

L'ANNÉE  
SCIENTIFIQUE  
ET INDUSTRIELLE

## OUVRAGES DU MÊME AUTEUR

PUBLIÉS A LA MÊME LIBRAIRIE :

- L'ANNÉE SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE, 22 années (1856-1870). 22 volumes in-18 jésus. Prix : 3 fr. 50 le volume.
- TABLES DES MATIÈRES ET NOMS D'AUTEURS DES VINGT PREMIERS VOLUMES DE L'ANNÉE SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE (1856-1877). 1 volume in-18 jésus. Prix : 3 fr. 50.
- L'ALCHIMIE ET LES ALCHEMISTES. *Essai historique et critique sur la philosophie hermétique.* 1 vol. in-18 jésus. 3<sup>e</sup> édit. Prix : 3 fr. 50.
- HISTOIRE DU MERVEILLEUX DANS LES TEMPS MODERNES. 4 vol. in-18 jésus. 3<sup>e</sup> édit. (1873.) Prix : 14 fr.
- LE LENDEMAIN DE LA MORT, ou *la Vie future selon la science.* 1 volume in-18 jésus, accompagné de 10 figures d'astronomie. 8<sup>e</sup> édit. (1879.) Prix : 3 fr. 50.

### OUVRAGES ILLUSTRÉS A L'USAGE DE LA JEUNESSE

Format grand in-8

PRIX DE CHAQUE VOLUME, BROCHÉ, 10 FRANCS

La demi-reliure, dos en chagrin, plats en toile, tranches dorées, se paye 4 fr. en sus.

#### I. — TABLEAU DE LA NATURE.

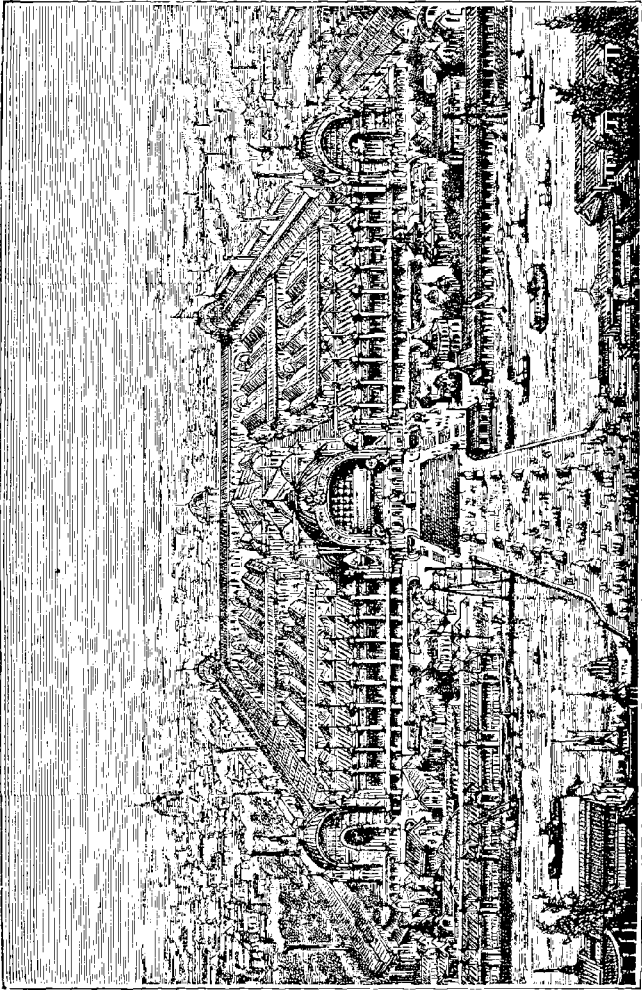
- I. LA TERRE AVANT LE DÉLUGE. 8<sup>e</sup> édition (1879). Un volume, contenant 25 vues idéales de paysages de l'ancien monde, 345 autres figures et 8 cartes géologiques coloriées.
- II. LA TERRE ET LES MERS, ou Description physique du globe. 5<sup>e</sup> édition (1874). Un volume, contenant 206 figures dessinées par Karl Girardet, Lebreton, etc., et 19 cartes de géographie physique.
- III. HISTOIRE DES PLANTES. 2<sup>e</sup> édition (1874). Un volume, illustré de 416 figures dessinées par Faguet.
- IV. LES ZOOPHYTES ET LES MOLLUSQUES. Un volume, illustré de 385 figures dessinées d'après les plus beaux échantillons du Muséum d'histoire naturelle.
- V. LES INSECTES. 3<sup>e</sup> édition (1875). Un volume, illustré de 594 figures, dessinées par Mesnel, Blanchard et Delahaye, et de 24 grandes compositions.
- VI. LES ANIMAUX ARTICULÉS, LES POISSONS ET LES REPTILES. 3<sup>e</sup> édition (1876). Un volume, accompagné de 222 figures.
- VII. LES OISEAUX. 3<sup>e</sup> édition (1876). Un volume, illustré de 322 figures dessinées par A. Mesnel, Bévallet, etc.
- VIII. LES MAMMIFÈRES. 2<sup>e</sup> édition (1873). Un volume, illustré de 280 figures dessinées par Mesnel, de Penne, Lalaisse, Bocourt, Bayard et de Neuville.
- IX. L'HOMME PRIMITIF. 4<sup>e</sup> édition (1876). Un volume, contenant 256 figures représentant les objets usuels des premiers âges de l'humanité, et 40 scènes de la vie de l'homme primitif, dessinées par E. Bayard.
- X. LES RACES HUMAINES. 3<sup>e</sup> édition (1875). Un volume, illustré de 268 figures dessinées sur bois et de 8 chromolithographies représentant les principaux types des familles humaines.

#### II. — OUVRAGES DIVERS.

- CONNAIS-TOI TOI-MÊME. *Notions de physiologie à l'usage de la jeunesse et des gens du monde* (1879). 1 volume, illustré de 25 grandes gravures sur bois, de 25 portraits, de 115 figures et d'une chromolithographie représentant la circulation du sang. Prix broché, 10 fr.
- LE SAVANT DU FOYER, ou *Notions scientifiques sur les objets usuels de la vie.* 1 volume, illustré de 288 vignettes et d'une carte coloriée. 7<sup>e</sup> édition (1876). Prix broché, 10 fr.
- LES GRANDES INVENTIONS MODERNES dans les sciences, l'industrie et des arts. 1 volume, illustré de 319 gravures sur bois. 7<sup>e</sup> édition. Prix, broché, 10 fr.
- VIES DES SAVANTS ILLUSTRÉS, DEPUIS L'ANTIQUITÉ JUSQU'AU XIX<sup>e</sup> SIÈCLE. 5 volumes grand in-8, accompagnés de 175 grandes compositions et portraits authentiques (1865-1870) : Tome I<sup>er</sup>, *Savants de l'antiquité.* — Tome II<sup>e</sup>, *Savants du Moyen âge.* — Tome III<sup>e</sup>, *Savants de la Renaissance.* — Tome IV<sup>e</sup>, *Savants du XVII<sup>e</sup> siècle.* — Tome V<sup>e</sup> et dernier, *Savants du XVIII<sup>e</sup> siècle.* (Chaque vol. broché, 10 fr.)

22467. — Typographie A. Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris





LE PALAIS DU CHAMP DE MARS (*Exposition universelle de 1878*)

L'ANNÉE  
SCIENTIFIQUE  
ET INDUSTRIELLE

OU

EXPOSÉ ANNUEL DES TRAVAUX SCIENTIFIQUES, DES INVENTIONS  
ET DES PRINCIPALES APPLICATIONS DE LA SCIENCE  
A L'INDUSTRIE ET AUX ARTS, QUI ONT ATTIRÉ L'ATTENTION PUBLIQUE  
EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Accompagné d'une Nécrologie scientifique

PAR

LOUIS FIGUIER

---

VINGT-DEUXIÈME ANNÉE (1878)

CONTENANT LE COMPTE-RENDU DE L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1878

Avec un Plan de l'Exposition

---

PARIS

LIBRAIRIE HACHETTE ET C<sup>ie</sup>  
79, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 73

1879

Droits de propriété et de traduction réservés



# L'ANNÉE SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE

(VINGT-DEUXIÈME ANNÉE)

---

## ASTRONOMIE

### 1

Principaux faits astronomiques de 1878. — Petites planètes. — Comètes. — Étoiles filantes. — Éclipses. — L'éclipse du 29 juillet et les résultats de l'observation de ce phénomène céleste.

*Petites planètes.* — Le nombre des astéroïdes compris entre Mars et Jupiter s'est encore augmenté en 1878.

Le 29 janvier, M. Perrotin a découvert une petite planète, à l'Observatoire de Toulouse. Une observation du 3 février a permis d'en déduire le mouvement diurne.

A l'Observatoire de Marseille, M. Cottenot a trouvé une petite planète, dont il a donné la position pour le 2 février. Cet astre, qui est de 10<sup>e</sup> grandeur, est le 181<sup>e</sup> du groupe.

Découverte de deux petites planètes à l'Observatoire de Pola, par M. Palisa : l'une à la date du 7 février, l'autre le 8 du même mois.

Découverte d'une petite planète, à Clinton, New-York,

par M. Peters. L'annonce en a été faite par une dépêche reçue le 7 février.

Le même astronome (M. Peters) découvrait encore à Clinton un astéroïde de 10<sup>e</sup> grandeur, ainsi que le témoigne une dépêche reçue le 3 mars.

M. Knorre écrivait de Berlin, le 2 mars, que M. Palisa avait trouvé une petite planète, à l'Observatoire de Pola, le 28 février.

Le 6 avril, M. Prosper Henry trouvait une petite planète à l'Observatoire de Paris. Elle est de 11<sup>e</sup> grandeur. C'est la 186<sup>e</sup> petite planète.

La 187<sup>e</sup> petite planète a été trouvée par M. Coggia, le 11 avril, à l'Observatoire de Marseille. Elle est de 10<sup>e</sup> grandeur.

Une dépêche reçue le 27 juin annonçait la découverte d'une petite planète de 12<sup>e</sup> grandeur, faite par M. Peters, à Clinton. L'observation de cet astre datait de la veille, 26.

Le 18 septembre, M. Peters trouvait une petite planète, à l'Observatoire de Clinton. Cet astre a été observé à Paris par MM. Henry, les 20 et 21 septembre.

Le 23 septembre, une petite planète était découverte à l'Observatoire d'Am-Arbor, par M. Watson. Le même astre a été observé le 28 du même mois à Paris.

M. Peters découvrait encore à Clinton deux petites planètes (la 191<sup>e</sup> et la 192<sup>e</sup>). L'annonce en était faite par deux dépêches reçues respectivement le 1<sup>er</sup> octobre. L'astre est de 10<sup>e</sup> grandeur.

*Comètes.* — Une éphéméride d'une comète notée II, 1873, a été établie par M. Schulhof, pour les mois de juillet, août, septembre et octobre 1878.

Le 9 juillet, M. Mouchez, le nouveau directeur de l'Observatoire de Paris, recevait une dépêche ainsi conçue : « Découverte par Lewis Swift, de Rochester, d'une grande et faible comète le 7 juillet 1878, à 2 heures, par 17 h. 40 m. d'ascension droite et 18 degrés de déclinaison



nord, avec un lent mouvement vers le sud-ouest. Nulle queue ou noyau, mais condensation centrale. »

La comète périodique de Tempel a été observée à Florence, par M. Tempel, le 19 juillet, à 9 h. 30 m. à l'Observatoire d'Arcetri.

Une seconde observation de la même comète a été faite par M. Winnecke, à Strashourg.

La révolution de cette comète est de cinq jours plus longue que ne le supposait M. Schulhof; on sait que cette révolution est de près de 6 ans.

La même comète, c'est-à-dire la comète de Tempel, a été observée à l'Observatoire de Paris, par M. Prosper Henry. L'astre était très faible, rond, sans noyau apparent, avec un diamètre de 3 minutes environ.

*Étoiles filantes.* — Les apparitions d'étoiles filantes deviennent rares et perdent leur importance comme phénomène astronomique. Elles n'ont rien présenté de particulier en 1878. Les pluies périodiques de ces météores, dont on connaît à peu près les apparitions, c'est-à-dire qui arrivaient dans les mois d'août et de novembre, n'ont rien fourni d'extraordinaire. Il y a certainement décroissance dans l'intensité générale de ces pluies d'étoiles.

Parmi les apparitions ignées que l'on peut ranger dans la catégorie des bolides, se trouve un météore noté le 22 juin, par M. Delahodde. A 8 h. 50 m. cet observateur vit dans le ciel, parfaitement clair, quoique tendant à l'orage, dans la direction ouest-nord-ouest, environ à 75 ou 80 degrés au-dessus de l'horizon, un météore ascendant, qui lançait des étincelles. On l'aurait pris pour une chandelle romaine vers la fin de son ascension. Il n'a été vu que pendant 2 secondes, marchant très lentement, parcourant un arc de 5 degrés environ. Aucune étoile ne se montrait, à cause de la clarté du ciel, encore assez intense.

*Éclipses.* — Quatre éclipses, deux de Soleil et deux

de Lune, ont eu lieu en 1878. L'éclipse partielle de Lune du 12-13 août a été seule visible à Paris. Encore a-t-elle été imparfaitement observée, à cause de l'état du ciel.

L'éclipse annulaire de Soleil du 2 février, visible dans l'Australie, n'a donné lieu à aucune description; du moins rien n'est parvenu à notre connaissance sur ce phénomène.

Un des évènements astronomiques les plus importants de 1878 a été l'éclipse totale de Soleil du 29 juillet, qui était invisible à Paris, mais qui était visible dans l'océan Pacifique boréal, dans le nord-est de l'Asie et dans l'Amérique du Nord.

C'est de l'Observatoire d'Am-Arbor, aux États-Unis, que M. Watson annonça que, pendant cette éclipse, il avait observé un astre de 4<sup>e</sup> grandeur, situé à 2<sup>o</sup> du Soleil, et qu'il croyait que cet astre était très probablement la planète *Vulcain*, ou l'une des planètes possibles situées entre Mercure et le Soleil, et dont Le Verrier, à la suite de ses calculs, avait affirmé l'existence.

D'après ces données, M. Gaillot calcula une orbite de cette planète hypothétique.

M. Swift, des États-Unis, vit pendant la même éclipse deux astres dans le champ de son instrument: l'un était  $\theta$  de l'Écrevisse et l'autre un astre de 5<sup>e</sup> grandeur, qui était certainement une nouvelle planète.

M. Watson écrivit une seconde fois, pour informer qu'il avait observé deux nouvelles étoiles le 29 juillet, durant la totalité de l'éclipse: d'où on a conclu que l'un des deux astres au moins était une planète inframercurielle.

Tel est le résultat définitif de ces dernières observations; nous reviendrons dans l'article suivant, avec les détails nécessaires, sur cet important sujet.

Quant à l'éclipse elle-même, nous possédons des détails intéressants, donnés par M. Abbe.

Cet astronome, tombé subitement malade au sommet du pic Pike, se fit porter à Lake-House, la veille du phé-

nomène. Son attention se fixa principalement sur les rayons lumineux partant de la couronne.

L'astronome américain n'avait aucun instrument d'optique. Il examina pourtant l'anneau brillant, qu'il considéra comme la véritable atmosphère solaire. Il explora au moins six fois toutes les régions contournant le Soleil pendant les 161 secondes de la totalité de l'éclipse. La lune paraissait entourée d'un anneau blanc, brillant, étroit, ayant au moins 5 minutes de largeur. La lumière de cet anneau et sa couleur étaient uniformes ; il était continu et sans structure visible. En dehors de cet anneau, il n'y avait aucune apparence de couronne concentrique ; un ciel immaculé, d'un bleu noir, entourait cette lumière, que M. Abbe appelle maintenant la vraie couronne, ou l'atmosphère solaire.

Vers la fin de la totalité, une bande rose se montra à la base d'un des rayons, qui offraient le spectacle le plus remarquable. Ces rayons formèrent 5 faisceaux. Le premier avait une longueur d'environ 6 diamètres du disque éclipsé ; il se terminait en pointe, ayant l'apparence d'un triangle allongé. Cette forme était celle d'un autre faisceau, perpendiculaire au premier, mais ayant une étendue un peu moindre. Deux autres faisceaux, formant de l'autre côté du disque comme les prolongements des précédents, allaient en s'élargissant. L'un de ceux-ci était bifurqué, il continuait le premier faisceau. Ces rayons n'ont rien de commun ni avec l'atmosphère, ni avec la lune, ni même avec le soleil. Après avoir nettement constaté que les axes et les bords étaient, deux à deux, les prolongements les uns des autres, M. Abbe conclut qu'il avait sous les yeux deux faisceaux de lumière faible, à peu près à angle droit l'un sur l'autre, rétrécis à une extrémité, élargis à l'autre, en raison de la perspective.

L'hypothèse la plus probable est que ce phénomène était produit par l'amas de météores qui détermine les étoiles filantes en août et en novembre. Le courant d'août

a plusieurs centaines de milles de largeur et d'épaisseur, et plusieurs millions de milles de longueur; un tel courant, situé en arrière du Soleil et éclairé par lui, réfléchissait vers l'observateur une faible lumière uniforme, semblable à celle des rayons de la couronne. Sur d'autres points de notre orbite, ou sur un autre point de l'orbite de l'amas, cette apparence peut disparaître.

On pourrait trouver dans cette théorie l'explication de nombreux cas de couronnes lumineuses, d'épées flamboyantes, de comètes que l'on a aperçues, comme le rapporte l'histoire, pendant diverses éclipses.

L'observation de la même éclipse de Soleil, c'est-à-dire celle du 29 juillet 1878, qui a donné l'occasion de révéler l'existence de la planète *Vulcain*, annoncée par les calculs de Le Verrier, a amené des découvertes intéressantes sur la constitution du Soleil, et permis de donner suite aux recherches commencées, il y a une dizaine d'années, sur les enveloppes gazeuses de l'astre central de notre système.

MM. Draper, de New-York, écrivaient, le 20 juillet, au *Daily News* :

« L'éclipse a été observée de la manière la plus satisfaisante, à toutes les stations du nord et du midi. La couronne était remarquablement différente de toutes celles apparues en 1869, 1870 et 1871. Les observations de cette année ont mis en évidence les grandes variations qui surviennent dans l'atmosphère extérieure du Soleil, suivant qu'il y a plus ou moins de taches sur son disque. La couronne était petite, lustrée et perlée; les indications d'une structure bien définie étaient limitées à deux portions; on a vu quelques longs rayons, et le professeur Newcomb, qui avait dressé un écran au sommet d'un grand poteau, croit avoir vu la lumière zodiacale s'étendant à six degrés du Soleil. »

M. Draper et M. Lockyer ont obtenu des photographies du spectre de la couronne solaire. Le spectre continu a été seul enregistré, et même dans les spectroscopes

ordinaires les raies brillantes étaient totalement absentes. M. Lockyer n'a pas vu d'anneau.

Ces particularités sont autant d'indications des profonds changements survenus, depuis 1871, dans la constitution du Soleil. Il est très-probable que la substance qui donne naissance au spectre continu, n'est pas celle qui produit les raies.

Les raies obscures de la couronne n'ont pas été vues. M. Young n'a découvert, à Denver, aucune raie dans l'ultra-violet du spectre. Il aurait aussi obtenu l'image d'un spectre continu.

La polarisation radiale, observée en 1871, a été confirmée par M. Holden.

M. Ch. Meo, de Barcelone, a pu suivre la première phase de l'éclipse, qui était partielle pour l'Espagne. Il a vu deux petits *points brillants fixes* sur le disque de la lune totalement obscurci. Ce fait avait déjà été signalé par lui, lors de l'éclipse du 23 août 1877; mais alors M. Meo n'avait aperçu qu'un seul point brillant. Malheureusement, un nuage vint interrompre cette observation, en lui dérobant la vue de l'astre échanuré.

La couleur de la partie assombrie du disque solaire a paru à M. Meo beaucoup plus claire que lors d'une éclipse totale. La teinte paraissait peu uniforme aux environs du contour circulaire. La partie éclairée du disque et celle noyée dans l'ombre étaient séparées par une ligne nettement tranchée. Vu dans la lunette, le globe de la lune figurait un gigantesque œuf de Pâques qu'on aurait bruni sur la moitié.

A partir du 35° environ de latitude sud, au fur et à mesure que la phase gagnait, quatre points précis, d'un noir floconneux, se montraient de plus en plus distincts, et lorsque l'ombre eut envahi leur région, et au delà, on les voyait se détacher encore nettement sur le fond rouge obscur du champ environnant. Cette observation indiquerait l'existence sur le globe lunaire de gouffres et

cavités plus énormes encore que celles qui figurent sur les cartes de notre satellite.

## 2

Le passage de Mercure sur le Soleil, le 6 mai 1878. — Utilité de l'observation des passages de Mercure sur le Soleil. — Parallaxe. — Planète intramercurielle. — Particularités relatives à l'observation du 6 mai 1878. — Ses résultats. — Passages antérieurs. — Observations du passage de 1878 faites en Amérique et en Europe.

Nous n'avons rien dit, dans la revue qui précède, de l'observation du passage de Mercure sur le Soleil qui a eu lieu le 6 mai 1878. C'est que cet événement astronomique a été le plus important de cette année et que nous devons, en conséquence, consacrer une étude spéciale à l'histoire de ce phénomène.

Et d'abord quelle utilité présente, pour les progrès de l'astronomie, l'observation du passage de Mercure sur le Soleil?

En premier lieu, cette observation peut être utile pour la détermination de la *parallaxe solaire*, qui a pour conséquence de fixer exactement la distance de la Terre au Soleil.

Disons cependant que Mercure est une planète trop petite et trop éloignée de nous pour que l'observation de son passage sur le Soleil puisse servir bien efficacement à cette détermination. Le passage de Vénus sur le Soleil, observé en 1875, est d'une bien autre importance à ce point de vue. Le passage de Mars pourrait servir également à cette détermination, mais avec moins de sûreté que l'observation du passage de Vénus.

On sait que la méthode de Halley permet de déduire des observations du passage de Vénus sur le Soleil la parallaxe solaire ou la distance de la Terre au Soleil. Quant à Mercure, cet astre, nous le répétons, est trop près du Soleil, relativement à la distance où nous en

sommes nous-mêmes, pour pouvoir servir très utilement à la détermination de la parallaxe du Soleil.

L'observation du passage de Mercure sur le Soleil intéresse les astronomes à un autre point de vue. D'un grand nombre de données concordantes Le Verrier a déduit théoriquement l'existence d'une planète nouvelle qui graviterait entre Mercure et le Soleil. Le passage de Mercure sur l'astre central peut jeter une vive lumière sur cette question, qui était chère à l'illustre astronome récemment enlevé à la science.

Mercure est la planète la plus rapprochée du Soleil : sa distance moyenne du Soleil est de 15 millions de lieues. Comme Mercure est considérablement plus petit que le Soleil (plus petit même que la Terre), il ne peut éclipser qu'une très faible partie du disque lumineux en passant entre lui et nous. Aussi, quand on observe un passage de Mercure sur le Soleil, ne voit-on autre chose qu'une petite tache noire, bien ronde, s'avancant uniformément pendant les quelques heures que dure ce phénomène : ce qui permet de ne pas le confondre avec une tache solaire.

C'est le 6 mai 1878 qu'a eu lieu le dernier passage de Mercure. Les astronomes de tous les pays accordent tant d'importance à ce phénomène, que l'Amérique, l'Angleterre, la France, l'Allemagne, avaient envoyé des savants sur les points du globe qui se prêtaient le mieux à l'étude du phénomène, ou plutôt dans ceux où il se montrait pendant toute sa durée.

En France, le ministre de l'instruction publique et l'Académie des sciences avaient confié cette mission à MM. André et Angot. Le premier est professeur d'astronomie à la Faculté des sciences de Lyon.

Ces astronomes ont reçu à New-York le meilleur accueil. La Compagnie française transatlantique s'est montrée très libérale dans cette occasion. Nos savants ont obtenu à New-York l'entrée en franchise de tous leurs instruments, ainsi que leur libre parcours sur tous les chemins

de fer qui devaient les amener à Ogden et les ramener à New-York. Le gouvernement de Washington a mis à leur disposition l'Observatoire d'Ogden, en prescrivant la fourniture gratuite de tous les objets nécessaires aux observations. Un fil télégraphique de Washington à Ogden a dû leur donner l'heure, toutes les fois qu'elle a été demandée. Enfin, les instruments photographiques qui avaient servi, en 1875, à l'expédition américaine du passage de Vénus, ont été confiés aux savants français par l'Observatoire de Washington, pour qu'ils pussent les comparer à ceux qu'ils avaient emportés de France.

Avant de parler des observations faites à New-York par MM. André et Angot, il nous paraît nécessaire de rappeler les résultats des observations du passage de Mercure faites depuis la création des observatoires modernes.

La première observation du passage de Mercure sur le Soleil fut faite à Paris, par Gassendi, le 7 novembre 1631, selon le vœu et l'avertissement de Keppler; car Keppler avait prédit ce passage, et avait publié un écrit sur ce sujet, l'année précédente, qui fut l'année de sa mort.

Un second passage de Mercure sur le Soleil eut lieu en 1770. D'habiles observateurs, Schroter, Harding, etc., aperçurent un petit point lumineux sur le disque obscur de la planète. On prit ce point pour un indice de volcan en ignition.

Babinet a raconté de curieuses particularités au sujet de l'observation de ce même phénomène faite à Paris par Lalande.

« Ce petit monde de Mercure s'est permis, dit Babinet, de donner de la tablature aux astronomes et aux mathématiciens qui ont voulu établir les formules de sa marche.

« Lalande, le fameux astronome français, annonça une théorie de Mercure... Il prédit, pour 1799, que l'on verrait la planète entrer sur le Soleil, le 7 mai, à telle heure, telle minute. Un nombreux public privilégié avait envahi l'Observatoire. Pas de planète, pas de passage. La foule désappointée s'écoule... Or, dans la cour de l'hôtel de Cluny, le modeste Delambre était resté à la lunette..... Enfin, [après plusieurs



quarts d'heure, le rond parfait du Soleil s'échancra d'un petit point noir à l'orient. Ce petit point noir glissa silencieusement sur le fond brillant de l'astre, et après une traversée de plusieurs heures, sortit par le bord opposé, laissant Delambre seul en possession du fruit de sa persévérance. »

Ainsi, Lalande s'était trompé dans ses calculs.

Depuis cet évènement la théorie de Mercure a été singulièrement perfectionnée par les mathématiciens et les astronomes.

L'avant-dernier passage de Mercure sur le Soleil a eu lieu le 5 novembre 1868.

Les résultats fournis par les observations de ce passage démontrèrent que les différences entre l'heure annoncée et l'heure du passage n'étaient plus de plusieurs quarts d'heure ni même d'une minute, mais des instants presque insensibles.

Le Verrier s'était rendu à Marseille pour observer ce passage. D'après la note qu'il adressa à l'Académie des sciences, la planète était déjà entrée sur le disque du Soleil au moment du lever de cet astre. L'image de Mercure était très claire et sans pénombre. La phase importante est celle du contact intérieur, au moment de la sortie. L'observation faite par Le Verrier donna 12 h. 21 m. 4 s.  $\frac{4}{10}$ ; d'où l'on conclut, en temps moyen de Marseille, 9 h. 21 m. 35 s.  $\frac{7}{10}$ ; ce qui correspond en temps moyen de Paris à 9 h. 9 m. 18 s.  $\frac{2}{10}$ . Il n'y avait qu'une seconde d'erreur entre le temps calculé et le temps observé. C'était un degré d'exactitude aussi grand que celui que l'on avait obtenu au passage du même astre en novembre 1861.

Une observation de ce phénomène faite à Dunkerque, par M. Terquem, donna 9 h. 9 m. 19 s.  $\frac{9}{10}$ ; la différence avec l'observation précédente est très petite.

A l'Observatoire de Paris, M. Villarceau, observant au grand équatorial de Secrétan, vit Mercure extrêmement ondulant avec un contour mal défini et entouré d'un anneau sombre; et cette apparence persista quand les

nuages eurent complètement disparu, car le bord de la planète ne se montra jamais bien tranché. La moyenne des mesures du diamètre est de 9" 63/100. Les deux derniers contacts furent observés à tous les instruments mis en faction, sauf à l'équatorial de Gambey.

Voici les nombres obtenus, en 1868, par M. Villarceau, en temps moyen de Paris, avec un grossissement de 163 fois :

2° Contact intérieur, 21 h. 9 m. 28 s. 9/10.

2° Contact extérieur, 21 h. 12 m. 0 s. 5/10.

M. Wolff obtint, pour les mêmes phases du phénomène, 21 h. 9 m. 33 s. 8/10 et 21 h. 11 m. 59 s. 8/10.

C'est quand il eut reconnu que le périhélie de Mercure (c'est-à-dire sa position la plus voisine du Soleil, dans sa courbe annuelle) se déplaçait de 43", que Le Verrier conclut à l'existence d'une ou de plusieurs planètes intramercurielles qui seraient placées entre Mercure et le Soleil. On a vu plus haut que les tables de Mercure, construites par Le Verrier, ont donné une concordance parfaite entre la théorie et l'observation. Aussi le grand astronome ne doutait-il nullement de l'existence d'une ou de plusieurs planètes plus rapprochées du Soleil que Mercure.

Les perfectionnements apportés par Le Verrier à la théorie de Mercure, non-seulement lui ont fait prévoir l'existence d'autres corps célestes plus rapprochés du Soleil que cette planète, mais encore l'ont conduit à une conséquence importante : c'est que la parallaxe du Soleil, c'est-à-dire la distance de la Terre au Soleil, doit être modifiée. Cette distance, estimée jusqu'ici à 38 millions de lieues environ, devra être diminuée de presque 4 millions de lieues.

Revenons à l'observation du dernier passage de Mercure, qui a eu lieu le 6 mai 1878.

A l'Observatoire de Montsouris, à Paris, le mauvais temps contraria beaucoup l'observation qui en fut faite.

Les épreuves photographiques ne réussirent pas, mais M. Mouchez put obtenir l'heure de l'entrée de la planète sur le disque du soleil, à 8 ou 10 secondes près.

A l'Observatoire de Toulouse, M. Perrotin aperçut Mercure à 3 h. 17 m. 32 s. temps moyen de son observatoire. Mercure avait déjà sensiblement entamé le disque lumineux. Le second contact fut observé à travers les nuages, à 3 h. 19 m. 52 s. On voyait autour de la planète une sorte d'auréole obscure, ressemblant à une pénombre.

M. Tacchini, à Palerme, observa assez bien les deux premiers contacts.

Dans d'autres villes d'Italie le temps fut assez mauvais pour empêcher les observations.

M. l'amiral Serres a rendu compte de l'observation du passage de Mercure faite à Paita. Cette observation s'est effectuée dans des conditions très favorables. L'heure des contacts a été déterminée avec une précision satisfaisante; de bonnes études micrométriques ont été faites. Les officiers de la *Magicienne* ont rivalisé de zèle dans cette étude.

M. Lamey remarqua certaines déformations; la planète Mercure lui paraissait *ovale*.

M. André, professeur d'astronomie à la Faculté des sciences de Lyon, avait été, avons-nous dit, envoyé par le ministre de l'instruction publique à Ogden (États-Unis) pour observer le passage de la planète Mercure. Les opérations photographiques étaient confiées à M. Angot. M. André a adressé à l'Académie des sciences, sur les résultats de sa mission, un rapport que nous allons résumer.

Le dimanche 5 mai, dans l'après-midi, le temps, qui s'était maintenu au beau depuis une semaine, changea subitement. Un vent très fort couvrit le ciel de nuages, et le baromètre baissa considérablement. Les observateurs furent obligés de clouer les toits en toile de leurs cabanes d'observation. Il tomba de la neige pendant la nuit.

Le lundi 6, à 4 h. du matin, le ciel se montra très pur. Il n'y avait presque plus de vent et le mercure du baromètre avait monté. Mais, vers 6 h. et demie, le ciel se couvrit de nouveau, et une heure après la neige tomba par petits flocons. Cependant la planète fut aperçue quelques minutes après son entrée sur le Soleil. A 8 h., la neige tombait en abondance, le vent était violent; c'était un ouragan, non plus de sable comme la veille, mais de neige. Ce temps déplorable dura jusqu'à 11 h. 45 m.

A la faveur d'une trouée qui se fit dans les nuages, M. Angot put prendre des photographies. Le temps s'améliora peu à peu, mais pendant toute la durée du passage le ciel ne fut jamais qu'à moitié dégagé.

Vers 2 h. 45 m., une grande éclaircie se dirigea vers le Soleil; le moment de la sortie approchait. La portion du ciel entourant le Soleil se maintint pure jusqu'au moment de sa sortie de Mercure; et cette phase du phénomène put être observée dans d'excellentes conditions. Mais, une minute après l'observation du second contact de sortie, le Soleil fut de nouveau caché par les nuages. Le troisième contact des deux astres a été noté à 3 h. 14 m. 32 s. et le quatrième, celui de la sortie, à 3 h. 17 m. 18 s.

Un assez grand nombre de photographies ont été prises, en employant deux procédés différents. Des mesures précises permettront de se former une opinion exacte sur leur valeur relative.

Le passage de Mercure a été observé aux États-Unis, à l'observatoire d'*Hastings on the Hudson*, dans des conditions atmosphériques très favorables. Le professeur Draper était assisté de MM. Barker, Edward Holden, John Draper et Daniel Draper, aidé de sa femme.

Le premier et le deuxième contact, quoique observés par un ciel assez clair, n'ont pas donné de résultat utile, à cause des ondulations atmosphériques. Cependant le premier contact aurait eu lieu à 10 h. 5 m. 29 s. ou 30 secondes avant l'heure prédite.

On a pris 20 photographies, 7 avant midi et 13 après midi.

L'observation finale a commencé à 5 h. 30 m.; son but était d'obtenir exactement les deux derniers contacts. Les heures de ces contacts, temps moyen de Washington, sont respectivement 5 h. 35 m. 33 ou 36 s. et 5 h. 37 m. 45 s. ou 5 h. 36 m. et quelques secondes.

La planète n'a pas été vue, avant le premier contact, projetée sur l'enveloppe coronale du Soleil. On n'a pas vu d'atmosphère autour de la planète, ni de points lumineux sur son disque, ni d'apparences de montagnes.

L'observation de ce même passage a été faite par beaucoup de personnes dans la même ville.

A Utica, le professeur Peters, d'*Hamilton-College*, croit avoir découvert des indices de l'atmosphère de Mercure.

Les observations dues aux astronomes du Brésil ont cela de particulier, qu'elles ont été faites d'après une nouvelle méthode imaginée par M. Emm. Liais.

Le ciel s'est découvert juste au moment où le phénomène a commencé; et les contacts ont pu être observés sur une grande projection, fournie par un bel équatorial, ayant un objectif de 25 centimètres. Le grossissement était produit par un système de verres achromatiques biconcaves, interposé avant le foyer. La projection donnée par cet appareil montrait, avec une grande netteté, les bords des astres, et laissait voir tous les détails du pointillé de la photosphère.

Les instants des contacts ont été notés avec une grande exactitude. Le mode d'observation par projection et la méthode de M. Liais ont permis de fixer très exactement les positions du soleil et de Mercure pendant toute la durée du passage.

Cette méthode repose sur un enregistrement chronographique des passages des cordes du soleil voisines des bords supérieur et inférieur de cet astre, et par des points

également distants de cercles tracés sur un écran, et dont les intersections avec la planète sont aussi enregistrées. Les diamètres de ces cercles sont donnés par des angles enregistrés de même; les échelles linéaires sont ainsi mises de côté, ce qui produit des images non déformées.

La méthode de M. Liais est destinée à l'observation du prochain passage de Vénus sur le Soleil. Comme sa précision paraît être grande, nous y reviendrons, quand tous les détails qui la concernent auront été publiés.

Nous ajouterons que les prochains passages de Mercure auront lieu le 7 novembre 1881, le 9 mai 1891, le 10 novembre 1894 et le 4 novembre 1901.

### 5

Les planètes intramercurielles. — Travaux de Le Verrier sur les planètes intramercurielles. — Calculs de 1859. — Travail de 1876. — Confirmation de l'existence de la planète intramercurielle par l'observation du passage d'un astre sur le Soleil pendant l'éclipse solaire du 29 juillet 1878 faite à New-York.

Le public savant apprit avec la plus grande satisfaction que dans l'éclipse de Soleil observée le 29 juillet 1878 M. Watson, directeur de l'Observatoire d'Am-Arbor (États Unis), avait aperçu sur le disque du Soleil un corps animé d'une grande vitesse, ce qui paraissait justifier l'existence de la planète ou de l'une des planètes depuis longtemps annoncées par Le Verrier, comme devant exister entre le Soleil et Mercure. Nous n'avons parlé qu'incidemment de ce fait, dans la revue des évènements astronomiques de l'année, placée en tête de ce volume. Nous avons à entrer maintenant dans les développements de cette question.

Pour faire comprendre l'importance de l'observation qui a été faite du passage d'un astre au devant du Soleil pendant l'éclipse du 29 juillet 1878, il faut entrer dans quelques explications.

Tout le monde sait dans quelles circonstances extraordinaires se produisit, en 1846, la découverte de la planète Neptune. Cette planète, située aux confins du monde visible, fut découverte par Le Verrier avec les seules données du calcul et sans le secours d'aucun instrument d'observation. L'illustre astronome indiqua le point précis du ciel où devait se trouver, à un jour donné, l'astro dont l'existence lui était révélée par des perturbations d'Uranus, jusqu'alors inexplicables.

La puissance de calcul qui distinguait Le Verrier ne devait pas en rester là. Les mouvements de toutes les planètes de notre système solaire subirent l'examen analytique du successeur de Newton et de Laplace, et leurs mouvements furent réglés par lui avec une précision inespérée. Il résulte des nouvelles *Tables* dressées par Le Verrier pour toutes les planètes, que les plus petits écarts ne sauraient maintenant passer inaperçus, grâce à la rigueur des formules nouvelles, qui établissent pour des siècles, pour des milliards d'années, la marche exacte de tous les astres de notre système planétaire.

Pour donner une idée des exigences de Le Verrier à l'égard de la précision qu'il sut établir dans l'accord de la théorie avec les observations, nous citerons la planète Mercure, qui est, de toutes les planètes connues jusqu'ici, la plus rapprochée du Soleil. Malgré tous ses efforts, Le Verrier n'avait pu faire accorder le mouvement de Mercure donné par les observations avec celui qui résultait de la théorie basée sur l'existence des seules planètes aujourd'hui connues.

Quand nous parlons d'un désaccord, il faut s'entendre. La différence qui existe entre la position réelle de Mercure et celle observée, n'est que de *trente-deux secondes par siècle!* En d'autres termes, il faut un intervalle de cent ans pour que les positions actuelles de la planète Mercure théorique et de la planète Mercure réelle diffèrent entre elles de trente-deux secondes. Eh bien, cet écart, cette divergence entre le mouvement

observé et le mouvement calculé, Le Verrier n'admettait pas qu'il dût se produire. Il voulait une exactitude absolue. Il voulait qu'au bout de cent ans, de mille ans, la théorie assignât exactement, mathématiquement, la place occupée par Mercure sur la voûte céleste, sans erreur aucune. Pour lui, habitué à voir ses formules se conformer aux exigences de la précision des observations modernes, une différence de trente-deux secondes par siècle ne pouvait provenir que d'une cause perturbatrice. Cette cause, Le Verrier la vit dans l'existence d'une ou de plusieurs planètes inconnues qui seraient plus rapprochées du Soleil que la planète Mercure elle-même.

Ayant reconnu, d'ailleurs, par des calculs appropriés, que l'hypothèse de l'augmentation de la masse de Vénus n'expliquerait pas cette perturbation, Le Verrier affirma catégoriquement l'existence de l'astre ou des astres intramercuriels qui, suivant lui, troublaient le mouvement de Mercure, en déplaçant son périhélie d'une quantité très notable tous les cent ans, mais très petite tous les ans, et qu'il ne pouvait mettre sur le compte des erreurs d'observation.

Ces considérations acquirent un grand poids à la suite d'une observation faite au mois de mars 1859 par le docteur Lescarbault. Cette observation montra positivement qu'une planète avait effectué son passage sur le disque du Soleil. On donna par anticipation à cette nouvelle planète le nom de *Vulcain*.

C'est sur ce fait que Le Verrier reprit ses recherches, en 1859. Il affirmait que cette observation, due à un amateur d'astronomie, était des plus sérieuses, et qu'elle ne laissait aucun doute dans son esprit sur l'existence d'un *Vulcain*, au moins.

On n'avait plus entendu parler, depuis cette époque, de planète intramercurielle, lorsque, en 1876, Le Verrier reçut la nouvelle que plusieurs observateurs habiles avaient revu sur le Soleil la planète observée par Lescarbault, ou un astre analogue.



Le Verrier ne manqua pas cette occasion de reprendre son travail sur Vulcain. Depuis 1859, beaucoup d'observations avaient été publiées sur des passages d'astres au devant du Soleil. Il réunit toutes ces observations, au nombre d'une trentaine, et il en conserva cinq seulement, sauf à en reprendre plus tard un plus grand nombre.

Ces cinq observations, qui s'accordent toutes pour représenter, à un demi-degré près, le mouvement d'une planète plus près du Soleil que Mercure, sont les suivantes : 12 mars 1849, par Siedebotham; — 20 mars 1862, par Lummis; — 26 mars 1859, par Lescarbault; — 10 octobre 1802, par Fritsch; — 20 octobre 1839, par Decuppis.

Le Verrier avait calculé les éléments probables de la planète qui répondrait aux cinq observations précédentes. Il avait fixé provisoirement la durée de la révolution de cette planète à 33 jours, 225 dix-millièmes de jour. Sa distance au Soleil serait à peu près la cinquième partie de celle de la Terre au même astre, tandis que celle de Mercure est à peu près le double.

En prévision du passage de l'astre à chercher sur le Soleil, le 2 ou 3 octobre 1876, Le Verrier avertit tous les astronomes d'être sur leurs gardes. Leurs recherches furent sans résultat, mais les conséquences de la théorie et des observations citées plus haut durent laisser le célèbre astronome français dans les mêmes convictions.

La mort est venue enlever Le Verrier à la science, sans qu'il ait eu la satisfaction de voir définitivement fixer la place de son astre intramercurel, bien qu'il ne doutât nullement du succès des recherches ultérieures. On voit aujourd'hui combien Le Verrier avait raison d'affirmer l'existence d'une planète intramercurelle. En effet, une nouvelle observation probable de la planète Vulcain a été faite par M. Watson, d'Am-Arbor, aux États-Unis. Cet habile observateur aperçut, pendant

l'éclipse totale de Soleil du 29 juillet un astre de 4<sup>e</sup> grandeur, situé à 2° du Soleil.

L'étoile la plus rapprochée de cette position est celle de l'*Écrevisse*, laquelle est de 5<sup>e</sup> grandeur. Les observateurs américains ont donc été plus favorisés que nous, car les recherches faites jusqu'ici à l'Observatoire de Paris n'ont pas abouti à faire apercevoir cet astre, malgré les précautions qui avaient été prises, dans cette intention spéciale, par Le Verrier, avant sa mort.

Le Verrier avait fait construire, dans le *terrain Arago* situé derrière l'Observatoire, un grand appareil, à l'aide duquel il espérait atténuer suffisamment la lumière du Soleil pour permettre d'explorer ses contours, et d'y rendre visible l'astre inconnu qu'il savait devoir exister. La maladie vint entraver les recherches de Le Verrier concernant la planète intramercurielle; mais la nouvelle observation de M. Watson consacre la gloire du grand astronome, qui aura découvert les planètes situées aux limites de notre système solaire, l'une à la plus grande distance du Soleil, l'autre à la distance la plus rapprochée.

Les lois de Keppler indiquent que la rapidité du mouvement de ce corps céleste doit être immense, et expliquent par conséquent la facilité avec laquelle il peut échapper lors de ses passages au devant du Soleil.

A son retour de Pékin, où il avait été envoyé par le gouvernement des Etats-Unis pour observer le passage de Vénus, M. Watson se rendit à l'Observatoire de Paris, et il se présenta lui-même à M. Le Verrier, qui ne le connaissait pas. Le Verrier était surtout préoccupé de l'idée de convaincre un observateur aussi distingué de la nécessité de consacrer une partie de son temps à la recherche de Vulcain, et c'est en raison des recommandations de Le Verrier que l'astronome américain s'est inquiété de la recherche de *Vulcain* pendant l'éclipse solaire du 29 juillet 1878.

M. Watson s'est fait une spécialité de la découverte

des petites planètes. Il est l'auteur d'un Traité d'astronomie qui est fort estimé en Amérique, où il a obtenu plusieurs éditions.

Un habile calculateur, M. Gaillot, qui assistait Le Verrier depuis seize ans dans ses travaux, a comparé l'observation de M. Watson à la position la plus probable des orbites possibles déterminées par Le Verrier. Il a trouvé qu'une de ces orbites s'accordait assez bien avec la position trouvée le 29 juillet. Il en a même conclu une éphéméride pour le mois d'août. Il résulte de cette éphéméride que la planète était à sa plus grande distance du Soleil le 5 août. Le lendemain, elle devait se trouver à 38 m. de temps, c'est-à-dire à 9° et demi en ascension droite à l'est du Soleil et à 2° au sud. Cette distance est assez grande pour qu'on ait pu tenter de l'observer aux élongations suivantes, dans les localités convenablement situées.

Nous signalerons, à ce propos, une particularité remarquable, qui a déjà été constatée pour les satellites de Mars. C'est que la durée de la révolution du nouvel astre autour du Soleil est plus rapide que le mouvement de rotation du Soleil lui-même sur son axe. En effet, la durée de la révolution du nouvel astre serait de vingt-quatre jours seulement, tandis que la durée de la révolution du Soleil sur son axe est de vingt-cinq jours.

M. Gaillot ne conclut pas l'identité de la planète observée par M. Watson avec celle dont Le Verrier a indiqué la marche. Il a seulement voulu montrer qu'il n'y a aucune incompatibilité entre l'astre réel et l'astre supposé. D'autres observations sont nécessaires pour résoudre la question d'une manière définitive.

De tout cela il résulte que Le Verrier a, le premier, affirmé l'existence de la planète *Vulcain*. S'il n'en a pas fixé théoriquement l'orbite et sa position sur cette orbite, c'est que l'une et l'autre restaient indéterminées, car il n'existait qu'une relation entre la masse et la distance au Soleil, et il n'y en avait aucune pour établir, à un

moment donné, la position de la planète sur sa trajectoire. Le Verrier n'a pu se prononcer non plus sur la question de savoir s'il y aurait une seule planète, un seul *Vulcain*, ou s'il n'en existerait pas plusieurs.

Dans le cas où il n'existerait qu'un seul *Vulcain* entre Mercure et le Soleil, sa masse devrait être à peu près celle de Mercure, pour produire sur le périhélie de ce dernier astre la légère perturbation séculaire que nous avons signalée.

#### 4

Les satellites de la planète Mars. — Observations nouvelles sur ces astres. — Existence probable d'un essaim d'astéroïdes autour de Mars.

La découverte de deux satellites de la planète Mars, faite aux États-Unis par M. Hall, a été l'évènement scientifique de l'année 1877. Mars étant plus éloigné du Soleil que la Terre, on devait penser, par analogie, que cette planète était pourvue de satellites. Comment se fait-il donc que les *lunes de Mars* soient restées si longtemps inaperçues? Comment se fait-il que, depuis tant d'années que cette planète est observée, personne n'ait saisi, avant 1877, le moindre indice de corps dépendants de la planète Mars? Ce qui est encore plus singulier, c'est que le principal satellite de Mars n'ait pas été aperçu dans la grande lunette de l'Observatoire de Paris, tandis qu'il a été observé avec un instrument beaucoup moins puissant, par MM. Henry, astronomes du même observatoire, une fois son existence reconnue aux États-Unis.

Ce n'est pas, d'ailleurs, d'aujourd'hui seulement que des recherches suivies, faites dans de bonnes conditions autour de Mars, n'avaient abouti à aucun résultat. Lassell avait déjà exploré, à Malte, avec un puissant télescope, les régions avoisinant la planète Mars, dans le but

même de rechercher si cet astre n'avait pas un satellite ; et cet observateur n'avait rien découvert.

Pour expliquer tant d'insuccès, on en est venu à supposer qu'à l'époque où Lassell faisait ses observations à Malte, un anneau d'astéroïdes pouvait exister autour de Mars, et masquer ainsi les satellites, perdus dans la lumière diffuse de cet anneau. En admettant, en effet, l'existence d'un essaim de corpuscules disposés circulairement autour de la planète, des satellites plongés dans cet essaim seraient invisibles pour un observateur qui verrait l'anneau par sa tranche, dans son épaisseur maximum.

L'hypothèse d'astéroïdes circulant autour de Mars sera bientôt, sans doute, changée en réalité. En effet, le 12 septembre 1878, M. Newal annonçait au *Times* qu'il venait de revoir, pour la troisième fois, la planète Mars entourée d'une enveloppe blanchâtre, à bords bien définis, ayant un diamètre égal à environ vingt fois celui de la planète. Aucun doute n'est permis sur l'exactitude de ces observations, car M. Newal observe, à Gateshead, avec une lunette dont la puissance n'est surpassée que par celle de l'Observatoire de Washington, la plus grande lunette astronomique du monde.

M. Lamey a remarqué, dans ses observations faites à Strasbourg, que Mars laisse voir ses rayons *équatoriaux s'évanouissant à une certaine distance de la planète*, ce qui est bien différent de l'enveloppe circulaire observée par M. Newal, mais ce qui tendrait également à faire admettre un essaim d'astéroïdes circulant autour de Mars.

M. Lamey a fort bien vu, le 26 septembre 1878, une enveloppe blanchâtre autour de Mars, semblable à celle dont M. Newal a donné la description. Le diamètre de cette enveloppe dépassait seize fois celui de la planète. Mais, pour la voir, M. Lamey mettait en œuvre un vrai tour de main. Il laissait sortir la planète du champ de son instrument, et l'enveloppe se montrait subitement, lorsque quatre secondes et demi environ s'é-

taient écoulées depuis la disparition de l'astre. La durée de visibilité de cet appendice était de 13 secondes en moyenne ; sa disparition avait lieu brusquement.

On sera bientôt fixé sur cette importante question ; mais, dès à présent, M. Lamey admet qu'il est permis de poser l'hypothèse d'un anneau *d'astéroïdes circulant autour de Mars*.

### 5

Détermination de la longitude entre Paris et Alger.

MM. Læwy et Perrier ont publié un mémoire sur la *détermination télégraphique de la différence de longitude entre Paris et Alger*.

Une première détermination résultait des opérations exécutées par MM. Stephan et Læwy, pour obtenir les deux différences de longitude entre Paris-Marseille et Marseille-Alger. Le travail actuel est relatif à la détermination directe de cette dernière longitude.

La télégraphie électrique a permis d'obtenir un résultat très exact. La longitude dont il s'agit, ramenée au méridien de Cassini, a été fixée à 2 m. 50 s. 365, avec une erreur probable de un centième de seconde, en plus ou en moins.

### 6

La lumière zodiacale de la lune.

