement sur les seules sociétés. Elle a déclaré difficile l'augmentation de 40 millions portant désormais le capital social à 200 millions de francs, et modifié, en conséquence, l'article 6 des statuts.

Ces résolutions ont été votées à l'unanimité.

## CHEMINS DE FER D'ORLÉANS

### VOYAGE D'EXCURSION AUX PLAGES DE BRETAGNE

Tarif S. T. & S. (Adulte)

Le 1<sup>er</sup> Mai au 31 Octobre, il est délivré des billets de voyage d'excursion aux plages de Bretagne, à prix réduit et comportant la partie ci-après :

La Croix, Guérande, Saint-Malo, Lorient, Quimper, Ploemel, Vilaine, Arrée, Festivis, Guémené, Le Faouët (ville-fête-ou-Mou), Lorient, Quimper, Roscoff, Concarneau, Douarnenez, Pont-l'Abbé, Golfe-du-M.

ALLER ET RETOUR. — Prix des billets : 1<sup>re</sup> classe, 40 francs ; 2<sup>e</sup> classe, 20 francs. — Durée de validité : 30 jours.

Ces billets comprennent la location d'arrêts tous les petits du parcours, tant à l'aller qu'à l'aller. Le voyage peut être continué à l'enquête, des points de repos.

Les voyageurs peuvent sortir à leur plaisir, leurs billets à la gare à destination de l'hôtelier, à la condition de déposer, pendant le temps de leur séjour, leurs billets à la gare à destination de l'hôtelier.

Les voyageurs peuvent sortir, à leur gré, à destination de la ville intérieure de celles indiquées ci-dessus, ou pourront également se pas effrayer dans les parcs offerts dans ces villes, et se rendre directement sur l'heureux point où ils désirent passer ou séjourner, en tenant, toutefois, le sens général de l'hôtelier qu'il est chargé de lui abandonner leurs billets aux parcs non admissibles. Ils peuvent de même revenir directement à leur point de départ ou aborder un autre Hôtelier passager à l'aller.

La durée de validité des billets de l'excursion peut être prolongée pour les voyageurs qui souhaitent le faire pour une prolongation de 10 jours au prix de 10 francs. Ces prolongations peuvent être accordées dans toutes les villes et stations de la ligne de l'Orléans, au taux constant de 1 franc le jour.

Il est délivré, contre caution, de moins d'Orléans, un billet de voyage pour sortir aux plages de Bretagne, et lorsque le voyageur passe par l'Orléans, il obtient une carte pour visiter l'Orléans de l'excursion aux plages de Bretagne et vice versa, et lorsque le voyageur passe par l'Orléans, il obtient une carte pour visiter l'Orléans de l'excursion aux plages de Bretagne.

Ces billets sont délivrés, évidemment, le premier pour aller rejoindre l'itinéraire du Voyage d'excursion aux plages de Bretagne, le second pour quitter cet itinéraire lorsque le voyageur l'a terminé et veut l'abandonner.



# REVUE SCIENTIFIQUE

PARAISANT LE SAMEDI

Fondée en 1863

## SOMMAIRE

**Physique du globe.** — VOLCANS ET TREMBLEMENTS DE TERRE, LEURS RELATIONS AVEC LA FIGURE DU GLOBE, PAR M. Charles Lallemand.

**Botanique.** — LES PROBLÈMES DE LA PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE, PAR M. J. Reynolds Green.

**Industrie.** — LE TRANSPORT DE L'ÉLECTRICITÉ À GRANDE DISTANCE, PAR M. Ch. de Tavernier.

**Biologie.** — L'ACTIVITÉ CHIMIQUE DU PROTOPLASMA, PAR M. Félix Le Dantec.

**Causeuse bibliographique.** — M. J. Grasset : *L'Hypnotisme et la Suggestion*. — M. G. Amadori-Virgili : *L'Istituto fascista nelle società primordiali*. — MM. Francis Darwin et Steward : *More Letters of Charles Darwin*.

**Académie des sciences de Paris.** — Séances des 14 et 20 avril 1903.

**Chroniques, Notes et Informations.** — La couleur des bronzes antiques. — Propriétés et composition de l'essence de séroli. — Le Comité international de météorologie. — La radiation solaire et les variations diurnes. — Les gisements de charbon du Natal. — Odeurs protectrices. — La fonction alcoolique. — Pénétration des bactéries dans les plantes par les stomates. — Le sorbet sur la Bucey. — Identification d'un dieu égyptien. — Un nouveau singe. — Les denrées et la marchandise de l'homme préhistorique. — Une colonie de Normans au Mexique. — La multiplication des grands cargo-boats. — L'ostréiculture en Russie. — La marse, amidrine. — Les origines de la géométrie.