La lumière zodiacale solaire est un phénomène assez rare, mais l'existence d'une lumière de ce genre autour de la Lune avait encore été à peine indiquée. Ce phénomène s'est produit, il y a quelques années, à Cambridge, et a été le sujet d'une publication faite, en 1878, par

M. Trouvelot, dans le *Journal américain des Sciences et des Arts*.

L'auteur dit que dans la soirée du 3 avril 1874 la lumière zodiacale était particulièrement brillante, surtout près de l'horizon. Elle s'y montrait en forme de segment de cercle à contour ondulé irrégulièrement, comme les rayons d'une faible aurore polaire. L'aiguille de déclinaison indiquait une très forte perturbation magnétique à 9 h. 45 m. à Cambridge; mais on ne voyait pas d'aurore, malgré les pronostics qui consistent surtout dans le tremblotement des images vues dans le télescope. En effet, les mouvements de l'atmosphère empêchaient les observations au télescope.

M. Trouvelot vit une lumière conique étrange, qui s'élevait obliquement du faite du toit du bâtiment derrière lequel la Lune était cachée, à une élévation de 15 ou 20° sur l'horizon. En s'éloignant du bâtiment, cette lumière, qui ressemblait à une queue de comète, devenait de plus en plus brillante en se rapprochant de l'astre et en s'appuyant sur son bord occidental. La base de cette lumière avait une largeur au moins égale à celle de la lune, et son axe coïncidait à peu près avec l'écliptique, en passant vers l'ouest, un peu au nord de Jupiter.

Après 15 minutes d'une observation continue, on vit le phénomène s'affaiblir progressivement, pour disparaître complètement, cinq minutes après, dans la clarté du ciel. D'épaisses vapeurs se montrèrent ensuite, mais à onze heures le ciel redevint pur, et la Lune se montra brillante, en laissant encore voir son appendice lumineux et plus visible qu'auparavant. En se plaçant convenablement, l'observateur vit un appendice semblable du côté oriental de la Lune, exactement opposé à celui de l'occident.

Le zénith seul présentait des signes d'aurore boréale. Des vapeurs lumineuses s'y montraient, pour se dissoudre presque aussitôt. Elles prenaient la forme de bandes rayonnant du centre comme la couronne des aurores brillantes. A 11 h. 20 m., on ne voyait plus de

traces de vapeurs lumineuses au zénith, et les appendices lunaires n'étaient presque plus visibles; le ciel était resté clair.

La lumière zodiacale ayant été très brillante dans cette soirée, et les deux appendices lumineux qui lui ressemblaient se trouvant dans le même plan, il en résulte que les deux phénomènes paraissent être du même ordre.

D'un autre côté, et c'est là l'objet particulier du mémoire de M. Trouvelot, l'apparence d'aurore boréale qui coïncida avec la variation d'éclat des mêmes appendices lunaires, indiquerait une liaison entre ces deux effets. Cette indication est d'ailleurs confirmée par les observations sur la lumière zodiacale et sur l'aurore polaire qui ont été faites pendant les sept dernières années. La lumière zodiacale était généralement suivie d'aurores polaires.

## 7

### Recherches nouvelles de M. Montigny sur la scintillation des étoiles.

Le phénomène de la scintillation des étoiles a été expliqué par Arago d'une manière assez compliquée. On sait que l'illustre astronome attribuait la scintillation aux interférences lumineuses. Les opinions varient sur la confiance qu'il faut accorder à cette théorie physique.

Un astronome de Bruxelles, M. Montigny, s'adonne, depuis un grand nombre d'années, à l'étude de la scintillation stellaire. M. Montigny a découvert récemment l'influence que la pluie exerce sur la scintillation. Il a montré que les étoiles sont sensiblement plus brillantes quand il pleut que lorsque l'air est sec, et que ce même phénomène est beaucoup plus intense en hiver qu'en été.

Pour faire l'étude de la scintillation, M. Montigny



se sert d'une lunette armée d'un *arc scintillomètre*, qui fait décrire une circonférence entière à l'image d'une étoile. Le trait circulaire est divisé, dans le champ de l'instrument, en arcs diversement colorés et qui varient sans cesse. C'est le nombre de ces arcs qui indique, pour un instant donné, l'intensité de la scintillation, exprimée par le nombre de changements de couleur donné par l'image de l'astre en une seconde de temps.

Il faut ramener, pour toutes les étoiles, le nombre obtenu à la distance zénithale de  $60^\circ$ , parce que l'intensité de la scintillation croît avec la proximité de l'astre de l'horizon.

Il résulte des dernières observations de M. de Montigny que la continuité des pluies augmente la valeur de la scintillation d'une même quantité pour toutes les saisons.

Les étoiles dont les spectres sont caractérisés par des bandes obscures et des raies noires, brillent moins que les étoiles à raies spectrales fines et nombreuses, et beaucoup moins que celles dont les spectres ne présentent que quelques raies principales.

Le même fait caractériserait la scintillation de plus de cent étoiles examinées jusqu'ici.

Les couleurs que l'œil perçoit dans une lunette munie du *scintillomètre*, pendant l'observation d'une étoile, sont ordinairement le rouge, l'orangé, le jaune, le vert, le vert bleu, le bleu et le violet, couleurs qui sont à peu près celles données par le prisme.

Ces couleurs varient, même dans un seul type, sous le rapport de la teinte, de l'éclat et de la fréquence relative. Elles sont influencées par la température et l'humidité de l'air, ainsi que par l'élévation de l'étoile sur l'horizon.

Le plus grand nombre des couleurs perçues dans la scintillation des étoiles sont des couleurs complémentaires, c'est-à-dire donnant le blanc par leur réunion, comme le croyait Arago

La scintillation d'une étoile n'est pas la même pour des observateurs de situations différentes. De plus, la scintillation ne se présente pas avec les mêmes caractères pour les deux yeux d'un observateur.

En dirigeant la lunette munie du *scintillomètre* sur une étoile double, telle que *Castor*, chaque étoile décrit une circonférence propre dans le champ de la lunette. Ces deux contours, très rapprochés, se coupent suivant une corde commune. Alors deux arcs colorés apparaissent en des points correspondants des deux circonférences décrites par les images stellaires, et ils ne sont pas toujours identiques de couleur au même instant. Ce fait est remarquable, parce que dans le cas particulier de *Castor* les deux étoiles sont blanches.

Des régions de l'air très voisines peuvent donc présenter des différences de conditions physiques momentanées, qui modifient très sensiblement les caractères de la scintillation.

## 8

Le cercle méridien donné à l'Observatoire de Paris  
par M. Bischoffsheim.

Pour fixer la position des astres au moyen de leur ascension droite et de leur déclinaison, on s'est servi jusqu'ici, dans tous les observatoires, de deux instruments, qui sont la lunette méridienne et le cercle mural. A l'Observatoire de Paris, ces deux instruments sont maintenant remplacés par un seul, qui ne réclame qu'un observateur, au lieu de deux. Un cercle méridien, donnant les deux coordonnées célestes d'un astre, est installé à l'Observatoire.

Ce bel appareil est dû à la générosité d'un riche amateur des sciences, M. Bischoffsheim. « C'est ainsi, dit M. Wolff, auquel nous emprunterons quelques données sur le nouvel instrument, qu'a été inaugurée en France

une voie depuis longtemps suivie en Angleterre par les riches amis de l'astronomie. »

M. Bischoffsheim doit également doter le nouvel Observatoire de Lyon d'un instrument analogue.

On se rappelle les débats auxquels donna lieu, il y a quelques années, la réorganisation de l'Observatoire de Paris. On renouvela, à cette occasion, les objections qui avaient été formulées plusieurs fois contre l'édifice construit par l'architecte Perrault, et on conçut le projet d'installer un nouveau cercle méridien dans des conditions plus avantageuses.

Celui qui observe les astres et les suit dans leur marche, ne peut s'affranchir de l'influence fâcheuse de la réfraction, c'est-à-dire de la déviation qu'éprouvent les rayons lumineux qui nous arrivent d'un astre en traversant l'atmosphère. Il importe donc de diminuer le plus possible cette cause d'erreur. Pour cela on doit éviter les constructions massives, qui retardent l'établissement de l'équilibre de température entre les instruments et l'air extérieur, c'est-à-dire que l'on doit s'établir, pour ainsi dire, en plein vent. C'est d'après cette considération que le nouveau cercle méridien de l'Observatoire de Paris a été placé hors du massif édifice de l'Observatoire. On l'a établi dans un petit bâtiment spécial, en tôle de fer.

Au milieu d'une pelouse de gazon se trouve une cabane, entièrement en tôle, dont le toit est formé de deux plaques, lesquelles, en roulant sur des galets, peuvent s'écarter l'une de l'autre et laisser ouverte toute la partie supérieure du bâtiment. Les parois de la cabane métallique sont faites de deux enveloppes de tôle mince, dans l'intervalle desquelles l'air circule librement, maintenant ainsi toutes les pièces à la température de cet air. Il y a, en outre, de larges fenêtres, que l'on peut ouvrir, de manière que l'observateur et son instrument soient dans les mêmes conditions que s'ils se trouvaient en plein air.

M. Wolff ne voit plus qu'un obstacle qui puisse s'op-

poser à la perfection des conditions d'observation du nouveau cercle méridien. Ce sont les beaux arbres qui font de la terrasse de l'Observatoire un magnifique jardin, mais qui emmagasinent l'air chaud pendant le jour, et le déversent lentement pendant la nuit. M. Wolff réclamerait donc la suppression de ces arbres; mais nous sommes certain que ce vœu, par trop astronomique, ne sera pas écouté. Il existe, il nous semble, d'autres obstacles que les arbres du jardin à la précision et à la netteté de l'examen des astres dans cet Observatoire établi au milieu de Paris. Nous avons déjà eu l'occasion de faire ressortir, dans ce recueil, les inconvénients inhérents à l'Observatoire de Paris dans son emplacement actuel, nous ne reviendrons pas sur cette question.

Le cercle méridien, donné à l'Observatoire par M. Bischoffsheim se compose de deux instruments réunis en un seul, ainsi que nous l'avons dit.

Quand on examine le grand cercle méridien, l'équatorial de l'ouest, le grand télescope, le nouvel instrument de M. Bischoffsheim, tous sortis des ateliers de M. Eichens, on comprend la révolution qui s'est opérée depuis trente ans dans la construction des instruments d'astronomie. Au lieu d'être formés de pièces de laiton laminé, rattachées par de simples vis ou même par des soudures à l'étain, les corps de lunette sont aujourd'hui en fonte de fer. Boulonnés sur des axes en fonte et acier, ils ont un aspect à la fois robuste et élégant. Les cercles sont en bronze, venus d'une seule pièce à la coulée et protégés contre toute déformation par de nombreux croisillons. L'art de l'ingénieur a été appliqué à la construction des instruments astronomiques, avec tous les avantages que donnent le choix des métaux et l'épaisseur des pièces, joints à la précision que permet d'atteindre l'emploi des machines-outils.

Airy, directeur de l'Observatoire de Greenwich, inaugura le premier, vers 1847, cette transformation des instruments d'astronomie. En 1863, Le Verrier faisait

installer un cercle méridien plus grand que celui de Greenwich et destiné aussi à l'observation des petites planètes. Mais ces immenses instruments avaient le défaut de ne pouvoir être retournés. Les flexions que subit nécessairement un tel instrument, dans chacune de ses positions, sont inégales; l'observateur doit les étudier et les mesurer pour corriger ses déterminations. On a évité cet inconvénient dans le nouveau cercle de M. Bischoffsheim, car il est *réversible*, et par conséquent à l'abri de ces causes d'erreur.

Brünner construisit, pour la première fois, en 1852, de petits instruments portatifs qui remplissaient ces conditions, c'est-à-dire qui étaient *réversibles*. Ces instruments, qui furent encore perfectionnés par ses fils, par M. Rigaud et par M. Eichens, sont maintenant exclusivement employés dans les opérations géodésiques. M. Eichens, construisit, en 1868, pour Lima, un *cercle méridien réversible*. La lunette avait 2<sup>m</sup>,30 de longueur, et l'objectif 20 centimètres d'ouverture libre. Ce modèle perfectionné est devenu le cercle méridien de Marseille et, plus récemment, le cercle méridien de M. Bischoffsheim.

En proie aux souffrances de la maladie qui devait l'emporter, Le Verrier ne poussa pas aussi activement qu'il l'eût désiré les études préliminaires du nouveau cercle méridien; mais il est probable qu'on va maintenant s'en occuper, à l'Observatoire, avec un zèle soutenu, et que l'instrument dû à la libéralité de M. Bischoffsheim ne tardera pas à servir aux travaux quotidiens de l'établissement.

## 9

## L'Observatoire de Meudon et les découvertes d'astronomie physique dues à la photographie.

Nos lecteurs savent que M. Janssen continue ses études célestes sur la grande terrasse de l'ancien château de Meudon. Nous avons déjà fait ressortir, dans le volume précédent de ce recueil<sup>1</sup>, les avantages que la science pourrait retirer d'une installation astronomique faite à l'abri des inconvénients nombreux qui sont inhérents au voisinage d'une grande ville, telle que Paris. Les prévisions heureuses que nous avons émises au sujet de l'Observatoire en plein air de M. Janssen, à Meudon, n'ont pas tardé à se réaliser. Nous avons, en effet, à parler de découvertes amenées par la reproduction photographique de l'image du Soleil.

L'Observatoire, dirigé par M. Janssen, est encore loin de réunir toutes les conditions nécessaires à un bon fonctionnement, ou plutôt à un fonctionnement complet. Les bâtiments affectés à la photographie offrent seuls une organisation convenable; mais l'observatoire lui-même laisse beaucoup à désirer. En effet, les instruments d'un usage journalier sont installés en plein air, ayant pour tout abri, chacun, une simple coupole. Ce ne sont pas là des circonstances désavantageuses; au contraire, les observations ne peuvent être excellentes qu'autant que la température à laquelle les instruments sont soumis s'équilibre facilement avec celle de l'air extérieur. Mais d'autres instruments exigent un abri plus solide et mieux défendu contre toutes les incertitudes d'un isolement au milieu de la campagne. L'ancien château de Meudon, ruiné par l'incendie, est une

1. 21<sup>e</sup> Année, pages 34 et suivantes.

construction qui pourrait être relevée à peu de frais et mise en état de servir de local à l'observatoire. Une loi sera prochainement soumise dans cette intention à la Chambre des députés. La situation de l'observatoire de Meudon est exceptionnellement bonne. Loin des fumées des usines, des trépidations du sol de la capitale et de toutes les autres circonstances qui nuisent aux observations, il est certain que M. Janssen se livrerait, avec les meilleures chances de succès possibles, à ses recherches d'astronomie physique. Les communications faites en 1878 par ce physicien à l'Académie des sciences permettent de juger ce que l'on peut espérer de ses travaux.

L'application de la photographie à l'astronomie s'est réduite jusqu'ici à obtenir des images sans l'intervention de la main du dessinateur. Mais l'art photographique s'étend plus loin; il peut prétendre aujourd'hui à la découverte de phénomènes intimes, moléculaires, que ne décèlent pas les yeux. On n'avait encore vu sur les photographies du soleil que les taches et les facules. Sur ces photographies, la surface de cet astre montrait seulement des marbrures, sans le moindre détail des *granulations* qu'on aperçoit quand on regarde le soleil dans les lunettes et les télescopes. On ne cherchait même pas à reproduire ces détails si délicats entrevus dans les circonstances atmosphériques très favorables.

M. Janssen a pensé que cette impuissance avait sa source dans le mode suivi jusqu'ici, et non dans l'absence de la méthode photographique. Il a même reconnu que la photographie devait avoir sur l'observation optique des avantages particuliers pour mettre en évidence des effets et des rapports de lumière que la vue ne saurait estimer.

L'image du soleil est dans ce cas. Les vrais rapports l'intensité lumineuse de ses diverses parties ne peuvent pas être perçus, les apparences ne répondent pas à la réalité. De là les opinions si différentes qui ont été

émises sur les formes et les dimensions des granulations et des parties constitutives de la surface solaire.

Quand l'image photographique est obtenue dans des conditions bien réglées de l'action de la lumière, elle est affranchie de ces défauts ; elle exprime alors très approximativement les vrais rapports d'intensité lumineuse des différentes parties de l'objet.

Pour réaliser un résultat aussi précieux, il faut que, pendant l'action lumineuse, la couche sensible reste à très peu près semblable à elle-même, ce qui exige que la portion de la substance photographique influencée pendant toute la durée de la pose ne soit qu'une faible partie de la quantité qui se trouve sur la plaque.

Il s'agit donc de *doser* rigoureusement le temps de l'action de la lumière, pour éviter la *surprise* pour les parties les plus brillantes du disque solaire. L'image présentera alors, non-seulement les détails dans l'exactitude de leurs contours, mais elle nous instruira aussi sur les rapports très rapprochés de leurs véritables intensités lumineuses.

Nous passons sous silence les moyens pratiques dont se sert M. Janssen pour *doser* ainsi exactement la lumière dans ses appareils photographiques.

Les photographies obtenues par M. Janssen montrent la surface du soleil couverte d'une granulation générale. Mais, contrairement aux idées reçues, ces éléments de la photosphère n'ont pas la forme de feuilles de saule, de grains de riz, etc. Dans les parties où la granulation est le mieux formée, les grains présentent des aspects très variés, mais qui se rapportent plus ou moins à la forme sphérique. Cette forme est d'autant mieux atteinte que les éléments sont plus petits. La variété des formes des éléments granulaires montre qu'ils sont constitués par une matière très mobile, qui cède facilement aux actions extérieures.

Certaines considérations conduisent à admettre que les granulations sont un état de la surface solaire très ana-



logue à celui de nos nuages atmosphériques. Ce seraient des corps constitués par une poussière de matière solide ou liquide, nageant dans un milieu gazeux. Les courants ascendants gazeux empêchent l'état d'équilibre de la couche formant la *photosphère*. Ces courants brisent cette couche fluide, pour se faire jour; d'où résulte la production de ces éléments, qui ne sont que des fractionnements de l'enveloppe photosphérique. Ces éléments tendent à prendre la forme sphérique. De là la forme globulaire, qui correspond à un équilibre relatif. Mais cet état d'équilibre individuel des parties est lui-même assez rarement réalisé. En des points nombreux, les courants entraînent les éléments granulaires, et leur forme globulaire d'équilibre est altérée jusqu'à devenir méconnaissable quand les mouvements deviennent plus violents.

Ainsi, des mouvements agitent incessamment la couche gazeuse où nagent les éléments photosphériques: ils divisent la surface solaire en régions de calme et d'activité, en formant ce que M. Janssen appelle le *réseau photosphérique solaire*. Dans les points où règne un calme relatif, les mouvements empêchent la disposition des granulations en couche de niveau. C'est pourquoi on observe un enfoncement de grains au-dessous de la surface, et par suite la grande différence d'éclat des grains sur les images elles-mêmes.

La rareté relative des grains très brillants montre que l'intensité lumineuse du soleil réside surtout dans quelques points de sa surface. Si cette surface était entièrement recouverte des éléments granulaires les plus brillants, son pouvoir lumineux serait de dix à vingt fois plus grand.

La question si controversée de la variation lumineuse du soleil recevra donc quelques éclaircissements des faits observés par M. Janssen. Les *taches solaires* ne pourront plus être regardées comme étant la cause principale des variations de la chaleur de cet astre; il faudra tenir compte du nombre et du pouvoir éclairant, variable,

des granulations. Leur rôle peut devenir prépondérant ; mais, en tout cas, il ne saurait plus être négligé.

## 10

### Un cratère nouveau dans la lune.

On a signalé dans la lune, en 1878, l'apparition d'un nouveau cratère. Le docteur Hermann Klein, de Cologne l'a découvert dans la partie désignée, sur les cartes lunaires, sous le nom de *Mare vaporum*, un peu au nord ouest du cratère d'*Hyginus*. Son aspect décèle une grande et obscure profondeur.

Ce cratère est certainement nouveau, car le docteur Klein avait souvent examiné cette région, sans jamais l'y avoir aperçu.

Le docteur Schmidt, qui jouit d'une grande réputation comme sélénographe, ayant été informé de ce fait, a certifié qu'un pareil cratère ne se trouve dans aucun de ses nombreux dessins reproduisant cette région lunaire. Il affirme également qu'il n'avait pas été signalé par Schroter, Lihmann ou Madler, observateurs qui, comme on le sait, ont tous examiné soigneusement la même région avec le beau télescope de Dorpat.

C'est au mois d'avril 1878 que le docteur Klein a communiqué sa découverte à la *Société sélénographique*. Depuis cette époque, le nouveau cratère a été observé par des savants anglais qui font de la lune une étude spéciale.

Le *Mare vaporum* est situé près du centre de l'hémisphère visible de notre satellite. Les points de cette région sont donc très peu affectés dans leur position par le phénomène connu sous le nom de *libration*.

Cette portion de la surface lunaire a été étudiée jusqu'ici avec le plus grand soin, les cratères qu'elle renferme sont bien connus. On sait que plusieurs n'ont que

le tiers en diamètre du cratère signalé par M. Klein. Ce cratère est donc bien réellement nouveau. Il prouve que les phénomènes volcaniques continuent de s'exercer avec activité à la surface de notre satellite.

## II

Création d'un Musée astronomique à l'Observatoire de Paris.

M. Mouchez, directeur de l'Observatoire de Paris, a eu l'idée d'organiser un musée astronomique, devant renfermer une collection d'objets et de tableaux relatifs à la science des astres et à l'histoire de l'Observatoire de Paris, depuis sa fondation.

Ces objets seront placés dans les deux grandes salles circulaires du premier étage, aujourd'hui vides.

Cette collection doit comprendre :

1° Les portraits des astronomes et des savants qui ont illustré l'Observatoire de Paris ;

2° Une collection de médailles relatives à l'histoire de l'astronomie et de l'Observatoire ;

3° Une collection de dessins, gravures, photographies, représentant les corps célestes ou les phénomènes astronomiques, tels qu'on les voit dans les plus puissants instruments et tels qu'on les a vus à diverses époques ;

4° Enfin une collection des anciens instruments ayant servi aux recherches ou aux découvertes dans l'astronomie et dans la physique du globe, avec indication des savants qui les ont fait construire et des travaux auxquels ils ont servi.

Les portraits des savants formeront une galerie, à laquelle concourra l'Administration des Beaux-Arts. Cette galerie de portraits est commencée, grâce à M. Bishoffheim. Dans peu doit s'y trouver le portrait de Le Verrier, qui sera le dernier de la série. Le premier est celui de Louis XIV, fondateur de l'Observatoire.

---

## MÉTÉOROLOGIE

### I

La prétendue influence de la lune sur le temps. — Mémoire de M. Faye sur la nullité d'action physique de notre satellite à l'égard de la terre.

La question de l'influence de la lune sur le temps a été approfondie par Arago. Les préjugés qui règnent généralement concernant l'influence de la lune sur notre globe, avaient paru à cet illustre physicien dignes d'être examinés de près, et dans un travail spécial Arago essaya de fixer exactement les idées à propos de cette question. M. Faye vient de reprendre ce même sujet. Il a voulu prouver, plus péremptoirement encore que ne l'avait fait Arago, qu'en dépit de l'opinion générale, la lune est tout à fait innocente du fait des changements de temps à la surface de la terre.

Nous rappellerons les faits invoqués par Arago dans la Notice qui parut en 1833 dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, et nous donnerons un résumé du mémoire de M. Faye; mais il nous paraît utile de jeter auparavant un coup d'œil rétrospectif sur le dernier siècle, pour faire connaître les idées qu'ont professées sur cette question les devanciers d'Arago et de M. Faye.

En 1774, l'Académie royale des sciences de Montpellier avait proposé le sujet de prix suivant : *Quelle est l'influence des météores sur la végétation? Et quelles conséquences pratiques peut-on tirer, relativement à cet*

*objet, des différentes observations météorologiques faites jusqu'ici?*

L'abbé Toaldo, de l'Université de Padoue, remporta le prix proposé par l'Académie de Montpellier.

Le travail de l'abbé Toaldo est divisé en deux parties, ainsi que l'exigeait le problème proposé.

L'auteur fait d'abord remarquer que les labours multipliés ne sont avantageux que lorsqu'il s'écoule entre eux un certain intervalle de temps. Dès que la portion de terre exposée à l'air est bien saturée de ce que l'auteur appelle *esprits végétaux*, on la renverse, et l'on expose à l'air une autre portion, qui reçoit une bonification semblable, et ainsi de suite. L'intervalle de temps qu'il faut mettre entre les deux labours est nécessaire, selon Toaldo, pour que l'action lunaire puisse se produire sur la terre végétale.

L'abbé Toaldo reconnaît que la raréfaction et la condensation de l'air sont la cause la plus générale des vents. Il pense que les bons effets des vents sont plus nombreux que les mauvais effets. Les vents du nord fertilisent les terres; ceux de mer transportent au loin les vapeurs et les nuages, ainsi que les pluies. Les vents décident de tous les météores.

A l'égard de la pluie, nul arrosement artificiel, quelles que soient les préparations que l'on fasse subir à l'eau, ne fait jamais autant de bien aux plantes qu'une pluie modérée. Aucun temps, dit Toaldo, n'est plus favorable aux labours et aux semailles que ces matinées où règne un brouillard épais et stillant qui baigne doucement les sillons. La végétation n'est jamais aussi vigoureuse que dans les temps pluvieux, froids, orageux.

Nous passons sous silence la suite du mémoire de l'abbé Toaldo, concernant l'étude de la végétation proprement dite, parce que l'on ne voit pas bien nettement le rapport de cette question avec l'influence lunaire, et nous arrivons à la seconde partie, où l'auteur aborde réellement le sujet proposé par l'Académie de Montpellier.

Dans cette seconde partie de sa dissertation, Toaldo émet la prétention d'avoir découvert la cause générale des variations atmosphériques. Il trouve cette cause dans les phases de la lune. Toaldo croit que la masse de notre satellite exerce une influence notable sur l'activité ou le ralentissement de la végétation à la surface de la terre, et il s'efforce d'appuyer d'arguments plausibles cette opinion, alors nouvelle.

C'est donc l'abbé Toaldo qu'il faut considérer comme le premier défenseur sérieux, au moins parmi les savants, de l'opinion qui accorde à la lune une action positive sur la végétation terrestre.

Cependant, même au temps de l'abbé Toaldo, cette opinion fut vivement combattue. La Quintinie, agronome célèbre, s'était préoccupé, pendant plus de trente ans, de la question de savoir si les lunaisons ont quelque influence sur le jardinage. Il se serait, dit-il, conformé à un usage qu'il trouvait établi, au cas où il lui aurait paru utile. Mais, tout ce que de longues, de fréquentes et d'exactes observations, longtemps suivies, apprirent à notre agriculteur, fut simplement que « ces opinions se sont que de vieux dires de jardiniers mal habiles ».

« Ils ont cru par là, dit La Quintinie, non-seulement mettre à couvert leur ignorance à l'égard des principaux points du jardinage, mais en même temps ils ont espéré acquérir, par ce jargon, quelque croyance auprès des honnêtes gens qui n'entendent rien à l'agriculture. En effet, greffez, en quelque temps de la lune que ce soit, pourvu que vous le fassiez adroitement, dans les saisons propres à chaque greffe, et sur des sujets convenables à chaque sorte de fruits, les pieds étant bons et bien disposés, en sorte qu'il n'y ait ni trop ni trop peu de sève, et qu'ils ne soient ni trop forts ni trop faibles : vous réussirez certainement, au moins dans le plus grand nombre des cas.

« On peut de même semer et planter toutes sortes de graines ou de plants dans un quartier quelconque de la lune. Le succès sera le même, pourvu que la terre soit bonne, bien préparée, que les semences et les plants ne soient pas défec-

tueux et que la saison ne s'y oppose pas. Le premier jour de la lune comme le dernier sont également favorables. »

Ainsi, l'abbé Toaldo avait rencontré des incrédules parmi ses contemporains, et ses opinions étaient loin d'être acceptées comme articles de foi. Le vulgaire seul accordait une grande valeur aux influences lunaires.

Nous arrivons au travail d'Arago, publié, comme nous l'avons dit, en 1833.

Arago reconnaît que la lune exerce sur l'atmosphère terrestre une certaine action, mais il ajoute que cette action est très faible. C'est ce qu'il déduit du rapprochement d'un grand nombre d'observations barométriques. Si l'on admet qu'il existe une *marée atmosphérique*, c'est-à-dire que la lune attire l'atmosphère aérienne de notre globe, comme elle attire l'eau de l'Océan, cette *marée atmosphérique*, en supposant qu'elle fût régie par les mêmes lois, n'aurait qu'une valeur insensible.

L'action la plus naturelle que la lune puisse exercer sur notre atmosphère doit consister dans l'attraction. Elle doit être analogue à l'action que produit le soulèvement de la mer, c'est-à-dire les marées. Mais, outre que cette action est très faible, elle conduirait à des résultats entièrement contraires aux changements de temps observés et aux idées reçues. Personne ne croit, en effet, que les changements de temps coïncident avec l'époque des marées.

L'attraction étant éliminée comme cause de l'action lunaire, il resterait, pour expliquer cette action, les émanations lumineuses ou obscures de la lune. Mais cette hypothèse est condamnée par les faits. Il faudrait admettre que la matière lancée de la lune vers la terre possède la propriété d'embrumer une atmosphère sereine et d'éclaircir une atmosphère nuageuse. Cette idée n'est pas soutenable.

Toutes les autres influences attribuées à la lune n'ont pas plus de valeur que celles que nous venons de citer,

d'après Arago. Aussi nous dispenserons-nous de les passer en revue. Nous citerons cependant, à ce propos, un passage intéressant d'un mémoire d'Olbers, astronome allemand de notre siècle, qui exerçait la médecine avant de s'adonner exclusivement aux travaux astronomiques.

« L'expérience ne prouve nullement, dit Olbers, une influence particulière des phases de la lune sur l'organisation animale. Pendant ma longue pratique de la médecine, je n'ai jamais aperçu aucune relation entre le cours de la lune et les maladies... Néanmoins, je ne voudrais pas nier, contre tant d'observateurs anciens, toute influence de la situation de la lune par rapport au soleil, dans quelques maladies rares. Parmi tous les instruments que nous pouvons employer pour reconnaître des agents de la nature, d'ailleurs imperceptibles, les nerfs sont les plus sensibles, comme M. de Laplace l'a remarqué avec raison, et leur sensibilité est souvent exaltée par la maladie. En général, il faut lire avec une grande méfiance les auteurs qui rapportent tant de choses sur l'influence des phases lunaires dans les maladies. Il en est ici comme des revenants : on ne les voit que lorsqu'on y croit.

Telles sont les opinions qui ont régné jusqu'à nos jours concernant l'influence que la lune peut exercer sur la terre. La question paraissait résolue dans un sens négatif ; mais un ensemble de preuves plus directes et plus démonstratives était nécessaire. C'est ce but que s'est proposé M. Faye dans le mémoire qu'il a présenté en 1878 à l'Académie des sciences.

Dans ce travail, M. Faye veut démontrer qu'en dépit de l'opinion générale « la lune est tout à fait innocente des changements de temps ».

Beaucoup de personnes disent : « Le temps est affreux ; toujours des bourrasques, toujours de la pluie ! Heureusement, nous touchons à la fin de la lunaison. Le temps changera à la lune nouvelle. »

La même croyance existe chez les marins de la plupart des nations. Beaucoup de météorologistes pensent de même.

Quelques physiiciens raisonnent avec plus de logique.



Pour reconnaître, disent-ils, si la lune règle ou non le temps, il suffit de rechercher si les changements de temps coïncident, ou non, avec les phases de la lune.

Or, la question ainsi posée a été examinée et résolue contre l'activité de notre satellite. On invoque, à l'appui de l'influence lunaire, ce fait, que certaines personnes, qui avaient le plus grand intérêt à ne pas se tromper, ont admis, comme règle de conduite, l'influence de la lune sur le temps. Tels sont les généraux d'armée prêts à entreprendre une expédition qui échouerait par la pluie ou le mauvais temps. On cite, comme exemple de ce cas, la conduite en temps de guerre du général Bugeaud<sup>1</sup>.

Ce général avait une règle à laquelle il accordait une confiance absolue, et qu'il formulait en ces termes : « Le temps se comporte onze fois sur douze, pendant toute la durée de la lune, comme il s'est comporté le cinquième jour, si le sixième jour le temps est resté le même qu'au cinquième; et neuf fois sur douze comme le quatrième jour, si le sixième ressemble au quatrième. » Jamais, dit-on, le général Bugeaud ne se décida à entreprendre, en Afrique, une expédition quelconque avant d'avoir étudié l'état de la lune et de ses phases.

M. Faye réfute très nettement l'argument emprunté aux opinions météorologiques de Bugeaud. L'histoire nous apprend, dit M. Faye, que certains généraux romains n'auraient pas osé commencer une entreprise sans avoir consulté les entrailles des victimes ou la manière dont les poulets sacrés se jetaient sur leur grain. Le général Bugeaud obéissait à un préjugé du même genre. L'opinion, et même les victoires, des généraux les plus illustres, ne prouvent rien en certaines occasions.

Dans l'état actuel de la science, on s'accorde généralement, surtout dans le public étranger aux sciences, à attribuer à la lune une certaine influence sur le temps, sans pouvoir préciser exactement cette influence. Mais,

1. Voir la 5<sup>e</sup> Année Scientifique (1860), pages 77-80.

dit M. Faye, c'est l'honneur de nos sociétés civilisées de faire finalement céder devant la vraie science les préjugés les plus invétérés du public. Seulement, ce ne sont pas toujours les contemporains, mais leurs successeurs, qui acceptent la vérité. M. Faye examine alors comment la lune, ce globe mort, ce cadavre que la terre traîne après elle, pourrait régler le temps par ses phases.

C'est le soleil, dit M. Faye, qui régit tout ici-bas. Les vicissitudes des saisons et tous les mouvements terrestres, depuis les grandes tempêtes de notre atmosphère jusqu'aux moindres vibrations de l'air, jusqu'au cours du plus mince filet d'eau, jusqu'à la chute d'une goutte de pluie, reconnaissent, pour cause première, l'action du soleil. La source de la vie sur la terre réside dans le soleil.

La terre n'est qu'un globe froid, protégé par une enveloppe gazeuse transparente, mais peu conductrice de la chaleur, circulant à une grande distance d'un énorme foyer de chaleur : le soleil.

La radiation par chaque mètre carré de l'immense surface du soleil suffirait à alimenter continuellement de calorifique une machine à vapeur de 77 000 chevaux. Quelle est, comparée à celle du soleil, l'intensité de la radiation calorifique de la lune? Elle est presque nulle. Pour rendre sensible la très petite quantité de chaleur que nous envoie la lune, par la réflexion des rayons solaires, il a fallu inventer un appareil spécial, la *pile thermo-électrique*, dont la sensibilité est merveilleuse. Mais la main seule, que l'on place un moment devant cet instrument, donne un résultat plus appréciable que tous les rayons de la pleine lune concentrés sur la pile thermo-électrique, au moyen d'un miroir concave.

La lune n'intervient donc pas, comme source de chaleur, dans les phénomènes terrestres.

Voyons maintenant quelle est la valeur de l'attraction exercée par la lune sur notre globe. On sait que l'action réunie du soleil et de la lune sur les eaux de l'Océan produit le phénomène des marées. Ce phénomène pré-

sente la plus grande intensité lorsque l'attraction du soleil s'ajoute à celle de la lune. Cette intensité est la plus petite quand les actions de ces deux astres sont inverses.

C'est pour cela que les phases de la lune ont une relation naturelle avec les marées; c'est pour cela que les marées sont un peu plus grandes à la pleine ou à la nouvelle lune qu'au premier ou au dernier quartier. Les marées augmentent de hauteur lorsque la lune se rapproche de la Terre; elles diminuent de hauteur quand la lune s'éloigne de nous. Ces différences tiennent à ce que la lune vient ajouter sa faible attraction à celle du soleil, ou interrompre cette action en s'éloignant de la terre. On a pensé que la lune devait agir de la même manière sur notre atmosphère, c'est-à-dire produire des *marées atmosphériques*. Mais, d'après M. Faye, cette idée n'est basée que sur un préjugé qui provient d'une fausse analogie que l'on établit entre l'atmosphère et l'Océan. L'attraction de notre atmosphère par la lune ne pourrait produire aucun phénomène physique appréciable, en raison de sa trop faible intensité.

Les faits sont là pour prouver la non-existence d'une *marée atmosphérique* et la nullité de l'action de la lune sur les changements de temps. A Lima, au Pérou, il n'y a jamais d'orage; on n'a jamais entendu le tonnerre à Sainte-Hélène. Au contraire, le tonnerre gronde presque tous les jours aux îles Moluques ou aux îles de la Sonde. Cependant la lune change pour Lima comme pour les îles de la Sonde. Il ne pleut jamais dans la Haute-Egypte, et pourtant la lune y montre toutes ses phases, comme chez nous. Nous n'avons pas besoin d'ajouter que l'Océan monte ou baisse et que les marées arrivent, suivant les phases de la lune, dans tous ces pays.

Ainsi, les marées, qui sont un phénomène commun à toutes les contrées des deux hémisphères, et les accidents météorologiques terrestres, n'ont aucun rapport entre eux.

On peut, d'ailleurs, évaluer par le calcul l'intensité

de l'attraction lunaire. Laplace, ayant calculé l'influence de la lune sur l'Océan aérien, fut conduit au résultat suivant : « La marée atmosphérique ne doit faire varier périodiquement que d'un centième et demi de millimètre la hauteur du baromètre. » Il n'est pas possible d'attribuer à une si faible action les dépressions de plusieurs centimètres du mercure du baromètre qui accompagnent les variations du temps.

Bouvard ne put trouver dans les observations météorologiques qu'il avait à sa disposition, la moindre trace de ces variations de la pression barométrique qui seraient dues à l'influence de la lune. Pour reconnaître si la lune provoque la pluie à l'une quelconque de ses phases, Bouvard compara entre elles les observations météorologiques d'un siècle entier, et il trouva que la pluie s'était répartie de la manière la plus égale entre les quatre quartiers de la lune.

On a contesté les résultats des calculs de Bouvard ; mais une des grandes découvertes de nos jours, la démonstration de l'existence d'une *loi des tempêtes*, vient apporter un argument décisif contre l'influence lunaire. Cet argument a été formulé par l'habile marin à qui l'on doit la première idée de la *loi des tempêtes* :

« On sait, dit le commandant Bridet, qu'un cyclone voyage pendant dix, quinze et même vingt jours, pour accomplir sa course totale, et que le même cyclone peut, par conséquent, frapper un navire en nouvelle lune, un second en premier quartier, et un troisième en pleine lune. Chacun des capitaines de ces trois navires aurait le droit d'attribuer à l'un de ces trois quartiers de la lune le désastre qui l'aurait atteint, et cependant ce serait le même phénomène qui, dans sa course normale et parfaitement régulière, aurait rencontré ces trois navires, l'un après l'autre, sur la route qu'il était naturellement appelé à parcourir. Or, on sait aujourd'hui que tous les coups de vent, toutes les bourrasques, en quelque parage qu'on se trouve, proviennent de ces mouvements giratoires qui voyagent incessamment à la surface du globe, produisant çà et là les changements de temps qu'on attribue à notre satellite. »

La démonstration est ici complète. Il ne viendra, en effet, à l'idée de personne d'attribuer les cyclones à la lune. Ces redoutables phénomènes ont une autre origine, aujourd'hui bien connue. Provoqués par la chaleur du soleil, les cyclones s'élaborent dans les hautes régions de l'air. Notre atmosphère, périodiquement dilatée, soulevée, à l'équateur, au-dessus de son niveau naturel, par l'excès de la chaleur solaire, s'épanche et se déverse vers les pôles, à droite et à gauche de l'équateur, en vastes courants, qui règnent au-dessus de nos têtes. Nous pouvons suivre de l'œil ces courants aériens, bien qu'ils soient invisibles, grâce aux nuages tout particuliers qu'ils entraînent.

Ce sont les nuages les plus élevés. Ils sont formés, non de gouttelettes d'eau liquide, comme les nuages des régions plus basses de l'air, mais de fines aiguilles de glace, qui donnent si souvent au ciel un aspect pittoresque et qui produisent autour du soleil et de la lune les curieux phénomènes de lumière connus sous le nom de *halos*. Au sein de ces fleuves aériens se forment fréquemment des mouvements giratoires, analogues aux tourbillons de nos cours d'eau.

Les spires de ces tourbillons gazeux descendent, jusqu'à ce qu'ils soient arrivés sur notre sol. Entraînant dans leur sein l'électricité des hautes régions, mêlant les nuages glacés aux nuages aqueux des couches inférieures, ces tourbillons aériens produisent partout sur leur passage l'ouragan, la pluie, le tonnerre ; et parfois ils donnent le spectacle, demeuré si longtemps inexpliqué, de masses énormes d'eau subitement frappées de glace au sein de l'atmosphère et qui tombent sous forme de grêle sur la terre.

Ce sera un grand honneur pour le dix-neuvième siècle que d'avoir découvert et expliqué les lois des tempêtes, car les tempêtes obéissent à de véritables lois. Les ouragans, les bourrasques, les cyclones, ne sont pas, comme on le croit, des anomalies de l'atmosphère, mais des phé-

nomènes presque aussi réguliers que les phénomènes célestes. La théorie montre que le même système mécanique qui règle le mouvement des astres, règle aussi les tempêtes et les ouragans, aussi bien que les mouvements intérieurs du moindre de nos cours d'eau. Et quant aux cyclones, des observations récentes ont fait retrouver le même phénomène jusque dans l'atmosphère du soleil avec leur même caractère de tourbillons aériens.

Après ces grandioses découvertes de la météorologie moderne, est-il besoin d'ajouter que la lune n'est pour rien dans les phénomènes atmosphériques de notre globe ? Laissons donc la lune éclairer la terre ; elle a juste assez de lumière pour cela. Elle a juste assez de chaleur pour que le physicien s'enorgueillisse de l'avoir rendue perceptible ; juste assez d'action chimique pour imprimer son image sur les papiers les plus sensibles de nos photographes ; mais ne lui attribuons pas une influence que les préjugés populaires seuls ont fait naître et continuent d'entretenir.

## 2

Étude des grands mouvements de l'atmosphère, par M. F. Hébert.

Si les grands mouvements de l'atmosphère nous étaient connus, c'est-à-dire si l'on avait découvert les lois de leur formation et de leur direction, la météorologie serait une science aussi précise que la physique et la chimie. Mais la météorologie n'en est pas encore là. Aussi les études publiées en 1878 par un météorologiste français, M. F. Hébert, sur cette question, ont-elles une valeur incontestable.

C'est en examinant les passages de *sirocco* qui se sont produits pendant l'hiver 1876-1877 dans le sud-ouest de la France, et en mettant en évidence leur relation avec des troubles tout semblables survenus en Amérique, dans

les montagnes Rocheuses, que M. Hébert est parvenu à établir la théorie de ces phénomènes.

Partout où de grandes chaînes de montagnes sont balayées par de forts courants atmosphériques, d'importants mouvements aériens se propagent au loin. C'est ce qui arrive en Amérique, à la traversée des montagnes Rocheuses, où le *sirocco* est continu.

Dans cette région de l'Amérique, grâce au zèle scientifique d'un grand nombre d'hommes éclairés, il existe 88 stations météorologiques, établies tant par le gouvernement que par les particuliers, du lac Winnipeg au golfe du Mexique, et du Pacifique à l'Atlantique.

M. Hébert a pensé que les observations faites dans ces régions montagneuses pouvaient servir à trouver le point d'origine des grands mouvements atmosphériques qui se produisent sur la côte occidentale de l'Europe, et particulièrement du Sud-Ouest de la France.

Les observations se font, dans les stations météorologiques américaines, trois fois par jour, avec des instruments uniformes. Ces observations sont transmises, par le télégraphe, à Washington, où le *Signal office* en dresse des cartes, reproduisant ces éléments météorologiques.

M. Hébert a mis à profit les cartes dressées depuis le 1<sup>er</sup> octobre 1876 jusqu'au 31 mars 1877. Les conséquences suivantes résultent de son travail :

1<sup>o</sup> Pendant la période étudiée, le *sirocco* existe continuellement sur le versant oriental des diverses chaînes qui enserrent le continent américain. Non-seulement il règne près des montagnes Rocheuses, mais on en trouve aussi au pied des Alleghanys et près des Coast Range et de la Sierra Nevada. La production du *sirocco* a lieu en face des cols qui font communiquer deux grandes vallées au même point sur les deux versants.

2<sup>o</sup> Un tourbillon accompagne chaque coup de *sirocco* et dure autant que lui ; ce tourbillon est remplacé par un autre, lorsque le *sirocco* cesse.

3° L'air est aussi sec que possible lorsque commence un sirocco; ensuite le degré d'humidité augmente peu à peu jusqu'au point de saturation. Des pluies, souvent accompagnées d'orages, sont la conséquence de chaque coup de sirocco.

4° La tendance de ces tourbillons à se rapprocher et se confondre occasionne des dépressions plus fortes, lesquelles suivent les vallées des grands fleuves et les dépressions du terrain, pour se diriger au nord-est. Ils suivent principalement la grande chaîne de lacs du nord qui aboutit au Saint-Laurent. Quelques-uns viennent du Nouveau-Mexique par la vallée du Rio del Norte sur le golfe, abordent au nord de la Floride et s'élèvent vers le nord-est, en suivant les côtes de l'Atlantique ou le versant oriental des Alleghanys. Tous ces tourbillons sont souvent déviés de leur route par l'action qu'exercent sur eux ceux près desquels ils passent, et auxquels ils tendent à se réunir, pour augmenter les dépressions.

5° Ces tourbillons aboutissent tous enfin au golfe de Saint-Laurent, ou sur la côte orientale de la Nouvelle-Ecosse, au sud de Terre-Neuve. Ils s'éloignent ensuite progressivement.

Tous ces tourbillons se dirigent vers l'Europe septentrionale. Ils passent ordinairement dans la grande ouverture qui existe entre les côtes occidentales de l'Angleterre et de la Norvège et la côte orientale du Groenland. Quelques-uns vont dans la mer du Nord, par le canal Saint-George ou la Manche.

M. Hébert a pu suivre la marche des tourbillons d'Amérique en Europe et en Asie, où ils disparaissent sur la mer d'Okhotsk. Il est parvenu à tracer leur trajectoire depuis les chaînes montagneuses de l'Amérique jusqu'à la mer d'Okhotsk. Il pense même que ces tourbillons traversent de nouveau l'extrême nord de l'Amérique, marchent vers la baie d'Hudson, et arrivent encore au Groenland et en Irlande, avant de se perdre dans les mers polaires.



De plus, les observations des Antilles, de la Colombie et de la Guyane hollandaise démontrent que d'autres dépressions arrivant encore en Europe se forment dans la chaîne montagneuse de l'Amérique centrale et même dans le nord des Andes.

En définitive, selon M. F. Hébert, tous les tourbillons venant de l'Atlantique prennent naissance dans les chaînes de montagnes de l'Amérique.

De pareils phénomènes se produisent en Europe, au passage des nombreuses chaînes qui parcourent ce continent, en particulier de celles qui bordent le bassin de la Méditerranée ou qui forment la côté sud du golfe de Gascogne. La réunion de ces nombreux petits tourbillons constitue les grandes dépressions qui traversent les mers resserrées en y occasionnant souvent de violentes tempêtes.

### 3

La théorie des cyclones de M. Faye et le tornado d'Ercildoun.

On sait que M. Faye s'occupe beaucoup de l'étude des cyclones. Une communication faite par ce savant, en 1878, à l'Académie des sciences, concernant le tornado d'Ercildoun, aux États-Unis (comté de Chester, Pennsylvanie), lui a permis de développer sa théorie sur un cas particulier.

L'été de 1877 fut marqué aux États-Unis par de nombreuses trombes. Le tornado du 20 juin détruisit presque entièrement Mont-Carmel (Illinois). Celui du 8 juillet a ruiné Pensaukee, dans le Wisconsin. Le même jour Pittston, du Massachusets, fut cruellement éprouvé par un phénomène de ce genre. Le 1<sup>er</sup> juillet, le comté de Chester fut ravagé par un autre tornado.

On sait aujourd'hui que les gyrations constituent la forme la plus générale et la plus constante des grands mouvements atmosphériques.

Les trombes et les tornados sont, sous une dimension restreinte, identiques aux cyclones. Voici les détails du tornado du 1<sup>er</sup> juillet. Ils sont dus à M. de la Fontaine, professeur à Chicago, lequel a envoyé à M. Faye une description faite par M. Richard Darlington, l'une des victimes.

Le 1<sup>er</sup> juillet, vers le milieu de la journée, le temps était lourd et chaud, thermomètre 92° F., baromètre 26<sup>p</sup>,6. On avait peine à respirer. Vers 3 heures, on entendit un grondement sourd dans le sud-ouest. Il régnait vers 2 heures un fort vent du sud-ouest. M. Richard Darlington crut à un simple orage; mais on lui montra, par une fenêtre de l'ouest, un énorme nuage sombre, pendant du ciel sous la forme conique d'un entonnoir; il arrivait à grand bruit et en tournoyant violemment. Tout le monde descendit à l'étage inférieur. Un instant après, la maison était attaquée par le tornado, comme par deux ou trois batteries d'artillerie. Cela dura moins d'une minute, et au bout de ce temps le toit avait disparu et le quatrième étage était rasé. De la maison d'habitation, nouvellement et solidement construite à peu de distance; il ne restait que les murs des caves: encore étaient-ils en partie détruits. La grange, l'écurie et la remise ne laissaient plus de trace. Les chevaux s'étaient enfuis, mais la vache avait été lancée sur une hauteur voisine et était morte sur le coup. Les porcs avaient été roulés dans la boue et blessés. Cinquante poules étaient tuées. Les arbres étaient brisés ou arrachés; les murs de clôture renversés. Dans toutes les directions le sol était jonché de poutres, de branches d'arbres et de toute sorte de débris. Les propriétés voisines avaient également souffert. Sur presque toute la route du cyclone, longue de 8 lieues, une foule d'habitations avaient été détruites. D'après une enquête, on constata les faits suivants :

1° La trace de ce météore a varié en largeur de 100 à 300 mètres environ. La direction générale était de l'ouest à l'est; plus exactement la première moitié allait vers le

S 75° E., la seconde moitié vers S 83° E. Longueur totale à peu près 9 lieues. La vitesse moyenne était de 5 lieues à l'heure.

2° Le mouvement gyrateur, extrêmement violent, était dirigé de droite à gauche.

3° Le bruit était semblable à celui du tonnerre ; il se fit entendre dès que le nuage conique fut formé, et ne cessa qu'avec le phénomène.

4° Il n'y eut ni pluie ni grêle sur la contrée ravagée ; cependant il a plu et grêlé par places un peu au nord et au sud du trajet. Le soleil brillait par moments.

5° Lorsque le tornado entamait des arbres ou des bâtiments, il s'emparait des débris, qu'on voyait tournoyer à sa surface, puis être projetés violemment de tous les côtés. Au centre, rempli de poussières, de feuilles, etc., le mouvement était si rapide qu'on n'y distinguait rien.

6° En passant sur une terre ameublée, le tornado soulevait autour de lui une poussière intense en laissant de profondes excavations.

7° Sur une rivière (le Buck-Run), un pont très solide fut détruit ; l'eau fut enlevée en masse et le lit mis à sec.

8° Sur un chemin de fer (the Pomeroy and Delaware city Rail-Road), les rails ont été enlevés sur une grande étendue.

9° Le tornado a rencontré sur sa route des maisons, des granges, des forêts, des collines et des vallées sans dévier de son chemin ; du moins, la partie supérieure du cône a-t-elle toujours marché en ligne droite, d'un mouvement régulier. Cependant la partie inférieure (le tube de l'entonnoir) s'inclinait sensiblement dans diverses directions. Dans les vallées, l'action désastreuse a été encore plus énergique que sur les plateaux.

10° Vers la fin de sa course, le tornado se releva et cessa pendant quelque temps d'agir sur le sol. Sur une longueur de 3 lieues environ, aucune action ne s'est produite. Mais il redescendit sous une forme un peu modi-

fiée, puis recommença ses ravages et détruisit encore deux propriétés avant de disparaître tout à fait. En un instant le tornado s'est pratiqué une tranchée de 200 mètres de largeur dans la vallée de Brinton's Hill, richement boisée d'arbres probablement séculaires, en renversant les arbres par milliers, les uns arrachés avec des masses de pierres et de terre, les autres brisés par le milieu du tronc, tous mêlés en sens divers et formant des amas inextricables.

Dans cette description, donnée par M. de la Fontaine, le mouvement gyrotoire du tornado est attribué tantôt à la rencontre de deux vents opposés, tantôt à la coexistence de deux vents voisins, l'un de forte, l'autre de faible pression barométrique, entre lesquelles l'équilibre tendrait à se rétablir; enfin, on a recours à l'électricité jouant un rôle bien vague. Les affouillements rencontrés sur le passage de la trombe ont donné à penser qu'il y avait dans son intérieur un mouvement descendant; mais en voyant les débris s'élever en l'air, puis être transportés à de grandes distances, l'eau des rivières disparaître instantanément, comme aspirée par une succion énergique, l'auteur de cette description conclut à un mouvement ascendant dans le tornado, et explique par l'énorme masse d'eau ainsi pompée l'espèce d'oppression que ressentaient les témoins de ces désastres. Évidemment, dit M. Faye, les idées courantes, les préjugés populaires à l'endroit des trombes, des tornados et des cyclones dominant la logique et empêchent l'auteur de remarquer que ces mouvements gyrotoires n'agissent pas autrement sur l'eau que sur les terres cultivées, que l'auteur n'a pas vu pomper par l'entonnoir, mais dispersées tout autour de lui en poussière épaisse. Il n'a pas fait attention que si le tornado, en quittant un plateau pour franchir une vallée, continuait à exercer ses ravages, au lieu d'épargner les lieux bas, c'est qu'il était animé d'un mouvement de descente qui lui faisait atteindre aussitôt le fond de la vallée en prolongeant par le bas cette espèce

de colonne tournante qui pendait des nues. Plus loin, le mouvement gyrotoire descendant s'étant affaibli, le tornado a cessé de toucher terre. Il voyageait néanmoins par les airs, dans la même direction, sans causer de dommage ; mais, ayant repris des forces, il a atteint de nouveau le sol, sur le prolongement de la trajectoire première, en redescendant, pour ravager comme auparavant. Au moment du contact violent qui s'opère avec le sol, le mouvement gyrotoire régulier est détruit par l'obstacle ; mais alors l'air ainsi amené au contact du sol rebondit tout autour du cyclone, entraînant avec lui les débris que celui-ci a faits et qu'il ressaisira un peu plus loin dans sa marche progressive. C'est là le seul mouvement plus ou moins ascendant qui se produise dans ces circonstances. Mais ce mouvement est tumultueux ; il n'appartient pas aux gyrations régulières du tornado ; il lui est entièrement extérieur. C'est dans les terres labourées, les plaines de sable et surtout en mer qu'il se dessine autour du pied des trombes. Celles-ci pénètrent dans l'eau, la chassent violemment de tous côtés, formant tout autour une sorte d'enveloppe confuse de gouttes d'eau sur mer, de sable dans les déserts, de poussière dans les terres chaudes du Mexique.

On trouve dans la même description la raison d'un phénomène fort singulier.

En certains points, des objets, même assez délicats, ont échappé à la destruction dont tous les autres ont été frappés dans leur voisinage immédiat. La tendance des mouvements gyrotoires à se subdiviser en gyrations partielles, parallèles et accouplées, restant souvent séparées, est bien connue. Lorsque ce phénomène se produit momentanément, on conçoit que les objets en saillie sur le sol, entre deux gyrations presque contiguës, soient épargnés.

En résumé, l'étude détaillée de ce tornado américain conduit, selon M. Faye, précisément aux mêmes conclusions que l'étude de nos trombes européennes.

M. Faye résume ainsi ces conclusions.

Les grands mouvements gyroïques de l'atmosphère naissent dans les courants supérieurs et voyagent avec eux. En même temps, ils se propagent verticalement de haut en bas sous une forme géométrique, jusqu'à ce qu'ils atteignent le sol, et sur ce sol ils amènent et épuisent la force vive qu'ils ont emmagasinée, pour ainsi dire, dans les courants supérieurs, et qu'ils ont concentrée dans un espace circulaire de plus en plus étroit, de manière à produire de redoutables effets.

#### A

La trombe de Canton. — Dix mille victimes.

Le 11 avril 1878, une trombe effroyable a ravagé Canton, ses faubourgs et plusieurs villages, entre autres Shamin, résidence habituelle des Européens.

Il était une heure de l'après-midi, lorsque le tonnerre, précédé d'éclairs très-vifs, se fit entendre. Le ciel devint tellement noir que dans plusieurs maisons on alluma les lampes. A deux heures, une forte pluie, mélangée de grêlons gros comme des noisettes, tomba. Elle fut suivie d'un vent violent du sud-ouest, qui défonça les fenêtres de plusieurs édifices, et fit sombrer quelques embarcations qui entraient au port toutes voiles dehors.

A trois heures, dans la direction du sud, et s'avancant en zigzag sur la rivière, on vit une énorme trombe, qui, dans son tourbillon rapide, engloutissait les bateaux qu'elle atteignait. De là le météore passa sur Ottonam, rasa Shamin, s'abattit sur les maisons du faubourg ouest de Canton, et alla disparaître à quelques milles de la ville, ravageant encore, avant de se dissiper, les villages de Shun-Khuk et de Fatshan.

Pas un Européen n'a péri; mais leurs magnifiques

établissements commerciaux, leurs maisons de plaisance ont eu leurs toitures enlevées et si bien dispersées qu'on ne sait ce qu'elles sont devenues. L'église a été épargnée. Les seules maisons européennes totalement préservées sont celles de MM. Vogel, Birley, Chalmers, Sampson et Archdeacon Gray.

Les belles promenades plantées de banyans, et avec elles leurs frais ombrages, délices de la colonie pendant les ardeurs de la canicule, ont disparu. Les racines dénudées de ces arbres énormes s'élèvent maintenant piteusement vers le ciel.

Quelques minutes après le passage de la trombe, le feu éclatait dans Canton, sur quatre points différents, et trois cents maisons devenaient la proie des flammes. Des voleurs profitèrent de cette conflagration pour commettre des vols et des brigandages. Les plus mauvais d'entre eux arrachaient à des pauvres gens ruinés par le feu et l'ouragan le peu d'argent que ces infortunés avaient pu sauver.

Des milliers de « curieux » vinrent aussi, en toute hâte, de Canton à Shamin, pour voir dans quel état pourraient bien se trouver les riches entrepôts des étrangers. Il n'y eut heureusement de leur part aucune tentative de vol.

Le vice-roi de Canton, Son Exc. Lin, a été bien près de perdre deux fois la vie.

Dans l'après-midi de ce jour fatal, Lin était sorti deux fois de son palais, avec un brillant cortège, pour aller prier sur le cercueil de So-Ting-Fou, le dernier gouverneur du fleuve Jaune, se prosterner devant les tablettes des ancêtres du défunt, et visiter officiellement sa famille en deuil.

Lorsque le cortège arriva non loin du temple de Mun-Cheong, l'ouragan se déchaîna avec une telle force, que le vice-roi fut contraint de s'y réfugier. Mais, comme l'intérieur de la pagode renfermait déjà une foule compacte, il n'y resta que quelques instants, et revint à

Yamen-Son, sans se rendre à la résidence de So-Ting Fou, qui n'était pourtant pas très-éloignée de là.

Cinq minutes après le départ du vice-roi, le temple et le palais de feu So-Ting-Fou s'écroulaient, écrasant, dans le premier, la foule qui s'y était réfugiée, et dans le second, le cercueil de So-Ting-Fou, avec sa famille réunie en prières.

Une petite rue voisine du temple fut le théâtre d'un grand écrasement et d'agonies horribles. Une des murailles de l'édifice sacré, muraille très-massive et haute de trente pieds, s'abattit et couvrit entièrement la petite rue de ses décombres. Cent personnes environ furent écrasées du coup, et cent autres périrent par asphyxie. Comme aucun sauvetage immédiat n'était possible, tant la terreur était générale, personne ne songea à porter secours à ces victimes, dont les appels déchirants se firent longtemps entendre.

A Fatshan, petit village situé sur les deux rives du fleuve Jaune, les pertes ont été également considérables. La population de Fatshan est pauvre, elle habite de légères maisons en bois, élevées sur pilotis. Après le passage de la trombe, l'emplacement où s'élevait la petite ville était aussi net que si l'on n'y eût jamais bâti.

### 5

Trombes dans le département de la Vienne et en Alsace.

Après le récit de la terrible trombe de Canton, tous les phénomènes de ce genre semblent perdre de leur importance. Ce n'est pourtant pas une raison pour ne pas consigner ici les accidents atmosphériques du même ordre arrivés en Europe. Nous signalerons, en conséquence, deux trombes qui ont ravagé, en 1878, quelques localités des départements de la Vienne et de l'Alsace.

La trombe qui s'est abattue, le 15 mai 1878, dans le



département de la Vienne, par la vallée de la Charente, a suivi ensuite la vallée de la Bouleure, et cette rivière jusqu'à sa rencontre avec la Clain. Elle a traversé Château-Larcher, Pindray, etc., sur une largeur de 1000 à 1200 mètres et sur un parcours de 40 kilomètres. Des dégâts nombreux ont été causés par ce météore. Les arbres ont beaucoup souffert; un grand nombre ont été arrachés. Des toits ont été enlevés, des compartiments de trains de chemins de fer ont été soulevés, etc, etc. Partout, la pluie était fine et vaporisée presque aussitôt que tombée.

La vitesse de cette trombe était d'environ 44 mètres par seconde, ce qui correspond à la pression énorme de 220 kilogrammes par mètre carré. Comme accident, on ne cite qu'une femme poussée violemment par le vent sur le sol; elle a dû garder le lit pendant trois jours.

La seconde trombe a eu lieu le 24 mai, dans deux communes situées entre Strasbourg et Bischwiller, les communes de Gamsheim et d'Offendorf.

Le *Journal d'Alsace* en a donné le récit qui va suivre :

« C'est au sud de la commune de Gamsheim que paraît s'être formée la trombe. Elle s'abattit d'abord sur Bettenhofen, annexe de Gamsheim, situé un peu au sud de ce village, détruisit de fond en comble une grange, emporta plusieurs toitures, ravagea quelques jardins, puis atteignit Gamsheim. Un énorme marronnier planté sur la route fut décapité, sans néanmoins être déraciné. La trombe parcourut alors capricieusement, et sans doute en tournoyant, une partie du village de Gamsheim, semant çà et là ses ravages, qui reproduisent d'ailleurs assez fidèlement ceux déjà causés à Bettenhofen : une grange démolie au ras du sol, des toitures brisées ou gravement endommagées, quelques arbres fruitiers déracinés, une houblonnière couchée par terre, telles sont les traces du passage de la trombe à Gamsheim.

« Dans notre opinion, et d'après les observations rapides qu'il nous a été permis de faire, la trombe en ce moment était encore en formation, et probablement même elle ne

balayait pas le sol, au moins d'une manière continue. En tous cas, depuis Gamsheim jusqu'à Offendorf, en plein champ, la trombe n'a signalé son passage par aucun dégât. Mais, en atteignant ce dernier village, elle s'abattit sur lui en exerçant une incroyable dévastation. Ce qui frappe tout d'abord, c'est la délimitation rigoureuse de la partie ravagée. Sur un espace de cent mètres environ de long sur quarante de large, tout a été haché ; en dehors de ce rayon, les plus frêles arbustes n'ont pas même été ployés par l'ouragan.

« A Offendorf, la trombe a été observée par des personnes placées en dehors de son rayon d'action. M. Hibou, maire d'Offendorf, se trouvait à la maison commune quand il entendit un bruissement pareil à celui de l'eau d'un moulin, mais bien plus fort ; en même temps, il vit voler dans l'air des branches d'arbre et des débris de toute nature. A ce moment, il aperçut la trombe, qui formait un tourbillon noir, d'une quarantaine de mètres de diamètre, qui unissait le sol aux nuages ; ceux-ci, très-noirs et très-opaques, paraissaient être fort bas et descendre vers la terre. D'autres personnes, qui se tenaient dans leur habitation au rez-de-chaussée, virent par la fenêtre la trombe s'avancer dans leur cour ; elles n'eurent que le temps de fuir, le toit s'écroulait sur leur tête.

« C'est au lieu dit *Bruckmatt* que la trombe a surtout exercé sa fureur ; toute cette partie du village a l'air d'avoir été détruite par un bombardement ou par l'explosion d'une poudrière. Les maisons sont éventrées, effondrées, tous les toits ont été jetés à terre. Mais, ce qui est indescriptible, c'est l'aspect des jardins bouleversés de fond en comble. Les plus gros arbres ont été déracinés, retournés, transportés quelquefois à une distance considérable ; les branches ont été hachées comme par de la mitraille ou comme par une forte grêle. Tel verger forme aujourd'hui encore un fourré épais d'arbres entrelacés, que l'on n'est pas parvenu à débayer plusieurs jours après le désastre. Dans certains endroits, les effets de l'action circulaire de la trombe sont très-visibles : dans un jardin, tous les arbres couchés à terre convergent vers un centre, les têtes se touchant et les racines à la circonférence ; le tourbillon a en quelque sorte dessiné là sa figure.

« En sortant d'Offendorf, la trombe s'est dirigée vers le Rhin ; elle a détruit encore sur son passage quatre-vingt-six arbres fruitiers situés sur un terrain communal le long d'une route, sans toucher à des saules placés à côté ; mais en contre-bas. Elle a encore arraché un gros peuplier planté sur la digue

extérieure, l'a emporté par-dessus un bras d'eau et l'a fiché dans un banc de gravier, au bord même du Rhin. La trombe a dû se perdre alors au milieu du fleuve, car on n'a signalé aucune trace de son passage dans le grand-duché de Bade. Un batelier a affirmé avoir vu la trombe atteignant le fleuve et le traversant; au milieu du passage, il vit, dit-il, l'eau s'élever en l'air, puis retomber avec fracas : tout avait disparu. »

## 6

Observations sur les nuages, faites en ballon par M. Gaston Tissandier.

Un savant et intrépide voyageur aérien, M. Gaston Tissandier, s'est occupé de l'étude des nuages, ce qui est très naturel, puisqu'il a l'habitude d'aller les trouver en ballon. L'*Étude sur les nuages* qu'a publiée en 1878 M. Gaston Tissandier, se rapporte à l'un des sujets les plus intéressants et les moins connus de la météorologie.

Les bancs de nuages sont suspendus dans l'atmosphère à différentes hauteurs; M. Tissandier en a observé à 1500 mètres et à 3500 mètres d'altitude. Mais un autre banc nuageux des plus considérables, car il avait 200 mètres d'épaisseur, ne s'élevait qu'à 200 mètres au-dessus du sol.

Les couches de nuages sont quelquefois superposées. C'est ainsi que M. Tissandier a observé quatre bancs de *cumuli* : le premier à 1500 mètres de haut, le second à 2000 mètres, le troisième à 3500 mètres et le quatrième à 5000 mètres environ.

Dans l'une de ses ascensions, M. Glaisher, aéronaute et physicien anglais, traversa cinq couches de nuages superposées, séparées par une faible épaisseur d'air. La couche supérieure était à 1000 mètres de hauteur et donnait une pluie abondante, qui tombait sur les nuages inférieurs, dont l'altitude était de 700 mètres, sans arriver jusqu'à la terre.

L'atmosphère est souvent séparée en deux portions dis-

tinctes par ces bancs de nuages. Tandis qu'en haut le ciel est très pur, la partie inférieure peut engendrer la pluie ou la grêle. Ce fait a été constaté bien des fois.

L'atmosphère pure des hautes régions tient souvent en suspension des paillettes de glace. On voit miroiter ces aiguilles cristallines aux rayons du soleil qui les traversent.

On sait aujourd'hui qu'il existe de véritables *nuages de glace* et des *bancs de cristaux de neige* flottant dans les parties supérieures de l'atmosphère.

Quant à l'aspect que présentent les nuages vus de la surface du sol, il est, comme on le sait, extrêmement varié, et ce qu'il y a de curieux, c'est que les aspects changent selon la latitude du pays.

Dans les couches élevées de l'air, la vapeur d'eau mouille rarement la peau ; on sait que c'est le contraire pour le brouillard sur le sol. Le brouillard n'est donc pas, comme on le croit, un nuage touchant la terre : le brouillard est une forme spéciale de la vapeur d'eau.

Les *cumuli* sont constitués par des nuages blancs, opaques, translucides. Quand le ballon pénètre dans l'intérieur de cette sorte de nuages, l'aéronaute est pénétré par une brume blanche, souvent opaline, mais laissant voir clairement les objets rapprochés. Ces nuages sont quelquefois brillants, ce qui semble indiquer que leurs parties constituantes jouissent de la propriété de réfléchir la lumière solaire.

Il peut arriver qu'un aéronaute flottant dans l'air avec son ballon soit baigné dans des bancs de brume, tandis qu'un observateur terrestre constate une grande pureté de l'atmosphère. On ne peut reconnaître l'existence de ces bancs de vapeur qu'en les regardant horizontalement, car ils sont transparents dans le sens vertical. Malgré la présence des nuages, l'aéronaute voit donc très bien la surface de la terre à travers ces nuages transparents ; et de son côté, l'observateur à terre voit également le bleu du ciel.

M. Gaston Tissandier a été à même d'observer deux zones de ces *buées* transparentes, superposées, l'une à 400 mètres, l'autre à 800 mètres d'altitude. Il les compare à une feuille de verre, entièrement transparente, que l'on verrait à travers l'épaisseur du verre, mais qui offrirait une couleur verte lorsqu'on la regarderait suivant sa tranche dans le sens horizontal.

M. Gaston Tissandier n'a encore publié qu'une partie de ses *Études sur les nuages*. Nous attendons avec intérêt la suite de ses curieuses observations.

## 7

Variations de la pression atmosphérique à différentes altitudes, constatées à l'Observatoire du Puy de Dôme, pendant les bourrasques de l'hiver 1877, par M. Alluard.

L'Observatoire météorologique du Puy de Dôme possède deux stations. L'une est établie à Clermont-Ferrand, c'est celle de la plaine; l'autre est située à la cime du mont. Ces deux stations ont chacune un baromètre à mercure enregistreur, avec deux baromètres de précision placés à côté de chacun d'eux pour les contrôler.

Les observations faites simultanément dans les deux stations sont comparées entre elles, en reportant les courbes des pressions barométriques sur une feuille de papier quadrillé. Ces courbes sont ordinairement parallèles et indiquent ainsi que les différences de pression sont à peu près constantes. Or, et ce qui est vraiment fait pour surprendre, pendant les bourrasques qui visitèrent l'Auvergne dans le cours de l'hiver 1877, on observa fréquemment qu'au moment où la pression restait stationnaire ou descendait à Clermont-Ferrand, elle montait, c'est-à-dire présentait un effet contraire au sommet de la montagne.

Par exemple, le 3 janvier 1877, entre 6 heures du soir et

minuit, le baromètre se maintint à Clermont-Ferrand à 719 millimètres et demi, tandis qu'au Puy de Dôme il descendit de 633 millimètres et demi; c'était une baisse de 3 millimètres. Le 6 du même mois, entre 9 heures du matin et 1 h. 30 m. du soir, le baromètre indiquait 4 millimètres  $9/10^{\text{mes}}$  de baisse; il était tombé de 725,5 à 720,6 millimètres. En même temps, il montait au Puy de Dôme, de 1 millimètre  $7/10^{\text{mes}}$ , entre 636 et 637,7 millimètres. Le même jour, pendant que l'instrument reste à peu près stationnaire à Clermont, à 718 millimètres, entre 6 heures du soir et minuit il descend à la montagne de 634 à 628,5 millimètres, subissant une baisse de 5 millimètres et demi.

Dans la bourrasque du 28 au 31 janvier, entre 4 et 8 heures du soir, le 30, la baisse du baromètre à Clermont-Ferrand fut de 3 millimètres, de 726 à 723. Au Puy de Dôme, pendant le même temps, le baromètre oscilla autour de 634 millimètres, avec un écart de  $1/2$  millimètre; ensuite il reprit sa marche ascendante une heure plus tôt qu'à Clermont.

Il résulte de ces observations que, quand l'atmosphère est violemment agitée, à certaines distances horizontales et verticales, comme celles qui séparent Clermont-Ferrand et le sommet du Puy de Dôme, la pression reste stationnaire ou augmente en un point, pendant qu'elle diminue en un autre, et *vice-versa*.

On peut expliquer diversement ces discordances. On peut supposer, par exemple, que, le pays étant traversé par un cyclone, d'autres petits cyclones placés à l'intérieur du premier restent à diverses hauteurs, sans arriver jusqu'au sol. On pourrait prétendre encore que le phénomène est local, qu'il tient au relief de la chaîne des dômes et aux positions relatives des deux stations de l'Observatoire. Les éléments manquent toutefois pour discuter une hypothèse quelconque.

La violence des vents a empêché jusqu'ici d'installer au sommet du Puy de Dôme un anémomètre enregis-

treur. Lorsque cet instrument sera établi, on pourra comparer les observations avec celles de l'anémomètre de la plaine. On connaîtra la vitesse du vent dans la plaine et en haut de la montagne au moment des variations de pression que nous avons signalées, ce qui donnera des renseignements utiles pour résoudre la question.

## 8

## Incendie d'un clocher par la foudre.

Le 25 janvier 1878, à une heure et demie de l'après-midi, la foudre tomba sur le clocher de Toucy (Yonne) et l'incendia.

M. le D<sup>r</sup> L. Roché, secrétaire de la *Société médicale de l'Yonne*, nous adresse sur ce fait insolite, qui a été communiqué à l'Académie des sciences de Paris par M. Dumas, le 18 février, les renseignements qui vont suivre.

Le 25 janvier 1878, le vent soufflait du nord-ouest. Un nuage épais placé à une faible hauteur vint à éclater, couvrant la terre de gros grêlons. Quelques minutes après, on entendit un coup de tonnerre, *un seul*, sec et prolongé. En même temps la croix qui surmontait le clocher fut entourée comme d'un météore lumineux. Des personnes placées dans les maisons voisines de l'église virent sortir de la base du clocher deux boules de feu, d'un diamètre de 0<sup>m</sup>,30 à 0<sup>m</sup>,40, distantes l'une de l'autre de quelques centimètres, qui roulèrent sur les marches du grand portail et ne tardèrent pas à se perdre, après un trajet d'une vingtaine de mètres, sans qu'on pût savoir comment elles avaient disparu. Une femme assise dans une chambre située à quinze mètres de l'escalier fut portée à l'extrémité de cette chambre; un jeune homme qui passait dans la rue fut renversé, et plusieurs autres personnes éprouvèrent des commotions plus ou moins fortes.

Tous les témoins s'accordent à dire que l'on n'a vu aucun zig-zag, mais une masse de feu enveloppant le sommet du clocher.

Immédiatement après le coup de tonnerre, la grêle cessa et fut remplacée par un ouragan de neige, qui tomba pendant un quart d'heure.

Quand cette tempête eut cessé, on s'aperçut que le feu avait pris au clocher, dans deux points : l'un, à la partie supérieure, du côté du nord-ouest, l'autre à la partie inférieure, du côté du sud-est, probablement dans les deux points d'entrée et de sortie du fluide électrique.

Malgré tous les efforts des habitants du pays et ceux du voisinage, après un incendie qui dura quatorze heures, le clocher fut complètement brûlé.

Toucy est situé sur les rives de l'Ouance, petite rivière qui coule dans la direction du nord-ouest, au milieu d'un étroit vallon. La ville est abritée des vents du nord et de l'ouest par de hautes collines ; aussi les orages y sont-ils très-rares, et passent-ils presque toujours à droite ou à gauche, se divisant souvent et n'effleurant que légèrement la ville. La grêle n'y tombe qu'exceptionnellement, la foudre pour ainsi dire jamais. Toutefois en 1873, le 8 janvier, dans des conditions météorologiques absolument semblables, le tonnerre tomba sur une maison voisine de l'église, n'occasionnant que des dégâts insignifiants.

Construite sur les ruines d'un château fort, l'église occupe un mamelon qui domine la vallée. Son clocher, haute flèche en charpente de 32 mètres, recouverte d'ardoises, avait été construit au seizième siècle et surmontait une tour romane octogonale, dont le couronnement était placé lui-même à 30 mètres du sol.



## 9

La commission météorologique de Vaucluse et l'observatoire projeté au mont Ventoux.

Les observatoires météorologiques qui fonctionnent déjà au sommet du Puy de Dôme et du Pic du Midi, ont excité l'intérêt d'un certain nombre de nos sociétés scientifiques. La *Commission météorologique du département de Vaucluse*, désireuse de s'occuper de la recherche des lois atmosphériques dans la région du sud-est de la France, a demandé la création, au sommet du mont Ventoux, d'un observatoire analogue à ceux qui existent déjà sur le Puy de Dôme et le Pic du Midi, et qui servirait de trait-d'union à ces deux laboratoires aériens. Les membres de la *Commission météorologique de Vaucluse*, ont été frappés des avantages qu'offrirait la station du mont Ventoux, en raison de son isolement, qui l'abrite des influences des montagnes voisines, et de son altitude, qui est de 2000 mètres environ.

Ce projet paraît avoir été bien accueilli par les membres de la Commission de l'Observatoire de Paris.

La principale raison qui a déterminé la Commission météorologique de Vaucluse à s'occuper de cette installation, est la position exceptionnelle du mont Ventoux, situé au centre des plaines qui terminent la vallée du Rhône. Cette station météorologique rendrait de grands services aux départements de la région du sud-est de la France pour la transmission télégraphique. Ses observations journalières viendraient concourir efficacement à la prévision du temps, et rendraient des services réels à la navigation et à l'agriculture.

On attend la présentation aux Chambres d'un projet de loi autorisant la création d'un observatoire météorologique au sommet du mont Ventoux.

## 10

## L'observatoire Secchi, au mont Stelvio.

Le P. Secchi, directeur de l'Observatoire de Rome, qui a été enlevé à la science en 1878, ne cultivait pas seulement l'astronomie. Il a fait beaucoup aussi pour les progrès de la météorologie. Il fut le partisan zélé et le promoteur des idées du savant commandant Maury, idées qui ont eu pour conséquence l'application de la télégraphie électrique à l'annonce des tempêtes. L'Italie a ainsi précédé la France d'une année dans cette utile application de la télégraphie électrique. C'est, en effet le P. Secchi qui créa le *Bulletin météorologique de l'Observatoire du Collège Romain*, le premier qui ait été organisé en Europe. Le service météorologique de notre Observatoire ne fut créé par Le Verrier qu'un an après celui de l'Observatoire de Rome.

Afin d'attester solennellement leur reconnaissance pour le P. Secchi, les représentants de la météorologie italienne lui ont dédié l'Observatoire météorologique du mont Stelvio, qui a été fondé, en 1872, par la section de la Valtelline du *Club alpin*, à l'instigation du sénateur Torelli, qui en est encore le président.

Cet observatoire, qui a reçu depuis quelques années d'importants accroissements, et celui du col de Valdobbia, représentent les deux observatoires météorologiques les plus élevés de toute l'Europe. Leur altitude est, en effet, de plus de 2500 mètres. Le poste du Stelvio, le plus avancé au nord de l'Italie, domine les passages qui conduisent de la France en Suisse et en Autriche. Cette même station fait partie de la correspondance météorologique *alpine-apennine*, ainsi que du *service météorologique officiel*, auquel elle a été réunie par les soins du gouvernement d'Italie.

On s'accorde aujourd'hui à reconnaître que les observatoires de montagne comme promettant les plus utiles services à la météorologie.

## PHYSIQUE

## 1

La liquéfaction du gaz oxyde de carbone et du gaz oxygène. — Importance de cette découverte au point de vue théorique. — Moyens employés par M. Cailletet pour obtenir la liquéfaction de l'oxygène. — La même expérience faite à Genève par M. Raoul Pictet. — Appareil employé par M. Raoul Pictet pour liquéfier l'oxygène. — Liquéfaction du gaz hydrogène et du gaz azote, et liquéfaction de l'air.

Les derniers jours de l'année 1877 ont été marqués par une découverte de la plus haute importance. Les gaz considérés jusqu'à ce jour comme *permanents*, c'est-à-dire comme non liquéfiables, l'oxyde de carbone, l'oxygène, l'azote et l'hydrogène, ont été réduits, par une réunion de puissants moyens physiques, à l'état liquide et même solide.

Pour comprendre l'importance de ce fait expérimental, il faut savoir que la théorie mécanique de la chaleur et toutes les considérations physiques relatives au changement d'état des corps reposent sur ce principe, que tout corps de la nature, par un abaissement de température suffisant, peut affecter les trois états solide, liquide ou gazeux. On était parvenu par un abaissement convenable de température, par la simple pression, ou par les deux moyens réunis, à faire passer à l'état liquide et solide presque tous les gaz connus ; mais était demeuré désarmé en face de quatre gaz. L'oxyde de carbone, l'oxygène, l'azote et l'hydrogène avaient résisté à tous les efforts des

physiciens et des chimistes qui avaient essayé de les faire changer d'état. Par l'emploi combiné de la pression et du froid, Faraday était parvenu, il y a déjà longtemps, à liquéfier presque tous les gaz connus, mais cette méthode avait échoué pour les quatre gaz cités plus haut. La théorie de la chaleur était donc appuyée sur des bases encore incertaines, puisqu'il était permis de citer quelques exceptions à la loi générale du changement d'état des corps. La liquéfaction des quatre gaz réputés *permanents* est venue fournir d'une manière éclatante la démonstration que réclamait la théorie.

Indépendamment de son importance théorique, le fait de la liquéfaction de ces quatre gaz peut donner lieu, dans un avenir plus ou moins éloigné, à des applications pratiques. Enfin, l'expérience qui consiste à rendre liquide et même solide l'air que nous respirons, est pleine d'intérêt, et de nature à frapper vivement l'esprit de tous ceux qui se préoccupent des hautes questions de la philosophie naturelle.

A propos du grand fait expérimental qui a été communiqué au monde savant en 1878, c'est-à-dire la démonstration que tout gaz, quel qu'il soit, est réductible en un liquide ou un solide, on ne peut s'empêcher de citer avec admiration une page de notre immortel chimiste Lavoisier, qui, dès la fin du dernier siècle, semblait prédire cette découverte. M. Dumas, en communiquant à l'Académie les expériences que nous allons rapporter, crut devoir citer le passage, empreint d'une étonnante préscience, dans lequel Lavoisier devine, pour ainsi dire, en 1788, ce qui devait se réaliser en 1878.

« Considérons un moment, dit Lavoisier, ce qui arriverait aux différentes substances qui composent le globe, si la température en était brusquement changée. Supposons, par exemple, que la terre se trouvât transportée tout à coup dans une région plus chaude du système solaire, dans la région de Mercure, par exemple, où la chaleur habituelle est probablement fort supérieure à celle de l'eau bouillante. Bientôt l'eau,

tous les fluides susceptibles de se vaporiser à des degrés voisins de l'eau bouillante, et le mercure lui-même entreraient en expansion ; ils se transformeraient en fluides aériiformes ou gaz, qui deviendraient partie de l'atmosphère.

« Ces nouvelles espèces d'air se mêleraient avec celles déjà existantes, et il en résulterait des décompositions réciproques, des combinaisons nouvelles, jusqu'à ce que, les différentes affinités se trouvant satisfaites, les principes qui composeraient ces différents airs ou gaz arrivassent à un état de repos. Mais une considération qui ne doit pas échapper, c'est que cette vaporisation même aurait des bornes ; en effet, à mesure que la quantité des fluides élastiques augmenterait, la pesanteur de l'atmosphère s'accroîtrait en proportion ; or, puisqu'une pression quelconque est un obstacle à la vaporisation, puisque les fluides évaporables peuvent résister, sans se vaporiser, à une chaleur très-forte quand on y oppose une pression proportionnellement plus forte encore ; enfin, puisque l'eau elle-même et tous les liquides peuvent éprouver dans la machine de Papin une chaleur capable de les faire rougir, on conçoit que la nouvelle atmosphère arriverait à un degré de pesanteur tel, que l'eau, qui n'aurait pas été vaporisée jusqu'alors, cesserait de bouillir, et resterait dans l'état de liquidité ; en sorte que, même dans cette supposition, comme dans toute autre de même genre, la pesanteur de l'atmosphère serait limitée et ne pourrait pas excéder un certain terme.

« On pourrait porter ces réflexions beaucoup plus loin, et examiner ce qui arriverait aux pierres, aux sels et à la plus grande partie des substances fusibles qui composent le globe.

« Par un effet contraire, si la terre se trouvait tout à coup placée dans des régions très-froides, l'eau qui forme aujourd'hui nos fleuves et nos mers, et probablement le plus grand nombre des fluides que nous connaissons, se transformerait en montagnes solides, en rochers très-durs, d'abord diaphanes, homogènes et blancs comme le cristal de roche ; mais qui, avec le temps, se mêlant avec des substances de différente nature, deviendraient des pierres opaques diversement colorées. L'air, dans cette supposition, ou au moins une partie des substances aériiformes qui le composent, cesserait sans doute d'exister dans l'état de vapeurs élastiques, faute d'un degré de chaleur suffisant ; elles reviendraient donc à l'état de liquidité, et il en résulterait de nouveaux liquides dont nous n'avons aucune idée. »

Nous venons de faire comprendre l'importance, au point de vue de la théorie générale de la physique, de la découverte de la liquéfaction des quatre gaz qui étaient restés réfractaires jusqu'à ce jour à la méthode de liquéfaction inventée par Faraday. Nous entrerons maintenant dans la description détaillée des expériences qui ont amené cette découverte.

La liquéfaction des gaz oxyde de carbone, hydrogène et azote est due surtout à un physicien français, M. Cailletet, ingénieur aux forges de Châtillon, qui a installé dans cette usine un magnifique laboratoire de recherches pour les questions les plus délicates de la physique et de la mécanique. Un physicien de Genève, M. Raoul Pictet, a été amené, en même temps que M. Cailletet, à provoquer la liquéfaction de l'oxygène.

Ces deux physiciens ont fait usage d'appareils différents. M. Cailletet opère dans un vase d'acier contenant un tube de verre, qui est comprimé par l'intermédiaire du mercure, au moyen d'une pompe hydraulique. M. Raoul Pictet refroidit les gaz à l'intérieur d'un tube de fer, par une circulation d'acide sulfureux liquide et d'acide carbonique liquide.

M. Cailletet est le premier en date en ce qui concerne les expériences qui nous occupent. Ce physicien mit sous les yeux de l'Académie des sciences de Paris, au mois de novembre 1877, l'appareil dont il se sert pour opérer la liquéfaction des gaz. Bien plus, il fit fonctionner son appareil sous les yeux du public qui assiste aux séances de l'Académie. L'appareil était placé sur le bureau du président, et l'auteur s'en servit pour opérer la liquéfaction d'un gaz, l'acétylène.

L'appareil de M. Cailletet se compose d'un cylindre creux, en acier, dont les parois sont assez épaisses pour résister à la pression de plusieurs centaines d'atmosphères. Ce cylindre d'acier est plein de mercure. Sa partie supérieure porte un pas de vis, auquel on fixe, avec un écrou de bronze, un petit tube de verre, qui con-

tient le gaz à liquéfier. Ce petit tube est lui-même enfermé dans un autre tube de verre plus large, plongeant dans le mercure dont on a rempli le cylindre creux.

Des pressions égales agissent à l'intérieur et à l'extérieur, sur l'éprouvette en verre contenue dans le vase d'acier; on peut ainsi lui donner des dimensions notables, malgré les fortes pressions qu'elle subit. Le tube de petit diamètre, placé dans l'éprouvette de verre, est soumis intérieurement aux pressions qui déterminent la liquéfaction, tandis que ses parois extérieures supportent seulement la pression atmosphérique. Un épaulement de métal livre passage au tube de verre de petit diamètre qui s'y trouve mastiqué; ce tube s'élève verticalement, de sorte que l'œil peut suivre toutes les phases de la liquéfaction. M. Cailletet a trouvé utile d'envelopper cette partie supérieure de l'appareil d'un cylindre plus large rempli d'eau.

Pour comprimer le gaz à l'intérieur de ce système, on se sert d'une pompe hydraulique. Un tube latéral est vissé au conduit de la pompe hydraulique. Le mercure contenu dans l'appareil reçoit l'effet de compression déterminé par la pompe hydraulique, et cette compression se transmet au tube de verre qui contient le gaz à liquéfier.

Quand le gaz acétylène est comprimé avec cet appareil, dès que la pression atteint 83 atmosphères, de nombreuses gouttes se forment et coulent sur les parois internes du tube. Si alors on diminue la pression de quelques atmosphères, le liquide, par l'absorption de chaleur provoquée par ce changement d'état, passe subitement à l'état gazeux, et un épais brouillard apparaît pendant quelques instants dans le tube. Ce brouillard n'est autre chose que l'acétylène solidifié.

D'après M. Cailletet, l'acétylène liquide est incolore et très mobile; il doit être très réfringent. Il est beaucoup moins lourd que l'eau et s'y dissout en grande proportion. L'acétylène liquide dissout la paraffine et les substances grasses.

L'appareil qui a servi à produire la liquéfaction de l'acétylène, a été appliqué par M. Cailletet à la liquéfaction de l'oxyde de carbone.

Dans la séance de l'Académie des sciences du 24 décembre 1877, M. Cailletet communiqua à ce corps savant l'expérience qu'il venait de faire pour liquéfier le gaz oxyde de carbone.

Si l'on expose à la température de  $-29^{\circ}$ , obtenue en enveloppant d'acide sulfureux liquide l'appareil que nous avons décrit plus haut, et que l'on comprime en même temps le gaz à 300 atmosphères, on ne peut parvenir encore à liquéfier l'oxyde de carbone. Mais si l'on donne issue à l'extérieur au gaz ainsi comprimé, on produit, par cette *détente* subite, un énorme abaissement de température, abaissement qui peut, selon Faraday, aller à  $-200^{\circ}$ . Dans ces conditions, c'est-à-dire quand on *détend* subitement l'oxyde de carbone comprimé à 300 atmosphères et refroidi à  $-29^{\circ}$  dans l'appareil de M. Cailletet, on aperçoit, à l'intérieur du tube, un brouillard intense, qui est produit par la liquéfaction et peut-être par la solidification de l'oxyde de carbone.

On observe le même effet lorsqu'on fait *détendre* l'acide carbonique, le protoxyde d'azote et le bioxyde d'azote, fortement comprimés.

La liquéfaction de l'oxyde de carbone était un premier pas qui devait conduire à la liquéfaction du gaz oxygène. En effet, en répétant la même expérience : abaissement de température à  $-29^{\circ}$ , compression à 300 atmosphères et détente de l'air libre, M. Cailletet obtint, dans le tube de verre apparaissant à l'extérieur, un brouillard, qui était le signe du passage de l'oxygène à l'état liquide.

M. Cailletet essaya de produire par le même moyen la liquéfaction de l'azote et celle de l'hydrogène, mais il ne put y réussir.

Ces belles expériences furent communiquées, comme nous venons de le dire, à l'Académie des sciences, dans la séance du 24 décembre 1877.



Mais aussitôt un véritable coup de théâtre se produisit. Après avoir annoncé à l'Académie la découverte de M. Cailletet, M. Dumas ajouta qu'il venait de recevoir de Genève un télégramme lui annonçant que M. Raoul Pictet avait réalisé la même découverte au moyen d'un appareil particulier.

Et avec l'appareil de M. Raoul Pictet l'oxygène n'apparaît pas comme un simple brouillard, mais bien à l'état d'un liquide facile à observer.

Le 22 décembre 1877, à huit heures du soir, M. de Luynes, professeur de chimie manufacturière au Conservatoire des Arts et Métiers, avait reçu de Genève la dépêche suivante, envoyée par M. Raoul Pictet : « Oxygène liquéfié aujourd'hui sous 320 atmosphères et 140 degrés de froid par acide sulfureux et carbonique accouplés. »

L'appareil employé par M. Raoul Pictet ne saurait être compris sans figures. Nous nous bornerons, en conséquence, à dire que l'acide sulfureux et l'acide carbonique liquide agissent simultanément comme réfrigérants sur le gaz, qui est comprimé dans un tube en verre très-épais, lequel communique lui-même avec une cornue en fer forgé, espèce d'obus de fer, dans lequel on produit un dégagement de gaz oxygène au moyen du chlorate de potasse décomposé par la chaleur. Le gaz, ne pouvant s'échapper de l'intérieur de l'obus, se comprime par lui-même, et l'on arrive ainsi à des pressions énormes.

L'acide sulfurique et l'acide carbonique qui, par le grand froid que provoque leur volatilisation, doivent servir d'agents réfrigérants, sont refoulés par quatre pompes autour du tube contenant l'oxygène, qui se comprime par lui-même. Quand ces pompes, actionnées par une machine à vapeur de la force de 15 chevaux, ont agi pendant plusieurs heures, et quand tout l'oxygène, a été dégagé du chlorate de potasse par la chaleur, la pression dans le tube de verre arrive à 320 atmosphères, et la température est

de  $-140^{\circ}$ . Si alors on découvre subitement un orifice placé en haut de l'obus, l'oxygène s'échappe dans l'air, avec une violence extraordinaire, et cette détente produit une absorption de calorique assez considérable pour qu'un liquide apparaisse dans le tube de verre et jaillisse par l'orifice, si l'on incline l'appareil.

Ce liquide, c'est l'oxygène.

Le tube dans lequel opérait M. Raoul Pictet, a 1 mètre de longueur et 1 centimètre de diamètre intérieur. L'oxygène liquéfié occupait un peu plus du tiers de la longueur de ce tube, et s'échappait, sous forme de jet liquide, par l'orifice découvert.

A l'issue de la séance académique du 24 décembre 1877, M. Dumas reçut de M. Raoul Pictet un nouveau télégramme, daté de Genève. Le 24 décembre, à 4 heures 15 minutes du soir, M. Pictet annonçait une seconde expérience faite en présence d'un grand nombre de personnes et qui avait parfaitement réussi.

Le 26 du même mois, une lettre de M. Raoul Pictet, adressée à Paris, donnait des explications plus complètes sur cette belle expérience.

Le but auquel tend, depuis plus de trois années, M. Raoul Pictet, est, écrivait ce physicien, de chercher à démontrer expérimentalement que la cohésion moléculaire est une propriété générale des corps, sans aucune exception. Si certains gaz ne pouvaient être liquéfiés, il faudrait en conclure que leurs particules constituantes ne s'attirent pas et échappent à loi générale de l'attraction moléculaire, c'est-à-dire de la cohésion.

Pour arriver expérimentalement à rapprocher le plus possible les molécules d'un gaz et à obtenir ainsi sa liquéfaction, il faut certaines conditions indispensables, que l'auteur résume ainsi :

1<sup>o</sup> Avoir du gaz absolument pur, sans trace de gaz étranger ;

2<sup>o</sup> Pouvoir disposer de pressions extrêmement énergiques ;

- 3° Obtenir un froid très-intense ;  
 4° Disposer d'une grande surface de condensation maintenue à ces basses températures ;  
 5° Pouvoir utiliser la *détente* des gaz de la pression considérable à la simple pression atmosphérique, *détente* qui, s'ajoutant aux moyens précédents, détermine la liquéfaction.

Avec ces cinq conditions remplies, on peut formuler, dit M. Raoul Pictet, le dilemme suivant :

Lorsqu'un gaz est comprimé à 500 ou 600 atmosphères, qu'il est maintenu à une température de 100 ou 140 degrés au-dessous de zéro, et qu'on le laisse détendre à la pression atmosphérique, de deux choses l'une : ou bien le gaz, obéissant à l'action de la cohésion, se liquéfie et cède sa chaleur de condensation à la portion du gaz qui se détend et reprend sa forme gazeuse ; ou bien, dans l'hypothèse où la cohésion ne serait pas une loi générale, le gaz devrait passer par le zéro absolu, c'est-à-dire être inerte, une poussière sans consistance. Le travail de détente serait impossible et la perte de chaleur absolue.

M. Raoul Pictet décrit ensuite son appareil, qui est disposé de telle sorte que l'acide sulfureux et l'acide carbonique donnent la température que nous avons indiquée plus haut, et que l'oxygène produit au sein d'un obus se comprime lui-même dans la cavité de l'obus jusqu'à 500 atmosphères.

Lorsque la réaction est finie, la pression étant à 320 atmosphères, si on ouvre le robinet à vis qui termine le tube de compression, un jet liquide s'échappe, comme nous l'avons dit plus haut, avec une violence extrême. On referme ; et quelques instants après on voit s'échapper un second jet, moins abondant toutefois. Des charbons légèrement allumés, mis dans ce jet, s'enflamment spontanément avec une violence inouïe. C'est le caractère chimique auquel on reconnaît l'oxygène.

M. Pictet n'a pu recueillir ce liquide, à cause de la force de projection avec laquelle il s'échappe.

Les détails contenus dans la lettre de M. Raoul Pictet prouvent avec évidence que l'auteur a procédé dans ses recherches indépendamment des travaux de M. Cailletet, et que les deux physiciens sont arrivés, l'un et l'autre, à cette belle découverte sans connaître mutuellement leurs travaux. Il faut donc les féliciter tous les deux du magnifique résultat de leurs efforts.

Cette curieuse histoire a un épilogue plus intéressant encore.

M. Cailletet continua, dans le laboratoire de l'École normale, en présence de plusieurs savants et professeurs de Paris, ses expériences de liquéfaction des gaz, et il fut assez heureux pour parvenir à liquéfier, dans la soirée du 30 décembre 1877, l'azote et l'hydrogène, qui avaient résisté jusque-là à tous ses efforts.

M. Cailletet opéra sur de l'azote, sur de l'air atmosphérique et sur l'hydrogène. Les expériences réussirent pleinement, à la grande admiration des savants qui étaient présents.

L'azote liquéfié dans l'appareil de M. Cailletet s'est montré sous l'apparence d'un brouillard épais, au moment de sa détente, dans les circonstances où l'oxygène a présenté le même phénomène.

L'air étant formé d'azote et d'oxygène, tout faisait prévoir que l'air se liquéfierait dans le même appareil. L'expérience a confirmé cette prévision. L'air atmosphérique, privé de son acide carbonique et de sa vapeur d'eau, s'est liquéfié dans l'appareil de M. Cailletet, et l'on a pu, pour la première fois, voir l'air que nous respirons sous la forme d'un corps solide.

Quant à l'hydrogène, comme l'expérience fut faite, pour la première fois, le soir, avec l'éclairage d'une lampe rayonnant d'en haut, on ne put voir qu'une très légère vapeur, ressemblant à ce qui se produit à la fin de l'opération exécutée sur l'oxygène. Mais le lendemain matin, 31 décembre, on répéta l'épreuve, et l'on ne conserva plus aucun doute sur le résultat.

Ainsi l'oxygène, l'azote et l'hydrogène ont été liquéfiés, et l'on est parvenu à rendre liquide l'air atmosphérique. On ne pourrait imaginer une plus belle série d'admirables expériences. Les derniers jours de l'année 1877 ont donc été signalés, comme nous le disions en commençant, par une des plus intéressantes découvertes de notre siècle.

## 2

L'oxygène liquide, l'hydrogène liquide et solide.—Nouvelle expérience de M. Raoul Pictet, de Genève.

En considérant l'oxygène comme appartenant à la famille du soufre, et les corps isomorphes comme ayant le même volume atomique, M. Dumas avait conclu que le volume atomique de l'oxygène devait être 16, celui du soufre étant  $32$  et, réciproquement, que la densité de l'oxygène liquide ou solide serait  $\frac{16}{18} = 1$  ou la densité de l'eau. Ces idées ont été déduites de celles de M. Dumas par M. Raoul Pictet, l'heureux expérimentateur genevois à qui l'on doit, en même temps qu'à M. Cailletet, la découverte de la liquéfaction de l'oxygène.

Les vues théoriques de M. Dumas concernant la densité de l'oxygène liquide ont été complètement confirmées par expérience.

M. Pictet a reconnu qu'une différence d'environ 74 atmosphères au manomètre représentait la variation de pression correspondant à la condensation de l'oxygène dans tout le tube entouré d'acide carbonique solide. C'est ce qui a été constaté dans trois expériences faites à Genève.

La quantité d'oxygène liquide obtenue dans le tube était de 45 grammes et demi. Or, ce poids correspondait à un volume de 46 centimètres cubes environ. En tenant compte des petites erreurs inévitables,

on a ainsi la preuve que la densité de l'oxygène liquide est égale à celle de l'eau, comme l'avait prévu M. Dumas.

C'est peu après cette communication, adressée à M. Dumas, que M. Pictet a annoncé, à la date du 4 janvier 1878, qu'il était parvenu à liquéfier le gaz hydrogène, et à obtenir la solidification de ce gaz, en opérant à une pression de 650 atmosphères et à une température de  $140^{\circ}$  au-dessous de zéro. Quand l'appareil qui contenait l'hydrogène liquide a été mis en communication avec l'air extérieur, M. Pictet a obtenu l'hydrogène à l'état solide, par suite de l'évaporation d'une partie du liquide obtenu.

L'expérience pour la liquéfaction de l'hydrogène a été faite dans le même appareil où l'oxygène avait été liquéfié. Le protoxyde d'azote liquide servait d'agent réfrigérant. L'hydrogène était produit par la décomposition du permanganate de potasse et la potasse caustique. De cette manière, dit M. Pictet, on obtient le gaz sans pression et sans la moindre trace d'eau.

La pression fut amenée à 650 atmosphères; 250 litres de gaz furent soumis à l'épreuve, et la température descendit à  $140^{\circ}$  au-dessous de zéro.

Lorsqu'on ouvrit le robinet de communication de l'appareil avec l'air, l'hydrogène liquide sortit avec violence, en faisant entendre un son aigu. Le jet était d'une couleur bleu d'acier; il était tout à fait opaque et produisit, en tombant sur le sol, un crépitement analogue à celui que ferait entendre de la grenaille de plomb. Le sifflement se changea ensuite en un bruissement, comme celui que produit un morceau de sodium jeté dans l'eau. Le jet devint intermittent, en occasionnant des secousses dans le robinet.

Durant ce premier jet, la pression descendit à 370 atmosphères. Après la fermeture du robinet, elle était de 215 atmosphères, et elle remonta jusqu'à 225. On ouvrit de nouveau le robinet, un second jet sortit, et la congélation fut de nouveau opérée.

Pendant plus d'un quart d'heure, il y eut des décharges de gaz. Le brouillard qui descendait jusqu'au sol cessa lorsque le jet devint intermittent. Ce brouillard ne ressemblait pas au jet liquide du début de l'expérience.

En communiquant à la *Société d'encouragement* les faits que nous venons de rapporter, M. Dumas a dit : « Il y a cinquante ans, j'annonçais que, à mes yeux, l'hydrogène était un métal vaporisé, à l'état gazeux. Cette opinion ne fut pas admise alors. Depuis cette époque, des expériences probantes de divers chimistes lui donnèrent du crédit et firent admettre parmi les métaux un corps qu'on désigne par le nom d'*hydrogenium* ; mais il restait encore à voir ce métal à l'état solide. »

Cette confirmation de la nature réelle de l'hydrogène ne doit pas être regardée seulement comme un résultat théorique utile à la science pure ; elle paraît avoir une grande importance pratique pour l'avenir de l'industrie. La connaissance certaine de la nature métallique de l'hydrogène aurait une influence directe sur la métallurgie et l'industrie tirerait parti de cette donnée scientifique.