**Bibliographie et Bulletin météorologique.**

PRIX DU NUMÉRO : 60 CENTIMES

PRIX DE L'ABONNEMENT :

## À LA REVUE SCIENTIFIQUE

## AVEC LA REVUE BLEUE

	Trois mois.	Six mois.	Un an.	Paris et Seine-et-Oise.	14 fr.	25 fr.	45 fr.	Trois mois.	Six mois.	Un an.
Paris et Seine-et-Oise.	8 fr.	15 fr.	25 fr.	Paris et Seine-et-Oise.	14 fr.	25 fr.	45 fr.			
Département et Alsace-Lorraine.	10 fr.	18 fr.	30 fr.	Département et Alsace-Lorraine.	16 fr.	30 fr.	50 fr.			
Union postale.	12 fr.	20 fr.	35 fr.	Union postale.	18 fr.	35 fr.	55 fr.			

ON S'ABONNE CHEZ TOUTS LES LIBRAIRES ET DANS LES BUREAUX DE POSTE DE FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

DIRECTION, RÉDACTION, ADMINISTRATION ET ABONNEMENTS

BUREAUX DE LA REVUE BLEUE ET DE LA REVUE SCIENTIFIQUE

41 bis, rue de Châteaudun. — Paris.

# ÉDITIONS DE LA REVUE BLEUE ET DE LA REVUE SCIENTIFIQUE

4<sup>e</sup> SIEGE DE CHATEAUBRIAN. — PARIS.

Pour bénéficier de la remise que nous leur faisons, nos abonnés sont priés de nous adresser directement, sans intermédiaire, en mandat, bon de poste ou timbres, le montant de leur commande, qu'ils recevront franco.

**La Conception morale et civique de l'Enseignement,** par A. FOUILLEÉ, de l'Institut. — Prix 2 fr. 50. — Pour nos Abonnés, 2 fr.

**La Psychologie du Mysticisme,** par E. BOUTROUX, de l'Institut. — Prix, 0 fr. 75. — Pour nos Abonnés, 0 fr. 50.

**Un Pape à l'Époque de la Renaissance : Jules II,** par E. GEBHART, de l'Institut. — Prix, 0 fr. 75. — Pour nos Abonnés, 0 fr. 50.

**Waldeck-Rousseau,** par J. ERNEST-CHARLES. — Prix, 1 fr. 50. — Pour nos abonnés, 1 fr.

**Un Amateur d'Âmes,** par MAURICE BARRÈS, avec illustrations. — Prix, 3 fr. — Pour nos Abonnés, 2 fr.

**Le Centenaire d'Edgar Quinet,** par H. MICHEL, professeur à l'Université. — Prix, 0 fr. 75. — Pour nos Abonnés, 0 fr. 50.

**La Compagne,** drame en un acte, par A. SCHNITZLER. — Prix, 1 fr. — Pour nos Abonnés, 0 fr. 50.

**Qu'est-ce que la Théosophie,** par LÉON CLÉRY. — Prix, 0 fr. 75. — Pour nos Abonnés, 0 fr. 50.

**La Souffrance d'après la Théosophie,** par LÉON CLÉRY. — Prix, 0 fr. 75. — Pour nos Abonnés, 0 fr. 50.

**La Criminalité Juvenile,** par le Dr GARNIER. — Prix, 0 fr. 75. — Pour nos Abonnés, 0 fr. 50.

**La Pédagogie physiologique,** par le Dr A. MATHIEU. — Prix, 0 fr. 75. — Pour nos Abonnés, 0 fr. 50.

**Le Vêtement Féminin et l'Hygiène,** par le Dr FRANTZ-GLENARD. — Prix, 1 fr. — Pour nos Abonnés, 0 fr. 50.

**La Destruction des Voix et l'Enseignement du Chant,** par le Dr P. BONNIER. — Prix, 0 fr. 75. — Pour nos Abonnés, 0 fr. 50.

**Le Crédit de la Science,** par SULLY PRUDHOMME, de l'Académie française. — Prix, 0 fr. 75. — Pour nos Abonnés, 0 fr. 50.