### 3

Emploi du chlorure de méthyle pour la production de basses températures.

La *Société française de physique* a reçu de M. Vincent une communication intéressante, concernant la production d'un froid très intense par l'emploi d'un simple liquide : le chlorure de méthyle liquéfié par la compression.

Le chlorure de méthyle, autrefois très cher, peut aujourd'hui s'extraire industriellement, en grandes quantités et à bas prix, des produits de la distillation des mélasses de betterave.

Dans les conditions normales, le chlorure de méthyle est un gaz qui se liquéfie sous 4 atmosphères environ de pression. Il peut alors être conservé et transporté dans des vases de cuivre ou de fer, et constitue un magasin de froid toujours à la disposition de l'opérateur. Il suffit, en effet, d'ouvrir le robinet à vis qui ferme le vase, pour faire écouler le liquide et obtenir, par la simple exposition de ce produit à l'air, une température de  $23^{\circ}$  au-dessous de zéro, température de sa vaporisation sous la pression atmosphérique. Si l'on active la vaporisation par un courant d'air, la température descend à environ  $-55^{\circ}$ . Quelques centimètres cubes de mercure contenus dans un tube que l'on place au milieu du bain de chlorure de méthyle, sont congelés en 3 minutes.

M. Vincent a construit un appareil qui permet d'utiliser ce froid intense et d'en multiplier facilement les applications. Il enferme 2 ou 3 kilogrammes de chlorure de méthyle liquide dans une double paroi qui enveloppe un bain d'alcool ou de chlorure de calcium en dissolution, et qui est protégée extérieurement par une couche isolante de râpure de liège. Pour obtenir de très basses températures, il suffit de faire communiquer, au moyen d'un tube de caoutchouc, l'orifice à robinet de la double paroi, avec une machine pneumatique, qui provoque l'évaporation du chlorure de méthyle.

Cet appareil permet de réaliser aisément les expériences qui exigent un refroidissement lent et gradué, celle de la congélation du mercure par exemple.

Ce même appareil pourrait, selon nous, servir à reproduire les nouvelles expériences qui ont permis de réaliser la liquéfaction de l'oxygène, de l'azote, de l'air et de l'hydrogène. Le froid obtenu avec la détente du chlorure de méthyle provoquerait probablement la liquéfaction de ces gaz, aussi bien que les appareils compliqués de MM. Gailletet et Raoul Pictet.



## 4

## L'éclairage électrique en 1878.

En 1878, pendant l'Exposition universelle, Paris a été inondé, on peut même dire excédé, par la lumière électrique. Le spectacle de cette lumière éblouissante semblait caractériser, symboliser, les progrès des sciences appliquées à l'industrie. Aussi ne s'est-on pas fait faute de la prodiguer en tous lieux. La place et l'avenue de l'Opéra, la façade du Corps législatif, la place du Théâtre-Français, la place de la Madeleine, le pourtour de l'arc de triomphe de l'Étoile, etc., étaient, chaque soir, illuminés par cette espèce de feu d'artifice éblouissant et aveuglant. Le succès apparent a été complet. Les innombrables visiteurs de notre grande capitale et de notre magnifique Exposition ont été ravis, émerveillés, de ce nouveau système d'éclairage des grands espaces.

Il est temps toutefois de tirer de cette belle expérience les enseignements, les conclusions à l'usage de la pratique.

Nous croyons que ces conclusions ne sont pas à l'avantage du nouveau système d'éclairage, et que, malgré l'éclat des expériences effectuées sous les yeux des Parisiens en 1878, la question de l'éclairage électrique n'a guère avancé, qu'elle est restée au point où elle en était il y a deux ans, c'est-à-dire à l'époque où M. Jablochhoff fit la remarquable découverte de sa bougie à conducteurs parallèles séparés par une lame de kaolin, ou de plâtre.

A cette grande et incontestable découverte, qui a permis de rendre régulier, égal, constant, l'arc électrique, M. Jablochhoff ne nous paraît rien avoir ajouté d'important. Il n'a pas encore trouvé le moyen de faire passer dans l'usage pratique l'électricité comme agent d'éclairage.

Que nous présente, en effet, M. Jablochhoff? Des lumières d'une intensité éblouissante, de la puissance de 50 becs Carcel au minimum, puissance excessive, inutile presque toujours, puisqu'il faut l'éteindre par des globes de verre dépoli. Un point lumineux stellaire, c'est-à-dire un point lumineux fixe, ne diffusant pas la lumière et qu'il faut diffuser par des globes de verre dépoli. Or, ce que l'on attend, ce que l'on demande, ce qui seul peut amener l'emploi de l'électricité comme agent d'éclairage, ce sont de petits foyers, du faible pouvoir éclairant de 3 à 4 becs Carcel, ou de la valeur d'un bec de gaz ordinaire. C'est ce que l'on appelle la *division de la lumière électrique*. Cette division, M. Jablochhoff se vante de l'avoir réalisée; mais il ne nous a encore donné que de simples affirmations. Le jour où il nous montrera un éclairage électrique composé d'une série de becs de la valeur d'un bec de gaz chacun, ou d'une chandelle, il aura résolu le grand problème, découvert le grand arcane.

Au mois d'octobre 1878, des annonces venues de New-York affirmèrent que M. Edison, le célèbre inventeur du phonographe, aurait résolu, dans ce sens, le problème de l'éclairage électrique. Si ce n'est pas là un simple *puff* américain, M. Edison aura la gloire d'avoir fait une des plus grandes découvertes de notre siècle. Il faut donc attendre avec le doute du sage, l'impartialité du savant et l'espoir de l'homme de progrès, la réalisation des promesses venues de l'autre côté de l'Atlantique.

Un physicien français, M. E. Reynier, assure avoir obtenu le fractionnement de la lumière électrique. La disposition de lampe électrique qu'il a imaginée mérite, d'ailleurs, d'être connue.

Dans le nouvel appareil pour la production de la lumière électrique que le journal *la Nature* a décrit dans son numéro du 24 août 1878, et qui a été mis sous les yeux de la *Société d'Encouragement*, le 13 décembre 1878, à la suite d'un rapport de M. du Moncel, M. Reynier produit la lumière comme à l'ordinaire, par un cou-

rant voltaïque traversant un conducteur de charbon. Mais le régulateur présente une disposition nouvelle et fort simple.

Une baguette de charbon mince, disposée verticalement, est poussée à sa partie supérieure, par un contact élastique agissant suivant l'axe sur un contact fixe, placé en bas. Quand elle est traversée par un courant électrique assez puissant, la baguette de charbon est portée à l'incandescence et brûle en s'amincissant à son extrémité inférieure. Mais, comme elle est poussée sans cesse par en haut, elle glisse dans le contact élastique, à mesure qu'elle se consume par en bas, de manière à brûler sur le contact fixe.

La combustion du charbon accroît considérablement la chaleur développée par le courant électrique.

La lumière produite au moyen de ce système est très blanche.

Le fractionnement de la lumière peut être obtenu; en faisant traverser plusieurs de ces lampes par une même source électrique suffisamment intense.

Un physicien anglais, M. Werdermann, est arrivé également à fractionner la lumière électrique, et son appareil a été présenté avec éloges à l'Académie des sciences, au mois de novembre 1878, par M. du Moncel. On trouvera dans le numéro du 30 novembre 1878 du journal *la Nature* la description et la figure du *bec électrique* de M. Werdermann, et la manière dont le courant électrique se distribue à une rangée de dix lampes.

M. Reynier a élevé une question de priorité contre M. Werdermann, assurant que l'appareil de ce dernier reproduisait la partie principale de son système. Nous n'entrerons pas dans la discussion de ces intérêts particuliers. Nous ferons remarquer seulement que ni l'un ni l'autre de ces appareils n'a été expérimenté pour un éclairage public, et que le fait de la division de la lumière électrique d'une manière pratique et économique

par les moyens dus à MM. Reynier et Werdermann n'est encore garanti que par des expériences de laboratoire.

En attendant, nous en sommes toujours au même point dans la pratique. Un énorme foyer qui éblouit, qui aveugle, qui menace la vue, et qui n'est tolérable qu'à la condition de l'éteindre par tous les moyens qui sont en notre pouvoir : voilà tout ce que nous avons. La question de l'éclairage électrique n'a donc pas fait, nous le répétons, de grands progrès depuis deux ans. On savait déjà que l'on peut se servir avec beaucoup d'avantage de l'arc voltaïque pour éclairer de grands espaces, de vastes chantiers de travail ou des places publiques. C'est ce que l'on a fait en 1878, avec une facilité, une régularité remarquables, grâce aux bougies électriques Jablochhoff. Quant à vouloir introduire l'éclairage électrique dans les maisons particulières, dans les théâtres, dans les lieux publics, dans les assemblées, on ne peut y songer encore. Il nous paraît assez ridicule d'avoir à faire fonctionner une machine à vapeur pour éclairer une place publique. Au lieu de faire brûler sous la chaudière de la machine à vapeur la houille nécessaire pour produire la vapeur et le mouvement qui engendrent l'électricité, laquelle engendre la lumière, ne serait-il pas plus simple de distiller la même houille dans les cornues d'une usine à gaz?

Que dire d'ailleurs d'un mode d'éclairage qui peut se trouver supprimé subitement par l'arrêt de la machine à vapeur, par le plus léger accident survenu au câble conducteur de l'électricité, ou aux électro-aimants de la machine Gramme? Voyez-vous une salle de spectacle éclairée par l'électricité, qui, subitement, tombe dans une obscurité absolue, par un simple dérangement de l'appareil électro-magnétique, ou un accident arrivé au câble conducteur de l'électricité? Cette crainte nous est venue souvent à l'esprit à l'Hippodrome, qui s'éclaire par ce moyen.

Quant au prix de revient, question qui doit tenir une place importante dans cette question, il est bien connu que la lumière électrique est fort coûteuse. Chaque bec de l'éclairage électrique coûte, par heure, 1 fr. 25 à 1 fr. 75. Pour le même prix, ainsi que le faisait observer M. Mallet au Conseil municipal de Paris, on aurait 68 à 95 becs de gaz, qui produiraient une lumière égale et qui n'aurait aucun des inconvénients de la lumière électrique, sujette à varier d'éclat et exposée à s'éteindre subitement.

Dans l'état actuel d'imperfection de l'éclairage électrique, on ne peut donc songer à remplacer le gaz, l'huile, le pétrole et les hydrocarbures par l'électricité. Le gaz a l'admirable avantage de la canalisation. Il monte et descend, s'introduit partout, se règle, se distribue par le doigt d'un enfant; il s'arrête et s'élanche à la volonté et à la minute. En outre, le gaz n'est pas seulement un moyen d'éclairage; c'est un agent aussi simple que commode de chauffage, et les services qu'il rend sous ce dernier rapport sont de la plus grande importance.

Avec tous ces avantages, l'éclairage au gaz n'est pas à la veille d'être supplanté. « Le boulet qui doit me tuer, n'est pas encore fondu, » disait Napoléon I<sup>er</sup>. « La pile qui doit remplacer le gaz n'est pas encore montée, » dirons-nous.

### 5

Perfectionnement à l'éclairage sous-marin — La lumière Drummond appliquée à l'éclairage du fond des eaux. — La lampe électrique sur le casque du plongeur.

MM. Barnett et Foster ont imaginé un système d'éclairage sous-marin, inspiré probablement par l'appareil Drummond. Ce système consiste à faire usage d'une lampe à alcool, dont la combustion est activée par un jet d'oxygène pur. Un réservoir renferme de l'oxygène comprimé

à la pression de 30 atmosphères. Ce réservoir est une boîte cylindrique en fer forgé, reliée à la lampe par un tuyau flexible; des soupapes laissent échapper les gaz produits par la combustion.

Avec ces dispositions, on obtient, pendant quatre heures, une lumière brillante, par le seul approvisionnement du réservoir d'oxygène comprimé.

Cet appareil supprime les tuyaux et les autres moyens de communication avec l'air extérieur, qui sont usités pour les procédés d'éclairage sous-marin essayés jusqu'à ce jour. Placé dans l'eau d'une rivière ou dans la mer, dans un globe fermé, il éclaire très vivement le milieu environnant. Les plongeurs peuvent facilement travailler à cette lumière artificielle.

MM. Heinh et Davis ont résolu la même question par un autre moyen. Ils ont appliqué la lampe électrique à l'éclairage sous-marin.

Un cylindre en verre qui se visse sur le casque du plongeur contient une lampe électrique en cuivre poli. Les charbons sont disposés pour durer quatre heures. L'électricité provient d'une pile composée de 20 à 40 éléments Bunsen, suivant l'intensité de la lumière qu'on veut obtenir. Le fond de la lampe est muni de boîtes à étoupes d'une nouvelle disposition, dans lesquelles passent les fils électriques. Grâce à ce moyen, on peut interrompre ou établir à volonté la communication avec la pile, sans séparer les fils.

C'est, à notre connaissance, pour la première fois que l'on songe à appliquer la lumière électrique à l'éclairage du fond des eaux, en munissant le casque des plongeurs du foyer éclairant.

## 6

Nouvelle méthode pour obtenir les dépôts métalliques par l'électricité.

On peut obtenir un dépôt métallique quelconque par l'électricité, en employant une méthode nouvelle imaginée par un physicien américain, M. A.-W. Wright, de New-Haven (Connecticut).

Le fait sur lequel est basée cette méthode, c'est la volatilisation des métaux sous l'influence d'un courant électrique.

M. Wright prend un récipient dans lequel il produit un vide partiel, et il dispose en face l'un de l'autre les deux pôles d'une bobine d'induction. L'objet qui doit recevoir le dépôt métallique, une capsule de verre par exemple, est suspendu entre les deux pôles, et on a attaché au pôle négatif un fragment du métal à déposer sur le verre. Avec trois ou six éléments de la pile de Grove, on produit, par la bobine d'induction, une étincelle longue de 50 à 75 millimètres. Sous cette influence, une partie du métal attaché à l'électrode négatif se volatilise et vient se condenser sur la surface froide du verre, où elle forme un dépôt uniforme et très brillant. Pour régler l'épaisseur de la couche ainsi formée, il n'y a qu'à prolonger ou interrompre l'action du courant électrique.

Le professeur Wright a déjà fait plusieurs applications pratiques de sa découverte. Il prépare des miroirs sur lesquels il dépose de l'argent, du platine, du fer, etc., et qui présentent tous une pureté et un pouvoir réfléchissant remarquables. Il dépose l'or en couche dont l'épaisseur ne dépasse pas un cinq-millième de millimètre. Il produit de curieux effets de coloration, en faisant varier l'épaisseur du dépôt métallique produit par l'électricité.

Le brillant particulier des dépôts métalliques ainsi obtenus les fera rechercher pour la fabrication des mi-

roirs d'argent recouverts de platine qui forment aujourd'hui les télescopes des astronomes et les hélioscopes des physiciens. Il est donc à présumer que ce procédé contribuera bientôt à faciliter la construction des télescopes à réflecteur argenté et d'autres instruments analogues.

On a des revêtements métalliques tout à fait inaltérables en déposant sur les miroirs télescopiques et héliostatiques une couche de platine sur une première couche d'argent.

L'industrie profitera d'une invention qui permet de réduire le poids des métaux précieux déposés à la surface des corps, sans rien enlever à ces métaux de leurs qualités utiles.

## 7

Une nouvelle pile électrique : la combustion du charbon créant un courant voltaïque.

M. Jablochhoff, qui s'est livré avec le succès que tout le monde connaît, à l'application de la lumière électrique, a imaginé une pile dans laquelle le charbon, en brûlant, sert à produire le courant électrique, et à composer une pile voltaïque capable de provoquer le dépôt des métaux et tous les effets ordinaires du courant électrique.

On sait que les machines magnéto-électriques mues par la vapeur fournissent l'électricité à bien meilleur marché que la pile ordinaire marchant par les acides, car la dépense se réduit au combustible brûlé. La pile nouvelle que M. Jablochhoff a imaginée se compose de nitrate de potasse ou de soude, que l'on fait fondre par la chaleur, et dans lequel on plonge, pour servir d'électrode attaquable, du coke ordinaire, et comme électrode inattaquable, le platine, ou, ce qui est plus économique et tout aussi bon en pratique, le fer, la fonte ou tout autre métal non attaquable par le nitre fondu.



Il n'est pas nécessaire, pour mettre la pile en marche, de fondre d'avance le nitrate de potasse; il suffit d'allumer un morceau de coke et de le mettre en contact avec le nitrate pulvérisé: la chaleur de la combustion du charbon fait fondre le sel, et l'action chimique commence immédiatement. En ajoutant au charbon différents sels métalliques, on peut faire varier la force électromotrice, en modifiant la vitesse de combustion du charbon.

La force électromotrice de cette pile varie de 2 à 3 unités, suivant la nature des sels introduits dans le charbon; elle est d'ailleurs supérieure à celle des piles à acides, ou à bichromate de potasse.

Sous sa forme pratique, un élément de la pile nouvelle se compose d'une marmite en fonte, qui forme à la fois le récipient du nitrate de potasse et l'électrode inattaquable. Un panier en fil de fer sert à placer le coke brûlant et joue le rôle de rhéophore.

On ne sait pas encore quel est le prix de revient de l'électricité ainsi produite. On ne sait pas davantage si cette pile possède les qualités pratiques suffisantes pour lutter contre les types aujourd'hui en usage.

## 8

### Pile au peroxyde de manganèse.

Les avantages de l'élément de pile au peroxyde de manganèse ont été reconnus par M. Gaiffe. Cet élément est constitué par un cylindre en charbon, percé dans toute sa longueur de plusieurs trous parallèles à l'axe, qui sert de vase poreux et d'élément collecteur. Une bague de zinc amalgamé plonge, ainsi que le charbon, dans une dissolution à 20 pour 100 de chlorure de zinc, purgé de plomb et entièrement neutre. Les trous percés dans le charbon sont remplis de bioxyde de manganèse.

en aiguilles ou en grains, introduit par petites parties et tassé légèrement chaque fois.

Le courant est produit par l'oxydation du zinc aux dépens du bioxyde de manganèse qui passe à l'état de sesquioxyde. La force électromotrice correspond à peu près à celle d'un élément de Daniell. Quand cet élément est épuisé, on le recharge en faisant tomber, avec une fine baguette, le manganèse usé, pour le remplacer par du manganèse nouveau, et en renouvelant la baguette en zinc et le liquide excitateur.

L'élément ne s'use pas lorsque le circuit est ouvert, la solution faible de chlorure de zinc n'ayant d'action ni sur le manganèse, ni sur le zinc.

## 9

### Singuliers effets de la foudre.

La *Lancet*, de Londres, a rendu compte des effets produits par l'électricité sur le corps d'un homme frappé par la foudre.

La victime, berger dans le comté de Leicester, gardait son troupeau dans les champs, lorsque l'orage éclata, et, comme bien des gens s'obstinent à le faire, il chercha un refuge sous un arbre. Peu de temps après, il sentit une commotion au-dessus de l'épaule gauche, et perdant tout à coup l'usage de ses jambes, il tomba.

Lorsqu'on le transporta à son domicile, il avait encore toute sa connaissance; mais il se plaignait de douleurs dans le dos et dans les jambes. L'examen auquel se livra le médecin appelé pour lui donner des soins, lui fit découvrir un assez bizarre effet du coup de foudre. Depuis l'épaule gauche en bas, occupant tout le dos, apparaissait, admirablement reproduite en saillie sur la peau et dans une teinte écarlate brillante, une tige d'arbuste, avec

de nombreuses branches délicatement tracées comme avec une pointe d'aiguille.

Le tronc du végétal avait à peu près trois quarts de pouce ou neuf lignes de largeur, et l'aspect général était celui d'un pied de fougère à six ou huit branches. Le tout était fort bien reproduit et comme imprimé sur le dos du patient. Ses vêtements ne portaient à cet endroit aucune trace du passage du fluide.

Cet ornement était d'un aspect si agréable, que l'on aurait pu en être fier, et que notre homme, en l'exhibant, aurait pu s'en créer une source de revenu. Malheureusement ou heureusement pour lui, l'impression n'eut pas de durée. Au bout de trois jours, en effet, elle commença à s'effacer, les branches extrêmes d'abord et le reste ensuite.

## 10

Recherche des mines de fer au moyen de la boussole magnétique.

La *Société royale des sciences d'Upsal* a publié un intéressant travail de M. Thalen, relatif à la recherche des mines de fer par des observations magnétiques.

On fait usage, en Suède, de la *boussole des mineurs* pour constater l'existence des minerais de fer et pour trouver la place qu'ils occupent.

Cette boussole se compose d'une petite aiguille aimantée contenue dans une boîte hermétiquement fermée. L'aiguille se meut librement sur son point d'appui; elle reste dans une position horizontale sous l'action magnétique de la terre seule.

Lorsqu'on soupçonne l'existence d'une mine de fer, on observe l'inclinaison de cette aiguille en différents points, et l'on admet que la richesse maximum de minerai magnétique est au-dessous du point où l'aiguille se place

verticalement. Mais M. Thalen a montré que ce rapport n'est pas généralement vrai. Ce moyen ne donne d'ailleurs aucune indication sur la profondeur du gisement métallifère, ni sur la masse du minerai.

Voici la méthode proposée par M. Thalen pour réaliser ces *desiderata*. On se sert d'une boussole de déclinaison et d'un aimant, placé convenablement et invariablement relativement à l'aiguille. L'angle de déviation produit par cet aimant est mesuré en des points rapprochés autant que possible et régulièrement espacés au-dessus du point où l'on suppose la mine. On détermine ainsi partout la composante horizontale de l'action combinée de la force du magnétisme terrestre et de celle du minerai. Ensuite, sur un plan du terrain métallifère, on trace des lignes d'égale intensité ou *isodynamiques*, disposées en deux séries de courbes fermées, entourant les deux points qui répondent à la plus grande et à la plus petite déviation. Une ligne non fermée se trouve entre ces deux points : c'est la *ligne neutre*, correspondant aux points où l'influence magnétique du minerai est nulle.

La ligne qui joint les deux points de l'angle maximum et du minimum de déviation indique la direction de la *méridienne magnétique* de la mine. La ligne neutre donne généralement la direction de la couche du minerai. Dans le plus grand nombre des cas, l'intersection de ces deux lignes indique le point où se trouve la richesse maximum du minerai.

## 11

Gravure sur verre par l'électricité.

M. Gaston Planté, dans ses *Recherches sur l'électricité*, a décrit une expérience dans laquelle un tube de verre, traversé par un fil de platine servant d'électrode à un courant voltaïque puissant, se trouve creusé instanta-

nément en forme de cône ou d'entonnoir, au sein d'un voltamètre contenant une solution saline.

D'autres expériences ont été faites par le même physicien sur les effets lumineux produits par un courant de forte tension, quand l'électrode est mise en contact avec les parois d'un vase en verre ou en cristal humectées d'une solution de sel marin. M. Gaston Planté a observé que, dans ces circonstances, le verre ou le cristal sont fortement attaqués aux points touchés par l'électrode, et que les anneaux lumineux concentriques qui se forment tout autour de l'électrode, restent quelquefois gravés à la surface du verre du voltamètre.

La solution saline employée était l'azotate de potasse. La force électrique nécessaire était bien inférieure à celle qu'exigent le chlorure de sodium ou d'autres sels pour produire les effets lumineux et la dévitrification.

Ces observations ont conduit à faire usage du courant électrique pour graver sur le verre ou sur le cristal.

Pour opérer, on recouvre la surface du verre ou du cristal d'une dissolution concentrée d'azotate de potasse, en versant simplement le liquide sur la plaque de verre ou de cristal placée horizontalement sur une table ou dans une cuvette peu profonde. D'un autre côté, dans la couche liquide recouvrant le verre, on fait plonger, le long des bords de la plaque, un fil de platine horizontal, lequel communique avec les pôles d'une batterie secondaire de 50 à 60 éléments. On tient à la main l'autre électrode, qui est formée d'un fil de platine entouré d'un étui isolant (excepté à son extrémité); avec cette électrode, on touche le verre, recouvert de la mince couche saline, aux points où l'on veut graver.

Partout où l'électrode exerce son contact, on voit un sillon lumineux, et les traits sont nettement gravés sur le verre, quelle que soit la rapidité avec laquelle on promène le burin électrique. Les traits sont très profonds, si l'on dessine lentement. Leur longueur dépend du diamètre du fil employé comme électrode; si cette électrode

est pointue, on peut obtenir des traits extrêmement déliés.

Les deux électrodes peuvent indistinctement servir pour graver; cependant l'électrode négative demande un courant plus faible. Si l'on a un travail continu à faire, on emploiera, de préférence aux batteries secondaires, une autre source électrique, ayant une tension suffisante, comme une pile de Bunsen d'un assez grand nombre d'éléments, ou une machine de Gramme, ou même une machine magnéto-électrique à courants positifs et négatifs alternatifs.

Si, au lieu d'une surface plane en verre, on avait une surface bombée, on parviendrait au même résultat soit en épaississant la solution saline avec une substance gommeuse, pour la faire adhérer au verre, soit en faisant tourner l'objet dans le vase contenant la solution, de manière à présenter successivement à l'opérateur les diverses parties de sa surface, simplement humectées dans le voisinage du liquide.

## 12

Le *polyscope*, instrument pour l'éclairage des cavités profondes.  
Son emploi dans l'examen de l'âme des canons.

On a fait jusqu'ici, mais sans arriver à de bons résultats, beaucoup de recherches pour éclairer les cavités profondes, dans la nature inorganique ou chez l'homme. M. Trouvé paraît avoir résolu le problème mieux que ses devanciers. Le nouvel appareil d'éclairage intérieur imaginé par ce physicien repose sur la propriété que possède un courant voltaïque de petite section de porter au rouge un conducteur métallique. La pile secondaire de M. Gaston Planté est la source électrique à laquelle M. Trouvé a recours pour éclairer son *polyscope* (de πολύς, beaucoup, et σκοπεῖν, voir.)

Ce petit appareil se compose d'un réservoir qui emmagasine l'électricité dynamique de la pile secondaire.

L'écoulement de l'électricité se règle à volonté, par l'emploi d'un rhéostat spécial et d'un galvanomètre à deux circuits.

Dans la pile secondaire, le rhéostat joue tout à fait le rôle du robinet adapté à un réservoir d'eau : il arrête ou modère à volonté l'écoulement de l'électricité, comme le robinet règle l'écoulement de l'eau. Cet écoulement est si régulier, qu'avec le polyscope on porte vers le point de fusion du métal, pendant plusieurs heures et sans dépasser ce point, des fils de platine depuis un quinzième de millimètre jusqu'à un millimètre et demi de diamètre. Ces fils de platine sont aplatis au milieu, pour former un petit disque incandescent, qui éclaire les cavités à l'intérieur desquelles il a été introduit.

Une série de réflecteurs, un manche à pédale et des conducteurs complètent le polyscope.

Une application du polyscope de M. Trouvé a été faite par le capitaine Mauceron, pour éclairer l'intérieur des canons et des obus, et pour obtenir des projections de l'intérieur de ces cavités. On met en évidence, par ce moyen, les moindres défauts des pièces d'artillerie.

## 13

### Lampe électrique pour l'éclairage des poudrières.

M. Trouvé réunit en un seul l'appareil que nous venons de décrire sous le nom de *polyscope électrique*, et la *lampe de sûreté*, pour composer un éclairage applicable à l'intérieur des poudrières.

Cet ensemble se compose : 1° d'un réservoir qui doit recéler l'électricité dynamique ; 2° d'une série de réflecteurs à miroirs ou sans miroirs, produisant des effets lumineux divers et éclairant la poudrière ; cette partie de l'appareil est le *polyscope* proprement dit. Les réflecteurs sont tous paraboliques, et, par conséquent, en-

voient un faisceau lumineux cylindrique et non divergent. La lampe-réfecteur est protégée par une double enveloppe transparente; 3° d'une batterie de quatre éléments Trouvé-Calland, devant mettre le réservoir en action; 4° de divers conducteurs et d'un manche à pédale, sur lequel sont montés la lampe et les réflecteurs; 5° d'un rhéostat particulier, réglant le dégagement de l'électricité. On peut juger de cette régularité en remarquant que des fils de platine peuvent être chauffés à une température voisine de leur point de fusion, sans jamais dépasser ce point; 6° d'un galvanomètre à deux circuits, où se trouvent opposées les forces électromotrices du réservoir et celles de la batterie. Cette disposition fait toujours connaître l'état de la batterie et celui de la charge du réservoir.

Il suffira de mettre à la portée de la poudrière une batterie de trois ou quatre éléments Trouvé-Calland renfermée dans une boîte et de placer le réservoir sur la boîte, pour le maintenir chargé.

En entrant dans la poudrière, l'artilleur prendra d'une main le réservoir, et de l'autre le manche portant le réflecteur, en établissant la communication électrique par la pédale du manche réflecteur. La clarté qui en résultera aura une durée de plusieurs heures.

Un second réflecteur, pouvant tout de suite se placer sur le manche du premier, fera éviter les accidents. L'artilleur, en sortant de la poudrière, replacera le réservoir sur la boîte de la batterie, afin d'y accumuler encore l'électricité, pour remplacer celle qui aura été utilisée.

#### 14

Sur les variations de l'intensité de la pesanteur dans un même lieu.

D'après une remarque faite par M. d'Abbadie, les déplacements éprouvés par le fil à plomb ne peuvent provenir que de deux causes : d'un dérangement de position



du centre de gravité de la terre, ou d'un mouvement des couches superficielles du sol. Dans tous les cas, les variations constatées sont dues à un déplacement du centre d'attraction de notre globe.

Si l'on suppose que le déplacement de ce centre d'attraction s'effectue, pour un point donné, dans une trajectoire parallèle au plan de l'horizon, on pourra fixer un autre point, situé à 90 degrés du premier, pour lequel le même déplacement se fait suivant une perpendiculaire à l'horizon. Dans le premier cas, la direction de la pesanteur sera seule influencée; dans le second cas, c'est seulement son intensité qui variera.

Ainsi, des variations dans l'intensité de la pesanteur doivent être observées, comme on en observe dans sa direction. L'amplitude de ces variations est d'ailleurs expliquée en supposant un déplacement du centre de gravité de la terre.

Il serait nécessaire, pour l'étude complète de ce phénomène, d'avoir un appareil pour enregistrer d'une manière continue l'intensité de la pesanteur. Un tel instrument complèterait les indications fournies par le sismographe.

## 15

Manière de produire facilement les systèmes *laminaires* de Plateau.

Un de nos meilleurs physiciens, M. Terquem, a fait de très curieuses expériences pour montrer aux élèves des figures de géométrie qu'on n'obtient qu'à grand'peine avec des intersections de fils combinées avec des tiges et des plans.

Pour produire ces figures, dont quelques-unes sont très compliquées, M. Terquem emploie un mélange d'eau de savon et de glycérine, comme l'a déjà fait M. Plateau. Mais, pour vérifier les lois relatives à la forme des surfaces, M. Terquem se sert d'un mélange d'eau de

savon et de sucre, dont la proportion, en poids, est de 100 d'eau pour 45 de sucre et 1 1/2 de savon. Le sucre a pour effet d'augmenter la viscosité du liquide et d'empêcher son écoulement trop rapide.

Les grandes lames liquides sont obtenues en les limitant en partie par des fils flexibles.

En réunissant deux tiges horizontales en verre par deux fils flexibles verticaux et également distants, on obtient, si l'on plonge ce système dans le liquide et qu'on le relève lentement, une lame plane verticale, limitée par les deux tiges rigides et par les fils flexibles, lesquels forment des arcs de cercle dont le rayon dépend du poids de tension.

M. Terquem a fait d'autres expériences pour mettre en évidence la tension superficielle des liquides. On peut aussi produire des systèmes laminaires et des surfaces ayant une courbure moyenne nulle.

Parmi les solides formés par des fils métalliques fixes et des fils flexibles, M. Terquem a montré un tétraèdre obtenu au moyen d'un triangle métallique fixe supporté par trois fils. Ce système, plongé dans l'eau de savon sucrée, donne 4 lames partant des 4 arêtes et se coupant suivant 4 lignes droites. A chaque solide avec lequel on expérimente, correspond un système de lames liquides dont on peut prévoir la disposition exacte. Si, au milieu de la surface obtenue on introduit une bulle d'air, on obtient la même forme géométrique coupée au milieu par un tétraèdre à faces de triangle sphérique.

Avec un cube on peut avoir, suivant la manière dont les lames liquides touchent aux arêtes, 4 surfaces se coupant, ou 3 hélicoïdes dont l'intersection se fait suivant une diagonale rectiligne, ce qui donne à la surface l'aspect de deux selles placées en sens contraire et en croix l'une au-dessus de l'autre. Avec un octaèdre, on peut obtenir un solide à douze faces ou un cylindre à trois fils comme génératrices verticales.

D'autres expériences démontrent l'existence de la ten-

sion superficielle qui modifie la forme des surfaces. Cette tension est admise par presque tous les physiciens pour expliquer les phénomènes de la capillarité. C'est grâce à l'introduction de fils flexibles ordinaires que l'on fait ces dernières expériences.

L'un de ces appareils se compose de petites barres métalliques reliées entre elles par deux fils verticaux. Si l'on fait supporter un poids relativement assez fort à la barre inférieure, tandis qu'on tient l'autre à la main, après l'avoir trempé dans le liquide, on obtient des lames liquides. Jamais les deux fils ne sont tendus verticalement. Il faudrait, pour cela, un poids infini. Si l'on diminue le poids qui tend les fils, les deux courbures des fils augmentent immédiatement, ce qui met en évidence, d'une manière frappante, la tension superficielle.

On peut encore modifier la disposition de cette expérience en prenant pour tige inférieure un fil en arc de cercle. Au milieu de l'arc on attache un fil muni d'un anneau que l'on peut tirer avec la main. En agissant sur ce fil, la forme de la lame se modifie, et si l'on abandonne le fil à lui-même, l'arc du cercle reprend sa première forme.

Ces jolies expériences, dans lesquelles on reproduit, avec des espèces de bulles de savon, toutes les figures de la géométrie, peuvent être répétées par tout le monde avec la plus grande facilité.

## 16

Dessin à la chambre claire.

On peut donner aux chambres claires une disposition offrant des avantages bien supérieurs à ceux qu'on leur connaît. Cette disposition a été imaginée par M. Pellerin.

On sait que, parmi les chambres claires, les unes af-

faiblissent considérablement l'une des images, par une réflexion sur une lame transparente; les autres exigent qu'on regarde l'objet et le dessin, chacun par une moitié de la pupille de l'œil de l'opérateur, ce qui ne laisse pas d'être fort gênant. La chambre claire nouvelle donne deux images de même intensité, et qui sont visibles en même temps par toute la pupille. Elle se compose d'une chambre claire de Wollaston, faite d'un verre d'indice supérieur à l'indice extraordinaire du spath, qu'on accole à l'une des faces de l'angle de  $135^{\circ}$ ; d'une lame de spath et d'un prisme de même matière que la chambre, ayant sa seconde face parallèle à la face de sortie des rayons. Ainsi, sous une inclinaison convenable, la moitié de la lumière venant de l'objet sera réfléchié totalement à l'état de rayons extraordinaires. Les fractions réfléchié et transmise seront chacune de moitié, s'il n'y a nulle réflexion des rayons ordinaires.

Si cette disposition de la chambre claire est réellement pratique, nul doute qu'elle ne rende de véritables services.

## MÉCANIQUE

## I

Le téléphone, le microphone et le phonographe.

Avant l'annonce surprenante, qui nous vint d'Amérique en 1877, qu'on venait de découvrir un instrument transmettant la parole à de grandes distances, on vendait à Paris un appareil grossier, à l'aide duquel on se parlait presque à voix basse, à une distance de dix mètres environ. Cela s'appelait le *télégraphe à ficelle*, et les savants n'y accordaient aucune attention. Tout se réduisait à deux embouchures en carton, reliées entre elles par une ficelle attachée au fond de chaque embouchure. Ce fond était une membrane de parchemin. Une personne parlait en appliquant l'une de ces embouchures entre ses lèvres, tandis qu'une seconde personne plaçait l'autre embouchure contre l'oreille, en ayant soin de tenir la ficelle bien tendue. Les paroles étaient ainsi transmises assez facilement. Ce petit engin se vendait 10 centimes aux passants et 50 centimes dans les magasins.

Une expérience très vulgaire se rapportant au même ordre de phénomènes acoustiques était connue depuis fort longtemps. On place l'oreille contre une poutre placée horizontalement, tandis qu'à l'autre extrémité de la poutre quelqu'un frappe légèrement avec la tête d'une épingle. On entend alors un bruit assez fort, dont la sonorité dépend de la longueur de la poutre, de la nature du bois et de la force du choc.

On savait encore que le bruit du canon s'entend à une grande distance lorsqu'on applique l'oreille contre le sol.

Ces faits, et d'autres qu'il est inutile de multiplier, prouvent que le son est facilement transmis par les vibrations des corps solides. L'eau est également un excellent conducteur du son.

Tous ces phénomènes étaient bien connus, mais ils n'avaient conduit les physiciens à aucune découverte importante, lorsque le *téléphone* fit inopinément son apparition en Amérique, et passa bientôt en Europe. Cet instrument merveilleux donna ensuite naissance, entre les mains d'autres inventeurs, au *microphone* et au *phonographe*.

Nous avons parlé du *téléphone* dans le volume de 1877 de l'*Année scientifique*, mais nous n'avons rien dit du *phonographe*, ni du *microphone*, dont l'invention appartient à l'année 1878. Nous allons donc aborder ici ces deux questions et essayer de donner un tableau exact de l'état actuel de la science en ce qui concerne les deux admirables inventions qui nous sont venues d'Amérique, à savoir le téléphone et le phonographe.

Le *microphone*, n'étant autre chose qu'un appareil récepteur des sons du téléphone, sera décrit dans le cours de cet exposé, à propos du téléphone.

Nous ne remonterons pas à deux siècles de distance, et encore moins jusqu'à l'époque de l'ancienne Grèce, pour trouver l'origine de la transmission du son à distance, car il est certain que jusqu'à l'année 1819 on ne savait autre chose, en ce qui concerne la transmission du son, que les faits très-simples que nous avons énoncés au début de ce chapitre.

C'est le physicien anglais Wheatstone qui, appliquant le *télégraphe à ficelle* à l'appareil de son invention qu'il appelait la *lyre magique*, réussit à transmettre les sons de l'extrémité d'une longue tige de sapin à la caisse sonore qui constitue sa *lyre magique*.

Vers 1837, on découvrit, en Amérique, qu'une tige métallique, quand elle est aimantée et désaimantée rapidement, émet des sons, lesquels sont en rapport avec le nombre des émissions des courants qui les déterminent. C'est ce que l'on appela la *musique galvanique*. Ce fut là le prélude de découvertes sérieuses dans la voie de la téléphonie.

L'auteur de la découverte de la *musique galvanique* était un physicien américain, le professeur Page. Ce savant reconnut que l'aimantation et la désaimantation rapide d'un barreau de fer engendre des sons. On sait que les notes de musique dépendent du nombre de vibrations imprimées à l'air, et que les notes ne sont perceptibles par notre oreille que quand le nombre des vibrations surpasse seize par seconde. Page reconnut que si les courants qui parcourent un électro-aimant sont établis et interrompus plus de seize fois en une seconde, les vibrations sonores transmises à l'atmosphère par le barreau aimanté produisent la *musique galvanique*. Ce curieux résultat provient de ce que l'air est mis en vibration par le barreau de fer, qui se déforme chaque fois qu'il reçoit ou perd son aimantation.

De la Rive augmenta l'intensité des sons qu'avait su produire Page en employant de longs fils métalliques qui étaient soumis à une certaine tension et qui traversaient l'axe de bobines d'induction garnies de fil isolé.

En 1847 et en 1852, des *vibrateurs électriques* furent construits par MM. Froment et Pétrina, d'après les idées de MM. Mac Gauley, Wagner, Neef, etc., afin de produire des sons musicaux par le courant électrique.

Mais ce fut seulement en 1854 qu'un physicien français, M. Charles Bourseul, vint démontrer la possibilité de transmettre la parole à distance sous l'influence de l'électricité. Cette idée ne fut pas prise au sérieux par nos savants ; mais vingt ans après elle était appliquée en Amérique avec un succès inattendu et apportait la so-

lution du problème de la transmission des sons à grande distance.

Ce fut en 1876 que l'on trouva enfin la solution complète du problème de la transmission électrique de la parole à distance.

Avant d'arriver à la découverte du *téléphone*, c'est-à-dire de l'appareil transmettant les sons de la voix humaine, il faut signaler quelques appareils qui l'ont précédé ou préparé. De ce nombre est le *téléphone* de Reiss, qui repose sur les effets signalés par Page pour transmettre les sons électriquement, et sur le système à membrane vibrante, qui avait été imaginé dès 1855 par M. Léon Scott, dans son *phonautographe*. Le téléphone de MM. Cécil et Léonard Vray, qui parut à la même époque, est un simple perfectionnement de celui de Reiss ; il serait donc inutile de le décrire.

En 1853, M. du Moncel donna la description d'un *harmonica électrique*. En 1856, un dispositif analogue fut imaginé par M. Pétrina, de Prague.

Disons enfin que des modifications importantes furent apportées, en 1874, aux téléphones que nous avons signalés, par M. Elisha Gray. Ce physicien avait en vue les applications à la télégraphie.

Un autre téléphone musical, du genre de celui de M. Gray, inventé par M. Varley, offre la particularité de reproduire des sons par l'action d'un condensateur électrique.

Le premier téléphone transportant à distance un air de musique fut construit en 1861 par Philippe Reiss. Ce physicien disposa un diaphragme de manière que ses vibrations pussent établir et interrompre rapidement un circuit voltaïque. Il employait une caisse en bois. L'expérimentateur parlait ou chantait devant une embouchure de cette caisse ; le son de la voix produisait dans le diaphragme des vibrations rapides, et chacune de ces vibrations établissait ou interrompait le contact où se trouvait une pointe de platine. Le courant fourni



par une pile était ainsi interrompu à chaque vibration du diaphragme, ce qui donnait autant d'aimantations et de désaimantations d'un électro-aimant lié au diaphragme. Tout son produit dans la caisse faisait vibrer le diaphragme et faisait vibrer également l'électro-aimant qui reproduisait le son.

Les sons musicaux diffèrent de ton, d'intensité et de timbre. On sait que le ton, c'est-à-dire la hauteur de la note, ne dépend que du nombre de vibrations produites en une seconde de temps. L'intensité dépend de l'amplitude de ces vibrations. Quant au timbre, il est régi par la forme des ondes que décrivent les molécules d'air en vibration.

Dans le téléphone construit par Philippe Reiss, le timbre et l'intensité des sons se transmettaient exactement. Le nombre des vibrations, c'est-à-dire la hauteur du ton, ne se reproduisait pas fidèlement. On ne transmettait que des notes de musique.

En 1870, M. Varley reconnut que l'on produit des sons quand on charge et décharge rapidement un conducteur électrique.

Mais tous ces téléphones ne pouvaient répéter que des vibrations simples, et par conséquent ne transmettaient que des sons musicaux. Pour transmettre la parole, il fallait y joindre des tubes acoustiques, ou le télégraphe à ficelle dont nous avons parlé en commençant.

Nous arrivons maintenant aux téléphones parlants.

En 1876, on vit à l'Exposition de Philadelphie le téléphone de M. Graham Bell. Cet appareil excita une curiosité générale, comme il est aisé de le comprendre. En effet, il reproduisait véritablement la parole, sans que, pour l'entendre, on fût obligé d'approcher l'oreille d'aucune embouchure. C'était là un véritable miracle de l'acoustique.

M. Graham Bell affirme que cette invention a été le résultat de ses longues et patientes études et expériences sur les vibrations sonores. Son père, Alexandre

Melville Bell, d'Edimbourg, qui avait étudié sérieusement la physique, était parvenu, à ce qu'il nous assure, à reproduire artificiellement la disposition du larynx humain. Son fils se joignit à lui pour continuer ces recherches, en profitant des travaux de M. Helmholtz.

La construction d'un *harmonica électrique à clavier* fut le premier résultat de l'application de l'électricité aux instruments acoustiques. M. Graham Bell voulut ensuite faire rendre des sons au télégraphe Morse, par l'action d'un aimant artificiel sur des contacts sonores. Ce système était déjà usité dans la télégraphie; M. Graham Bell voulait l'appliquer à son *harmonica électrique*, en faisant usage d'appareils renforceurs. Mais cette idée se trouva réalisée presque en même temps par plusieurs autres inventeurs, par MM. Paul Lacour, de Copenhague, Elisha Gray, de Chicago, Edison et Varley.

Dès ce moment, M. Graham Bell s'occupa activement de recherches sur les téléphones électriques, en passant des appareils compliqués aux appareils simples. De perfectionnements en perfectionnements il en arriva aux dispositions qui sont actuellement adoptées pour le *téléphone*.

Le *téléphone* tel que M. Graham Bell l'a imaginé en 1877, et tel qu'il fonctionne aujourd'hui sous la forme la plus généralement employée, se compose d'une petite boîte circulaire en bois, portée par un manche aussi en bois et contenant un barreau aimanté, lequel peut avancer ou reculer au moyen d'une vis. Une bobine magnétique est fixée à l'extrémité libre du barreau. Les bouts du fil de cette bobine aboutissent à l'extrémité inférieure du manche, par deux tiges de cuivre traversant celui-ci dans toute sa longueur, pour venir se relier à deux boutons d'attache où sont fixés les fils du circuit. M. Bréguet a remplacé ces boutons par une torsade de deux fils flexibles recouverts de gutta-percha et de soie, et fixés aux deux tiges. On visse alors un capuchon en bois au bout du manche, et la torsade passe par un trou

fait dans ce capuchon. Les extrémités des fils de la torsade se réunissent facilement à celle du circuit, au moyen de serre-fils. Une autre disposition fait aboutir directement les fils de la bobine à des boutons d'attache situés au-dessous de la boîte en bois.

La lame vibrante est en fer, revêtu d'étain. Elle est placée au-dessus de l'extrémité polaire du barreau aimanté. Sa forme est celle d'un disque dont les bords sont appuyés sur une bague en caoutchouc, qui le fixe fortement sur le contour de la boîte, laquelle est formée de deux parties s'ajustant l'une sur l'autre. La lame vibrante doit être le plus près possible de l'extrémité de l'aimant, mais pas assez pour entrer en contact avec lui sous l'action des vibrations de la voix.

L'embouchure dans laquelle on parle, a la forme d'un entonnoir très évasé. Elle est située à la partie supérieure de la boîte et laisse un certain vide entre la lame et les bords du trou ouvert à son centre.

Pour se servir du *téléphone de Bell*, on doit prononcer nettement les mots à l'embouchure que l'on tient à la main. Celui qui veut entendre la parole ainsi transmise, applique à son oreille l'embouchure du téléphone récepteur.

Ces deux appareils forment un circuit fermé avec les deux fils qui les relient, mais un seul fil suffit pour opérer la transmission, si l'on fait communiquer les deux appareils avec la terre.

Dans la pratique, il est bon de pouvoir disposer de deux téléphones à chaque station; on peut alors en avoir un à l'oreille, tout en parlant dans l'autre. On entend aussi plus distinctement lorsqu'on applique un téléphone à chaque oreille.

Des différences considérables existent dans le pouvoir transmetteur des différentes voix. Il ne faut pas crier, mais s'attacher à produire des intonations claires, des articulations distinctes, en rapprochant les sons émis le plus possible des sons musicaux.

Plusieurs personnes peuvent entendre simultanément avec le même *récepteur*. Pour cela, on prend sur les deux fils qui réunissent les deux téléphones en correspondance, des dérivations aboutissant à différents autres instruments. On peut encore faire usage d'une petite caisse sonore formée de deux membranes légères, dont l'une repose sur la lame vibrante. Si plusieurs tubes acoustiques aboutissent à cette caisse, un même nombre de personnes peuvent entendre. On obtient encore des auditions simultanées, en interposant des téléphones dans un même circuit.

Le téléphone de M. Bell est d'une prodigieuse sensibilité. Les courants qui le mettent en action sont les plus faibles qui puissent exister. Sa sensibilité électrique est même telle, que si le fil télégraphique qui transmet les sons passe dans le voisinage d'autres fils télégraphiques, le téléphone subit l'action de tous les courants qui parcourent ces derniers. Sur une ligne télégraphique un peu active, le téléphone fait entendre des sons qui rappellent le bruit de la grêle tombant sur des vitres; et ces sons ont assez de force pour étouffer complètement ceux de la voix humaine que transmet l'instrument.

M. Edison, le physicien américain, célèbre par le nombre et la variété de ses inventions, dispute à M. Graham Bell la découverte du téléphone. Sans entrer dans cette question de personnes, nous nous bornerons à dire que le téléphone qui a été construit par M. Edison nécessite l'emploi d'une pile voltaïque, et que l'appareil transmetteur diffère de l'appareil récepteur.

Ce téléphone est basé sur l'action des courants ondulatoires produits par des variations de résistance d'un conducteur médiocre interposé dans le circuit. Ce conducteur reçoit l'action des vibrations d'un diaphragme au devant duquel on parle. Le choix du conducteur est très important; on préfère le graphite et le charbon.

Diverses modifications ont été apportées au téléphone de Bell par plusieurs autres inventeurs; nous ne saurions les relater toutes. Nous signalerons cependant le *téléphone à mercure* construit par M. Bréguet, dont les effets permettent de reproduire à distance, et sans pile, l'image exacte des mouvements les plus généraux.

Comment expliquer les effets du téléphone? Quelle théorie faut-il en donner? L'état actuel de la science ne permet de répondre à cette question autrement que sous la forme dubitative. On a cru d'abord que la transmission de la parole pouvait s'expliquer par les vibrations ou oscillations déterminées dans la lame vibrante attirée par l'aimant. Mais, comme la lame vibrante peut avoir des dimensions considérables, comme elle peut être aussi grosse qu'une enclume, il a fallu admettre que c'était la masse interne du métal qui entraînait en vibration. Cette transmission ne résulterait donc pas, ainsi qu'on l'avait cru d'abord, de la répétition par la membrane du récepteur (sous l'influence des effets électromagnétiques produits) des vibrations formées par la voix sur la membrane du transmetteur. La lame vibrante ne réagirait que pour produire des courants induits. Une fois mise en action par la voix, elle renforcerait, par sa réaction sur l'extrémité du barreau aimanté, les effets magnétiques de ce barreau.

Quel genre de vibrations éprouve la lame aimantée? Rien de satisfaisant n'a été dit à cet égard. Les physiiciens ont donné les explications les plus diverses concernant ces sortes de vibrations. On s'accorde pourtant à penser que les sons sont produits dans le noyau magnétique et dans l'armature, sous l'influence d'effets électriques intermittents.

L'invention du *microphone* a suivi celle du téléphone, par cette raison fort simple que le *microphone* n'est autre chose qu'un *transmetteur* particulier imaginé par

un physicien américain, M. Hughes, pour renforcer les sons du téléphone.

Le *microphone*, ainsi que son nom l'indique, est destiné à rendre sensibles de très petits bruits, en les amplifiant. C'est, nous le répétons, un simple *transmetteur* du téléphone à pile.

Avec le *microphone* inventé par M. Hughes, on peut parler de loin, même à voix basse, en faisant usage du téléphone; mais l'amplification du son n'est réellement bien sensible que quand ce son résulte d'une action mécanique transmise au support même du microphone. Une mouche qui marche sur ce support fait entendre le bruit des pas d'un cheval. Le frôlement d'une barbe de plume ou d'un petit pinceau doux s'entend, grâce au microphone, aussi fortement que si on passait une grosse brosse sur du papier. Les battements d'une montre, les sons d'une boîte à musique, s'entendent parfaitement à une trentaine de mètres de distance; mais les sons de la boîte à musique ne sont entendus que si on la place à côté de l'instrument sans le toucher.

On peut donc dire que le microphone est pour l'ouïe ce que le microscope est pour la vue.

La disposition du microphone est la suivante.

Sur une planchette en bois placée verticalement, ou sur un parallépipède en fer formé par des planchettes collées et formant une boîte ouverte par en haut et fixée par en bas sur un support, on adapte, l'un au-dessus de l'autre, deux petits morceaux de charbon percés de trous servant de crapaudines à un crayon également en charbon. Ce crayon, en forme de fuscau, d'une longueur de quatre centimètres environ, repose, par l'une de ses pointes, dans le trou du charbon inférieur, de manière à pouvoir ballotter dans le trou du charbon supérieur, lequel le maintient dans une position proche de celle de l'équilibre instable ou de la verticale. Ces charbons ont été préalablement rougis et plongés dans du mercure.

Des contacts métalliques en rapport avec les deux masses de charbon permettent de les faire communiquer avec le circuit d'un téléphone dans lequel se trouve une pile Leclanché, de 1 ou 2 éléments, ou mieux 3 éléments Daniell, avec une résistance additionnelle intercalée dans le circuit.

Pour faire usage de cet appareil, on le place sur une table, en le faisant reposer sur des doubles d'étoffes formant coussin, afin d'amortir les vibrations provenant de l'entourage. Quant on parle devant cet instrument, c'est-à-dire devant le *microphone* mis en communication avec le téléphone, la parole est aussitôt reproduite par le téléphone et amplifiée. La mouche, le pinceau, la montre, la boîte à musique, etc., donnent immédiatement les effets sonores dont nous avons parlé.

La voix s'entend en parlant à huit mètres du microphone. Il faut prononcer les mots assez doucement, pour entendre le mieux possible.

Si le microphone est muni de deux crayons au lieu d'un seul (un sur chaque face de la boîte), on a de meilleurs résultats. Les communications doivent alors être établies de manière que ces crayons fonctionnent comme s'il n'y en avait qu'un seul.

La théorie physique du microphone n'étant pas encore plus avancée que celle du téléphone, nous laisserons cette question dans l'ombre.

Le *microphone chanteur*, que M. du Moncel a présenté à l'Académie des sciences, au mois d'octobre 1878, au nom de l'inventeur, est un petit appareil qui reproduit assez bien la voix chantée. Il se compose d'une bobine recouverte d'un grand nombre de tours de gros fil de cuivre, lesquels sont recouverts de tours plus nombreux d'un fil plus fin, comme la bobine de Ruhmkorff. Cette bobine est montée sur une boîte de bois, à l'intérieur de laquelle est un condensateur électrique. Ce condensateur est formé de feuilles d'étain, séparées par des bandes de papier ciré. Ces bandes de papier sont

réunies comme il suit : les bandes de numéros d'ordre impair ensemble, et celles de numéro d'ordre pair également ensemble.

Le condensateur électrique ainsi composé et qui est contenu dans la boîte de bois, est attaché à la bobine par un fil de cuivre conducteur, et la bobine elle-même est en communication avec les deux pôles d'une pile électrique ou les fils d'une ligne télégraphique.

Cet appareil est celui du poste récepteur d'une dépêche. Le poste expéditeur des dépêches est muni d'une embouchure de téléphone, dont le fond est formé par une lame de fer blanc, qu'une pointe de métal vient affleurer. L'embouchure du téléphone se rattache, d'une part avec le conducteur d'une pile électrique, d'autre part avec le poste récepteur.

Quand on chante dans l'embouchure du téléphone, ainsi qu'on chanterait dans un mirliton, on entend au poste récepteur un son aigre et cassant, mais qui reproduit assez bien le mouvement et le rythme du morceau chanté près de l'embouchure du téléphone.

Passons au phonographe.

Tout le monde se souvient de l'incrédulité avec laquelle fut accueillie, au mois de mai 1878, l'annonce de ce fait, qu'un instrument venait d'être inventé en Amérique qui enregistrait la parole et la reproduisait.

Comment croire, en effet, qu'un agencement mécanique quelconque pût remplacer l'organe de la voix, produire les effets de la bouche, de la langue et du larynx ? Encore aujourd'hui cette incrédulité est loin d'être dissipée. La meilleure preuve que l'on puisse en donner, c'est que, dans la séance de l'Institut où M. du Moncel présenta son petit ouvrage, *Le téléphone, le microphone, et le phonographe*, c'est-à-dire le 30 septembre, un membre de la docte assemblée, M. Bouillaud, fit une longue improvisation pour déclarer sa parfaite incrédulité à l'égard du nouvel instrument. La sortie de M. Bouil-



laud était malencontreuse, mais elle n'en prouve pas moins que bien des personnes encore ont besoin d'être éclairées sur le fond de cette question. Les détails techniques que nous donnons ici dissiperont tous les doutes.

L'inventeur du *phonographe* est M. Edison ; mais il est juste de reconnaître qu'un observateur français, un homme patient et modeste, M. Léon Scott, a donné le premier la solution d'une partie du problème. Simple typographe et correcteur d'imprimerie, M. Léon Scott a consacré dix années de sa vie à la poursuite du problème : la *parole s'inscrivant d'elle même*, et il atteignit parfaitement son but par l'invention de son *phonautographe*, appareil connu de tous les physiciens, car il a été souvent mis en expérience dans les cours de physique et dans les conférences.

M. du Moncel, dans son ouvrage sur le *téléphone*, ne rend peut-être pas assez de justice, ou si l'on veut ne témoigne pas assez d'intérêt et de sympathie à cet inventeur consciencieux, qui, sans ressources, sans appui, avec peu de connaissances scientifiques, est arrivé à un résultat des plus extraordinaires : l'*enregistrement de la parole sur le papier*. Pour nous, qui avons connu, en 1856, M. Léon Scott, au milieu de ses laborieux efforts, de ses pénibles recherches, nous éprouvons la plus vive sympathie, et comme un intérêt d'attendrissement pour cet inventeur qui ne réclame que la justice et l'impartialité de l'historien des sciences<sup>1</sup>.

Donc, dès l'année 1856, M. Léon Scott avait combiné un instrument qu'il nommait *phonautographe*. Le premier, il avait imaginé la transcription des vibrations sonores d'un style métallique sur une surface de papier

1. M. Léon Scott a publié, au mois de mai 1878, une brochure remplie de verve, dans laquelle il revendique ses droits de premier inventeur. Nous invitons nos lecteurs à se procurer cet intéressant opuscule, qui renferme l'histoire, riche en enseignements, des luttes d'un travailleur obscur contre l'indifférence des corps savants et les lacunes de la loi. Cette brochure, intitulée : *Le problème de la parole s'écrivant elle-même*, par Léon Scott de Martinville, typographe, se trouve

revêtue de noir de fumée. Cet instrument enregistrait la parole, mais il ne la reproduisait pas. Ce n'était donc que la moitié de la solution du problème. M. Edison est parvenu à enregistrer et à reproduire la parole. Ainsi se trouva achevée la solution du problème abordé par M. Léon Scott, vingt ans auparavant.

Puisque nous avons rendu justice à M. Léon Scott, l'impartialité exige que nous disions également quelques mots d'une invention qui fut décrite par un physicien français, M. Ch. Cros, dans un pli cacheté déposé à l'Académie des sciences, dans sa séance du 30 avril 1877. Il était question, dans cette note, d'un instrument au moyen duquel on pouvait obtenir la reproduction de la parole d'après les traces fournies par un enregistreur du même genre que le *phonautographe* de M. Scott. Mais nous n'avons pas besoin de dire que ce pli cacheté n'ayant été ouvert que postérieurement à l'invention de M. Edison, on n'a pas davantage à s'en préoccuper.

M. Edison avait pris, le 31 juillet 1877, un brevet pour la répétition des signaux du télégraphe Morse. Il indiquait dans ce brevet, le moyen d'enregistrer les signaux du télégraphe Morse avec des dentelures effectuées par un *style traceur* sur une feuille de papier entourant un cylindre creusé d'une rainure en spirale. Les dentelures produites par le style devaient, en repassant sous la pointe, transmettre automatiquement la même dépêche.

Ce n'est qu'après cette application du *style traceur* à l'enregistrement des signaux du télégraphe Morse, que M. Edison eut l'idée d'enregistrer et de reproduire la parole. C'est donc bien à M. Edison que revient l'intervention du *phonographe*.

Nous disions, en commençant cet exposé, que l'annonce de la découverte du phonographe avait été accueillie

chez l'auteur, aujourd'hui marchand d'estampes, 9, rue Vivienne, au fond de la cour.

en France avec beaucoup d'incrédulité. Cette incrédulité se manifesta dès la séance où l'appareil de M. Edison fut présenté à l'Académie des sciences, c'est-à-dire le 11 mai 1878.

Il ne sera pas sans intérêt de rapporter ce qui se passa dans cette séance de la docte assemblée.

Le phonographe de M. Edison était déposé, avant l'ouverture de la séance, sur le bureau de l'Académie. Quoique le téléphone nous ait habitués à des surprises scientifiques venant du Nouveau-Monde, l'annonce de l'existence d'une machine enregistrant les sons avait laissé tout le monde fort incrédule. Mais il fallut bien se rendre à l'évidence.

L'aide de M. Edison, envoyé de New-York pour faire connaître en Europe le *phonographe*, s'était placé devant sa machine, qui ressemble à une boîte à musique et qui a un mètre de long et 20 centimètres de large, et il prononça, à voix très haute, les mots suivants : « *M. Edison a l'honneur de saluer MM. les membres de l'Académie.* ». Alors il tourna la manivelle, et la machine répéta distinctement : « *M. Edison a l'honneur de saluer MM. les membres de l'Académie.* » Ensuite l'opérateur, appliquant de nouveau ses lèvres sur l'embouchure de la machine, dit textuellement : « *Monsieur phonographe, parlez-vous français ?* » Il tourna la manivelle, et l'instrument répéta : « *Monsieur phonographe, parlez-vous français ?* » Ces paroles furent parfaitement entendues de tout le monde. Seulement, le timbre des paroles répétées par l'instrument n'était plus du tout le même que celui des paroles prononcées ; l'instrument parlait beaucoup plus bas et à la manière d'un ventriloque.

L'assistance était stupéfaite. On paraissait croire à une mystification. M. du Moncel, membre de l'Académie, fut prié par ses collègues de vouloir bien remplacer l'opérateur.

M. du Moncel s'approcha donc de la boîte parlante, et il, d'une voix très forte : « *L'Académie remercie*

*M. Edison de son intéressante communication.* » Mais, quand M. du Moncel tourna la manivelle, pour faire répéter à l'instrument les paroles qu'il venait de prononcer, on n'entendit rien.

L'expérience avait raté ; ce que M. du Moncel expliqua, avec raison, par son peu d'habitude de l'instrument nouveau. La vérité est qu'il faut placer la bouche complètement dans le tuyau, et non à quelque distance. Mais cet incident n'enlève rien à la réalité du fait en lui-même, c'est-à-dire l'inscription des vibrations de la voix humaine dans le phonographe et leur reproduction quand on fait agir la manivelle, résultats qui sont tout à fait hors de doute.

Expliquons maintenant en quoi consiste cette curieuse machine, dont nous avons fait pressentir les dispositions en disant qu'elle ressemble à une serinette ou à une boîte à musique.

Le *phonographe* se compose d'un cylindre en cuivre placé horizontalement, soutenu par un axe que l'on fait manœuvrer avec une vis. Cette vis tourne dans un écrou, lequel fait avancer ou reculer le cylindre. Une manivelle permet de faire tourner le cylindre, qui, tout en tournant, avance ou recule, suivant le sens dans lequel on fait agir la manivelle.

Une embouchure est fixée près de l'extrémité du cylindre opposée à la manivelle.

L'orifice de cette embouchure renferme un diaphragme métallique, semblable à celui du *téléphone*, et dont le centre porte, comme le disque du téléphone, une pointe en métal regardant le cylindre et peu distante de celui-ci.

La pointe de la membrane métallique doit donc tracer une spirale sur la surface du cylindre, lorsque cette membrane vibre par l'effet de la voix appliquée sur l'embouchure, tandis que la main droite agit sur la manivelle pour faire tourner ce cylindre, qui avance en même temps en ligne droite et horizontalement.

Autour du cylindre on a appliqué une bande de feuille d'étain, et l'on a tracé d'avance sur cette bande de feuille d'étain une rainure, un sillon creux, en forme de spirale. Quand on produit des sons dans l'embouchure, le diaphragme métallique se met à vibrer, et la pointe qu'il porte vient toucher la feuille d'étain à l'endroit où elle passe sur le sillon en spirale. Lorsque la membrane et le stylet exécutent leurs vibrations, la feuille d'étain n'est pas toujours frappée par le stylet. Alors les traits imprimés sur la feuille d'étain sont dentelés. Ces dentelures sont la reproduction exacte des vibrations des sons qui les ont produites.

Il reste maintenant à reproduire, à faire entendre les paroles ainsi imprimées sur le papier d'étain.

Les sons émis par la voix sont représentés, comme nous venons de le dire, par des vibrations enregistrées sur le métal. Il faut que ces vibrations renaissent au dehors sous la forme des sons primitifs.

La première condition, c'est d'exécuter la reproduction des sons dans la même durée de temps qu'elles ont été faites, c'est-à-dire qu'il importe de faire tourner le cylindre avec la même vitesse qu'il avait pendant qu'il inscrivait les vibrations sonores.

Pour la reproduction des sons de la voix, c'est tout simplement le même appareil qui les reforme par le même moyen qui avait servi à les enregistrer. Le phonographe *enregistreur* est le même que le phonographe *répétiteur*.

La machine parle au moyen de la feuille d'étain enroulée et de la pointe qui, appliquée de nouveau à sa surface, fait de nouveau vibrer la membrane métallique. Les vibrations de celle-ci sont traduites au dehors et amplifiées par l'intermédiaire de l'embouchure, à laquelle on peut appliquer un porte-voix en carton mince, ainsi que nous l'avons vu faire dans les expériences exécutées devant l'Académie.

Cette reproduction de la voix correspond donc à sa

réception par le phonographe. La pointe où touche le cylindre tournant reçoit de lui les soubresauts que lui imprimait la membrane mise en mouvement par la voix, et les mouvements imprimés par la marche du cylindre agissent sur la membrane de manière à lui faire répéter les sons qu'elle avait reçus d'abord par la voix, sous l'impulsion des lèvres.

Ainsi, le mécanisme est, au fond, très analogue à celui des serinettes, des orgues de Barbarie et des boîtes à musique. Dans ces instruments les airs sont piqués sur un cylindre au moyen de petites aspérités. Quand on tourne la manivelle, les aspérités se traduisent en musique. Dans le phonographe la machine inscrit elle-même les sons sur le cylindre, puis elle traduit en voix ce qu'elle a inscrit en petites aspérités sur ce cylindre.

On met donc, par ce système, la parole en portefeuille et on la reproduit dans le ton qui convient en suivant la vitesse de rotation que l'on imprime au cylindre qui porte la dépêche.

Dans l'échelle musicale, la hauteur des sons dépend du nombre des vibrations fournies par le corps vibrant dans un temps donné. Conséquemment, la parole peut être reproduite par le phonographe sur un ton dont l'élévation dépend de la vitesse de rotation que l'on donne au cylindre. Cette vitesse est-elle la même que celle de l'enregistrement, le ton des paroles reproduites est le même que le ton des paroles prononcées. Si cette vitesse est plus grande, le ton est plus élevé, et si elle est moins grande, le ton est plus bas.

Comme les appareils tournés à la main n'ont pas un mouvement très régulier, il en résulte que la reproduction du chant est ordinairement défectueuse. L'instrument chante faux, ou ne donne que des sons peu perceptibles.

Nous avons assisté, moyennant nos deux francs payés à la porte, à l'une des séances publiques que donnait à la salle des Conférences du boulevard des Capucines, pendant l'été et l'automne de 1878, le représentant de

M. Edison. La reproduction de la voix ordinaire était satisfaisante, mais la reproduction du chant nous parut grotesque. Le démonstrateur chantait, d'une voix de stentor, dans l'appareil, cette phrase du *Barbier de Séville* :

Et l'on voit le pauvre diable,  
Menacé comme un coupable.

Et quand il s'agissait de répéter la phrase de chant, le phonographe faisait entendre des sons si affaiblis, si lointains, si étouffés, que l'effet était on ne peut plus ridicule. Si, au lieu de la main pour faire tourner le cylindre, on se servait d'un appareil d'horlogerie, la vitesse des deux mouvements de réception et de répétition étant la même, ce défaut n'existerait pas.

Quand la parole a été ainsi enregistrée, la théorie indique qu'on peut la reproduire plusieurs fois; mais à chaque fois les sons deviennent plus faibles et plus confus, parce que les accidents de la feuille métallique vont en s'affaiblissant à mesure que le nombre des reproductions est multiplié.

Il nous resterait à entretenir le lecteur des diverses applications qu'on a faites des trois instruments dont nous venons de parler; mais ne pouvant nous étendre indéfiniment sur ce sujet, quel qu'en soit l'intérêt, nous dirons seulement quelques mots sur les applications du téléphone à la télégraphie.

Le rôle du téléphone en télégraphie est nécessairement encore nul, parce que les messages vocaux ne peuvent être enregistrés. Mais il en sera autrement quand les appareils enregistreront les sons, en d'autres termes quand on aura allié le téléphone et le phonographe. La combinaison du téléphone et du phonographe mettra les correspondants à même de se dire tout ce qu'ils voudront, sans abrégier outre mesure leurs conversations.

« Comment est-il possible d'arriver à un pareil résultat ?

dit M. Edison.... Puisque le téléphone et le phonographe mettent tous les deux à contribution une lame vibrante impressionnable aux ondes sonores de l'air, on peut disposer cette lame de façon à fonctionner à la fois comme téléphone et comme phonographe. De cette manière celui qui parle enregistre lui-même la parole, il la conserve, et comme son correspondant peut en faire autant, on a ainsi tous les éléments d'une discussion sérieuse...

Les difficultés que peut présenter ce mode d'organisation télégraphique aux yeux des personnes habituées aux anciens usages, sont très-minimes et disparaîtront fatalement devant les besoins croissants de l'humanité... »

Nous sommes loin de désespérer de l'accomplissement de cette prophétie; mais il faut bien reconnaître qu'il y a encore un long chemin à parcourir avant d'arriver au but posé en ces termes par l'inventeur du phonographe.

Nous tiendrons nos lecteurs au courant des perfectionnements qui seront réalisés dans la construction du téléphone et du phonographe, ces merveilleux messagers de la parole et des sons.

Nous voulons seulement, en terminant cet article, faire une remarque concernant le nom donné au merveilleux instrument importé d'Amérique. En grec, le mot φώνος ne veut pas dire voix, mais *meurtrier*. En appelant *phonographe* ce nouvel appareil, on évoque donc une idée assez pénible. C'est le mot φωνή qui signifie, en grec, voix. Il faudrait donc dire *phonègraphe* et non *phonographe*, si l'on voulait se conformer à l'étymologie.

Mais nous craignons bien d'être le seul de notre avis, et de prêcher notre grec dans le désert.



## 2

## Le téléphone employé comme galvanoscope.

D'après les recherches de M. d'Arsonval, le téléphone le plus mal construit serait deux cents fois plus sensible que les nerfs de la grenouille, le moyen réputé aujourd'hui le meilleur pour déceler de faibles variations électriques. Pour le démontrer, on opère comme il suit : On prépare une grenouille comme le faisait Galvani, en séparant le nerf des muscles lombaires de l'animal, et on prend l'*appareil à chariot* de Siemens et Halske, qui n'est autre chose qu'un appareil d'induction électro-magnétique. On excite le nerf sciatique de la grenouille avec une pince, et on éloigne la bobine d'induction jusqu'à ce que le nerf ne réponde plus à l'excitation électrique. On remplace alors le nerf par le téléphone et le courant fait aussitôt fortement vibrer le téléphone, même si on éloigne davantage encore la bobine d'induction.

Si l'on opère pendant la nuit, on entend vibrer le téléphone, en éloignant la bobine d'une distance quinze fois plus grande que celle à laquelle a lieu l'excitation minimum du nerf. Dès lors, et d'après la loi des carrés inverses des distances, le degré de sensibilité du téléphone serait deux cents fois plus sensible que le nerf.

Employé comme galvanoscope, le téléphone répond toujours par une vibration à un changement d'intensité électrique, quelle que soit la rapidité de ce changement. Cet instrument pourrait donc rendre des services pour étudier le *tétanos électrique* des muscles.

Le téléphone employé à constater les variations d'un courant électrique peut manifester la présence d'un courant continu, quelle que soit la faiblesse de ce courant. Pour cela on lance dans le téléphone le courant supposé, et ses variations s'obtiennent en interrompant mécanique-

ment ce courant par un diapason. Si aucun courant ne traverse le téléphone, l'instrument reste muet. S'il existe, au contraire, le plus faible courant, le téléphone vibre à l'unisson du diapason.

On peut constater, de cette manière, l'existence de courants hydro-électriques ou thermo-électriques très faibles.

M. d'Arsonval a déjà fait de nombreux essais, et ses expériences l'ont convaincu que le téléphone est de tous les galvanoscopes le plus sensible pour déceler la présence, soit de faibles variations électriques, soit de faibles courants continus.

Ces nouvelles applications d'un instrument déjà curieux à tant d'égards, sont vraiment surprenantes, et l'on ne peut s'empêcher de rappeler à ce sujet ce que disait Arago, parlant de la photographie : « Dans les sciences, quand une découverte nouvelle est annoncée, les résultats que l'on en obtient au début ne sont rien auprès de la succession d'autres découvertes dont ils préparent la venue. »

### 3

Le téléphone à bord du *Desaix*. — Le téléphone appliqué aux manœuvres sous-marines des scaphandriers.

On doit au savant commandant de vaisseau M. Aug. Trève un essai très intéressant fait à bord du *Desaix*, pour appliquer le téléphone à la transmission des ordres à une escadre, ou plus simplement d'un navire à l'autre. Le téléphone sera, en outre, un excellent moyen de correspondre entre bâtiments remorqueurs et bâtiments remorqués.

C'est une expérience de ce genre dont M. Auguste Trève a communiqué, au mois de mai 1878, le résultat à l'Académie des sciences.

Le *Desaix* remorquait l'*Argonaute*, qui servait, dans

l'escadre d'évolutions, au tir des torpilles d'exercice. On enroula un fil conducteur autour de l'un des câbles remorqueurs. L'un des bouts du fil était sur le *Desaix* et l'autre bout sur l'*Argonaute*. L'eau de mer composait le circuit voltaïque, par l'intermédiaire des doublages en cuivre des deux navires.

Un téléphone fut interposé de part et d'autre dans ce circuit, et les communications furent établies avec la plus grande facilité entre les deux bâtiments. Pendant toute la durée de la navigation, on put causer d'un navire à l'autre, comme dans un même cabinet. Le retour du courant électrique par la mer donnait même plus de netteté au son.

Un officier de marine du *Desaix*, M. des Portes, a eu, de son côté, l'idée d'appliquer le téléphone à la manœuvre des scaphandres et aux opérations des plongeurs.

Une plaque en cuivre a été substituée à l'une des glaces du casque du plongeur, et un téléphone a été enchâssé dans cette plaque. Le plongeur n'avait qu'à faire un léger mouvement de la tête pour recevoir des communications de l'extérieur, ou pour transmettre lui-même ses réponses aux questions qu'il recevait des personnes placées à terre ou sur le bâtiment.

Voilà deux excellentes applications pratiques de l'admirable instrument inventé par M. Graham Bell.

#### 4

##### Le ballon captif de la cour des Tuileries.

Pendant les derniers mois de l'Exposition de 1878, tout Paris s'est intéressé aux évolutions de bas en haut et de haut en bas du ballon captif des Tuileries. Nous ne pouvons donc, dans ce tableau des faits scientifiques et in-

dustriels propres à l'année 1878, passer sous silence le ballon captif des Tuileries.

Bien des personnes ne se font pas une idée exacte des dispositions mécaniques toutes particulières qu'exige une ascension en ballon captif, et de la différence considérable entre une ascension en ballon libre, qui n'est qu'un jeu d'enfant, et une ascension dans laquelle il faut retenir prisonnière et solidement rattachée à la terre une masse plus légère que l'air; enfin, de la difficulté qu'il y a à garantir d'une manière absolue la sécurité du promeneur aérien, tout en lui donnant l'illusion d'une ascension en ballon perdu.

Ce problème mécanique est fort compliqué. Nous allons nous attacher à faire comprendre les moyens qui ont été mis en œuvre par M. Henry Giffard, pour le résoudre.

Et d'abord, pourquoi M. Henry Giffard a-t-il donné à son ballon l'énorme volume que chacun sait? Le ballon captif de la cour des Tuileries, qui n'est pas exactement sphérique, a 55 mètres de hauteur, 36 mètres de diamètre, et son volume n'est pas moindre de 25 000 mètres cubes. Pour se faire une idée d'un pareil tonnage, il faut le comparer à ceux des aérostats antérieurement construits.

Le premier ballon à gaz hydrogène portant des voyageurs, qui partit des Tuileries le 21 décembre 1783, celui du professeur Charles, n'avait que 400 mètres cubes.

Les ballons ordinaires que l'on lançait dans les fêtes, sous le premier Empire, sous la Restauration et sous Louis-Philippe, cubaient environ 1000 mètres.

Les ballons qu'expédiaient les aéronautes pendant le siège de Paris cubaient 2000 mètres.

Le ballon de Nadar, le *Géant*, qui excita tant la curiosité en 1863, cubait un peu moins de 6000 mètres.

Le ballon captif de M. Henry Giffard qui fonctionna en 1867, aux abords de l'Exposition universelle, avait 5000 mètres de capacité.

Ainsi, le ballon captif de 1878 est cinq fois plus con-

sidérable que le ballon captif de 1867, et il faudrait vider le contenu de plus de quatre capacités du ballon le *Géant* pour remplir ses vastes flancs. Quand il était fixé au sol, il dépassait de dix mètres l'arc de Triomphe de l'Étoile, et il aurait atteint presque l'élévation de la colonne Vendôme. Il dominait d'une hauteur considérable l'édifice des Tuileries, dont il paraissait remplacer le dôme, en l'amplifiant considérablement, lorsqu'on considérait de loin son énorme masse couronnant les ruines noircies du vieux palais.

Beaucoup de personnes se demandent dans quel but on a donné de si extraordinaires dimensions à l'aérostat captif. On ne voit pas bien pourquoi M. Henry Giffard ne s'est pas contenté de donner à son ballon la capacité de 5000 mètres qui avait fourni de si bons résultats dans le ballon captif de 1867.

Nous croyons que le ballon colossal que M. Henry Giffard a fait évoluer en 1878, dans des ascensions captives, est un premier pas vers la solution pratique du problème de la direction des ballons.

Il y a aujourd'hui 27 ans, M. Henry Giffard, encore élève de l'École centrale des arts et manufactures, exécuta la plus audacieuse expérience que l'on eût osé faire jusque-là dans l'aérostation, expérience qui n'a jamais été depuis, non-seulement dépassée, mais même imitée. Le 24 septembre 1852, M. Henry Giffard s'éleva dans les airs avec un ballon plein de gaz d'éclairage, qui portait à sa partie inférieure une machine à vapeur et une hélice directrice. Il emportait 250 kilogrammes d'eau et de coke, et il fit, sans trembler, brûler le foyer de sa machine à vapeur à quelques mètres de distance d'un gaz inflammable. Parti de l'Hippodrome, le ballon à vapeur de M. Henry Giffard évolua dans l'air avec beaucoup de facilité, et ramena sain et sauf à terre, près de Trappes, le hardi expérimentateur, bien convaincu que la direction des ballons était possible avec une force motrice telle que la vapeur.

Le jeune élève de l'École centrale avait eu pour aides et collaborateurs, dans la construction de son aérostat à vapeur, deux de ses camarades de l'École, MM. David et Sciamma, morts depuis tous les deux.

Le directeur de l'Hippodrome, M. Arnaud, avait passé avec M. Henry Giffard un traité, pour exécuter une dizaine d'ascensions avec l'aérostat à vapeur expérimenté le 24 septembre 1852. Mais une circonstance bizarre arrêta l'entreprise. Comme la saison était avancée, et que l'on s'approchait de l'époque des longues soirées, la Compagnie du gaz craignit de ne pouvoir fournir le gaz nécessaire au gonflement du ballon, dans la série d'ascensions projetées; et faute d'un peu de gaz, ou plutôt faute d'un peu de bon vouloir de la part de la Compagnie du gaz, la campagne si bien commencée en resta là.

M. Henry Giffard aurait eu le sort du commun des inventeurs, qui sont obligés, faute de ressources suffisantes, de rentrer dans la foule, et de renfermer en eux-mêmes l'essor de leur pensée et de leurs projets, si son talent ne lui eût ménagé un sort imprévu, qui dépassa toutes ses espérances. Attaché comme dessinateur aux ateliers du chemin de fer de Saint-Germain et de Versailles, M. Henry Giffard aimait à monter sur les machines en marche, et à entendre le sifflet strident de la locomotive lancée à toute vapeur. C'est sans doute ainsi qu'il reconnut les défauts de la pompe alimentaire qui était employée dans les locomotives pour renouveler l'eau de la chaudière, au fur et à mesure de son évaporation, et qu'il résolut de chercher à réaliser l'alimentation continue de la chaudière autrement que par le jeu d'une pompe, qui est sujette à mille inconvénients. C'est alors que M. Henry Giffard inventa l'*injecteur à vapeur*.

Cette invention était des plus remarquables, car l'*injecteur à vapeur* a été conçu en dehors de toutes les idées reçues en mécanique, et il constitue une sorte de paradoxe physique. Il étonne encore les savants, et les théories de la mécanique ont mis dix ans à en trouver l'explication.

En effet, l'*injecteur à vapeur* laisse la chaudière librement ouverte, sans que la vapeur intérieure s'en échappe. L'alimentation de l'eau nouvelle se fait par une sorte d'aspiration exécutée par la vapeur intérieure, et l'eau liquide pénètre de l'extérieur à l'intérieur de la chaudière, quelle que soit la pression qui existe dans le générateur. Ce fait allait à l'encontre de toutes les idées reçues autrefois concernant la pression des gaz.

L'*injecteur Giffard*, qui gênait tant la théorie des machines à vapeur, était, au contraire, pour la pratique une acquisition hors ligne, par sa simplicité et ses avantages. Cet appareil fut bientôt installé sur les locomotives de tous les pays. Des locomotives, il passa aux machines fixes et aux machines de navigation, et simplifia considérablement toutes les machines à vapeur en général. Aussi peut-on dire que l'*injecteur Giffard* est le plus important perfectionnement qui ait été apporté depuis Stephenson aux locomotives. Un constructeur de machines à vapeur, M. Flaud, dont chacun connaît l'intelligence et la capacité, fut chargé par M. Henry Giffard de la construction et de la vente de son appareil. Dès lors, l'invention, événement fort rare, enrichit l'inventeur.

On sait l'histoire du berger qui disait souvent, avec un soupir mélancolique : « Si j'étais roi ! » « Eh bien, que ferais-tu, si tu étais roi ? » lui demanda-t-on un jour. « Si j'étais roi, reprit le berger, je garderais mes moutons à cheval ! »

Ainsi a fait M. Henry Giffard : il a construit ses ballons à cheval. Une fois enrichi par le fruit légitime de son intelligence et de son travail, il n'a eu d'autre pensée que de consacrer sa fortune à l'aérostation, et de réaliser dans l'âge mûr ce qui avait été le rêve et la passion de sa jeunesse. Il s'est adonné avec l'esprit de rigueur et la précision qui est le caractère des travaux de l'ingénieur, à l'étude des moyens approfondis de perfectionner l'art de l'aérostation. Cet art, qui était resté livré, depuis

Montgolfier, à l'empirisme ou à l'enthousiasme ignorant, trouva dans M. Giffard un maître sévère et rigoureux. Pour la première fois, le calcul fut appliqué d'une manière rationnelle à tous les éléments de la construction des ballons, éléments qui, par leur nature, se dérobent souvent au calcul et que M. Giffard est parvenu à soumettre aux lois mathématiques.

Nous ne connaissons guère que M. Dupuy de Lôme qui, dans ces derniers temps, c'est-à-dire à la suite du siège de Paris, ait réussi, comme M. Giffard, à appliquer les méthodes géométriques et analytiques à la question de la construction rationnelle et de la stabilité des aérostats. Mais M. Dupuy de Lôme, après une tentative très-honorable et très-digne d'éloges, s'est arrêté dans cette voie, comme découragé par l'ingratitude de la question et ses difficultés pratiques. Le mérite de M. Giffard, c'est d'avoir poursuivi depuis vingt ans, avec une infatigable ténacité, l'étude d'un problème qui avait rebuté jusqu'ici tant d'hommes d'une réelle valeur.

Le ballon captif qui fonctionna aux portes de l'Exposition de 1867, montra, pour la première fois, au public, sous une forme matérielle, le résultat des études de M. Henry Giffard sur l'aérostation. Il y avait dans cet aérostat captif une série de dispositions si nouvelles, si originales, si sûrement calculées, que le public et les hommes de l'art ne purent retenir l'expression de leur admiration.

En 1868, M. Giffard installa à Londres un autre ballon captif, qui cubait 12 000 mètres, et qui enlevait 30 voyageurs à 300 mètres d'altitude.

Depuis la construction des ballons captifs de 1867 et de 1868, M. Giffard n'a pas cessé de se consacrer à l'aérostation, et nous croyons que la direction des aérostats est le but qu'il poursuit. Or il résulte de l'ensemble des études des aéronautes qu'une masse aérostatique, pour être dirigée avec assurance à travers les airs, doit présenter un volume considérable. Par des considérations



qu'il serait trop long de développer, on croit aujourd'hui que le problème de la direction aérostatique ne peut être résolu en pratique qu'avec des ballons disposant d'une très grande force ascensionnelle, permettant, par conséquent, d'emporter de puissants moteurs. Telle est, croyons-nous, la pensée qui a dirigé M. Henry Giffard, lorsqu'il a décidé d'adopter les colossales dimensions de son ballon de 1878. Ce ballon ne sera peut-être pas éternellement captif. Il faut s'attendre à voir le colosse aérien servir un jour à de nouvelles expériences tendant à réaliser le transport libre des hommes et des colis à travers l'atmosphère.

Nous venons de chercher la raison du cube extraordinaire donné par M. Henry Giffard au ballon des Tuileries. Il nous reste à ajouter que cet énorme volume a entraîné la nécessité de dispositions particulières, résultant de l'excès même de ce volume.

Et d'abord il a fallu donner au câble destiné à retenir cette masse une résistance relativement prodigieuse. Ce câble est en chanvre, mais d'une qualité particulièrement tenace et d'une extraordinaire solidité. Légèrement conique, il mesure 0<sup>m</sup>,085 de diamètre à sa partie supérieure, laquelle est fixée par une énorme épissure au cercle; il n'a plus que 0<sup>m</sup>,065 de diamètre à sa partie inférieure, qui reste fixée à terre.

Pour constater la force de résistance du câble, M. Henry Giffard a construit une presse hydraulique spéciale, au moyen de laquelle on a successivement rompu le gros bout et le petit bout du câble, afin d'éprouver sa résistance. Cette rupture, qui eut lieu au mois de juillet, en présence d'ingénieurs délégués par la préfecture de police, montra que le câble ne serait pas rompu par un vent de trente mètres par seconde qui le surprendrait en pleine ascension. Or un vent de trente mètres par seconde dépasse toutes les prévisions météorologiques.

La longueur du câble est de 600 mètres, mais il a dû

s'allonger peu à peu pendant le service jusqu'à atteindre 660 mètres.

L'étoffe du ballon a exigé des soins tout particuliers, et l'on est arrivé à obtenir un tissu, dont la résistance est extraordinaire, puisqu'elle est de 4000 kilogrammes par mètre linéaire. Cette étoffe est composée de sept tissus superposés et solidarisés de manière à former un tout homogène. Le tissu intérieur est une mousseline. Ensuite vient une couche de caoutchouc, un tissu de lin très solide, une seconde couche de caoutchouc, une seconde toile de lin, et une couche de caoutchouc vulcanisé.

Une mousseline extérieure, qui enveloppe le tout, a reçu un vernis d'huile de lin cuite à la litharge, pour empêcher toute *endosmose*, c'est-à-dire toute fuite de gaz. Ce vernis est recouvert d'une peinture au blanc de zinc. C'est ce qui donnait au ballon des Tuileries cet aspect métallique qui le faisait ressembler à terre à une monstrueuse boule de zinc, et dans l'air à un nuage orageux.

Les coutures sont recouvertes, en dedans et en dehors, de bandes collées au caoutchouc.

Le poids de l'étoffe employée à la fabrication des bandes est de cinq cents kilogrammes.

Les coutures sont repliées en zig-zag, pour augmenter la difficulté des déchirures. Leur développement total est d'environ 200 kilomètres. Elles ont été exécutées à la machine à coudre.

On avait donné beaucoup de soins à la confection du filet qui supporte la nacelle. Ce filet se compose de 60 000 mailles, formées à l'aide de cordes passées les unes dans les autres. Il a été fabriqué d'après les plans de M. Giffard, dans une coupole spéciale bâtie à la corderie centrale de Montreuil. C'est ce qui a permis d'éviter les nœuds qui pourraient endommager l'étoffe.

Toute la corderie du ballon pèse 8000 kilogrammes.

La nacelle, qui pèse 1800 kilogrammes, pouvait emporter 50 personnes. C'était une sorte de tonneau évidé

à son centre. Dans la galerie circulaire résultant de cet évidemment se plaçaient les voyageurs. Le câble passait dans l'espace vide. La galerie où se tenaient les voyageurs était munie d'une balustrade, enveloppée elle-même d'un filet. Le *dynamomètre*, qui donnait à chaque instant la mesure de la force totale déployée par la machine, était sous les yeux des voyageurs, qui pouvaient ainsi se rendre compte par eux-mêmes de l'effort développé.

Le cercle d'amarre qui porte la nacelle et le câble, devait présenter une solidité toute particulière. Il est formé d'une couronne de cordes qui, à elle seule, pourrait fort bien supporter le poids considérable qui s'y trouve suspendu ; mais M. Giffard, pour plus de précaution, a enfermé cette couronne dans un manchon d'acier, qui pourrait lui-même supporter seul le même poids. Le manchon d'acier est enveloppé d'une armure en bois de chêne, qui offre elle-même une énorme résistance.

Pour retenir une pareille masse attachée au sol et pour combattre l'effet du vent, il faut un effort mécanique prodigieux. L'énorme surface que le ballon présente à l'impulsion du vent, coucherait le globe sur le sol ou l'empêcherait de s'élever, s'il ne jouissait d'une force ascensionnelle considérable, et si l'on n'employait, quand il s'agit de le ramener à terre, une grande puissance mécanique pour tirer et enrouler le câble.

Il y avait donc, dans la cour des Tuileries, deux machines à vapeur, pour développer la puissance de retenue, et un treuil, pour enrouler et dérouler le câble. La force de la vapeur dont on disposait était de 300 chevaux. Quant au treuil, qui est, à nos yeux, la partie la plus remarquable du nouveau dispositif mécanique, il n'avait pas moins de 14 mètres de longueur, 1<sup>m</sup>,75 de hauteur et un poids de 42 000 kilogrammes. Il pouvait faire 30 tours à la minute. Il était creusé de 108 spires en fer forgé, dont la profondeur allait en décroissant, comme le diamètre du câble.

Les pignons des arbres moteurs sont en rapport

avec des dents en bois encastrées sur les grandes roues du treuil. Les dents et les bielles sont disposées de telle sorte qu'il y ait toujours une partie du mécanisme en prise.

Nous disons que la puissance de la vapeur destinée à enrouler et dérouler le câble était de la force de 300 chevaux. Deux machines à vapeur étaient employées à fournir cette force. Il y avait également deux chaudières, et chacune d'elles aurait suffi pour faire seule le service, si une d'elles se fût trouvée hors d'état d'agir. Pour que l'action de la vapeur fût plus également répartie, les deux chaudières fournissaient la vapeur à un même tube, qui était en rapport avec les deux tiroirs.

L'attache du câble à la nacelle est semblable à celle qui existait dans le ballon captif de 1867, et qui fut si remarquée. Dans la cour des Tuileries on avait creusé une cavité circulaire, dans laquelle descendait et s'élevait la nacelle. Le câble partant du treuil venait aboutir à cette cavité, à cette sorte de bassin, par un grand tunnel souterrain.

Ce tunnel n'avait pas moins de 60 mètres de longueur, 12 mètres de largeur et 3 mètres de hauteur. Il était destiné à conduire le câble au cercle de suspension. Il débouchait au fond de la cavité circulaire dont les parois étaient inclinées de manière à ce que la corde ne vint jamais frapper sur les bords.

Le mode de suspension de la nacelle est remarquable d'élégance et de sûreté. C'est le système connu sous le nom de *poulie à mouvement universel*. La corde, avant de s'attacher à la nacelle, passe sur une poulie, rendue mobile par le système de suspension connu en mécanique sous le nom de *suspension à la Cardan*. C'est un axe articulé ou doublement coudé, qui permet à la poulie de tourner sur elle-même, de manière à pouvoir suivre, sans que le câble ait à s'en ressentir, tous les mouvements de la nacelle et par conséquent du ballon.

La poulie mesure 1<sup>m</sup>,60 de diamètre, et l'appareil tout entier a 4 mètres de hauteur.

Les ballons ordinaires sont gonflés avec le gaz d'éclairage ; mais la puissance ascensionnelle du gaz d'éclairage est trop faible pour que l'on voulût, dans le cas actuel, s'en contenter. C'est donc avec du gaz hydrogène pur qu'a été rempli le ballon captif.

Il ne sera pas sans intérêt de décrire le mode de préparation du gaz hydrogène employé par M. Giffard, et de dire la manière dont on a procédé pour obtenir les 25 000 mètres cubes de gaz hydrogène destinés à s'emmagasiner dans les flancs du nouveau colosse des airs.

M. Henry Giffard est l'inventeur d'un procédé fort économique pour la préparation du gaz hydrogène au moyen de la décomposition de l'eau par le charbon, à la température du rouge, procédé que nous avons décrit, en son temps, dans *l'Année scientifique*. Mais il aurait été imprudent de faire usage du feu dans le voisinage d'une immense quantité d'un gaz inflammable. C'est donc le procédé des laboratoires, consistant à faire réagir l'acide sulfurique étendu d'eau sur le fer, qui a été adopté.

Fait bien singulier ! lorsque le professeur Charles prépara son ascension du 1<sup>er</sup> décembre 1783, dans laquelle on vit, pour la première fois, un ballon à gaz hydrogène emporter des voyageurs, ce fut par le procédé des laboratoires, c'est-à-dire en traitant de la ferraille par l'acide sulfurique étendu d'eau, que l'on remplit la sphère aérostatique. Le grand bassin du jardin des Tuileries, mis à sec et entouré d'une barrière de planches, fut le laboratoire improvisé dans lequel Charles procéda à la préparation du gaz hydrogène, au lavage du gaz et au remplissage de l'aérostat. Or, 95 ans après cette expérience célèbre, c'est encore à l'action de l'acide sulfurique sur le fer que l'on a eu recours pour la préparation du gaz, spécifiquement plus léger que l'air. Mais quelle différence entre les engins et moyens primitifs dont le physicien Charles faisait usage et l'outillage perfectionné et, pour ainsi dire raffiné, qu'ont mis en œuvre, en l'an de grâce 1878, l'art et la science réunis ! Nous avons décrit

dans notre ouvrage les *Merveilles de la science*<sup>1</sup> l'appareil qui fut employé par le physicien Charles pour son ascension du 21 décembre 1783. Pour juger la différence des temps et des progrès de l'industrie chimique, les connaisseurs pourront comparer l'appareil de Charles avec le système qui a été mis en œuvre par M. Henry Giffard dans la cour des Tuileries.

Tout un petit édifice de bois et de fer composait l'appareil pour la fabrication du gaz hydrogène. Le 14 juillet, j'escaladai ce haut échafaudage, et un fort aimable démonstrateur me rendit témoin de cette expérience de laboratoire exécutée sur une échelle de géant, on peut le dire, car cet appareil peut produire 2000 mètres cubes de gaz hydrogène à l'heure<sup>2</sup>.

L'acide sulfurique était apporté dans des tonneaux qui contenaient chacun 3000 kilogrammes d'acide, lequel était déversé dans un premier réservoir, d'où il s'écoulait, par un tuyau souterrain, dans un bassin circulaire. Là, une pompe l'élevait dans un réservoir supérieur, placé sur l'échafaudage. L'eau de la ville arrivait en même temps dans un réservoir semblable. Deux flotteurs interceptaient d'eux-mêmes l'écoulement de l'eau et de l'acide sulfurique, quand les deux liquides avaient atteint un certain niveau. Le mélange d'eau et d'acide sulfurique ainsi fait dans les proportions convenables arrivait dans un grand générateur, de forme tubulaire, plein de tournure de fer. De vingt en vingt minutes, la tournure de fer était renouvelée. Pour cela, des charrettes chargées de tournure de fer arrivaient sans cesse. On en remplissait des bannes métalliques que l'on élevait, au moyen d'un treuil, et qui, basculant à un moment donné, versaient leur contenu, dans le générateur. Les torrents de gaz hydrogène ainsi formés s'écoulaient par un large

1. Tome II, *les Aérostats*, p. 412.

2. Nous avons déjà décrit ce procédé dans la 21<sup>e</sup> *Année scientifique* (1877), pages 428-431.

tube de fonte, et passaient d'abord dans un laveur d'eau pure, ensuite dans un *dessiccateur*, grand cylindre rempli de chaux vive, qui arrêtait la vapeur d'eau entraînée, ainsi que l'excès d'acide qui aurait pu échapper à l'action du laveur. Après avoir traversé un compteur d'un système nouveau et ingénieux, qui permet d'en mesurer le volume, le gaz hydrogène arrivait enfin dans la capacité du ballon.

Pour le gonflement du ballon captif, on a employé 190 000 kilogrammes d'acide sulfurique faible du commerce (à 52°) et 80 000 kilogrammes de tournure de fer.

Il est assez connu que la préparation du gaz hydrogène par la réaction de l'acide sulfurique sur le fer est fort coûteuse. Je me suis laissé dire que la dépense pour la préparation du gaz qui remplissait le ballon des Tuileries a été de 62 000 francs !

Les ascensions du ballon captif commencèrent dans les premiers jours du mois d'août 1878, et se sont terminées dans les premiers jours de novembre. Elles ont donc duré trois mois. On payait à la grille de la cour des Tuileries un droit d'entrée de 1 franc, et 20 francs pour l'ascension, qui durait environ 15 à 20 minutes, montée et descente. En quittant l'aérostat, chaque personne recevait une médaille de bronze, commémorative de son ascension.

Le ballon a été dégonflé le 7 novembre, et il a été remis pour servir, en 1879, à de nouvelles ascensions captives.

L'opération du dégonflement a présenté des difficultés analogues à celles du gonflement, avec cette différence que, pour le gonflement, on avait abaissé les sacs de maille en maille, et que, pour le dégonflement, il a fallu les monter de maille en maille, jusqu'à ce que le colosse s'affaissât et ne donnât plus signe de mouvement.

Le ballon captif a été livré au public pendant 100 jours, sur lesquels il y a eu, par suite de mauvais temps, 28 jours où il n'a pu fonctionner.

Pendant ces 72 jours de fonctionnement, 35 000 voyageurs, dont 28 000 payants, ont accompli le voyage aérien. La moyenne des ascensionnistes a donc été de 500 par jour, en chiffres ronds.

Enfin, le nombre des ascensions s'est élevé à 1033.

Les recettes ont atteint le chiffre de 840 000 francs; ce qui donne une moyenne de 12 000 francs par jour. Les dépenses faites par M. Giffard ont été entièrement couvertes par l'exploitation.

## 5

Utilisation industrielle de la chaleur solaire. — L'appareil Mouchot à l'Exposition de 1878.

Une autre curiosité des arts mécaniques de l'Exposition de 1878 était la *machine solaire* de M. Mouchot. Le physicien de Tours avait dressé dans le parc du Trocadéro, non loin de l'aquarium d'eau douce et près du pavillon d'horlogerie de M. Lepaute, l'immense entonnoir étamé à l'intérieur, portant, à son axe, une chaudière pleine d'eau destinée à fournir de la vapeur pouvant être utilisée comme force motrice. Le soleil a fait trop souvent défaut à notre Exposition universelle. Sous nos latitudes élevées, c'est un accident auquel il faut s'attendre. Ce n'est donc que dans de rares occasions que le professeur de Tours a pu mettre en évidence d'une manière pratique les résultats remarquables de son invention. Mais tout incomplets qu'ils aient pu être, ces résultats ont suffisamment prouvé tout ce que l'on pouvait attendre de l'*entonnoir solaire*, quand il aura à absorber et à réfléchir, au lieu des pâles rayons solaires de notre latitude, les brûlants rayons des latitudes de l'Algérie, de l'Afrique équatoriale, des Indes, de l'Amérique équatoriale, etc.

M. Mouchot, dans une communication à l'Académie



des sciences, a rapporté en ces termes les expériences qu'il a pu faire au Trocadéro, sous les yeux du public.

« Les petits appareils de cuisson, dit l'ingénieur-inventeur, n'ont pas cessé de fonctionner pendant les jours de soleil. Des miroirs de moins de 1/5 de mètre carré, construits avec toute la régularité désirable, ont suffi pour rôtir un demi-kilogrammme de bœuf en vingt-deux minutes; pour confectionner, en une heure et demie, des étuvées qui nécessitent quatre heures avec un feu de bois ordinaire, pour porter, en une demi-heure, trois quarts de litre d'eau froide à l'ébullition, ce qui correspond à l'utilisation de 9 calories 5 par minute et par mètre carré, résultat remarquable à la latitude de Paris.

« Les alambics solaires ont également fourni d'excellents résultats. Muni de miroirs de moins de 1/2 mètre carré, ils portaient trois litres de vin à l'ébullition en une demi-heure, et donnaient une eau-de-vie fine, franche de tout mauvais goût. Cette eau-de-vie, soumise une seconde fois à la distillation dans le même appareil, prenait toutes les qualités d'une bonne liqueur de table.

« Mon but principal était de construire, pour l'Exposition universelle de 1878, le plus grand miroir du monde, et d'en étudier les effets au soleil de Paris, en attendant l'occasion de l'expérimenter sous un ciel plus propice. Parfaitement secondé dans ma tâche par un jeune et habile ingénieur, M. Abel Pifre, j'ai pu, malgré les accidents inséparables d'une construction nouvelle de cette importance, installer définitivement, le 1<sup>er</sup> septembre, un récepteur solaire dont le miroir présente une ouverture d'environ 20 mètres carrés. Il porte à son foyer une chaudière de fer, pesant, avec ses accessoires, 200 kilogrammes, haute de 2 m. 50, et dont la capacité est de 100 litres, savoir : 30 pour la chambre de vapeur et 70 pour le liquide à vaporiser. Un mécanisme spécial permet d'orienter immédiatement l'appareil pour chaque latitude, puis de le faire tourner de l'orient à l'occident, afin de le diriger constamment vers le soleil. Un enfant suffit pour cette dernière tâche, le miroir étant équilibré par un contre-poids.

« Le récepteur solaire du Trocadéro a fonctionné le 2 septembre pour la première fois. Il a porté, en une demi-heure, 70 litres d'eau à l'ébullition; le manomètre, malgré quelques

fuites de vapeur, a fini par accuser près de 6 atmosphères de pression.

« Le 12 septembre, malgré le passage de quelques nuages sur le soleil, la chaudière montait plus rapidement en pression; la vapeur permettait d'alimenter la chaudière à l'aide d'un injecteur, sans affaiblir notablement la pression.

« Enfin, le 22 septembre, par un soleil continu, quoique légèrement voilé, j'ai pu pousser la pression dans la chaudière jusqu'à 6<sup>atm</sup>,2, et j'eusse certainement atteint une pression plus considérable si le soleil ne se fut complètement couvert. Ce même jour, j'ai pu faire marcher, sous une pression constante de trois atmosphères, une pompe Tangye élevant de 1500 à 1800 litres d'eau par heure à la hauteur de 2 mètres.

« Le 29 septembre, le soleil s'étant dégagé des nuages vers 11 h. 30 m., j'avais 75 litres d'eau en ébullition à midi; la tension de la vapeur s'est élevée graduellement de 1 à 7 atmosphères, limite du manomètre, dans l'intervalle de deux heures, malgré l'interposition de quelques vapeurs passagères. J'ai pu recommencer l'expérience du 22 septembre, puis diriger la vapeur dans un appareil Carré, ce qui m'a permis d'obtenir un bloc de glace. »

Il n'est donc pas impossible que dans un temps prochain cette source inépuisable de chaleur ne soit employée industriellement sous les climats appropriés.

## 6

### Les horloges pneumatiques de Vienne.

Les *horloges pneumatiques* figuraient, au Champ de Mars, dans l'exposition de M. Bourdon, consacrée à l'horlogerie. On les trouvait également dans l'Exposition autrichienne.

Les *horloges pneumatiques* sont des horloges mues simultanément, au moyen de l'air comprimé, par une horloge-type. Ce système a été installé en 1878 en différents quartiers de la ville de Vienne (Autriche). Nous

donnerons quelques détails sur son mécanisme et son fonctionnement.

L'horlogerie pneumatique, récemment établie à Vienne, est venue résoudre le problème, depuis longtemps cherché, de distribuer en différents points d'une ville les indications du temps, comme on distribue l'eau et la lumière, au moyen d'une canalisation souterraine. Faire mouvoir un nombre déterminé d'horloges au moyen d'un appareil normal unique, tel a été, en effet, le problème, aussi hardi que difficile, que s'étaient posé depuis longtemps beaucoup de mécaniciens.

L'électricité a d'abord permis de réaliser cette idée. Depuis une dizaine d'années, dans plusieurs gares de chemins de fer, dans les hôtels, les fabriques, dans certaines villes, telles que Francfort, Leipzig, Berlin, Bruxelles, Genève, Lyon, Mulhouse, Marseille, ainsi que dans diverses villes d'Angleterre et d'Amérique, des horloges électriques fonctionnent; en d'autres termes, une horloge-type, grâce à des conducteurs électriques, répète son heure et sa minute sur un certain nombre de cadrans distribués en différentes parties de la ville.

Mais les horloges électriques sont sujettes à un grand nombre d'inconvénients qui tiennent surtout aux perturbations qu'elles subissent de la part des influences atmosphériques. L'expérience a démontré qu'on ne pouvait compter sur une grande régularité avec ces appareils, et qu'il fallait songer à un autre moyen de résoudre le problème de la transmission de l'heure à un certain nombre de cadrans d'horloges distants les uns des autres.

Un mécanicien constructeur, M. Mayerhofer, est parvenu à créer, au moyen d'une canalisation souterraine d'air comprimé, lequel agit comme moteur des aiguilles des cadrans, des *horloges pneumatiques* qui ne sont sujettes à aucune perturbation de la part des agents atmosphériques.

Les premières horloges mues par l'air comprimé fu-

rent installées dans les rues de Vienne au mois de février 1877. Le pendule de l'horloge-type donnant l'impulsion aux aiguilles d'un certain nombre de cadrans; avait la longueur de 994,07 millimètres, correspondant au méridien géographique d'Autriche. Il faisait fonctionner un échappement, qui communiquait, par l'intermédiaire d'un réseau de tuyaux pleins d'air comprimé, avec un certain nombre d'horloges secondaires, lesquelles recevaient ainsi un mouvement simultanément transmis par l'air comprimé. L'heure était donc distribuée par ce moyen à différentes horloges par une disposition analogue à celle d'une distribution d'eau ou de gaz.

Le bon résultat fourni par ce premier essai, fait avec un petit nombre de cadrans, fit désirer que le réseau souterrain embrassât un plus grand nombre d'horloges, et l'on parvint, par les moyens que nous décrirons tout à l'heure, à établir des horloges à air comprimé sur une série de cadrans disposés le long de la voie publique. Il est probable que ce même système sera bientôt appliqué à des cadrans placés à l'extérieur des maisons, et que les constructions nouvelles seront pourvues d'horloges semblables.

Les *horloges pneumatiques* établies dans les rues de Vienne reçoivent toutes l'impulsion de l'appareil normal situé dans la *station centrale*, qui est lui-même directement en communication avec l'Observatoire, pour recevoir l'heure exacte, correspondant au méridien géographique de Vienne.

Voici comment l'horloge-type de la station centrale transmet son propre mouvement aux cadrans répartis dans la ville, par l'intermédiaire de l'air comprimé contenu dans une canalisation souterraine.

Le pendule de la *station centrale* comprime l'air des tuyaux de la canalisation. Devant chaque cadran placé à distance de l'horloge-type, l'air, quand il est comprimé, pousse un piston ajusté dans un cylindre rempli de mercure. Le piston ainsi animé d'un mouvement recti-

ligne alternatif, transmet, au moyen d'un petit levier, la même impulsion à la roue des heures et à celle des minutes du cadran. On peut intercaler sans grands frais un grand nombre d'horloges dans le réseau, le mécanisme ne se composant que de la roue des heures, de la roue des minutes, du levier et du cylindre avec son piston.

C'est une canalisation d'air comprimé qui sert, disons-nous, à transmettre l'action motrice du pendule-type à tous les cadrans du réseau. Mais comment l'air comprimé est-il produit, puis emmagasiné dans ces conduites?

Dans la rue de Wipphing sont établis deux réservoirs cylindriques, à l'intérieur desquels une machine à vapeur comprime de l'air. Chacun de ces réservoirs est de la capacité de 4 mètres de hauteur, sur 1<sup>m</sup>,5 de diamètre. Dans le premier réservoir, la pression varie entre 2 et 4 atmosphères; dans le second, elle est maintenue à une demi-atmosphère seulement. Du second réservoir l'air comprimé passe dans le réseau, et un tiroir règle l'ouverture par laquelle il s'écoule. Au bout de quelques secondes, le tiroir ferme l'orifice, et l'air, lancé à la pression d'une demi-atmosphère, revient dans le premier réservoir, par un robinet à trois ouvertures, après avoir actionné les cadrans des horloges secondaires.

Pour que l'air comprimé envoyé dans le réseau ne dépasse pas la pression d'une demi-atmosphère, on le fait arriver, avant qu'il pénètre dans le réseau, dans un petit *réservoir remplisseur*, lequel consiste en un cylindre contenant du mercure dans sa partie inférieure. Un flotteur en fer, pourvu d'une tige verticale, règle l'ouverture du robinet d'écoulement. Le *cylindre remplisseur* ne peut, grâce à ce flotteur, envoyer dans le *réservoir moteur* que de l'air à une demi-atmosphère, quelle que soit la pression dans les premiers réservoirs.

Enfin, pour que l'air comprimé qui doit circuler dans le réseau, soit exempt de vapeur d'eau, on le fait passer,

au sortir du *réservoir remplisseur*, dans deux *cylindres dessiccateurs*, remplis de chaux, qui absorbent toute l'humidité que l'air peut renfermer, et qui ne laissent ainsi arriver dans le réseau que de l'air absolument sec.

Les dérangements qui peuvent survenir dans le jeu des appareils sont signalés par des appareils électriques spéciaux. Il est impossible que l'un quelconque des organes en fonction prenne une autre position que la position normale, sans que la perturbation qui en résulte soit aussitôt signalée automatiquement au poste central par le fil électrique. Et pour que l'employé chargé de la surveillance de l'appareil central soit informé immédiatement du lieu de l'accident, on a disposé à la *station centrale* un tableau, analogue à celui des télégraphes d'hôtel, qui fait connaître le point d'où l'avertissement est parti.

Les conduites qui composent le réseau souterrain d'air comprimé, sont des tuyaux de plomb, entourés de briques, pour les préserver.

Des horloges pneumatiques, construites d'après le système que nous venons de décrire, ont été installées dans les rues et devant les principaux édifices de Vienne, à savoir : sur les candélabres du Schottenring, du Hof, du Herrengasse, de la rue Wipphing, du palais impérial, du palais du prince de Lichtenstein, de la rue de la Banque, à la Bourse et au Télégraphe.

La Société autrichienne qui a réalisé cette intéressante création, a fait fonctionner à l'Exposition de Paris des *horloges pneumatiques*, qui donnaient l'heure dans la galerie d'horlogerie.

Il paraît que la ville de Bruxelles a décidé de remplacer ses horloges électriques par des horloges pneumatiques du système autrichien. La supériorité du système pneumatique sur le système électrique est, en effet, évidente. Les horloges pneumatiques donnent exactement l'heure; elles ne sont pas influencées, comme les horloges électriques, par l'électricité atmosphérique, et la simplicité de leur mécanisme permet de les établir

chacune à un prix de beaucoup inférieur à celui des horloges ordinaires.

## 7

Un nouveau moteur utilisant l'effet du vide atmosphérique.

Un ingénieur des États-Unis, M. Regge, a imaginé un nouveau moteur basé sur le déplacement du centre de gravité d'une masse pesante, sous l'influence de la chaleur.

Trois systèmes basculants pivotant sur leur centre, terminés par des réservoirs cylindriques tournés en sens inverse et fermés hermétiquement constituent essentiellement ce curieux appareil. Ces systèmes ont tous la forme de la lettre Z. Les barres terminales simulant les réservoirs sont reliées par un tube que représente l'autre branche de la lettre.

Ce système étant placé dans une position verticale, on remplit d'abord le réservoir du bas, l'autre est vide. Ce vide a été obtenu en mettant un peu d'alcool dans le vase et faisant bouillir cet alcool, avant de le fermer.

La rotation des trois systèmes s'effectue sur un axe central, de telle sorte que les réservoirs qui se suivent, forment deux arcs de cercle, en constituant avec leurs conduits croisés, au point d'articulation, deux secteurs de 45 degrés environ. Un taquet adapté à chaque réservoir vient buter contre un ressort et arrêter le système dans une position déterminée. Les tubes de liaison sont munis, vers le collier d'articulation, d'un cliquet appuyant sur une roue à rochet située de l'autre côté, lequel, en l'entraînant par le mouvement imprimé, lui fait parcourir un arc de 135 degrés environ. Sur l'axe de cette roue s'en trouve une autre reliée à des rouages à barrettes, ce qui transforme en mouvement circulaire continu le mouvement saccadé produit par les systèmes basculants. Un volant régularise le mouvement circulaire.

Une source de chaleur, une lampe à alcool par exemple, se trouve sur un support au-dessous de celui des réservoirs inférieurs occupant le point le plus haut de l'arc qu'ils forment. La chaleur du foyer détermine un dégagement de vapeur, laquelle presse le liquide et le fait monter dans le réservoir supérieur correspondant. Celui-ci s'étant éloigné de la verticale, acquiert bientôt un poids suffisant pour entraîner le système, malgré le cliquet de retenue qui le maintient au-dessus de la lampe. En tombant, le système donne comme un coup de marteau sur les réservoirs inférieurs, lesquels avancent assez pour qu'un nouveau réservoir se trouve à portée de la lampe pour produire, en une ou deux secondes, le même effet que le premier, et ainsi de suite.

Un pareil système ne peut assurément développer qu'une force médiocre. Mais il est basé sur un principe assez ingénieux, au point de vue scientifique, pour que nous ayons cru devoir le signaler. Il fournit un travail suffisant pour mettre en marche des machines à coudre, des tours, etc.

### 8

Les chutes du Niagara ; essai de substitution, fait à Buffalo, de l'air comprimé à la puissance de la vapeur comme force motrice.

Une série d'expériences ont été faites, en 1877, pour chercher à transmettre, au moyen de l'air comprimé, l'immense pouvoir hydraulique des chutes du Niagara, jusqu'à la ville de Buffalo, à l'embouchure du lac Érié, c'est-à-dire à une distance de 35 kilomètres.

Ces expériences ayant réussi, une compagnie s'est formée, en 1878, pour l'exploitation de cette force naturelle.

La partie principale du mécanisme hydraulique sera installée au-dessous de la chute, dans le voisinage du



lieu désigné sous le nom de *Voile de la fiancée*. Le reste sera placé sur la rive, directement au-dessus de la chute d'eau.

Ce mécanisme, fort simple, se réduit à d'immenses cylindres dans lesquels l'air est comprimé par les chutes d'eau. La chute verticale pour la compression de l'air dans les réservoirs n'a pas moins de 65 mètres. De grandes soupapes attachées aux cylindres en laissent échapper l'eau, après qu'elle a produit la compression de l'air.

On espère remplacer la vapeur par l'air comprimé dans toutes les usines de Buffalo. Nous ne savons si cet espoir se réalisera, car depuis bien longtemps on essaye de substituer l'air comprimé à la vapeur comme force motrice, et on n'est jamais arrivé à aucun résultat pratique. On saura bientôt si la nouvelle tentative pour l'utilisation de l'air comprimé sera plus heureuse que toutes celles qui l'ont précédée.

## 9

L'électricité appliquée à l'allumage des becs de gaz. — Curieuses dispositions du système électrique expérimenté à Londres.

Une compagnie du gaz a fait à Londres l'essai d'un nouveau procédé, dû à un ingénieur, M. Fix, pour allumer et éteindre instantanément un grand nombre de becs de gaz d'éclairage, au moyen de l'électricité. Les courants électriques ouvrent les becs, allument le gaz et ferment les becs. Un fil est disposé le long d'une file de becs de gaz et mis ensuite en communication avec le sol. On peut également relier le fil à un circuit de becs, et, sans le faire communiquer avec le sol, le faire revenir à son point de départ, pour fermer le circuit. Cette sorte de station électrique est pourvue d'un appareil magnéto-électrique. L'employé qui se trouve à cette station com-

mande plusieurs circuits, dont chacun est formé d'à peu près 300 becs.

Dans les expériences qui ont été faites à Londres, une seule ligne de fil, d'un demi-mille de longueur, a été disposée en zigzag, le long d'une série de 23 becs. Le fil traversait l'air, suspendu aux poteaux des lanternes à gaz, et attaché aux constructions qui se rencontraient sur le trajet. On avait eu seulement la précaution de l'isoler aux points où il aurait pu se trouver en contact avec des corps conducteurs.

Le curieux appareil mécanique qui sert à allumer chaque bec, est renfermé dans une petite boîte circulaire. Voici les dispositions de cet appareil.

Une soupape ou robinet, mû par un levier, laisse arriver le gaz, et l'arrête par le moyen suivant : Deux pièces fixées sur la partie supérieure d'un aimant permanent en fer à cheval porté sur un point fixe commandent le levier qui doit faire arriver le gaz ou l'arrêter. L'aimant est mobile horizontalement, et l'une des deux pièces fixées sur ce même aimant fait aller le levier en avant ou en arrière, sur un petit espace. Ce mouvement dans un sens ou dans l'autre ouvre ou ferme le passage du gaz. L'aimant se meut en vertu d'un changement dans la polarité d'un électro-aimant formé d'un faisceau de fils de fer doux dans une bobine; suivant le sens du courant, la polarité du fer doux est changée, et fait tourner l'aimant permanent dans un sens ou dans un autre. Le courant est conduit de la machine magnéto-électrique, placée à la station, par un fil qui communique, comme nous l'avons dit, avec tous les becs.

Supposons que le courant soit disposé de manière à ouvrir le passage au gaz. L'opérateur transmet dans le fil une forte décharge produite par un condensateur animé d'une force électro-motrice de plusieurs milliers d'unités, au moyen d'une bobine d'induction. Autour de l'hélice primaire est enroulée une hélice secondaire, composée d'un fil fin beaucoup plus long. La décharge du conden-

sateur produit un courant secondaire dans le fil, lequel fait jaillir une petite étincelle juste au-dessus du bec d'où se dégage le gaz. La décharge qui passe dans le fil primaire produit le même effet simultanément dans le fil secondaire, pour tous les becs du circuit; en sorte que le passage du gaz étant ouvert, tous les becs sont allumés en même temps.

Si le premier et le dernier bec du circuit peuvent être vus de la station, la continuité du circuit est prouvée à l'employé par la lumière de ces deux becs.

Quand il s'agit d'éteindre les becs, on fait passer un courant inverse par le fil primaire; ce courant fait tourner l'aimant permanent et ferme le passage du gaz, par le mécanisme expliqué plus haut.

On se souvient sans doute que, dans les soirées de Robert-Houdin ou d'Hamilton, les bougies s'allumaient toutes instantanément et automatiquement, sur l'ordre du prestidigitateur. On ne connaissait pas le mécanisme de ce joli tour de physique. On pensait seulement qu'un courant électrique en faisait les frais. Le système qui vient d'être expérimenté à Londres pour l'allumage automatique des becs de gaz par l'électricité nous dévoile ce mystère.

## 10

La ventilation du bâtiment *le Calvados* appliquée à d'autres navires.

Sur le rapport d'une commission de l'Académie des sciences, M. le lieutenant Bertin a obtenu, en 1876, le *prix Plumey* pour ses *Études sur la ventilation du bâtiment de transport le Calvados*.

Le système adopté par le lieutenant Bertin pour la ventilation du *Calvados* se réduisait au seul emploi des effets d'appel, déterminés, soit par la chaleur perdue des cheminées des machines, soit par celle des foyers

auxiliaires qu'on peut allumer en rade ou en marche. Les excellents résultats qu'a donnés ce système de ventilation ont engagé le ministre de la marine à faire appliquer des dispositions analogues à quatre de nos grands bâtiments à vapeur, l'*Annamite*, le *Mytho*, le *Shamrock* et le *Tonkin*.

Des essais de ce système de ventilation ont été faits préalablement à Cherbourg et dans la traversée entre ce port et celui de Toulon. Les dispositions prises pour assurer à l'équipage, et surtout aux malades réunis dans un hôpital installé au centre du navire, un renouvellement d'air abondant, étaient les mêmes que celles que le lieutenant Bertin avait réalisées sur le *Calvados*, et voici le résultat de ces expériences.

Après trois heures de marche, le volume d'air évacué, sous la seule action de la chaleur donnée par les cheminées, s'élevait à plus de 30 000 mètres cubes par heure, et pourrait, en marche continue, atteindre 40 000 mètres cubes. Les proportions adoptées assuraient le renouvellement complet de l'air de la salle consacrée à l'hôpital, huit fois par heure environ, ce qui compensait largement l'exiguïté du local et les inconvénients de la présence des malades.

On pourrait tirer parti des dispositions qui viennent d'être adoptées sur ces grands bâtiments, pour le transport économique des chevaux que plusieurs armateurs commencent à faire venir des riches pâturages des pampas de la république Argentine, et pour le transport du bétail vivant que les cultivateurs de l'Amérique du Sud expédient en Europe, genre de commerce qui prend d'assez grandes proportions depuis quelques années.

## 11

L'embrayeur électrique appliqué aux machines à vapeur,  
par M. Aug. Trève.

Le nom de M. le commandant Aug. Trève est connu aujourd'hui de tous les physiciens et de tous les marins, car ce nom a été déjà attaché à un grand nombre de travaux pleins d'intérêt qui concernent l'application de l'électricité aux usages de la navigation. M. Aug. Trève a réalisé, en 1878, une application nouvelle de l'électricité, qui est appelée à rendre de grands services à la marine militaire.

Le problème que M. Aug. Trève a voulu résoudre, avec le concours de M. Dumoulin-Froment, occupait depuis longtemps les officiers de marine. Il s'agissait de permettre aux commandants des plus grands navires cuirassés de diriger eux-mêmes leurs machines du haut de leur passerelle, ou de tout autre point du navire, sans intermédiaire. Ce résultat, si utile à obtenir, surtout pour les combats, est un fait maintenant acquis.

M. Aug. Trève fait usage d'un *embrayeur électrique* pour commander la valve d'admission de la vapeur dans les grands cylindres des machines à vapeur qui actionnent le navire. Un appareil de ce genre est établi à bord du croiseur le *Desaix*, de telle sorte que le commandant, placé sur la passerelle, peut, au moyen de deux simples leviers de contact électrique, faire prendre instantanément à la machine la vitesse qu'il juge nécessaire. Une seconde à peine suffit pour arrêter la machine de 450 chevaux du *Desaix* lancée à toute vitesse.

Voici ce qui constitue essentiellement l'*embrayeur électrique* dont M. Aug. Trève fait usage :

Un manchon portant 4 électro-aimants est claveté librement sur un arbre dont la rotation éventuelle déter-

mine le mouvement de la valve d'admission de vapeur. Cet arbre porte deux poulies folles en fer doux, mises par l'arbre des tiroirs en mouvement contraire l'une de l'autre, au moyen de courroies croisées. Supposons que la machine donne 60 tours de l'arbre de l'hélice par minute, les deux poulies folles en donneront autant. Si le courant passe dans les électro-aimants, l'une des poulies est attirée et devient solidaire du manchon. Or, cette poulie tournant avec une vitesse de 60 tours, le manchon en fait autant et la rotation de l'arbre qui a porté ce manchon entraîne la fermeture du registre de la vapeur. Si le courant passe dans les autres électro-aimants en regard de l'autre poulie, l'effet inverse a lieu. Ainsi, deux simples contacts électriques suffisent pour manœuvrer les plus grandes forces, à quelque distance que ce soit.

Nous avons admis, pour plus de clarté, que les poulies folles entraînées par l'arbre des tiroirs du cylindre à vapeur et cet arbre lui-même donnent un même nombre de tours. Il n'en est pas ainsi sur le *Desaix*. M. Trève a adopté pour la grandeur de ces poulies un rapport de rayon de 1 à 4, de sorte que quand l'arbre des tiroirs ne donne que 20 tours (minimum), les poulies folles en donnent 80 à la minute. Cette vitesse suffit pour déterminer les rapides mouvements de registres dont il a été question.

Une pile de 4 éléments de Laurier est plus que suffisante pour imprimer le mouvement.

Le mécanisme électrique que nous venons de décrire pourra recevoir d'autres applications. A bord des navires de guerre, dans une mêlée, la place d'un commandant qui ne veut pas être aveuglé par la fumée des canons, est dans la mâture, et il importe qu'il puisse, autant que possible, diriger lui-même son navire, du point qu'il aura choisi. Or, deux boutons de contact électrique pourront toujours être transportés où l'on voudra.

Lorsque le temps devient mauvais, la mer grossit,

L'hélice émerge, la machine s'affole, ce qui provoque des projections d'eau, des *paquets* d'eau, qui ont souvent de graves conséquences. Il n'y a qu'un moyen d'éviter ces projections d'eau, c'est de ralentir les allures de la machine. Mais il en résulte une perte de temps très fâcheuse, en temps de guerre surtout. L'*embrayeur électrique* permettrait de faire route par tous les temps, car de l'arrière du navire, d'où l'on observe facilement les coups de tangage, on pourrait manœuvrer la machine et la faire passer instantanément du maximum au minimum de vitesse, suivant les cas d'immersion ou d'émersion de l'hélice.

M. Trève considère l'emploi du compteur de M. Madamet comme un auxiliaire indispensable dans les manœuvres dont nous venons de parler. Ce n'est pas tout, en effet, que de pouvoir changer à distance le régime d'une machine à vapeur, il faut encore savoir dans quelles limites on le change. Le compteur Madamet est l'instrument par excellence pour faire connaître ces limites au commandant du navire.

Dans le journal l'*Électricité* (5 octobre 1878), M. Aug. Trève est entré, au sujet de l'emploi de l'*embrayeur électrique* pendant les combats sur mer, dans des considérations d'un grand intérêt, que nous recommandons à nos lecteurs.

Le même article renferme une gravure représentant l'appareil, avec l'explication de chaque organe.

## 12

### Les signaux électriques à cloches.

La Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée a fait l'essai en 1878 de signaux électriques à cloches sur les sections à voie unique de Culoz à Modane et des Arcs à Menton.

Ces signaux servent à annoncer simultanément au personnel des deux gares consécutives et aux agents de la voie entre les deux gares, le départ de chaque train, les demandes de secours en cas d'accident, la nécessité d'arrêter un ou plusieurs trains en route, etc.

Chaque gare de passage est munie de deux appareils à cloches, placés chacun à l'une des deux extrémités du bâtiment. Un courant électrique permanent circule entre chaque groupe de deux gares consécutives, en passant par les postes répartis le long de la voie, notamment dans les maisons des garde-barrières.

Si l'on interrompt et que l'on rétablisse ensuite dans un poste quelconque le courant électrique, on met simultanément en mouvement, dans le poste et dans chacun des autres, un marteau, qui frappe sur la cloche correspondante. Les marteaux sont mis en action au moyen d'un bouton, sur lequel il suffit d'appuyer le doigt autant de fois qu'on veut frapper de coups de cloche, et en espaçant ces coups suivant certaines conventions qui en déterminent la signification.

Ainsi, lorsqu'un train *pair*, c'est-à-dire se dirigeant dans le sens de Paris, quitte une gare, il est annoncé à la gare suivante par six coups de cloche donnés deux par deux. Un train *impair*, c'est-à-dire se dirigeant du côté de l'Italie, est annoncé, à son départ d'une gare, par neuf coups donnés trois par trois.

Les signaux électriques à cloches paraissent destinés à rendre de grands services sur les sections à voie unique. La Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée a donc été bien inspirée d'en faire l'essai.

Jusqu'à présent, les départs de trains étaient annoncés de gare à gare par le télégraphe; mais, une fois le train parti, il était impossible de l'arrêter entre deux stations. Avec les signaux électriques à cloches, tout garde-barrière pourra maintenant, sur l'avis d'un chef de gare, arrêter un train en marche et éviter ainsi de graves accidents.



## 13

Détermination directe en mer de la route d'un navire.

La terrible catastrophe de la Tamise qui coûta la vie, au printemps de 1878, à 650 personnes, venant à la suite de la perte du navire-école de la marine anglaise par un abordage en plein jour, et par la mer la plus tranquille, et suivant de près la perte d'un navire cuirassé de la marine allemande dans les mêmes eaux et par la même cause, a ramené l'attention sur les moyens de reconnaître la marche des navires. C'est à ce titre que nous résumerons une communication faite à l'Académie des sciences par M. Faye, en 1878, sur les *moyens de déterminer directement en mer l'azimut de la route d'un navire*.

Depuis un demi-siècle on n'a cessé de dire, et avec raison, que les boussoles marines donnent des indications fautives, parce qu'elles sont influencées par le fer qui entre dans la construction des bâtiments.

Parmi les moyens qui ont été proposés pour se mettre à l'abri de l'influence du fer des navires sur l'aiguille aimantée, il faut citer l'ingénieuse idée d'enregistrer de loin les indications d'une boussole qui est portée en mer sur un bateau particulier, remorqué par le navire, et qui est ainsi tout à fait hors de l'influence du fer de ce navire. M. Faye a imaginé une manière de perfectionner cette méthode.

On a voulu remédier à l'inconvénient de l'influence du fer du navire par l'emploi d'aimants ou de masses de fer doux capables de détruire les influences perturbatrices; mais on n'est arrivé qu'imparfaitement à la solution désirée.

On peut citer comme exemple de l'inutilité des aimants destinés à contrebalancer l'effet du fer des constructions marines, ce fait étrange que le *Blenheim*,

navire anglais, quand il a le cap à l'est, présente 9 degrés de déviation si la cheminée du navire est allongée, et 15° 45' quand elle est rentrée. Un autre navire en fer, le *Vulcain*, donne des résultats inverses. Pour tenir compte des indications de la boussole sur des navires de ce genre, il faut donc noter les positions de la cheminée.

M. Faye a pensé que la boussole possède toujours une propriété utilisable, celle de maintenir le navire dans une position constante pendant un certain temps, pourvu que cette direction ait été déterminée par des procédés étrangers au magnétisme.

Or l'azimut de la ligne de loch peut être déterminé astronomiquement. Pour cela, on mesure au cercle de réflexion ou au sextant l'angle compris entre le soleil et le sommet de la planchette de la boussole qui se trouve au-dessus de l'eau, à une distance de trois cents mètres du navire, et l'on note l'heure de l'observation. L'angle au sextant réduit à l'horizon étant ajouté à l'azimut du soleil, on obtient celui du point vers lequel le navire se dirige.

Le bâtiment sera maintenu dans cet azimut par le compas du timonier, si cet azimut est convenable. Pour le changer, on pointe dans la nouvelle direction l'alidade du petit cercle en cuivre fixé à l'arrière; on laisse filer la corde du loch, lequel sert momentanément de point de repère, et l'on manœuvre pour laisser venir ce repère dans la direction de l'alidade. On maintiendra le cap sur le point indiqué par la boussole, tant qu'on ne voudra pas changer de direction. Il faudra seulement modifier la manière de mâter le bateau de loch. L'une des deux cordellettes inférieures, portant la cheville, doit être nouée à la ligne, l'autre doit seule porter la cheville. Une secousse du bateau fait dégager la chevillotte, et le loch est traîné par la tranche.

L'opération peut s'exécuter la nuit, en rendant visible le sommet de la planchette verticale du loch au moyen d'une lanterne; on laissera couler doucement le bateau, au lieu de le jeter à l'eau.

Il est clair que ce procédé ne pourra pas être mis en usage par un temps couvert; mais une éclaircie pourra être utilisée pour faire une table de déviations absolues qu'on interpolera et à laquelle on ajoutera les variations de la déclinaison, jusqu'au moment où l'on pourra reprendre la mesure de l'azimut de la route.

## 14

Les signaux de brouillard. — Résultat des expériences faites en Angleterre pour comparer les différents procédés qui ont été proposés jusqu'à ce jour pour signaler la présence des navires en temps de brume.

Le sinistre arrivé en 1878 dans le port du Havre, et l'étrange collision de deux navires cuirassés de la marine allemande dans les eaux de la Manche, ont appelé l'attention sur les moyens qui ont été proposés de signaler en mer la présence des navires. A ce titre et comme se rattachant indirectement, mais utilement, à cette grave question, nous ferons connaître les résultats d'une longue série d'expériences qui ont été faites en Angleterre, à South Foreland, pour fixer la valeur comparative des différents procédés qui ont été imaginés, ou qui sont en usage pour effectuer ce que l'on a nommé avec raison *les signaux de brouillard*. Le compte rendu de ces expériences a été donné par le professeur Tyndall, dans un mémoire lu en 1878 à la *Société royale de Londres*.

Les signaux faits avec le canon-obusier ont été les premiers soumis à l'expérience, parce que ce système avait été le plus préconisé et qu'il est même adopté par l'armée anglaise sur diverses côtes du Royaume-Uni.

Un obusier court, de 4 pouces  $1/2$ , chargé de trois livres de poudre, donne un son plus intense qu'une pièce longue de 18 pouces chargée du même poids de poudre. La forme du canon influence donc la force du son. On construit un canon obusier devant produire le maximum

de son, avec la charge de trois livres de poudre. Un réflecteur métallique parabolique projetait le son vers la mer. Ce canon est construit sur le principe du revolver. Il porte une série de chambres, que l'on peut amener rapidement dans l'axe de la pièce. L'expérience a justifié l'utilité de toutes ces dispositions.

Dans différents essais, on a mesuré la force des sons produits par quatre espèces de poudre : à grain fin, à gros grain, à fusil à gros grain, et *poudre cailloux*. On se servit d'obusiers de 24 livres, chargés avec 4 livres  $\frac{1}{2}$  de poudre. Les onze observateurs décidèrent, à l'unanimité, que le son le plus intense était produit par la poudre à grain fin. 7 voix contre 4 décidèrent que la poudre à gros grain venait ensuite; celle à fusil à gros grain venait la troisième.

D'après M. Abel, la combustion et l'explosion du fulmi-coton sont plus rapides que celles de la poudre ordinaire. Il était donc utile d'essayer le fulmi-coton dans les pièces destinées aux signaux de brouillard.

Des expériences comparatives furent faites à Woolwich. On compara une série de petits canons munis de réflecteurs, les uns cylindriques, d'autres coniques soupaboliques, chargés de poudre à grains fins, avec le même poids de fulmi-coton. Les membres de la commission reconnurent, à l'unanimité, que le son obtenu dans ce dernier cas était beaucoup plus intense. Malgré l'égalité de leur charge, les canons donnèrent des résultats très différents; aucun d'eux n'atteignit la puissance du canon chargé avec le fulmi-coton.

Le réflecteur parabolique spécialement destiné aux essais de signaux fut essayé à Shoeburyness, et sa forme reconnue la meilleure pour la transmission et la répercussion des ondes sonores.

Après avoir essayé la puissance et la portée du son obtenu par le canon chargé de fulmi-coton, on essaya l'effet de sonorité obtenu par le fulmi-coton détonant à l'air libre. En effet, d'après les recherches de M. Tyn-

dall, on peut obtenir des sons très puissants avec le fulmi-coton détonant seul ou dans une fusée. Le fulmi-coton, dans ces conditions, produit des ébranlements sonores supérieurs à ceux que donne le canon chargé du même fulmi-coton. Dans une de ces expériences, le réflecteur fut brisé par la force de l'explosion. Les stations des observateurs étaient comprises dans un angle de  $70^\circ$ ,  $50^\circ$  d'un côté,  $20^\circ$  de l'autre de la ligne de tir. Onze observateurs notaient les détonations à bord de la *Galatée*, dont la distance varia de 2 milles  $1/2$  à 23 milles.

Comme le renforcement du son dans une direction entraîne sa suppression dans d'autres directions, on ne fut pas étonné de remarquer que, à une distance de 5 milles  $1/4$  du point du tir et dans une direction inclinée de  $90^\circ$  à peu près sur la ligne de tir, le fulmi-coton détonant dans la fusée était supérieur au nouveau canon, et qu'en arrière de la station, à 8 mètres  $1/2$  et 13 mètres, il lui était également supérieur.

Il est à remarquer que l'emploi du canon et du réflecteur parabolique présente plutôt des inconvénients que des avantages dans un pays de promontoires, entourés par la mer, où le son doit se propager aussi loin en arrière qu'en avant de la station. Dans les phares, où l'on ne peut établir ni sirène, ni sifflet à vapeur, la fusée de fulmi-coton présente des avantages réels pour les *signaux de brouillard*.

En résumé, la commission, parmi les dispositions proposées, considère la fusée au fulmi-coton comme la meilleure au point de vue de la simplicité et de l'efficacité.

Sir Richard Collinson avait eu l'idée de placer un disque ou un court cylindre de fulmi-coton à l'extrémité d'une fusée ordinaire dont la force ascensionnelle pourrait élever cette charge à 1000 pieds de haut. A cette distance, l'explosion d'une amorce fulminante allumée par la fusée ferait détoner le fulmi-coton, et le son se propagerait dans tous les sens, sur mer et sur terre. Le système proposé par sir Collinson a été soumis à l'expé-

rience, et le résultat des essais a été que le son est porté, avec cette fusée, à 8 milles 1/2 de distance, dans des directions diamétralement opposées, eu égard à la station.

On trouva, dans d'autres essais, que les explosions à une grande hauteur étaient un peu plus fortes que celles produites près du sol.

Beaucoup d'expériences semblables ont été faites et ont donné des résultats analogues. Nous dirons, par exemple, qu'un obusier chargé de 3 livres de poudre, donna un son bien inférieur en portée et en puissance à celui que donnaient des fusées de 12, 8 et 4 onces.

La sirène s'est montrée également inférieure aux fusées.

A une distance de 1 mille 1/4, le canon de 18 livres, caché par les rochers, ne se faisait plus entendre tandis que les fusées de 4 onces, qui restaient en vue, donnaient un son puissant.

C'est d'après ces longues recherches que l'Amirauté anglaise a décidé, en 1878, l'adoption des fusées au fulmicoton, comme signal nautique. La marine anglaise possède donc aujourd'hui un signal très puissant, économique et facile à employer. On pourra l'utiliser dans les phares fixes et flottants, et même à bord des navires.

## 45

### Le canon blindé.

M. Krüpp, d'Essen, a apporté, en 1878, au canon de siège et de campagne une modification qu'il n'est pas sans intérêt de connaître. Il a revêtu le canon d'une plaque de fer, destinée à couvrir et à abriter les servants des pièces.

Le blindage de fer qui doit recouvrir la pièce et les artilleurs, est invariablement réuni au canon, au moyen d'un joint à crémaillère. Ce joint, qui est formé d'une

sphère vissée à la bouche du canon, peut se mouvoir dans une coquille fixée au blindage. Le canon est porté sur des roues, qui se meuvent elles-mêmes sur un rail circulaire, dont le centre est le même que celui de la sphère vissée à la bouche du canon. Cette disposition rend tout recul impossible ; le canon, malgré le tir, conserve rigoureusement la position qui lui a été donnée.

On a constaté qu'après 203 coups tirés avec un canon de campagne de 87 millimètres, lançant un projectile de 7 kilogrammes, ni le canon, ni le blindage, ni le joint n'avaient souffert ; on pouvait ouvrir et fermer la sphère qui se trouve à la bouche du canon avec autant de facilité qu'avant l'épreuve.

L'immobilité de la pièce était parfaite pendant le tir ; il était tout à fait inutile de la pointer à chaque fois, et l'on put atteindre une rapidité inusitée. On tira 60 coups en un quart d'heure, et la cible fut atteinte par les 60 projectiles, quoiqu'on n'eût pointé qu'au début du tir à une distance de 1600 mètres.

Le *canon blindé* rendra de grands services dans l'armement des places et dans les opérations de siège. L'embrasure, point de mire ordinaire du tir de l'ennemi, serait réduite à son minimum, puisqu'elle serait égale seulement à la bouche même du canon. L'emplacement nécessaire à une pièce serait considérablement diminué, à cause de l'absence complète du recul. On pourra réduire le nombre des servants des pièces, et pour les batteries casematées on n'aura plus à craindre la fumée qui se produit dans un tir rapide, cette fumée restant forcément au dehors de la pièce.

Le rapport qui contient le résultat des expériences faites à Eissen, se termine ainsi :

« La possibilité d'un tir très rapide, ainsi que l'abri complet donné aux artilleurs à la pièce, rendent l'emploi de ces canons indispensable pour la défense des côtes, des places fortes et l'artillerie navale.

« Les assiégeants eux-mêmes devront faire usage de canons semblables. »

Il est probable que l'usage du *canon blindé* se généralisera dans toutes les armées d'Europe.

## 16

Nouveaux affûts de canon : l'affût Labrousse et l'affût Montcrieff.

Un point important dans le tir du canon, c'est d'abriter les servants des pièces, car l'embrasure par laquelle passe la bouche de la pièce est le point de mire de l'ennemi. On fait usage, depuis quelques années, de dispositions qui obvient à ce grave inconvénient, mais qui nécessitent des dépenses considérables. Nous venons de dire qu'à l'usine Krüpp on a fait, pour les armées prussiennes, des plaques d'acier qui se placent au devant du canon et lui forment une cuirasse, qui le défend à la façon des plaques de blindage des navires.

Mais il est un inconvénient particulier qui se rattache au tir du canon et qui a été l'objet récemment de beaucoup de recherches : il s'agit du *recul* de la pièce. On sait qu'au moment de l'explosion, une arme à feu est repoussée par la rentrée brusque de l'air dans l'intérieur du canon, ce qui produit le *recul*. Cet effet augmente avec la charge de poudre, et par suite avec le diamètre du canon. Pour les grosses pièces de 16, 19, 21, 27, 33 centimètres de diamètre, la force de recul est énorme. Son effet ferait rouler le canon assez loin, s'il n'était pas contrebalancé.

On modère le recul à bord des bâtiments en attachant les bouches à feu aux murailles; sur les remparts à terre, en augmentant le poids des affûts, les privant de roues et les disposant sur des bâtis inclinés, le long desquels le recul les fait remonter, leur poids les faisant ensuite redescendre.



On a essayé en France un système, dû au contre-amiral Labrousse, dans lequel la force du recul du canon est utilisée pour ramener la pièce en arrière, tandis que de puissants ressorts la remettent en position quand le chargement est effectué.

En Angleterre, on a essayé, pour prévenir les effets du recul, plusieurs systèmes, au nombre desquels il faut citer celui du capitaine Moncrieff comme l'un des plus remarquables sous le rapport de la sûreté du jeu et de la rapidité d'évolution.

Le capitaine Moncrieff a voulu utiliser la force même de recul pour combattre le recul, à peu près comme on se sert dans les chemins de fer de la *contre-vapeur* pour arrêter la marche d'une locomotive.

L'affût du canon est fixé sur deux bascules, composées de deux élévateurs, qui sont verticaux quand le canon est en batterie, et qui portent à leur partie inférieure un fort contre-poids. Quand le coup est parti, le recul rejette la pièce en arrière; elle entraîne les bascules, qui s'abaissent d'un côté, tandis que les contre-poids s'élèvent de l'autre côté. Lorsque l'élan du canon s'arrête, que la force de recul est devenue presque nulle par la puissance opposée, c'est-à-dire la résistance des contre-poids, un déclic fixe le canon dans la position prise.

Ainsi, après l'explosion, le recul repousse l'*élévateur*, qui s'abaisse en arrière, et l'affût pivote autour de l'axe qui le fixe à l'*élévateur*, tout en maintenant le canon horizontal.

Le bâti est supporté par des galets, disposés à l'avant et à l'arrière, et roulant sur un chemin de fer circulaire.

Le canon ainsi disposé doit être mis en batterie au fond d'une fosse assez profonde pour que le canon puisse s'y abaisser et se dérober entièrement à la vue de l'ennemi. Alors les artilleurs chargent facilement la pièce, sans être exposés aux coups de feu de l'ennemi.

Lorsque le chargement est terminé, le déclic est lâché : l'*élévateur*, entraîné par son contre-poids, se replace lui-

même verticalement. Pendant son mouvement de redressement, l'affût pivote sur son arc de support et ramène le canon dans la position horizontale supérieure. La pièce se montre ainsi au-dessus de sa fosse et au ras du rempart de terre. A peine la voit-on du dehors, et le pointeur seul est exposé, tandis que les servants, dont le service est inutile en ce moment, sont complètement abrités.

## 17

Les câbles aériens employés comme moyen de transport. — Résultat de l'essai de ce mode de transport fait à Kütchengarten, dans le Hanovre.

Les câbles de longue portée commencent à rendre, dans les ateliers industriels, de véritables services comme moyen de transport. M. Koiting a fait à la *Société des ingénieurs du Hanovre* une communication intéressante à ce sujet.

On voulait transporter à l'usine à gaz les charbons arrivés à la gare de Kütchengarten. Il fallait parcourir des terrains vides, une rue et la rivière l'Ihme. On ne pouvait songer à un chemin de fer au niveau du sol, ni à un tunnel. On choisit la voie aérienne dressée sur un câble métallique.

La longueur à franchir était de 600 mètres. Deux câbles, l'un pour l'aller, l'autre pour le retour, furent établis. L'un devait recevoir les wagonnets chargés de charbon, l'autre les wagonnets vides. Ils étaient séparés par une distance de 1<sup>m</sup>,75. Partant de la gare, ils s'élevaient à 7 mètres au-dessus du sol, et passaient à 9 mètres au-dessus de la rivière de l'Ihme.

Ces câbles sont composés de fils de fer de 4 mètres, tor-  
dus en hélice. Le câble des wagonnets chargés a un diamètre de 28 millimètres, celui des wagonnets vides a 24 millimètres. Ils sont tendus à l'usine avec des poids de 5000 et de 4000 kilogrammes.

Les supports des câbles sont distants de 20 mètres. Le passage de l'Ihme a une portée de 10 mètres. Des galets en fer sur lesquels posent ces câbles assurent le jeu de la dilatation. Aux courbes, les câbles passent sur des poulies portées par une pièce en fonte.

La contenance des wagonnets en tôle est de 3 hectolitres. Ils sont suspendus par des tourillons, à un cadre relié à deux poulies à gorge qui roulent sur le cadre. Ils se meuvent constamment dans le même sens sur chaque câble. Comme les poulies ne pourraient rester sur le câble, à chaque courbe on a établi un rail d'évitement. Ces rails d'évitement sont posés aux stations de départ et d'arrivée.

Les wagonnets sont mis en mouvement par un câble de traction sans fin, placé à 4 décimètres au-dessous des câbles de roulement. Ce dernier câble est formé par une âme en chanvre enveloppée de fils de fer; son diamètre est de 16 millimètres. Il passe, à la gare de Kütchengarten, sur une poulie presque horizontale. A l'usine à gaz, chaque brin passe sur une poulie verticale, dont l'une est mue par une machine à vapeur de la force de 6 chevaux, puis de là sur une poulie horizontale, sur laquelle est fermé le circuit continu. Cette dernière poulie est montée sur un chariot tenseur constamment tiré par un poids de 600 kilogrammes. Lorsque le câble est libre, il repose sur des poulies situées à 50 mètres l'une de l'autre sur les supports. Quand le système fonctionne, ce câble passe, à chaque wagonnet, sur une poulie fixée au cadre de suspension. Un système de dé clic à excentrique assure la liaison du wagonnet et du câble de traction, quand cela est nécessaire. Le décliquetage se fait automatiquement à chaque station.

Le passage à chaque courbe et sur chaque câble exige la présence d'un ouvrier.

La vitesse du câble de traction est de 1<sup>m</sup>,33 par seconde.

Nous sommes entrés dans tous ces détails, parce que la question du transport à travers l'air préoccupe en ce mo-

ment les ingénieurs, et qu'il n'est pas indifférent de connaître les dispositions pratiques d'un appareil de ce genre ayant fonctionné avec succès.

## 18

### Le nouveau marteau-pilon du Creusot.

Tout le monde a remarqué, dans le parc du Trocadéro de l'Exposition universelle de 1878, une représentation en bois du nouveau *marteau-pilon* à vapeur du Creusot. Le nouveau *marteau-pilon* à vapeur de cette usine mérite une mention particulière, en raison de ses dimensions extraordinaires.

Les proportions de ce colossal engin sont telles, qu'on l'utilise actuellement avec une masse active de 75 tonnes environ, et que l'on pourra, quand on le voudra, la porter à 80 tonnes et même au delà sans avoir rien à craindre quant à la solidité de l'ensemble.

Ce marteau-pilon, qui fonctionne par la vapeur à simple effet, est formé de deux jambages en fonte, composés de deux morceaux boulonnés, inclinés l'un vers l'autre, en forme d'A. Ces jambages supportent l'entablement sur lequel est placé le cylindre à vapeur; ils sont réunis par de larges plaques en fer forgé, formant entretoises, et portent des glissières qui y sont fixées par des boulons. La *chabotte*, qui est indépendante du marteau, est formée de 11 assises en fonte, rabotées et réunies par des clavetages spéciaux en forme d'I. Elle est fondée sur un massif en maçonnerie de 6 mètres de profondeur.

Tout l'intervalle entre le terrain et la *chabotte* est rempli de madriers en bois, placés alternativement en couches horizontales et verticales, de façon à faire une sorte d'enveloppe élastique.

Dans toute cette fondation, on a employé 100 mètres

cubes de fonte, 100 mètres cubes de bois, et 1000 mètres cubes de maçonnerie.

Pour desservir ce marteau il y a quatre fours à gaz et quatre grues, dont trois d'une puissance de 100 tonnes et une de 150 tonnes. Ces grues, à un seul pivot, construites en tôle et cornières, sont actionnées par un moteur à vapeur que porte la grue elle-même. Ce moteur peut donner à la grue quatre mouvements différents : 1° un mouvement de levée du fardeau ; 2° un mouvement d'orientation ou de rotation de la grue ; 3° un mouvement de translation du fardeau ; 4° un mouvement particulier de rotation du fardeau.

L'ensemble de cette installation, marteau, fours et grues, est placé dans une halle métallique spéciale, dont les dimensions sont proportionnées à l'importance de l'outillage qu'elle abrite.

Comme complément de ces dispositions, les ateliers de coulée de l'acier ont été munis d'une grue à vapeur pouvant lever les plus gros lingots qui pourront être forgés, c'est-à-dire d'une puissance d'environ 100 tonnes. Enfin il a fallu créer aussi tout un matériel spécial de manutention et de transport des blocs d'acier pesant 100 à 200 tonnes, que le nouveau moteur forgera facilement.

Cet outillage est le plus puissant qui ait été construit jusqu'à ce jour dans aucune usine. Le *marteau-pilon* des usines Krüpp, à Eissen, pèse 50 tonnes ; sa course totale maxima est de 3 mètres. Il forge difficilement des lingots d'acier pesant plus de 45 à 50 tonnes.

En comparant la puissance du marteau-pilon du Creusot avec celle du nouveau marteau-pilon d'Eissen, au point de vue du travail mécanique dans la chute de la masse frappante, et de la plus grande course possible de chacun des deux engins, on trouve que le travail du choc du marteau-pilon du Creusot est de 412 500 kilogrammètres, tandis que celui d'Eissen est de 150 000 kilogrammètres seulement.

Le cylindre à vapeur du nouvel engin du Creusot a un

diamètre de 1<sup>m</sup>,9. Sa course est de 5 mètres. La hauteur totale du sommet du cylindre à vapeur à la plaque de fondation est de 18<sup>m</sup>,6. Celle de la *chabotte* est de 5<sup>m</sup>,5. Celle de la fondation en maçonnerie est de 6 mètres. L'écartement des jambages est de 7<sup>m</sup>,5. Le poids de la *chabotte* est de 750 tonnes. La volée des grues à vapeur a pour maximum 9<sup>m</sup>,25.

Ces dimensions sont colossales, et, nous le répétons, ni en Prusse ni en Angleterre, on ne pourrait citer une seule usine faisant usage d'un aussi puissant outil.

## 19

### Planchette du perspecteur.

Deux méthodes principales sont usitées pour tracer des perspectives : l'une, dans laquelle la perspective d'un point a pour définition « l'intersection par le tableau du rayon mené de l'œil à ce point », est l'ancienne méthode. L'autre méthode, celle de Monge, fondée sur les procédés de la géométrie descriptive, tend à faire disparaître les défauts d'un tracé fait au moyen du point de fuite et de distance, en laissant de côté la définition précédente. Cependant la méthode de Monge n'est pas à l'abri de toute objection. Les épures sont souvent compliquées par des traces de plans trop nombreuses; elles demandent beaucoup d'espace; l'échelle de la perspective est trop petite et la convergence des lignes peut être altérée par leur détermination faite séparément. L'ancienne méthode est aussi entachée de plusieurs de ces défauts.

M. Lepage a voulu éviter les reproches que nous venons d'énumérer en proposant la *planchette du perspecteur*. Cette planche, environ quart grand aigle, est creusée parallèlement, à deux de ses côtés consécutifs et très près du bord, d'une rainure étroite, dans laquelle on fait glisser un petit curseur en bois ayant un pivot en fer. On peut adapter sur ce pivot une règle, terminée par un œil

en laiton. Cette disposition permet de se servir de l'instrument comme d'un compas de proportion très exact.

Par l'usage du compas combiné avec celui de cette règle, on n'a presque aucune trace marquée sur le papier. Une perspective, aussi grande qu'on le veut, est obtenue par l'agrandissement de quelques-unes des lignes. L'étendue de la planchette suffit d'ailleurs pour contenir tous les tracés, sans aucune confusion.

Comme il faut prévoir le cas où l'opérateur ne serait pas familier avec les procédés de la géométrie, M. Lepage a inventé un petit tétraèdre en bois, qui doit être placé convenablement sur la planchette. On obtient ainsi tout de suite les points principaux d'une perspective quelconque.

La méthode dont nous venons de donner un aperçu est exacte et peut rendre d'importants services dans un grand nombre de cas. Ceux qui ont l'habitude du dessin peuvent aisément suppléer aux défauts du contour. Les peintres et les dessinateurs trouveront des avantages réels dans l'usage de cette méthode.

## 20

### Nouveau cercle à calcul.

La règle à calcul serait détrônée, si nous en croyons M. Boucher, l'inventeur d'un cercle à calcul.

Le volume de cet instrument est celui d'une montre ordinaire. Il en a aussi la forme et l'aspect. Il est destiné à faire les quatre opérations élémentaires de l'arithmétique. Pour le calcul des proportions, il équivaut à la règle à calcul, mais il est plus portatif.

Le principe sur lequel repose cet instrument, est le même que celui de la règle à calcul; il dépend de ce théorème : Le logarithme d'un produit est égal à la somme des logarithmes de ses facteurs.

Si la règle à calcul doit être longue pour être exacte, le cadran du cercle à calcul donne également des résultats d'autant plus approchés que sa circonférence est plus longue. On peut facilement lire trois chiffres exactement, ce qui est suffisant dans le plus grand nombre des applications.

Avec cet instrument, les logarithmes sont faciles à trouver, et les calculs trigonométriques sont rendus considérablement plus faciles.

## 21

### L'abatage des arbres par la vapeur.

L'état de bûcheron pourra bien être supprimé bientôt, si les expériences que l'on a faites en 1878 dans quelques forêts de l'Angleterre, sur l'abatage des arbres par la vapeur, amènent les résultats qu'on en attend.

La machine construite par MM. Ransome, à Londres, pour remplacer par la force à vapeur la cognée du bûcheron, se compose d'un générateur de vapeur et de l'appareil coupeur, ou scie. Ces deux parties sont reliées par un tuyau qui amène la vapeur, à haute pression, dans un cylindre horizontal. Un piston, mis en mouvement dans ce cylindre, fait agir une scie, qui glisse dans un châssis de fonte. Le bâti se termine par un talon qu'on appuie contre l'arbre à abattre. L'arbre a été préalablement entouré d'une chaîne, pour maintenir l'appareil fixe. La partie postérieure du cylindre à vapeur est munie d'une crémaillère, sur laquelle on fait agir une vis sans fin mue par une roue à main, pour faire tourner la scie sur son bâti, lorsqu'il faut attaquer une nouvelle portion de la section.

Quatre hommes seulement sont nécessaires pour manœuvrer cette machine, qui exécute à elle seule le travail de soixante ouvriers.

Il y a là évidemment le germe d'une révolution dans le travail forestier.



Le dessin de cet appareil se voyait à l'Exposition universelle de 1878, dans la galerie des machines anglaises.

## 22

### La télégraphie en Chine.

On a terminé en 1878 la première ligne télégraphique installée par le gouvernement chinois. Cette ligne, partant de l'arsenal de Tien-tsin et aboutissant à la résidence du gouvernement, n'a pas plus de 10 kilomètres de longueur, mais sa construction annonce une ère nouvelle dans la politique administrative du pays.

La ligne a été construite par le directeur de l'école des mines de Tien-tsin et par les élèves de cette école.

Une compagnie anglaise, le *Great Northern*, avait demandé à relier par un fil télégraphique les ports de Fou-tchou et d'Amoy; mais après deux années d'efforts, et malgré la pression exercée sur les autorités chinoises, elle avait dû renoncer à ce projet.

C'est le gouvernement qui a voulu se charger de l'établissement de la ligne de Tien-tsin. La population n'a pas fait la moindre résistance. La permission pour franchir les toits des maisons ou pour établir des poteaux dans les cours des habitations a été concédée partout avec la plus grande facilité.

Le Peï-ho, que la ligne traverse, a été franchi au moyen d'un câble.

Le constructeur de la nouvelle ligne a été invité, avec ses élèves et collaborateurs, à se rendre dans l'île Formose, où il est question de construire une ligne télégraphique sur la côte ouest de l'île. En même temps, on projette une ligne allant de Tien-tsin à une ville provinciale nommée Paoting-fou.

---

## CHIMIE

### 1

Les équivalents chimiques des corps simples reconnus des multiples de l'un d'entre eux. — Nouvelles études de M. Dumas sur les équivalents chimiques. — La présence de l'oxygène dans l'argent métallique expliquant les erreurs commises dans les anciennes déterminations des équivalents chimiques.

Tous les corps de la nature se combinent dans des proportions fixes, déterminées. Un poids donné d'un corps ne s'unit pas indifféremment avec des poids quelconques d'autres corps. Les combinaisons chimiques, en un mot, se font en proportions définies, invariables. On appelle, en chimie, *équivalent* la quantité en poids d'un corps simple qui est nécessaire pour former avec un autre corps simple une combinaison, et cette quantité est toujours la même, quel que soit le corps simple avec lequel la combinaison s'exécute.

Pour dresser les listes des équivalents des corps simples, on a pris d'abord pour unité l'équivalent de l'oxygène, et l'on a appelé 1, ou 100, l'équivalent de l'oxygène, ou la quantité de ce corps qui entre en combinaison avec un autre corps.

On n'a pas trouvé de rapport simple, ou exprimé en nombre entier, entre les équivalents chimiques rapportés à celui de l'oxygène. Dans un grand nombre de cas, les équivalents ainsi déterminés ne sont ni des multiples ni des sous-multiples exacts du nombre qui a été pris pour point de départ.

Il y a un demi-siècle que l'idée vint à un chimiste anglais, Dalton, de rapporter les chiffres des équivalents chimiques, non à l'équivalent de l'oxygène, mais à celui de l'hydrogène, qui est le plus faible de tous. L'hydrogène étant pris pour unité, on lui rapporta les équivalents de tous les autres corps.

On s'aperçut alors que les équivalents devenaient des nombres entiers, pour beaucoup d'entre eux, et pour les autres des nombres tellement rapprochés d'un nombre entier, qu'ils n'en différaient que par quelques décimales. Ces malheureuses décimales empêchaient toutefois de considérer ces équivalents comme étant des multiples exacts de celui de l'hydrogène, et l'on se trouvait ainsi arrêté au seuil d'une grande loi de la nature, par quelque obstacle inconnu.

Citons quelques exemples. Quand on prend pour unité l'équivalent chimique de l'hydrogène, on trouve 6,2 pour l'équivalent du carbone; 107,93, pour celui de l'argent; 68,6 pour celui du baryum, etc., tandis qu'un grand nombre d'autres corps simples ont des équivalents exprimés par des nombres entiers. Tels sont l'oxygène, dont l'équivalent est 8; le fer, qui a pour équivalent 28, le calcium représenté par 20, etc.

Les exceptions à ce fait, que tous les équivalents seraient des multiples exacts de celui de l'hydrogène, sont restées jusqu'à ce jour assez nombreuses pour empêcher d'ériger ce principe en une loi naturelle, car il n'est pas permis, dans une question scientifique où il s'agit de quantités pondérales, de négliger les décimales. Il était plus logique de rechercher à quoi tenaient ces légers écarts. L'idée qui se présentait la première à l'esprit, c'était d'attribuer ces divergences à des erreurs d'expérience. Mais le difficile était de définir ces erreurs.

Et, qu'on le remarque bien, il s'agissait ici, non de rectifications pratiques, puisque les chiffres admis pour les équivalents suffisaient à tous les calculs des chi-

mistes, mais bien d'une question de premier ordre se rattachant aux plus hauts principes de la philosophie de la science. En effet, si les équivalents des corps simples sont des multiples, en nombres entiers, de celui de l'hydrogène, l'hypothèse de l'unité de la matière acquiert un grand degré de probabilité, parce qu'alors les corps simples peuvent être considérés comme formés par l'agrégation de molécules semblables, dont le nombre et l'arrangement varieraient seulement pour chacun d'eux.

M. Dumas a toujours pensé que la balance n'avait jamais trompé dans ce genre de détermination, mais que les négligences de calcul et les erreurs involontaires relatives à la pureté des corps employés avaient été les causes de ces erreurs que l'on recherchait.

Ce qui le prouve déjà, c'est que les dernières décimales des chiffres donnés par Berzélius, pour les équivalents qu'il a déterminés, sont modifiées rien qu'en ramenant au vide le poids apparent des corps sur lesquels ce chimiste avait opéré.

Une autre circonstance à laquelle on n'avait pas fait attention, c'est que tous les gaz recueillis sur un liquide ne sont plus purs. Pour que la pureté d'un gaz soit entière, il faut que le gaz arrive, sans intermédiaire, depuis sa source jusqu'à l'appareil qui doit l'utiliser ou le peser.

C'est en tenant compte de ces considérations, et en opérant de manière à en réaliser les conditions, qu'on a trouvé pour l'azote, l'oxygène et l'acide carbonique, sous le même volume, des poids qui sont des multiples exacts par des nombres entiers du poids de l'hydrogène.

Mais tout cela ne suffisait pas. Réfléchissant sur ce fait que le chlorure d'argent et l'argent métallique avaient été, en définitive, les moyens de détermination des équivalents de plusieurs corps simples, M. Dumas a voulu examiner de très près tout ce qui concerne l'argent considéré au moment où on le pèse, soit à l'état de chlorure, soit à l'état de métal.

Une première précaution consiste à opérer sur des corps très purs, à déterminer des réactions très simples, à réduire les pesées au vide. « Dans beaucoup de cas, dit M. Dumas, on ne peut considérer le poids des corps comme exacts qu'autant qu'ils ont été *maintenus dans le vide, à une température élevée, jusqu'à ce qu'ils ne dégagent plus rien, et que le baromètre en rapport avec l'appareil se maintienne à la hauteur normale.* »

M. Dumas prend pour exemple le chlorure d'argent, corps qui donne des différences inexplicables dans les différentes circonstances où l'on opère sa pesée. Les causes de ces divergences résident, selon M. Dumas, dans l'argent métallique employé pour être converti en chlorure.

M. Dumas a pris un kilogramme d'argent pur, et il a placé cet argent dans un ballon de porcelaine vernie, communiquant avec une trompette de Sprengel; puis il l'a chauffé jusqu'à 400 à 500 degrés. Vers ce degré de température, il s'est produit un dégagement gazeux, qui a duré six heures. On a ensuite chauffé jusqu'au point de fusion du métal, mais le dégagement gazeux avait cessé. Le ballon de porcelaine ayant été brisé après son refroidissement, on a trouvé un culot d'argent cristallisé, ayant pour densité 10,512, nombre supérieur à celui que l'on attribue à l'argent pur. Le gaz, ainsi dégagé du métal, était de l'oxygène pur, pesant 82 milligrammes; à la température de zéro. Calcul fait, le kilogramme d'argent sur lequel on avait opéré, ne renfermait, en réalité, que 999,918 grammes de métal pur.

Dans une autre expérience, M. Dumas a pris un kilogramme d'argent et l'a maintenu en fusion dans un creuset pendant un quart d'heure, en projetant de temps en temps, dans la masse, de petites quantités de nitre. L'action combinée du vide et d'une température de 500 à 600 degrés a permis de recueillir 158 centimètres cubes d'oxygène pur, pesant 226 milligrammes à la tempéra-

ture de zéro, sous la pression normale de 0<sup>m</sup>,76. Ce kilogramme d'argent ne renfermait donc que 999<sup>sr</sup>,774 de métal.

M. Dumas a encore opéré sur le chlorure d'argent, pour en extraire un kilogramme de métal, au moyen du carbonate de soude additionné de nitre. Cet argent a donné 174 centimètres cubes d'oxygène, pesant 249 milligrammes, ce qui réduisait le poids du métal à 999<sup>sr</sup>,751.

Il est donc bien démontré que l'argent qui a servi aux déterminations des équivalents chimiques, contenait des proportions notables d'oxygène, qui ont exercé une influence incontestable sur les résultats.

M. Dumas tire un autre argument de ce fait que l'argent, après avoir absorbé au rouge l'oxygène de l'air, d'après la curieuse propriété qu'on lui connaît, ne perd point tout cet oxygène par le *rochage*, comme on l'admet généralement. Une partie de ce gaz est encore retenue dans le métal refroidi. Ce résultat est contraire à ce qui était admis jusqu'à présent.

D'après M. Dumas, le cuivre et le potassium donneraient lieu à des difficultés du même genre.

Le travail que nous venons de résumer, a pour but principal de montrer qu'une cause importante et inaperçue a entaché d'erreurs les expériences qui ont été faites jusqu'ici pour la détermination des équivalents chimiques. Lorsqu'on veut peser un corps, il ne suffit pas, dit M. Dumas, d'opérer comme on le fait ordinairement, c'est-à-dire de l'exposer d'abord dans le vide, afin d'expulser les gaz étrangers à sa nature; il ne suffit pas non plus d'avoir chauffé ce corps sous la pression ordinaire, ce qui ne donne pas un autre résultat que celui fourni par le vide. Pour qu'un corps demeure entièrement débarrassé de tout gaz condensé, il faut exposer ce corps tout à la fois à l'action du vide et à une température élevée. Ce n'est qu'en réalisant ces conditions que le corps est absolument pur.

Les déterminations des équivalents chimiques faites en ayant égard à ces considérations conduiront certainement à des nombres nouveaux, lesquels permettront d'établir irrévocablement la loi que nous avons énoncée, à savoir : les équivalents des corps simples sont tous des multiples en nombre simple de l'équivalent de l'hydrogène pris pour unité, ou mieux encore : l'équivalent de l'hydrogène étant pris pour unité, les équivalents des corps simples comparés à cette unité sont tous des nombres entiers

## 2

*Leçons sur la philosophie chimique*, par M. Dumas.

C'est en 1828, c'est-à-dire *il y a cinquante ans*, que M. Dumas appelait l'hydrogène *l'hydrogenium*. Il y a donc un demi-siècle que cet illustre savant commençait à se mettre à la tête du mouvement de la chimie. Un ouvrage de M. Dumas, que M. Gauthier-Villars a réimprimé en 1878, prouve qu'*il y a trente ans* M. Dumas posait les règles et formulait les principes de la science dont il était déjà le représentant le plus autorisé dans notre pays.

Nous voulons parler des *Leçons de philosophie chimique professées au Collège de France en 1836*, qui furent imprimées en 1837 chez Béchet. La deuxième édition de cet ouvrage, publiée à la librairie Gauthier-Villars, en 1878, est entièrement conforme à la première. Il n'y avait rien à changer à une rédaction qui devait conserver son caractère historique.

Tous les hommes de ma génération scientifique ont pour l'ouvrage de M. Dumas, *Leçons de philosophie chimique*, une sorte de vénération. C'est, en effet, dans ce livre qu'ils ont puisé les principes de la chimie; c'est là qu'ils ont appris à comprendre et à aimer cette science.

Pour mon compte, c'est par ces éloquents pages que je fus initié aux lois de la chimie. J'avais, pour ainsi dire, appris ce livre par cœur. Je l'avais analysé la plume à la main, commenté, médité; c'était comme mon bréviaire d'étudiant. Si j'en juge par ce que j'ai éprouvé en recevant la deuxième édition de cet ouvrage, aujourd'hui historique, ce n'est pas sans une vive émotion que les chimistes de nos jours liront ce tableau magistral de l'histoire et de la philosophie de la chimie.

La nouvelle école, l'école atomistique de M. Wurtz, est en train de nous faire une chimie barbare et prétentieuse, toute hérissée de chiffres, de formules, de signes algébriques, et qui ne voit dans la science des Lavoisier, des Berzélius et des Dumas qu'une espèce de jeu mécanique, qu'une abstraction géométrique, où l'on néglige les principes, en même temps que l'on dédaigne les faits du laboratoire. Je ne sais où nous conduira cette application de l'algèbre à la chimie. Elle n'a donné depuis vingt ans que de bien stériles résultats, lesquels ne sont presque rien si on les compare à l'immense quantité de découvertes qui furent réalisées dans la première moitié de notre siècle, alors que la chimie était cultivée sans parti pris, sans système, aussi bien dans le laboratoire du savant que dans celui du pharmacien, du parfumeur, du métallurgiste, du fabricant, en suivant les simples voies de l'observation. En présence du peu de progrès de la nouvelle chimie, il est permis de regretter le temps où cette science s'enrichissait chaque jour de découvertes de premier ordre, et produisait des ouvrages immortels, comme les *Leçons* de M. Dumas sur la philosophie chimique.

L'éditeur de la nouvelle édition de cet ouvrage, M. Gauthier-Villars, s'occupe de réunir, pour en composer un second volume, toutes les Leçons, ou Conférences, ayant pour objet des questions de philosophie chimique, qui ont été recueillies dans les cours de M. Dumas, par ses élèves, pendant les trente années de son enseigne-



ment à l'École polytechnique, à la Sorbonne, à la Faculté de médecine ou à l'École centrale des arts et manufactures, ainsi que les Notes sur les mêmes sujets qui ont paru dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*. On aura ainsi, sous une forme condensée, l'ensemble des opinions et des vues émises successivement par M. Dumas, et qui sont devenues, pour la plupart, familières aux chimistes de nos jours.

## 3

## Le gallium.

Avant de décrire les propriétés du gallium, d'après MM. Lecoq de Boisbaudran et Jungfleisch, nous entrerons dans quelques détails sur les modifications apportées par ces savants à la préparation du nouveau métal.

Les minéraux dans lesquels on a reconnu la présence du gallium, renferment très peu de ce corps; c'est ce qui rend sa préparation coûteuse et laborieuse. Le nouveau traitement permet d'annexer cette préparation à celle d'un produit commercial: le sulfate de zinc.

Les expériences de M. Lecoq de Boisbaudran ont porté sur 4300 kilogrammes de *blende de Bensberg*.

On grille la *blende* pulvérisée dans un four Perret, en brûlant les pyrites dans les travées autres que celles contenant la *blende*. Le gallium reste fixe, et l'indium se volatilise presque entièrement.

On traite le produit grillé par l'acide sulfurique, de manière à dissoudre le zinc presque entièrement, en laissant dans la masse assez de sous-sulfate de ce métal pour qu'après filtration la solution se trouble quand on y ajoute de l'eau froide. Le résidu contient le gallium. On reprend ce résidu par un excès d'acide sulfurique, et, après la réduction du persel de fer par le zinc métallique, on filtre le liquide et on le précipite avec du carbonate

de soude, en ayant soin de fractionner l'opération et de la suivre au spectroscope. Les précipités sont encore traités par l'acide sulfurique ; ensuite on fait une seconde réduction par le zinc et un fractionnement au carbonate de soude.

Tout le gallium contenu dans les 4300 kilogrammes de blende traités à l'usine de Javel a été concentré, de cette manière, dans un produit qui pesait 100 kilogrammes étant encore humide. Ce produit, ayant été remis par M. Thomas aux deux savants, le fer a été enlevé en répétant les réductions par le zinc et les fractionnements au carbonate de soude. On a repris les précipités par l'acide sulfurique ; on a évaporé jusqu'à l'élimination du plus grand excès d'acide, et l'on a fait bouillir avec une grande quantité d'eau. En filtrant, on sépare un dépôt contenant de l'acide titanique. La liqueur, très-acide et encore chargée de zinc, a été purifiée par l'hydrogène sulfuré ; elle a été additionnée d'acétate d'ammoniaque et traitée encore par l'hydrogène sulfuré gazeux. Le précipité est du sulfure de zinc entraînant du gallium, lequel est ainsi débarrassé de l'alumine. On répète les additions de sulfate de zinc, d'acétate d'ammoniaque et d'acide sulfhydrique, tant que les raies du gallium sont vues dans le sulfure.

Pour séparer le zinc, on fractionne la solution sulfurique des sulfures de zinc contenant le gallium avec le carbonate de soude, en se servant du spectroscope.

On reprend par l'acide sulfurique en proportion strictement nécessaire, ensuite par l'hydrogène sulfuré, qui sépare un peu de cadmium, de plomb, d'indium, de zinc, etc. On fait bouillir, en étendant le liquide avec beaucoup d'eau. La filtration à chaud fait recueillir un volumineux sous-sel de gallium, qu'on lave à l'eau bouillante, parce que, à froid, il est soluble dans son eau-mère.

La potasse attaque aisément le sel basique ; le fer, l'indium, etc., restent insolubles. On traite la liqueur alcaline par l'hydrogène sulfuré. En l'acidulant avec l'acide

sulfurique, on obtient un dépôt formé presque entièrement de sulfure d'indium. Le liquide, très légèrement acide, est mis en ébullition avec un grand excès d'eau, et le gallium redevient un sous-sel. On isole ce métal par l'électrolyse de la solution potassique du sous-sel. Mais, pour que le dépôt métallique se forme avantageusement, il faut des conditions spéciales. La surface de l'électrode négative doit être petite par rapport à celle de l'électrode positive. Le métal se dépose à froid souvent, suivant de longues piles de cristaux en aiguilles.

62 grammes de gallium brut ont ainsi été recueillis ; ce qui permet d'évaluer la teneur de la blende à environ 1/60 000 ou à 16 milligrammes de gallium par kilogramme.

Le gallium brut a été purifié en le filtrant au travers d'un linge serré, en l'agitant à chaud avec de l'eau acidulée d'acide chlorhydrique, en s'y reprenant à plusieurs fois pour opérer sa cristallisation.

Fait bien curieux, puisqu'il s'agit d'un métal, le gallium entre en fusion à  $+ 30$  degrés. Les cristaux ont été obtenus en refroidissant le métal à 10 ou 15 degrés au-dessous de son point de fusion et en y introduisant un fil de platine portant une parcelle de gallium solide. Au bout de quelques secondes, on obtient des cristaux octaédriques. Il faut retirer promptement les cristaux, parce que le métal s'échaufferait bien vite jusqu'à son point de fusion.

Au-dessous de  $+ 30^{\circ}$ , le gallium est dur, peu malléable ; il s'étend sous le marteau et prend du poli ; mais il devient promptement cassant. On a pu l'obtenir en lames minces en le coulant entre des glaces chauffées. Ce métal laisse sur le papier des traces prononcées d'un gris bleu. Il conserve son éclat dans l'air et dans l'eau bouillie, c'est-à-dire purgés d'air. Sa couleur, quand il est fondu, est à peu près celle de l'argent.

En lames, formant deux surfaces polies, il laisse réflé-

chir plusieurs fois la lumière en donnant une belle couleur bleu vert.

Les cristaux de gallium décrépitent lorsqu'on les jette dans de l'eau chaude ; des bulles de gaz s'échappent alors. En électrolysant une liqueur au-dessus de + 30 degrés, on obtient un métal pâteux qui se gonfle sous l'eau tiède et offre l'aspect de l'amalgame d'ammonium. En malaxant ce produit dans de l'eau à + 40 degrés, on finit par obtenir du gallium fluide ordinaire.

Le gallium obtenu jusqu'ici contient encore de faibles traces de zinc ; mais on élimine ce dernier métal d'une manière presque complète en agitant longtemps avec de l'eau tiède chargée d'un peu d'acide chlorhydrique.

L'oxyde de gallium est extrêmement soluble dans l'ammoniaque.

MM. Lecoq de Boisbaudran et Jungfleisch ont préparé les chlorure, bromure et iodure de gallium.

Le chlore attaque vivement le gallium à froid. Le composé qui en résulte est presque incolore ; il fond entre 70 et 76 degrés.

L'action du brome est un peu moins énergique.

L'iodure s'obtient en chauffant légèrement.

Ces trois composés sont fusibles et volatils ; le dernier l'est moins que le second, et celui-ci l'est moins que le premier.

#### 4

Deux nouveaux métaux, le *philippium* et le *decipium*.

M. Delafontaine a extrait de la gadolinite et de la samarskite un nouveau métal, auquel il a donné le nom de *philippium*. Les mêmes minéraux lui ont fourni un second métal, le *decipium*, mot dérivé du latin *decipium*, (souci, déception) pour rappeler les difficultés qui ont présidé à sa découverte.

Les caractères du *decipium* sont analogues à ceux des métaux qui l'accompagnent dans le minerai d'où il a été retiré ; mais il présente des caractères propres très tranchés. Son oxyde diffère par sa couleur blanche de l'oxyde de philippium, qui est jaune ; sa large bande d'absorption, située au n° 416 de l'échelle spectrale de M. Lecoq de Boisbaudran, le distingue de la thorine, etc.

En l'étudiant, M. Delafontaine est parvenu à reconnaître des rapports extrêmement intéressants entre son équivalent et celui des autres métaux du même groupe. En effet :

L'équivalent de l' <i>yttrium</i> étant égal à . . .	58
On trouve pour le <i>philippium</i> , 74 ou . . .	$58 + 2 \times 8$
pour le <i>terbium</i> , 98 ou . . .	$58 + 5 \times 8$
pour le <i>decipium</i> , 106 ou . . .	$58 + 6 \times 8$
pour l' <i>erbium</i> , 114 ou . . .	$58 + 7 \times 8$

Il résulte de ces nombres que les idées d'après lesquelles les métaux ne seraient pas précisément des corps simples, mais plutôt des produits de condensation d'un ordre de corps que nous ne connaissons pas encore, sont très-fortifiées par ces rapprochements.

D'un autre côté, on voit que la série n'est pas complète ; il manque un terme entre l'*yttrium* et le *philippium*, et il en manque deux entre celui-ci et le *terbium*, sans compter qu'il peut en exister à la suite de l'*erbium*. Aussi M. Delafontaine insiste-t-il sur ce point, que le *didyme* paraît être un mélange de plusieurs corps qui seraient encore à isoler.

On voit aussi que les métaux de la gadolinite, dont plusieurs étaient révoqués en doute par quelques chimistes, et qui, en tous cas, paraissaient dénués de tout intérêt, acquièrent une importance considérable, puisqu'ils nous fournissent l'un des plus beaux exemples de familles naturelles de corps simples que nous connaissons.

M. Dumas a donné sur l'auteur de la découverte du

*decipium* des détails intéressants. M. Delafontaine, petit paysan dans son enfance, devint maître d'école à Céligny, près de Genève, et remplit ce modeste métier pendant plusieurs années. Il vint alors à Genève, où il donna des répétitions tout à fait élémentaires; et il prit goût à la chimie, en suivant les cours de M. Plantamour et de M. Marignac. Actuellement il est fixé en Amérique, à Chicago, où il s'était installé un laboratoire complet, lorsque le grand incendie qui ravagea cette ville, anéantit sa petite fortune. Obligé de recommencer sur de nouveaux frais, M. Delafontaine, privé de la plupart des grands moyens d'action dont dispose la science moderne, vient néanmoins de mener à bien des travaux qui présentaient des difficultés exceptionnelles.

### 3

#### L'acide persulfurique.

Un nouvel acide du soufre a été découvert, en 1878, par M. Berthelot. La composition de cet acide, qui est représentée par la formule  $S^5 O_7$ , correspond aux acides permanganique et perchlorique.

Cet acide a été obtenu pur et anhydre par l'effluve électrique, à forte tension, agissant sur un mélange d'acide sulfureux et d'oxygène, pris en volumes égaux et rigoureusement secs. Dans ces conditions l'acide sulfurique ne se combine ni à l'oxygène ni à l'ozone.

L'acide persulfurique peut encore être obtenu en dissolution, pendant l'électrolyse des solutions concentrées d'acide sulfurique, ce qui l'a fait confondre avec l'eau oxygénée, avec de l'acide sulfurique concentré et étendu d'une quantité d'eau inférieure à 1 équivalent. La combinaison n'a pas lieu avec de l'acide sulfurique étendu de 2 équivalents d'eau.

Il est à peu près certain que l'acide persulfurique se produit dans d'autres circonstances où l'acide sulfurique concentré se trouve au contact de peroxydes alcalins ou métalliques, et des autres agents oxydants à une basse température.

M. Berthelot a préparé l'acide persulfurique avec son appareil à tubes concentriques. Au bout de huit à dix heures, les surfaces de l'espace annulaire sont recouvertes par des gouttelettes d'un liquide épais et adhérent. Ce liquide s'étale parfois sur la surface du verre, en une couche mince et irisée. En exposant l'appareil à une température voisine de zéro, on voit une cristallisation s'effectuer : ce sont des cristaux grenus et indistincts, ou des aiguilles transparentes, minces, flexibles, longues de plusieurs centimètres, fixées aux parois et assemblées en houppes brillantes.

M. Berthelot a employé, pour préparer l'acide persulfurique, une bobine d'induction d'une grande puissance. Il aurait obtenu plus vite le même résultat s'il avait employé, pour produire les effluves électriques, les appareils au charbon que tout le monde connaît maintenant.

L'aspect général du nouvel acide rappelle celui de l'acide sulfurique anhydre. La tension de sa vapeur est considérable. Il conserve souvent l'état liquide ou imparfaitement cristallin, quoique l'analyse ne montre pas de différence dans sa composition sous ces deux états.

La série des combinaisons du soufre avec l'oxygène actuellement connues est la suivante :

$S^3 O^2$  acide hypersulfureux ;

$S^2 O^4$  acide sulfureux ;

$S^2 O^5$  acide hyposulfurique ;

$S^2 O^6$  acide sulfurique ;

$S^2 O^7$  acide persulfurique.

## 6

La fabrication artificielle des pierres précieuses. — Le rubis, le saphir et le corindon, produits par la voie chimique. — Procédés employés pour cette reproduction, par MM. Frémy et Feil.

La composition chimique de tous les minéraux est aujourd'hui parfaitement connue, et les pierres dites *précieuses* ne font pas exception à cette règle. Aussi les chimistes ont-ils, de très bonne heure, essayé de produire artificiellement les pierres les plus recherchées dans le commerce. Ils sont parvenus, depuis le milieu de notre siècle, à fabriquer non toutes ces substances, mais un grand nombre d'entre elles.

Les travaux de MM. Ebelmen, de Senarmont, Henri Sainte-Claire Deville, Caron, Gaudin, Debray, etc., nous ont appris à reproduire diverses pierres précieuses qui sont des silicates cristallisés. On avait même reproduit artificiellement le corindon, le rubis et le saphir, mais sous un très faible volume. MM. Frémy et Feil ont fait, en 1878, un dernier pas, et un pas très important, dans cette voie. Ils sont parvenus à obtenir en masses considérables le corindon, le rubis et le saphir.

Il est clair que si l'industrie pouvait fabriquer les pierres précieuses, leur prix diminuerait d'une manière extraordinaire. Le corindon, le rubis et le saphir pourraient orner la parure du pauvre comme celle du riche, et l'horlogerie trouverait à bas prix, pour la construction de ses pivots, les pierres dures qui sont aujourd'hui si chères. Seulement il en résulterait, pendant un certain temps, une grave perturbation, ou plutôt un complet bouleversement dans le commerce de la joaillerie.

Cette question, toutefois, ne doit nullement nous préoccuper ici. Le côté scientifique de la production des pierres précieuses est le seul que nous ayons à mettre



en lumière, et nous allons essayer de faire comprendre par quels procédés MM. Frémy et Feil, l'un professeur de chimie au Muséum d'histoire naturelle et membre de l'Institut, l'autre fabricant de cristaux pour l'optique, sont arrivés à produire artificiellement les pierres précieuses dont il s'agit.

Le rubis et le saphir ne sont que l'alumine cristallisée, colorée par quelques traces de substances métalliques diverses; le corindon est de l'alumine cristallisée absolument pure. Il s'agissait donc d'obtenir de l'alumine cristallisée, et d'ajouter à celle-ci les substances colorantes qui communiquent au rubis sa couleur rose et au saphir sa couleur bleue. On devait obtenir ainsi du rubis, du saphir, du corindon en masses suffisantes pour être employées dans l'horlogerie et pour se prêter à la taille des lapidaires.

Voulant se rapprocher autant que possible des conditions naturelles qui ont déterminé probablement la formation du corindon, du rubis et du saphir au sein des roches de l'écorce terrestre, c'est-à-dire voulant soumettre l'alumine à la température la plus élevée pour la faire fondre et cristalliser ensuite par le refroidissement, MM. Frémy et Feil ont emprunté à l'industrie ses fourneaux les plus énergiques afin de produire une température extrêmement élevée, et de prolonger cette température pendant un temps fort long. Ils ont opéré sur des masses considérables; car ils ont agi sur 20 ou 30 kilogrammes de matières, qu'ils chauffaient sans interruption pendant vingt jours.

C'est dans le four de l'usine Feil qu'ont été exécutées les expériences qui exigeaient la plus haute température. Lorsque les essais demandaient une calcination prolongée, on avait recours à un four à glaces de Saint-Gobain.

Voici la méthode qui a fourni la plus grande quantité d'alumine cristallisée.

On commence par former un aluminat fusible. On le

chauffe ensuite au rouge vif, avec une substance siliceuse. L'aluminate se trouve lentement décomposé; l'alumine se dégage de sa combinaison saline, en présence du fondant siliceux. Une fois mise en liberté, cette alumine cristallise.

La cristallisation de l'alumine peut être attribuée à diverses causes, soit à la volatilisation de la base qui était unie à l'alumine, soit à la réduction de cette base par les gaz du fourneau, soit à la formation d'un silicate fusible qui, par la combinaison de la silice avec la base, isole l'alumine, soit enfin à un phénomène de *liquation* qui produirait un silicate fusible et de l'alumine peu fusible.

Quoi qu'il en soit de l'explication théorique, le déplacement de l'alumine par la silice paraît être le procédé le plus sûr pour obtenir l'alumine cristallisée. Plusieurs aluminates fusibles se prêtent à cette décomposition; mais celui qui jusqu'à présent a donné les résultats les plus nets, est l'aluminate de plomb.

Lorsqu'on place dans un creuset de terre réfractaire un mélange, à poids égaux, d'alumine et de minium (bioxyde de plomb) et qu'on le calcine au rouge vif, pendant un temps suffisant, on trouve dans le creuset, après le refroidissement, deux couches différentes. L'une est vitreuse et formée surtout de silicate de plomb, l'autre est cristallisée et présente souvent des géodes remplies de beaux cristaux d'alumine. Les parois du creuset concourent à l'opération par la silice qu'elles contiennent. Ces parois sont toujours amincies et souvent percées par l'oxyde de plomb. Aussi, pour éviter la perte du produit, opère-t-on ordinairement dans un double creuset.

L'expérience ainsi conduite donne des cristaux blancs d'alumine, qui constituent le corindon. Lorsqu'on veut obtenir des rubis, c'est-à-dire des cristaux d'alumine de couleur rose, on ajoute au mélange d'alumine et de minium 2 à 3 pour 100 de bichromate de potasse.

Pour obtenir le saphir, on prend une petite proportion d'oxyde de cobalt, mélangée à une trace de bichromate de potasse, et l'on obtient de magnifiques cristaux bleus, c'est-à-dire du saphir artificiel.

Les cristaux de rubis ainsi obtenus par la voie chimique sont ordinairement recouverts de silicate de plomb, qu'on enlève de différentes manières, soit par l'action de l'oxyde de plomb fondu, soit par l'acide fluorhydrique, soit par la potasse en fusion, soit enfin par une calcination prolongée dans l'hydrogène, suivie de l'action des alcalis et des acides.

Dans certains cas, on trouve dans les géodes des cristaux presque purs, et qui présentent tous les caractères des corindons et des rubis naturels. Ils en ont la composition, l'éclat adamantin, la dureté, la densité et la forme cristalline.

Les beaux échantillons de corindon, de rubis et de saphir que nous avons pu examiner, avaient été produits, non avec l'aluminate de plomb, mais avec le fluorure d'aluminium. Si l'on soumet à une température rouge, pendant plusieurs heures, un mélange, à poids égaux, de silice et de fluorure d'aluminium, par la réaction mutuelle de ces deux corps, il se dégage du fluorure de silicium: on obtient un corps cristallisé, qui paraît être du *disthène*, ou silicate d'alumine.

L'alumine mise en liberté par la décomposition du fluorure d'aluminium, cristallisée par le refroidissement, donne le corindon, ou le saphir, et donne le rubis, si on l'a mélangée de substances minérales colorantes appropriées.

Il paraît que le fluorure d'aluminium est le composé le plus efficace pour ce genre de fabrication. Les auteurs semblent aujourd'hui préférer ce dernier composé à l'aluminate de plomb.

MM. Frémy et Feil continuent leurs recherches sur la production des pierres précieuses par des procédés chimiques.

Hâtons-nous de dire, pour dissiper les doutes que l'on a voulu élever à cet égard, que le rubis, le corindon et le saphir obtenus par ces procédés ont le volume et toutes les qualités requises par le commerce de la joaillerie, et que ces pierres précieuses artificielles seront certainement utilisées par l'horloger et le joaillier. On les obtient en masses volumineuses, et leur dureté, leur transparence sont entièrement comparables à celles du corindon et du saphir naturels.

MM. Frémy et Feil, qui s'étaient proposé un but tout scientifique, n'ont pas hésité à mettre leur découverte dans le domaine public. C'est un désintéressement auquel il faut applaudir. En effet, les procédés imaginés par ces chimistes étant connus, [ne peuvent manquer d'être perfectionnés encore par les recherches ultérieures qu'ils provoqueront de la part des industriels. La voie est ouverte, bien tracée, bien aplanie, il n'y a plus qu'à y marcher, et bientôt toutes les pierres réputées d'une valeur inestimable pourront s'obtenir à bas prix, au grand avantage de leur diffusion dans le commerce de la bijouterie et dans les travaux de l'horlogerie.

La fabrication artificielle du diamant subsiste seule aujourd'hui pour exercer la sagacité des chercheurs. Mais il ne faut pas désespérer de voir la chimie fabriquer, par un procédé artificiel, le plus beau joyau de tous les temps, qui n'est, on le sait, que du carbone cristallisé. On vient d'obtenir l'alumine cristallisée dans le creuset d'un laboratoire. Pourquoi n'obtiendrait-on pas le carbone cristallisé par un moyen analogue? Le carbone, il est vrai, est un corps simple, et on ne lui connaît aucun dissolvant ni par le feu ni par la voie humide. Sa cristallisation est donc un problème beaucoup plus compliqué que celui dont la chimie nous a offert en 1878 une si brillante solution à l'égard des *pierres précieuses*.

## 7

Le diamant artificiel : recherches de J.-N. Gannal sur la production artificielle du diamant par la décomposition du sulfure de carbone.

Comme suite naturelle au travail qui précède, nous devons placer ici un très intéressant souvenir des tentatives faites par la chimie pour la fabrication du diamant.

Nous avons sous les yeux une notice très originale publiée par MM. Gannal fils. On y trouve exposées les recherches dues à J.-N. Gannal père, concernant l'action du phosphore sur le sulfure de carbone.

Ces observations, comme on va le voir, sont d'une date ancienne ; mais elles présentent un grand intérêt.

Le 3 novembre 1828, J.-N. Gannal communiquait à l'Académie des sciences le résultat de ses recherches sur la production du diamant par le sulfure de carbone et le phosphore. Vauquelin et M. Chevreul furent nommés commissaires ; mais aucun rapport ne fut fait sur ce mémoire, dont le manuscrit même n'est pas resté aux archives de l'Académie.

Cependant divers recueils qui paraissaient à cette époque parlèrent du travail de Gannal. Les fils de ce savant ont retrouvé récemment le brouillon du manuscrit disparu, ainsi qu'une épreuve de ce travail, qui devait paraître dans le tome VII des *Mémoires de la Société linnéenne de Paris*. Ce mémoire n'a jamais paru. L'épreuve a été déposée à l'Académie des sciences, et elle a été publiée textuellement en 1878.

Ce court historique était nécessaire pour expliquer le silence absolu qui a été gardé jusqu'ici sur le mémoire que nous allons résumer.

Gannal obtenait le diamant, c'est-à-dire le carbone pur cristallisé, en traitant le sulfure de carbone par le phosphore.

Gannal commence par préparer le sulfure de carbone. Il décrit, dans son mémoire, la manière de préparer ce produit par l'action du soufre sur le charbon. On obtient aujourd'hui le sulfure de carbone en grand, dans l'industrie, par le même procédé. Le sulfure de carbone étant obtenu, Gannal le met en contact à chaud, dans un matras de verre, avec du phosphore. Il prend à peu près quantités égales des deux matières, mais un petit excès de phosphore accélère la décomposition. On constate que dans le produit de cette réaction il existe des cristaux assez nombreux, qui ne peuvent être que du carbone pur, c'est-à-dire du diamant, provenant de la décomposition du sulfure de carbone par le phosphore.

Il s'agit ensuite de séparer du phosphore de soufre qui s'est formé, ainsi que du phosphore en excès, les points cristallisés. Gannal passe le tout à travers une peau de chamois. La peau de chamois étant mise dans une terrine à moitié remplie d'eau, la liqueur du matras, dans lequel on a traité le sulfure de carbone par le phosphore, est versée sur la peau. On réunit ses extrémités, et l'on comprime de manière à laisser passer le phosphore de soufre. Le phosphore liquide étant séparé, on ouvre peu à peu la peau, pour laisser dégager la vapeur produite, et l'on plonge dans l'eau la portion qui a été séchée par l'effet de la pression. On évite ainsi l'inflammation du phosphore demeuré libre.

Gannal fit usage d'un autre moyen pour séparer les cristaux. Il plaça la peau de chamois sous une cloche, dont l'air était renouvelé tous les jours pendant près d'un mois. La peau put alors être maniée à l'air libre. Quand on l'eut remise dans ses plis, elle fut lavée dans l'eau pure, puis séchée, et l'examen de sa surface devint facile.

Le produit de la réaction que nous venons de rapporter, présenta de nombreux cristaux qui, exposés aux rayons solaires, réfléchissaient toutes les nuances de l'arc-en-ciel.

Vingt de ces cristaux étaient assez gros pour être enlevés avec la pointe d'un canif; trois autres étaient de la grosseur d'un grain de millet. Ces trois grains furent soigneusement examinés. Ils rayaient l'acier, leur teinte était pure, les feux qui en jaillissaient étaient des plus vifs. C'étaient, en un mot, des diamants.

Leur cristallisation était celle du dodécaèdre; un seul avait cinq côtés de l'octaèdre. Un des diamants fut brûlé, et il ne laissa aucun résidu. Un second fut réduit en poudre, qui jouissait d'un pouvoir réfringent considérable.

Ces expériences furent répétées plus de dix fois; mais, comme il fallait jusqu'à six mois pour en terminer une, J.-N. Gannal s'arrêta.

Avis aux chercheurs et aux amateurs.

### 8

#### Reproduction artificielle de l'orthose.

Pendant longtemps la reproduction des corps de la nature ne put être obtenue dans les laboratoires. C'est tout autre chose aujourd'hui. A chaque instant, on parvient à faire de toutes pièces des corps minéraux et des composés organiques. Nous avons parlé plus haut, avec quelques détails, de la fabrication artificielle des pierres précieuses: le rubis, le saphir et le corindon, obtenus par voie chimique. M. Hautefeuille a produit artificiellement, en 1878, un autre minéral rare et précieux, l'*orthose*.

M. Hautefeuille porte à une température comprise entre 900 et 1000° un mélange d'acide tungstique et d'un silico-aluminate de potasse très alcalin, contenant un équivalent d'alumine pour un équivalent de silice. L'acide tungstique donne du tungstate de potasse, aux dépens d'une partie de l'alcali du silico-aluminate, qui se trouve ainsi ramené à la composition de l'orthose. Ce silicate cristallise comme s'il était soluble dans le tungstate alcalin.

Un mélange de silice et d'alumine peut remplacer le silico-aluminate: c'est alors un tungstate de potasse qui fournit cette base; et pour qu'il soit fusible à 900°, il doit être avec excès acide. La silice, l'alumine et le tungstate de potasse, en contact à cette température, forment de la tridymite, de l'orthose et des feldspaths tricliniques. Si la silice et l'alumine sont dosées exactement, la tridymite et les feldspaths tricliniques disparaissent bientôt, et leurs éléments concourent à l'augmentation des cristaux d'orthose. Au bout de 15 ou 20 jours de chauffe, ceux-ci restent seuls et sont parfaitement déterminables.

Comme le tungstate acide de potasse est soluble dans l'eau bouillante, on met aisément à nu le silicate.

Les quantités d'oxygène de la potasse, de l'alumine et de la silice entrant dans la composition de ce produit sont comme 1 : 3 : 12, proportion qui caractérise les feldspaths les plus riches en silice, l'orthose, le microcline et l'albite. Ces cristaux ont la composition de l'orthose, et sont inattaquables par les acides.

La forme de ce silico-aluminate de potasse peut être rapportée au même prisme que l'espèce naturelle de même composition chimique. Les cristaux se clivent aisément.

Les propriétés minéralisatrices du tungstate de potasse permettent donc de préparer un silicate cristallisé, lequel a la composition et les propriétés chimiques de l'orthose. La forme primitive des cristaux a les mêmes angles, à quelques minutes près, que celle de l'orthose; les propriétés optiques sont celles qui caractérisent le système monoclinique.

Dans les cristallisations effectuées par le tungstate de potasse entre 900 et 1000° on produit donc de l'orthose, et entre les mêmes limites de température le tungstate de soude produit de l'albite. Toutes les conditions se trouvant identiques, c'est donc bien la nature de l'alcali qui détermine le pseudo-dimorphisme dans le groupe de silicates dont il vient d'être question.



## 9

## Reproduction du quartz par la voie sèche.

Le tungstate de soude est un agent minéralisateur de la silice. Les travaux récents de M. Hautefeuille ont mis ce fait en évidence dans plusieurs circonstances. Le même expérimentateur a obtenu la transformation de la silice pulvérulente en quartz, c'est-à-dire en silice cristallisée.

A 750° le tungstate de soude est maintenu en fusion et l'on jette de la silice en grains dans le creuset. Cette température transforme les grains de silice en agglomérations de petits bâtons transparents. La chaleur étant maintenue pendant plusieurs centaines d'heures, il se forme des pyramides doubles hexagonales, qui paraissent diversement colorées quand on les place entre deux prismes de Nicol croisés.

Ces doubles pyramides présentent toutes les propriétés du quartz.

Comme la cristallisation est excessivement lente à 750°, M. Hautefeuille a opéré autrement.

On traite la silice par le tungstate de soude fondu, en faisant varier souvent la température entre 800 et 950°. La silice se combine avec la soude dans les moments d'échauffement, et dans les moments de refroidissement l'acide tungstique précipite la silice. Au-dessous de 850° environ, la silice prend la forme du quartz, la silice amorphe disparaît en quelques heures; elle est remplacée par des lamelles de tridymite, avec des cristaux microscopiques de quartz interposés. Le nombre de ces cristaux augmente en prolongeant l'action de la chaleur.

## 40

## Composition des gaz qui sortent des foyers métallurgiques.

En recueillant les gaz qui circulent dans la partie la plus chaude des foyers où s'élabore le fer, M. Cailletet a pu, au moyen d'un appareil convenable, établir que la composition des gaz refroidis brusquement diffère entièrement de ceux qu'Ebhelmen avait annoncés.

Les gaz recueillis au-dessus de la grille d'un four à réchauffer, en un point où l'œil ne saurait supporter l'éclat des briques portées au blanc, contiennent :

Oxygène.....	13,15
Oxyde de carbone....	3,31
Acide carbonique.....	1,04
Azote (par différence).	82,50
	<hr/>
	100,00

On trouve aussi dans l'atmosphère oxydante du four un grand excès de charbon divisé, qui se dépose en couche épaisse sur le tube *chaud et froid* servant à l'aspiration.

Dans les usines, les gaz qui sortent des fours à souder, sont habituellement dirigés sous des générateurs, et produisent, sans dépense, le fonctionnement des machines à vapeur. Les gaz se refroidissent promptement contre les parois de la chaudière; et après 15 minutes de parcours ils sont arrivés à une température inférieure à 500°. Voici quelle est alors leur composition :

Oxygène.....	7,65
Oxyde de carbone....	3,21
Acide carbonique.....	7,42
Azote (par différence).	81,72
	<hr/>
	100,00

Cette analyse fait voir que la proportion d'oxygène a diminué de moitié environ. Le refroidissement et l'ex-

inction des gaz mettent un terme à toute réaction. Ces derniers, lorsqu'ils se dissipent par la cheminée d'appel, contiennent encore abondamment des gaz combustibles.

Il est facile de rallumer ces gaz, non employés jusqu'ici, en les faisant circuler sur un foyer et en ralentissant leur mouvement.

C'est pour atteindre ce but que M. Cailletet a fait établir dans ses forges de Saint-Marc (Côte-d'Or) un four de grande dimension, lequel reçoit les gaz à leur sortie du générateur.

Dans ce four, les gaz se ralentissent en s'allumant au-dessus d'une petite grille sur laquelle on brûle des escarbilles ou quelque combustible de faible valeur. On utilise la grande chaleur développée ainsi pour recuire les tôles. Le laminage rend le fer aigre et cassant; il se recouvre d'oxyde adhérent dans les fours de tôlerie. En chauffant pendant 12 heures les feuilles altérées dans des caisses de fonte bien closes disposées dans le four à gaz dont on vient de parler, on constate, après le complet refroidissement, que les feuilles sont devenues parfaitement malléables et que l'oxyde de fer a disparu, laissant les surfaces nettes et brillantes.

On explique très bien cette réduction en se rappelant les expériences sur le passage de l'hydrogène à travers les métaux rougis. En plongeant dans un foyer un tube de fer aplati, l'hydrogène traverse ses parois et leur fait reprendre, en s'y accumulant, leur forme première. Les gaz qui ont pénétré dans de fonte, sous l'influence des parois rougies, sont donc la caisse essentiellement réducteurs et produisent en peu de temps la désoxydation complète des surfaces métalliques.

On peut conclure de ce qui précède: 1° que les gaz sortant des foyers métalliques contiennent encore, même après leur passage sous des générateurs à vapeur, une quantité importante de principes combustibles, et qu'à l'aide des procédés décrits plus haut il est facile de les allumer de nouveau et de les brûler presque complè-

tement ; 2<sup>o</sup> que le passage des gaz réducteurs à travers des parois métalliques rougies, peut recevoir en métallurgie des applications qui ne se bornent pas sans doute au cas particulier rapporté ici.

## 11

### Minerais de bismuth.

Les minerais de bismuth abondent en Bolivie. M. Domeyko nous apprend que les mines qui en produisent des quantités considérables, sont celles de Tazna, de Chorolque, d'Oruro et plusieurs autres des environs de Guaina-Potosi, de Sorata, etc. Le bismuth y est ordinairement associé à l'étain et souvent à l'argent et à l'or.

La présence du bismuth a été également constatée dans quelques localités du Pérou et du Chili, mais en bien moindres quantités.

Les principales espèces de ces minerais peuvent se diviser en trois groupes : *minerais sulfurés*, *oxygénés* et *métalliques*. Deux d'entre elles semblent nouvelles : l'oxysulfure et le chloro-arséniate et le chloro-antimonié.

Les minéraux sulfurés sont : la bolivite, la bismuthine, le sulfure double de bismuth et de cuivre, le sulfure de bismuth riche en argent.

Les minéraux oxydés sont : la taznite, l'oxychlorure ou daubréite, l'oxyde de bismuth hydraté compact et terreux, le silicate de bismuth hydraté.

Le minerai métallique se compose de bismuth natif et de bismuth telluré.

## 12

Découverte d'un gisement important de plomb argentifère dans l'État de Colorado.

L'État de Colorado est encore en proie à la surprise qu'a fait éprouver à ses habitants la découverte d'un

important gisement de plomb argentifère. Le minerai, qui est formé principalement de carbonate de plomb, renferme, dans certaines parties, de 300 grammes à 30 kilogrammes d'argent par tonne. Il ressemble à du sable, et l'on ignorait jusqu'ici sa valeur, de même qu'on a méprisé longtemps le minerai noir d'argent du lac Supérieur.

Les fragments de ce minerai ont un aspect particulier; quelques-uns ressemblent à du minerai de fer. On les trouve quelquefois en lits épais de 6 mètres. On offre actuellement, pour 15 francs la tonne, du minerai qui contient par tonne de 1 à 3 kilogrammes d'argent, et du plomb en plus grande quantité.

Dès que l'existence de ce gisement précieux a été connue dans le pays, et bien que les montagnes fussent encore couvertes de neige, les environs de Ladwille ont été envahis par plus de six cents chercheurs, accourus de tous les côtés.

### 13

Découverte en Prusse d'un nouveau gisement de sels de potasse.

L'industrie a longtemps tiré exclusivement la potasse des cendres de végétaux marins : le *Salsola soda* et les varechs. L'eau de la mer a ensuite fourni à Balard une source de sels de potasse qui paraissait inépuisable. On recueillait les eaux-mères des marais salants, c'est-à-dire le résidu de la cristallisation des eaux de la mer dans les bassins d'évaporation, et, par des traitements chimiques assez compliqués, on parvenait à en retirer du chlorure de potassium, que l'on transformait ensuite en carbonate de potasse. La découverte d'importants gisements de chlorure de potassium naturel à Stassfurt (Prusse) vint arrêter l'essor de la fabrication des sels de potasse par le procédé Balard, qui s'exécutait dans les

salines du midi de la France, aux environs de Cette. La nature fournissant en abondance les sels de potasse, il n'était plus nécessaire de les extraire péniblement des eaux de la mer.

La fabrication de la potasse dans les salines du midi de la France fut donc arrêtée par la découverte des gisements de Stassfurt.

Les dépôts de Léopoldshall ont ensuite été exploités par les fabricants de la Prusse et du duché d'Anhalt. Et voici qu'une nouvelle source de potasse, plus riche encore, vient d'être découverte en Allemagne.

Une société d'explorateurs, dans des sondages effectués au moyen du perforateur à pointes de diamant, a rencontré des couches riches en sels de potasse, dans les environs d'Aschersleben, en dehors du périmètre minier du gouvernement prussien. Trois forages ont été poussés successivement à 300, 310 et 430 mètres ; un quatrième forage est en voie d'exécution. On a trouvé une couche de sels de potasse très pure et d'une grande épaisseur. On a constaté, de plus, l'existence d'un banc de sel gemme, sur lequel se trouveraient les sels de potasse.

Le minerai potassique exploité a reçu le nom de *kainite*.

La première couche de *kainite* que la sonde a traversée, a une épaisseur de 15 mètres ; en quelques points, cette épaisseur va à plus de 30 mètres. L'industrie européenne aura donc là une provision immense et peu coûteuse de sels de potasse.

Les minéraux les plus abondants qui se rencontrent dans ce gisement sont : la *carmallite* (chlorure double de potassium et de magnésium), la *kainite* (sulfate double de potasse et de magnésie unie au chlorure de magnésium), la *kiesrite* (sulfate monohydraté de magnésie), la *polyhalite* (sulfate triple de chaux, de magnésie et de potasse), le sel gemme (chlorure de sodium pur).

Les sels de potasse ordinairement employés dans l'industrie sont les carbonate, chlorate, prussiate, chromate,

azotate, silicate et sulfate, auxquels il faut ajouter, pour les produits en usage dans la pharmacie ou la photographie, le chlorure, le bromure et l'iodure de potassium. Ces divers sels de potasse servent à la fabrication du savon, du verre, du salpêtre, de l'alun et des couleurs. On les emploie encore dans l'impression, le lavage, la teinture, le blanchiment et l'apprêt des tissus et dans une foule d'opérations chimiques.

La découverte d'un gisement naturel de potasse doit donc être considérée comme un événement heureux pour l'industrie, qui verra diminuer le prix d'une matière première fort utile par la variété de ses applications.

#### 14

Origine géologique de l'acide borique dans les *lagoni* de la Toscane.

On discute depuis longtemps sur l'origine géologique de l'acide borique contenu dans les *lagoni* de la Toscane. D'après Brongniart, il existerait une source d'acide borique tout formé au-dessous des terrains sédimentaires. M. Dumas n'admet point l'existence de l'acide borique tout formé. Il croit qu'il existe du sulfure de bore, lequel donnerait, par sa décomposition, de l'acide borique et de l'acide sulfhydrique. Cette hypothèse a été généralement acceptée jusqu'ici. Un géologue qui a fait une étude spéciale des localités de la Toscane d'où l'on extrait l'acide borique, M. Dieulafait, vient d'émettre une opinion différente au point de vue de la géologie et de la chimie.

La source de l'acide borique de Toscane dépendrait, selon M. Dieulafait, d'une formation relativement moderne, c'est-à-dire de la formation tertiaire. La partie du terrain qui est traversée par les *soffioni* correspond à l'horizon marin de cette division géologique. L'acide borique s'y trouve, selon M. Dieulafait, à l'état de borate de

magnésie, et il aurait été déposé dans ces terrains par la simple évaporation spontanée des anciennes mers.

On a toujours expliqué par les phénomènes volcaniques l'arrivée au jour de l'acide borique dans les *lagoni* de la Toscane. Mais, selon M. Dieulafait, l'origine volcanique ne serait pour rien dans la formation de ce corps. Si les phénomènes volcaniques jouent un rôle dans cette circonstance, ce rôle est tout mécanique. Il consiste à produire de la chaleur, laquelle chauffe et volatilise l'eau qui imprègne les terrains. Sous l'influence de l'eau surchauffée, le chlorure de magnésium et le borate de magnésie qui imprègnent les terrains tertiaires, sont décomposés; il se forme de l'acide chlorhydrique et de l'acide borique, et ce corps, ainsi rendu libre, est entraîné jusqu'à la surface du sol par la vapeur d'eau, en formant ces jets de vapeur et d'eau liquide, mélangés d'acide borique, qui constituent les *soffioni*. L'acide chlorhydrique qui accompagne les *soffioni*, pas plus que les autres produits, n'aurait donc point, comme on dit généralement, une origine volcanique. La vapeur d'eau serait dans le même cas : l'eau des *soffioni* proviendrait simplement des infiltrations du sol.

En résumé, d'après ces nouvelles observations, l'acide borique et les substances qui l'accompagnent dans les *lagoni* de la Toscane, ainsi que dans les gisements analogues, seraient des produits exclusivement sédimentaires, dont on pourrait suivre l'origine et le mode de formation par l'analyse des phénomènes ordinaires que présente l'évaporation de l'eau de la mer dans nos marais salants. L'acide borique a existé dans les mers anciennes, et c'est par suite de l'évaporation de l'eau de ces mers qu'il s'est déposé dans les terrains tertiaires, d'où il est élevé au jour par suite des réactions accidentelles que nous venons d'analyser.

L'explication géologique donnée par M. Dieulafait vient s'ajouter aux nombreuses théories que l'on a déjà données pour expliquer la présence de l'acide borique dans les *lagoni* de la Toscane. Elle nous paraît, d'ailleurs, s'ap-



puyer sur des données scientifiques très dignes d'être prises en considération. Le tout est de savoir s'il existe réellement du borate de magnésie dans les terrains sédimentaires de la Toscane. C'est pour la première fois que l'on voit figurer cette substance dans la composition de ces terrains. Il serait donc à désirer que M. Dieulafait mît hors de doute, par des expériences rigoureuses, la présence du borate de magnésie dans ces terrains.

## 15

Les cours d'eau souterrains décelés par des matières salines ou des substances tinctoriales jetées dans les rivières et fleuves.

Le journal *la Nature* a publié un rapport d'un ingénieur français, M. Ten Brinck, sur *l'origine des eaux de l'Aach*, qui renferme la description d'une méthode très originale, et jusqu'ici non soupçonnée, de révéler le parcours réel des eaux souterraines, particulièrement des fleuves et des rivières, quand ils disparaissent pour un certain temps sous la terre. Voici les faits que nous trouvons exposés dans le travail de M. Ten Brinck.

Le Danube, venant de la Forêt-Noire, coule presque dans la direction de l'ouest à l'est, tandis que le Rhin marche parallèlement et inversement depuis le lac de Constance jusqu'à Bâle. La hauteur des deux fleuves au-dessus du niveau de la mer est très différente. Le Danube, dans la contrée dont il s'agit, a une altitude de 650 mètres environ, et le Rhin une altitude de 400 mètres. Il y a donc entre les hauteurs des deux cours d'eau une différence de 250 mètres, et ils sont séparés par une distance de 28 à 30 kilomètres. D'un autre côté, l'Aach est une simple rivière tributaire du lac de Constance. Elle prend sa source près du village du même nom, qui est à 15 kilomètres du Danube, au-dessus de Mohringen, en un point

dont la hauteur est moindre que celle du Danube d'à peu près 150 mètres.

La source de l'Aach est une des plus considérables des pays de plaine de l'Europe. Elle débite en moyenne 5500 litres d'eau par seconde.

Le lit du Danube est un sol calcaire jurassique.

Le calcaire de la vallée du Danube est constitué par des couches irrégulières et diversement inclinées, très friables, stratifiées, fendues et divisées. Le terrain est tellement perméable, que le plus grand nombre de sources et ruisseaux du pays, entre le Danube et l'Aach, se perdent dans le sol et ne reparaissent plus.

On avait remarqué, depuis fort longtemps, que le Danube perd une partie de son eau lorsqu'il coule entre Immendingen et Mohringen. Dans les années sèches, la plus grande partie du Danube disparaissait dans des fentes et dans des trous situés dans le lit du fleuve. Les propriétaires des usines situées sur le Danube, en aval, avaient souvent fait fermer les issues souterraines, pour éviter les pertes d'eau, et les usiniers du cours de l'Aach prétendaient avoir droit à cette eau, laquelle, selon eux, alimente la source de l'Aach.

Ces prétentions et ces intérêts opposés décidèrent le gouvernement badois à demander la preuve que l'eau perdue par le Danube ressort réellement de terre à Aach. Un chimiste-ingénieur, M. Knop, fut chargé de résoudre la question.

M. Knop fit cette recherche par un moyen fort ingénieux. Il fit verser 10 tonnes (10 000 kilogrammes) de sel marin dans le Danube, au lieu où l'eau se perd, et un observateur, placé à la source de l'Aach, fut chargé de recueillir d'heure en heure, pendant plusieurs jours, des bouteilles d'eau de la source. Cette expérience fut commencée le 24 septembre 1877. M. Knop analysa l'eau de ces bouteilles, et y trouva le sel qu'il avait jeté dans l'un des trous du lit du Danube.

M. Ten Brinck a eu l'idée de faire la même recherche,

par un autre mode d'expérimentation. Notre compatriote a remplacé le sel marin que M. Knop avait employé, par une matière colorante mêlée à l'eau. Cette matière colorante artificielle, c'est la *fluorescéine*, que l'on fabrique à Bâle. M. Ten Brinck a constaté que cette matière colorante suffit pour teindre 200 000 fois son volume d'eau.

La *fluorescéine* s'obtient en traitant, à la température de  $+ 190^{\circ}$ , un mélange d'acide phtalique et de *résorcine*. La *fluorescéine* donne naissance à une série de substances colorantes magnifiques, suivant que l'on introduit dans sa constitution du brome, de l'iode ou du chlore.

On fit dissoudre la quantité nécessaire de fluorescéine dans une tourie, de la capacité d'environ 60 litres, et le 9 octobre 1877, à cinq heures après midi, cette dissolution fut versée dans l'eau qui recouvre l'un des trous du lit du Danube, entre Immendingen et Mohringen.

Le 12 octobre au matin seulement, les gardiens placés en observation à la source de l'Aach constatèrent la coloration de l'eau. L'eau teinte par la fluorescéine avait donc mis 58 à 60 heures pour traverser les bassins ou réservoirs souterrains, et reparaitre au jour. La coloration de la rivière était alors superbe. Elle était d'un vert intense qui, au soleil et dans les parties profondes, présentait des reflets phosphorescents, allant du vert au jaune. L'intensité de la coloration augmenta depuis le matin jusqu'au soir de la journée du 12 octobre.

Les habitants du pays n'osaient plus laisser boire l'eau de l'Aach à leurs animaux, craignant un empoisonnement. Mais le 13 octobre au matin la coloration avait beaucoup diminué, et vers trois heures toute coloration avait disparu, après avoir duré 30 ou 36 heures.

Telle est la curieuse expérience faite sur les eaux du Danube. Il est évident que cette méthode trouvera son application en hydrographie pour l'étude des cours d'eau souterrains, et qu'elle conduira pour ce genre d'investigation géologique à des résultats fort utiles.

## 16

Le procédé photographique dit aux *émulsions sèches*.

On appelle *émulsion photographique* la suspension, dans un liquide approprié, d'un sel d'argent insoluble très divisé et sensible à l'impression de la lumière.

En 1853, Gaudin disait déjà : « Tout l'avenir de la photographie semble résider dans un collodion argentifère composant la matière impressionnable, qu'on pourra mettre en bouteille, et étendre sur du verre, du papier ou une toile cirée, etc., pour obtenir immédiatement ou le lendemain des épreuves positives ou négatives. »

Après bien des tentatives pour rendre pratique le *procédé par émulsion*, M. Chardon est parvenu à rendre cette méthode certaine dans ses résultats. Le procédé de M. Chardon a obtenu, en 1878, le prix proposé par la *Société française de photographie*, et a reçu l'approbation de la *Société d'encouragement*.

L'*émulsion sèche* de M. Chardon n'est autre chose que du bromure d'argent pur, mélangé au collodion, c'est-à-dire du collodion contenant dans ses pores du bromure d'argent. Cette substance sèche étant mise dans des flacons que l'on maintient dans l'obscurité, peut être conservée un temps considérable. Pour donner une idée de la durée de sa conservation, nous dirons qu'on a expédié en Chine des flacons contenant cette substance, et qu'au retour en France, après neuf mois de voyage, aucune modification n'a été constatée dans sa sensibilité.

Pour faire des épreuves photographiques avec cette *émulsion sèche*, on en dissout 4 grammes dans 100 centimètres cubes de mélange d'éther et d'alcool absolu, fait à parties égales. On agite, et au bout de vingt-quatre heures de contact, on filtre le liquide, dont on recouvre les

glaces, qu'on met ensuite à sécher. Quand les glaces sont sèches, on peut les employer immédiatement ou plusieurs mois après.

On peut développer l'image tout de suite, ou longtemps après qu'on l'a formée.

Il est facile d'enlever cette image sur une pellicule de gélatine ou sur une feuille de papier, ce qui fait éviter les chances de rupture.

Le caractère principal de ce nouveau procédé photographique, indépendamment de la facilité de manipulation qu'il procure, c'est de rendre extrêmement facile la création du cliché négatif sur verre, même dans les circonstances les plus défavorables.

## 17

Emploi du chlorure de méthyle pour la production économique de basses températures, et pour la fabrication de matières tinctoriales.

Il est un produit chimique à peine connu il y a quelques années, et qui tend à prendre une grande importance comme matière industrielle. Nous voulons parler du chlorure de méthyle, qu'un chimiste, M. Vincent, est parvenu à extraire avec abondance des résidus de la distillation des mélasses de sucre de betteraves.

M. Vincent a commencé par appliquer le chlorure de méthyle à la production économique de basses températures. On a ensuite découvert que ce même produit peut donner, étant traité par différents réactifs chimiques, de magnifiques matières colorantes, analogues aux couleurs d'aniline et de méthylamine.

Nous avons déjà parlé, dans le chapitre *Physique* (page 83) de l'emploi du chlorure de méthyle pour la production de basses températures. Nous ne reviendrons pas

sur ce sujet, et parlerons seulement ici de l'application du chlorure de méthyle à la fabrication de nouvelles matières tinctoriales.

Ces nouvelles matières colorantes sont analogues à celles de l'aniline. En effet, la *méthylaniline*, le *violet de méthylaniline*, le *violet Hofmann*, le *vert de méthylaniline*, la *méthyl-diphénylamine*, l'*éosine méthylée* et d'autres substances colorantes, dans lesquelles le méthyle joue le rôle principal, trouvent aujourd'hui dans le chlorure de méthyle un agent générateur qui remplace avantageusement les autres composés méthyliques, pour obtenir les couleurs que nous venons d'énumérer. Les couleurs méthyliques obtenues par ce moyen auraient, au point de vue de l'hygiène, cet avantage qu'elles feraient disparaître les dangers d'explosion qui sont la conséquence de la fabrication du nitrate de méthyle en usage aujourd'hui pour produire les couleurs méthyliques.

C'est dans les produits condensés de la distillation des mélasses de betteraves, produits qui étaient perdus jusqu'à ce jour dans les usines, que M. Vincent a trouvé une source abondante d'alcool méthylique. En même temps, il constatait la présence, dans le même produit, de quantités notables de triméthylamine, d'acides homologues de l'acide acétique et de nitrites.

A l'usine de Courrières, on extrait tous les jours, outre le salin de potasse provenant de la calcination du résidu de l'évaporation des mélasses de betteraves, 1600 kilogrammes de sulfate d'ammoniaque, 100 kilogrammes d'alcool méthylique, et 1800 kilogrammes d'eaux-mères concentrées, contenant principalement des sels de triméthylamine.

En soumettant le produit condensé de la distillation des mélasses de betteraves à une série de traitements chimiques qu'il serait superflu de décrire ici, on arrive à obtenir pur le chlorure de méthyle, où l'on a trouvé à la fois, comme nous venons de le dire, un agent frigorifique et une source de matières tinctoriales.

Le chlorure de méthyle, malgré sa prodigieuse volatilité, se conserve et se transporte dans des vases de tôle ou d'acier, à la pression et à la température ordinaires.

## 18

## Nouveau réactif pour l'alcool.

M. Jacquemart a découvert, pour reconnaître et doser l'alcool, un nouveau réactif, d'une grande sensibilité. Une dissolution d'azotate de mercure, obtenue en traitant le métal par de l'acide azotique d'une concentration moyenne, tel est le réactif dont il s'agit.

L'action de l'azotate de mercure sur l'alcool du vin est rapide. Elle donne des produits nombreux, et le mercure est en partie ramené au minimum d'oxydation. Si, après la réaction, on ajoute au mélange un peu d'ammoniaque, on obtient un précipité noir, d'autant plus foncé que l'alcool du vin est en plus forte proportion. L'alcool méthylique et les autres liquides analogues ne donnent pas de précipité noir avec l'ammoniaque.

M. Jacquemart a fait construire une boîte portative pour contenir les appareils et les réactifs nécessaires, ainsi que l'instruction sur la manière de s'en servir dans les différents cas.

La quantité de liquide alcoolique sur laquelle on opère est de 5 à 6 centimètres cubes. Quand il est coloré, comme le vin rouge, il faut le décolorer préalablement avec du noir animal. S'il contient des essences ou autres matières insolubles dans l'eau, qui pourraient donner une coloration avec le sel de mercure, on le mélange avec de l'eau salée, qui détermine la séparation de ces produits, et on n'expérimente que sur le liquide recueilli avec une pipette.

Si le mélange est solide, s'il s'agit d'une pommade, d'un savon, d'une pâte, etc., on prend environ quinze grammes de cette substance, on la malaxe dans un peu d'eau, pour

enlever l'alcool, et l'on traite cette eau comme il a été dit pour les liquides alcooliques.

En employant ce procédé, les employés de l'octroi de Paris, ceux des douanes et des impositions indirectes, sont arrivés à reconnaître des fraudes très-importantes, qui auraient pu leur échapper s'ils n'avaient pas eu à leur disposition ce moyen d'expérimentation.

## 19

Nouvelle méthode pour reconnaître la falsification des vins.

On sait que la falsification des vins par la fuchsine et autres matières colorantes étrangères se décèle aujourd'hui par un moyen assez curieux : la teinture des fils de coton avec le vin soupçonné. Un chimiste teinturier, M. Roth, a formulé avec précision le procédé à suivre pour reconnaître dans les vins blancs et rouges : 1° les matières colorantes ajoutées aux vins ; 2° l'addition au vin des pétiotes colorants de mauve rouge (*althæa*) ; 3° le vin fabriqué avec du glucose, des raisins de Corinthe, de l'eau et de la levure de bière ; 4° le vin *viné*, c'est-à-dire additionné d'alcool et d'eau.

Pour soumettre les vins à ce genre d'essai, il faut, préalablement, saturer le liquide par du carbonate de soude. On commence par prendre du coton imprégné de mordant d'alumine et de fer, puis du coton mordancé à l'oxyde d'étain, enfin de la laine et de la soie non mordancées, et on teint avec le vin suspect les fils de coton, de laine et de soie ainsi préparés.

Il faut noter la quantité de carbonate de soude nécessaire pour saturer 300 centimètres cubes de vin.

Il est indispensable de procéder à des essais comparatifs, en choisissant comme types de vin : le bordeaux, les vins fortement colorés de Narbonne et du Roussillon, le bourgogne, les vins ordinaires du Midi, qui sont moins



colorés, les vins rouges légèrement colorés d'Alsace, le picpoul et les vins blancs d'Alsace.

Ces types donnent les réactions suivantes :

Le bordeaux teint le mordant de fer en brun noir, presque noir.

Le narbonne et le roussillon teignent le même mordant en brun foncé, moins noirâtre que le bordeaux; avec le narbonne les bandes deviennent un peu plus foncées qu'avec le roussillon.

Le bourgogne donne avec le mordant de fer une nuance intermédiaire entre celle du bordeaux et celle des vins du Midi.

Les vins rouges ordinaires teignent les tissus d'une manière moins intense que les types précédents; la bande du mordant de fer est moins foncée.

Les vins blancs d'Alsace produisent des bandes grisâtres, dont la teinte est plus foncée que celle produite par le picpoul.

Le picpoul fait exception, car il ne colore presque pas les tissus. Non saturé, il teint la laine en jaune; saturé, en couleur jaunâtre; tandis que les vins blancs d'Alsace teignent la laine en couleur grisâtre s'ils sont saturés, et avec couleur tartre rouge s'ils ne le sont pas.

Connaissant bien la manière dont les vins naturels dont nous venons de parler se comportent à la teinture, on précède à l'examen des vins que l'on soupçonne avoir été colorés par les pétioles de mauve rouge, vinés ou coupés.

Le vin saturé, contenant 20 0/0 d'eau, teint les tissus de telle manière que les bandes mordancées ne sont pas visibles.

Avec des vins *vinés*, c'est-à-dire alcoolisés et additionnés de beaucoup d'eau, les tissus prennent une teinte encore plus claire qu'avec les vins simplement additionnés d'eau; les parties non mordancées sont mêmes blanches.

Avec les vins *pétiolisés*, c'est-à-dire additionnés de fleurs de mauve rouge, qui sont riches en tannin, les

bandes, après saturation, deviennent beaucoup plus foncées qu'avec le vin naturel.

Dans la teinture du vin blanc artificiel, mélangé de 10 pour 100 de roussillon, la matière colorante du vin rouge se fixe et les bandes se dessinent fortement, que le vin soit saturé ou non.

Les vins naturels, sans exception, teignent, après saturation, les tissus mordancés et non mordancés en gris, où au moins en mauve grisâtre. Dans le cas d'une coloration artificielle, la teinte grise est modifiée, parce que la matière colorante artificielle se fixe avec la teinte qui lui est propre.

On croit communément que le bois de campêche et le bois du Brésil sont employés pour la falsification des vins; c'est une erreur. Pour falsifier les vins par ces matières, il faudrait les neutraliser par le carbonate de soude, et encore n'arriverait-on qu'à la teinte vineuse. Les principales matières employées pour colorer artificiellement les vins sont les mauves, les myrtilles et les cerises. Ces trois substances sont inoffensives; mais il en est autrement de la *phytolacca* et de la fuchsine, qui sont fréquemment employées pour colorer frauduleusement les vins et qui sont d'un usage véritablement dangereux.

La méthode de M. Roth, pourvu que l'on prenne de bons vins pour types comparatifs, donnera rapidement des indications sûres pour reconnaître dans les vins, quels qu'ils soient, la présence de toutes ces substances.

## 20

### Procédé pour reconnaître les vins plâtrés.

L'addition du plâtre aux vins ne constitue pas une fraude. Il a été reconnu que cette matière, qui a pour effet de relever la couleur du vin au moment de la fermentation, n'introduit aucune matière nuisible dans le

vin, car elle n'y laisse qu'un peu de sulfate de potasse, résultant de la réaction du plâtre (sulfate de chaux) sur les sels potassiques naturels du vin. Mais il ne faut pas outrepasser une certaine quantité dans l'addition du plâtre. Une circulaire ministérielle, en date du 16 août 1876, a fixé cette quantité, en posant en principe qu'à l'avenir « il ne sera toléré que deux grammes au plus de sulfate de potasse par litre de vin ».

Comment déterminer facilement et rapidement si un vin ne dépasse pas cette limite de tolérance? M. Marty, pharmacien-major de première classe, professeur au Val-de-Grâce, a fait connaître une méthode répondant parfaitement à cette indication.

On pèse 14 grammes de chlorure de baryum pur, cristallisé; on le réduit en poudre et on l'introduit dans une carafe de 1 litre, avec 50 centimètres cubes d'acide chlorhydrique concentré, et une quantité d'eau distillée suffisante pour avoir 1 litre de liqueur. 10 centimètres cubes de cette solution précipitent exactement 1 décigramme de sulfate de potasse.

Avec une pipette, on prélève 50 centimètres cubes du vin à essayer, qu'on met dans une capsule en porcelaine ou dans un ballon. On fait bouillir, et on y ajoute 10 centimètres cubes de la solution barytique titrée; on chauffe le mélange jusqu'à l'ébullition et on filtre. On essaye le liquide avec une nouvelle dose de solution barytique. Si le vin se trouble de nouveau, c'est qu'il renferme plus de deux grammes de sulfate de potasse par litre; dans le cas contraire, il se trouve dans la limite de tolérance, sauf les réserves que comporte l'examen de ses autres qualités.

Pour savoir si un vin a été préparé sans le secours artificiel du plâtrage, il faut tenir compte de la proportion d'acide sulfurique qui existe *normalement*, à l'état de sulfate, dans tous les vins. Cette proportion est variable, mais elle oscille entre des limites très-rapprochées.

L'analyse a conduit à reconnaître que la quantité d'acide sulfurique monohydraté qui existe *normalement*, à l'état

de sulfate, dans un litre de vin, est de 3<sup>es</sup>,109 (chiffre maximum) à 0<sup>es</sup>,328 (chiffre minimum).

Ces nombres représentent respectivement 194 et 583 milligrammes de sulfate neutre de potasse. On peut donc, par l'addition de 3 centimètres cubes de solution titrée de baryte à 50 centimètres cubes de vin bouillant, précipiter tous les sulfates contenus normalement dans ce vin. En ajoutant une nouvelle quantité de liqueur barytique, on saura si le vin a été plâtré ou s'il est naturel.

## 21

### Moyens de reconnaître les falsifications du beurre.

Par ce temps de prodigieuse augmentation du prix de toutes les denrées alimentaires, il n'est pas indifférent de connaître les procédés pratiques qui ont été récemment proposés pour déceler les altérations, les sophistications du beurre, matière qui a subi, plus que toute autre, un extraordinaire accroissement de prix sur nos marchés.

M. Jaillard d'une part, M. Husson de l'autre, sont les chimistes à qui l'on doit la découverte et la publication des procédés d'analyse ou d'examen ayant pour but de reconnaître les altérations frauduleuses du beurre.

Le procédé de M. Jaillard repose sur les caractères microscopiques propres au beurre frais ou en mottes, comparés à ceux des corps gras d'origine animale qu'on peut mélanger avec le beurre.

Les éléments du beurre soumis à l'examen microscopique, avec un grossissement de 450 diamètres, affectent la forme de globules, dont les dimensions varient d'un centième à un millième de millimètre. Les autres éléments affectent la forme d'arborisations cristallines, provenant de la fusion qu'il ont dû subir.

Pour savoir si le beurre a été falsifié avec des corps

gras, M. Jaillard en met une parcelle entre deux plaques de verre, et l'examine au microscope. Le beurre est-il pur, on ne voit que des globules gras; est-il falsifié, on distingue des arborisations au sein des globules gras.

M. Husson, pharmacien à Toul, s'est occupé de la même recherche par des procédés chimiques.

On a indiqué le point de fusion comme moyen de reconnaître les altérations du beurre; mais le point de fusion du beurre frais est variable, de sorte que cette détermination est assez difficile.

Pour la rendre plus pratique, M. Husson recommande d'opérer comme il suit. On prend plusieurs tubes de même dimension, dans lesquels on pèse 10 grammes d'huile de ricin bien blanche. Dans l'un de ces tubes, on introduit 1 gramme de beurre frais, dans le deuxième 1 gramme d'axonge, dans le troisième 1 gramme de margarine Mouriès, dans le quatrième 1 gramme de suif.

Tous ces tubes sont placés dans un bain-marie, qu'on chauffe progressivement jusqu'à 40°. Le beurre fond et donne un liquide limpide. L'axonge donne une solution trouble. La margarine rend le liquide opalin, à quelque chaleur que ce soit. Le suif reste à l'état solide.

La dissolution du beurre naturel dans l'huile de ricin se fait à 50°. La dissolution d'axonge est transparente. Le suif devient granuleux; mais il se dissout à 70° et la solution est un peu laiteuse. A cette température, et en laissant la chaleur diminuer peu à peu, la solution de suif se fige entièrement à 15°. Les tubes de beurre et d'axonge ont la consistance du glycérolé d'amidon. A 9°, l'axonge est solidifiée; la dissolution de beurre est encore filante; il en est de même de la margarine.

Ces mélanges, traités à froid par l'alcool au titre de 90°, donnent des émulsions laiteuses, contenant des flocons blancs.

Le résidu qu'on obtient après avoir filtré, étant lavé à l'alcool, est mis à sécher dans un courant d'air sec. Le suif donne un dépôt de 1<sup>er</sup>,2; il a donc été totale-

ment précipité en retenant quelque chose de l'huile de ricin. Le résidu du beurre pèse 7 décigrammes, celui de l'axonge 6 décigrammes. La margarine ne donne pas de dépôt, le mélange reste opalin.

On voit que le mélange du beurre avec l'axonge ou avec le suif change sa solubilité dans l'huile de ricin.

M. Husson recommande, comme plus nettes encore, les réactions qui suivent :

On place 1 gramme des substances précédentes dans un tube à réactif, avec 10 grammes de glycérine ; on fait fondre ce mélange à la lampe à alcool, et on l'agite fortement. L'émulsion produite se sépare lentement ; on la traite par un mélange de 10 grammes d'alcool au titre de 90° et d'autant d'éther au titre de 66°, et l'on introduit le tout dans une fiole, que l'on plonge dans un bain-marie, à la température de 25°. Le repos détermine la séparation du liquide en deux couches presque égales. La couche inférieure est de la glycérine, avec une partie de l'alcool ; la couche supérieure est formée d'alcool et d'éther. En opérant avec du beurre pur, aucun dépôt ne se forme entre les deux couches. La couche supérieure est un peu teintée en jaune, l'inférieure est faiblement opaline ; cet effet est d'autant plus marqué que le beurre contient plus de lait.

Le beurre de margarine donne les mêmes résultats ; mais la couche inférieure n'est pas opaline comme celle qui précède, sa couleur est le jaune sale.

L'axonge laisse un dépôt à demi fluide.

Les matières féculentes ajoutées frauduleusement au beurre laissent aussi un dépôt entre les deux couches, sans produire une teinte bleue par l'addition de teinture d'iode. En ajoutant 40 grammes d'eau et en agitant, la teinte bleu-noir se montre alors entre les couches.

Les fioles retirées du bain-marie montrent de légers flocons blancs, à 20 ou 18°, quand on agit sur le beurre naturel. Avec le temps, ce dépôt se divise en deux : l'un va au fond, l'autre nage à la surface.

L'examen microscopique montre, avec le premier dépôt de suif, des cristaux de stéarine, petites masses rondes ou elliptiques, d'où partent des aiguilles.

L'axonge offre des sortes de cellules, globules gras à demi figés et comprimés.

Le beurre frais laisse voir de longues aiguilles de margarine, fluxueuses et contournées, se réunissant en faisceaux. Le beurre fondu donne des aiguilles beaucoup moins longues.

La matière glaireuse déposée au fond du vase, par le refroidissement, vers 18 ou 20°, ainsi que nous l'avons dit, étant examinée au microscope, présente de nombreux fragments de tissus végétaux et animaux, ainsi que des débris de matières colorantes. Les débris de curcuma ont la forme de petites granulations. Le safran offre des débris jaunes, des fibres et des cellules jaunes. Le rocou montre des plaques d'un jaune roux. Le jus de carotte laisse une masse de fragments avec l'aspect d'aiguilles brisées.

Tels sont les moyens qu'on peut employer pour opérer l'analyse qualitative du beurre. Pour faire l'analyse quantitative de cette matière, il faut prendre des précautions et exécuter diverses opérations de chimie dont les détails ne sauraient trouver ici leur place. Nous avons voulu seulement, par le résumé qui précède, mettre le lecteur en état de reconnaître lui-même si un beurre est pur ou mélangé d'autres corps gras. Avec un peu d'attention, il n'est personne qui ne puisse pratiquer les manipulations fort simples que nous avons décrites.

## 22

Recherches chimiques sur la transformation de la caséine du lait  
en fromage.

Il est assez étrange que la chimie n'ait pu jusqu'à ce jour expliquer d'une manière satisfaisante la transfor-

mation en fromage du caséum du lait, du *caillé* selon le terme ordinaire. En d'autres termes, la théorie chimique de la production du fromage est encore à découvrir. On possède seulement quelques observations de Payen, qui constata que, dans la lente transformation du caséum en fromage, la matière grasse du lait ne paraît jouer aucun rôle, car elle se trouve à peu près dans la même quantité dans le fromage et dans le caillé d'où il provient.

Une mission ayant été confiée à M. Duclaux, par le ministre de l'agriculture et du commerce, pour étudier sur place les procédés de l'industrie fromagère du Cantal et les améliorations qu'on pourrait y apporter, ce chimiste s'est livré à quelques études, qui jettent un certain jour sur la nature des fromages et les dérivés chimiques du caséum.

M. Duclaux a d'abord vérifié l'exactitude de l'observation de Payen, à savoir que la matière grasse du lait ne joue qu'un rôle extrêmement restreint dans la formation des fromages. Les proportions de matière grasse varient, en effet, très peu entre l'un et l'autre état. Seulement, la matière grasse subit une saponification, qui n'atteint jamais 10 pour 100 dans les fromages mûris sous l'action des mucédinées. Le goût de la matière grasse change un peu, mais ses proportions restent à très peu près les mêmes.

Il résulte des observations de M. Duclaux que le fait essentiel de la transformation du caséum du lait en fromage, c'est le passage graduel du caséum, insoluble dans l'eau, à l'état d'albumine soluble dans ce liquide, ou plutôt d'*albumines solubles*, car il a deux substances de cette famille.

L'une de ces *albumines* est coagulable à chaud, et par conséquent analogue à celle de l'œuf; l'autre a pour caractère distinctif sa solubilité dans l'eau chaude et dans les acides étendus; mais elle donne, comme la première, un précipité par le tannin, le sous-acétate de plomb, le



sulfate de cuivre, l'acide chromique, l'alcool, les solutions acides de cyanure jaune de potassium et de bichlorure de mercure.

Pendant la maturation des fromages, ces deux albumines remplacent peu à peu le caséum. Elles se dissolvent dans l'eau qui imbibe le produit, et contribuent ainsi à le rendre demi-transparent et mou, à lui donner la qualité fondante dans la bouche. La transformation de la caséine en albumine exige du temps; c'est pour cela que la fabrication des fromages demande toujours plusieurs mois.

M. Duclaux explique la conservation difficile du fromage du Cantal par son mode de fabrication. C'est à froid qu'on le fabrique, et il reste toujours dans le caillé une certaine proportion de sucre de lait. Pour se débarrasser de ce sucre, on abandonne la masse caséuse à la fermentation, provoquée par l'eau de la macération de la caillette de veau qui a servi de présure. Cette fermentation est le plus souvent lactique, quelquefois alcoolique. En prenant la pâte à temps, on enlève une quantité notable d'acide lactique; mais il en reste toujours, et cet acide lactique, se transformant en acide butyrique, si l'humidité favorise sa production, le fromage est altéré ou perdu.

Ainsi, transformation du caséum en albumine, telle serait, d'après l'auteur, la modification chimique qui donne naissance au fromage du Cantal, quand le lait caillé est abandonné à la fermentation naturelle. Il est probable que ce fait est général, et que l'on aura ainsi la clef de l'origine du fromage sous les différentes formes commerciales qu'on lui connaît.

---

## ART DES CONSTRUCTIONS

### 1

Le chemin de fer aérien de New-York; son état actuel. — Mode de construction de la voie. — Avantages et inconvénients de ce système de transport.

Comme Lyon, New-York est resserré entre deux rivières, qui le rendent beaucoup plus long que large. Il est résulté de cette disposition une séparation entre les quartiers du travail et ceux du logement. Il arrive souvent que, pour aller à son bureau ou à son magasin, l'habitant de New-York est obligé de parcourir jusqu'à douze kilomètres. Or, en Amérique, plus que partout ailleurs peut-être, la valeur du temps est appréciée et estimée argent comptant. Aussi les projets de modes nouveaux de locomotion destinés à abrégér le temps du parcours à l'intérieur de la ville n'ont-ils jamais fait défaut à New-York.

Depuis bien des années, on jugeait nécessaire de créer des chemins de fer aériens, c'est-à-dire portés sur des arcades, afin de circuler comme à vol d'oiseau, en passant par-dessus tous les obstacles qui allongent la circulation. On avait également proposé de créer des chemins de fer souterrains, à l'imitation de ceux de Londres; mais leur construction aurait demandé un temps beaucoup trop long et des dépenses excessives. On décida alors l'exécution de *chemins aériens*, qui demandent une mise de capitaux moindre et peuvent être improvisés en quelques mois.

On construisit d'abord une route aérienne rue Greenwich. On s'était d'abord arrêté à l'idée de tirer les wagons par un câble sans fin et par des machines à vapeur fixes; mais on se décida à mettre en fonction de petites locomotives. Les trains partaient à de longs intervalles et ne donnaient que de petits bénéfices.

Depuis trois ans environ, la ligne de parcours s'est étendue de la Batterie jusqu'au Parc central, et il a fallu construire des stations intermédiaires et de nouvelles gares, afin de multiplier le nombre des trains. En ce moment, on s'occupe d'étendre tout autour de la ville le réseau du chemin de fer aérien.

Le journal *la Nature* a publié deux dessins représentant le chemin de fer aérien de New-York et a donné la traduction d'un article de *l'Illustrated Christian Weekly* relatif à ce sujet. Nous emprunterons à *la Nature* la description du chemin de fer aérien.

Il est bien clair qu'on ne peut arriver aux stations qu'en montant des escaliers. Celle de la Batterie domine un chemin qui se dirige en ligne courbe sur la rue Greenwich. De ce point, on voit au-dessous de soi maisons, tramways, voitures, piétons, etc. En continuant de monter le long de ce chemin jusqu'à la 59<sup>e</sup> rue, on arrive à la salle d'attente de la station.

Le billet que l'on prend avant d'entrer dans le wagon se paye 55 centimes (5 cents), pour une distance quelconque. Une porte à coulisse s'ouvre et l'on entre dans un wagon moins long et un peu plus étroit qu'un wagon de chemin de fer, assez semblable, par conséquent, par sa forme, à nos voitures de tramways, et l'on part bientôt, avec un mouvement très-doux. La courbe décrite autour de la Batterie permet de jouir, par une échappée, du beau panorama de la baie de New-York. Le train s'arrête à la station de la rue Morris. Les portes de la station s'ouvrent, pour laisser ou prendre des wagons, et le train reprend sa marche.

Si, de la hauteur à laquelle on voyage ainsi, on regarde

dans la rue qui s'étend au-dessous de soi, on éprouve irrésistiblement la crainte d'un déraillement. Cependant un malheur de ce genre n'est guère possible. Si l'on examine la voie ferrée, on voit en dehors des rails une poutre massive solidement fixée aux attaches, et dépassant les rails d'une hauteur de 15 centimètres. C'est un *garde-fou* capable de repousser une roue qui viendrait à dérailler. Dans de nouvelles sections du chemin, la voie sera protégée par deux poutres semblables, par un revêtement en charpente très-large et très-solide en dehors des rails, et en dedans par un revêtement plus petit.

En arrivant à la rue Greenwich et à la 9<sup>e</sup> avenue, on voit travailler activement à la pose d'une autre voie, de sorte que bientôt il existera sur toute la ligne une double rangée de rails, et que les trains seront beaucoup plus nombreux.

La double voie du côté de l'ouest de la ville est presque entièrement pavée, et celle de l'est avance rapidement. La voie sera probablement terminée jusqu'à la rivière de Harlem avant l'hiver.

Le train s'arrête à la 59<sup>e</sup> rue. Le trajet a duré près d'une demi-heure, depuis la Batterie. Avec les voitures ordinaires, il aurait fallu près d'une heure, et le temps du parcours sera encore abrégé lorsque la double voie sera construite.

« C'est un voyage agréable, dit *la Nature*, sans poussière, et avec de l'air et de la lumière à discrétion. »

On va de la 9<sup>e</sup> avenue à la 6<sup>e</sup>, en longeant le Parc central. A la 6<sup>e</sup> avenue on traverse une des extrémités actuelles du chemin Gilbert. Cette voie est maintenant en exploitation de Rector-street à Central-Park sur un espace d'environ 5 milles. Ce chemin traverse la 6<sup>e</sup> avenue, la 3<sup>e</sup> rue de l'Ouest, la 5<sup>e</sup> avenue du Sud, West-Broadway et New-Church-street. Une section va être construite dans le quartier est de la ville, par les 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> avenues, jusqu'à la rivière de Harlem, qu'il côtoiera jusqu'aux

8<sup>e</sup> et 9<sup>e</sup> avenues, où l'on pourra reprendre le chemin de fer aérien de New-York, pour revenir à Central-Park.

Lorsque l'ensemble du système sera complet, il y aura deux chemins, qui se réuniront sur deux ou trois points, et qui formeront à toute l'île de New-York un chemin de fer de ceinture.

Le réseau des chemins de fer aériens embrasse déjà plus de 32 kilomètres.

Nous donnerons, d'après un journal de New-York (le *Railroad Gazette*), quelques renseignements sur le mode de construction de ce système de voies ferrées aériennes. Nous parlerons seulement des dispositions adoptées par la *Compagnie Gilbert* pour la ligne de West-Broadway et celle de la 6<sup>e</sup> avenue.

C'est sur le bord des rues les plus larges et des avenues que la voie du chemin de fer est posée. Elle est supportée par des colonnes de fonte, qui laissent au-dessous du tablier de la voie l'espace libre à la circulation.

Broadway est la grande artère commerciale de New-York; sa chaussée est large de 15 mètres. Les colonnes destinées à soutenir le tablier de la voie au-dessus du sol ont donc été placées, non sur la chaussée, mais sur les trottoirs, près des bordures, à des distances de 16 mètres chacune. Chaque ligne de rails repose sur une poutre de 15<sup>m</sup>,50 de portée sur 1<sup>m</sup>,83 de hauteur. Les poutres transversales sont en treillis, à intersection simple, de 1<sup>m</sup>,83 de hauteur. Toute cette construction est assemblée à rivets, contrairement à ce qui a lieu ordinairement dans les travaux américains.

La superstructure a été combinée pour résister à un effort de 2750 kilogrammes par mètre de voie; savoir, 520 kilogrammes de poids mort et 2230 kilogrammes de charge roulante. Les semelles supérieures des poutres travaillent à raison de 2<sup>kil</sup>,800 par millimètre carré; les semelles inférieures à 3<sup>kil</sup>,50; les contre forts à 5<sup>k</sup>,60.

Pour la ligne de la 6<sup>e</sup> avenue, on a placé la charpente métallique au milieu de la chaussée, en laissant de chaque

côté des trottoirs une espace de 5<sup>m</sup>,20. Les colonnes sont espacées transversalement de 7 mètres; longitudinalement, elles sont distantes de 15<sup>m</sup>,06. Les colonnes montent jusqu'en haut des poutres longitudinales.

Ces pièces sont formées de quatre fers méplats de 0<sup>m</sup>,30 de largeur sur 0<sup>m</sup>,15 d'épaisseur, réunis par quatre cornières. Les poutres longitudinales sont en treillis de 1<sup>m</sup>,90 de haut avec assemblage par goujons. Les poutres transversales sont en tôle de 0<sup>m</sup>,008 d'épaisseur. Le panneau du milieu est en treillis. Ces poutres sont solidement reliées aux colonnes et aux poutres longitudinales.

C'est le 25 avril 1878 que les premières voitures, au nombre de vingt, ont été mises en circulation sur le chemin de fer aérien de la Compagnie Gilbert. Ces voitures, qui ont 13<sup>m</sup>,50 de longueur, contiennent 40 personnes, et sont pourvues de roues en papier durci, avec bandages d'acier, et des freins Westhing-House. Elles sont tirées par des locomotives du poids de 6 tonnes et font 48 kilomètres à l'heure.

Un chemin de fer aérien à double voie coûte, en moyenne, 625 000 francs le kilomètre, tandis qu'un chemin de fer souterrain exécuté dans une grande ville coûterait 6 millions par kilomètre, sans les stations ni le matériel.

Les lignes ferrées traversant les rues et avenues ne sont pas sans présenter divers inconvénients, ni sans soulever des critiques. Les adversaires de ce système leur reprochent la gêne considérable qu'il occasionne dans les passages des rues étroites, la frayeur que le bruit cause aux chevaux, et les embarras résultant pour la circulation des piliers placés dans certaines rues.

On peut dire cependant que ces piliers, soutiens de constructions gigantesques, mais relativement solides et légères, ne blessent pas la vue, et qu'en certains points leur effet est même pittoresque. Mais, vu les services qu'ils leur rendent, les habitants de New-

York leur pardonnent quelques défauts et inconvénients.

L'inconvénient qui paraît le plus sérieux, c'est celui qui résulte de la marche des trains. Le bruit occasionné par les trains et la répercussion du son envoyé par tous les piliers métalliques qui supportent la voie, sont intolérables, dit le *New-York Herald*. Il y a là une série de vibrations et de ricochets d'ondes sonores qui affectent très péniblement les nerfs des riverains. Quelques médecins de New-York se sont même attachés à énumérer les maux qui doivent résulter, pour la population, de l'établissement de ce nouveau chemin de fer. D'après eux, le bruit infernal auquel sont exposés les habitants du voisinage, lors du passage des convois, aura une influence fâcheuse sur leur santé. Il en résultera une fatigue extrême, de l'insomnie, des maladies du cerveau, des méningites, etc.

M. Edison, l'inventeur du phonographe, l'oracle scientifique de New-York, a été chargé d'étudier le mal et de trouver un moyen d'atténuer le bruit des vibrations produites par les trains. Ces craintes nous paraissent exagérées. On se fera au bruit, et l'on restera en possession d'un moyen rapide de communication, qui aura l'avantage de dégager la voie publique de la circulation des voitures.

Si les chemins de fer aériens donnent à New-York les bons résultats que l'on est en droit d'en attendre, on pourrait songer à faire l'essai de ce système à Paris et dans nos grandes villes de France, Lyon, Bordeaux, Lille, Marseille. Les tramways, dont le réseau se multiplie sans cesse à Paris, ont toutes sortes de charmes et d'avantages pour le public qui en fait usage; mais ils entravent terriblement la circulation, et les accidents qu'ils occasionnent dans les rues populeuses deviennent chaque jour plus fréquents. Si l'on créait à Paris un chemin de fer aérien, à l'imitation de celui de New-York, on rétablirait la libre circulation dans les rues des voitures et des piétons.

## 2

## Projet d'un chemin de fer souterrain à Paris.

On sait que l'administration de la ville de Paris, d'après le vœu du Conseil général, a fait étudier un tracé de chemins de fer sous Paris, reliant les cinq grandes voies ferrées qui rayonnent vers la province.

Le projet de ce tracé, approuvé par le Conseil général des ponts et chaussées et adopté par le Ministre des travaux publics, a pour conclusion de créer trois grandes lignes aboutissant en sous-sol dans le jardin du Palais-Royal.

Une subvention de 106 millions devrait être fournie par l'État, le département et la ville de Paris.

La gare centrale, construite à 7 mètres au-dessous du sol, serait située dans le jardin du Palais-Royal, près de l'angle des galeries Montpensier et d'Orléans.

De cette gare partiraient :

1° Une ligne se dirigeant vers la Bourse, l'Opéra, la gare Saint-Lazare et la station des Batignolles, où elle correspondrait avec toutes les lignes de l'ouest, de la banlieue et de ceinture.

2° Une ligne se dirigeant vers les Halles, avec gare devant Saint-Eustache; puis, suivant la rue Turbigo, le boulevard de Sébastopol, avec gare à la rencontre du boulevard Saint-Denis, et le boulevard de Strasbourg jusqu'à la gare de l'Est. De cette station, une courbe conduirait à la place Roubaix, où elle aboutirait à la gare du Nord.

Un embranchement se détachant de la station du boulevard de Sébastopol gagnerait la gare de Lyon et celle de Vincennes.

Un autre embranchement se détacherait du boulevard Bourdon et, passant sous la Seine, aboutirait à la gare



d'Orléans, où il aurait une gare importante au boulevard de l'Hôpital.

3° Une ligne passant sous la place du Carrousel, puis sous la Seine, arriverait à la place Saint-Germain des Prés; elle suivrait la rue de Rennes, avec station à la gare Montparnasse, gagnerait le chemin de fer de Sceaux et aboutirait à la gare de Gentilly pour se relier au chemin de chemin de ceinture.

Outre ces trois principales lignes, il y aurait, sur la rive gauche, une ligne allant de la gare d'Orléans à l'Entrepôt des vins, quai Saint-Bernard, à l'École polytechnique, rue Monge, toucherait à la place Saint-Germain des Prés, et aboutirait tout près du quai d'Orsay, à Grenelle.

### 3

#### Expériences sur la traction des tramways faites en 1878.

En 1878, la traction des tramways s'est effectuée, à titre d'expérience, avec la vapeur et avec l'air comprimé.

La traction à vapeur qui avait été expérimentée en 1877 sur la ligne du boulevard Montparnasse à la Bastille, a été abandonnée en 1878, à cause des accidents qui se produisaient, le mécanicien ne pouvant arrêter assez promptement la vapeur, dans le cas d'obstacles rencontrés sur la voie.

En revanche, ce même système a été repris sur la ligne des tramways-nord, de l'arc de triomphe de l'Etoile à Courbevoie. On se sert de *remorqueurs à vapeur*, simples locomobiles chauffées au coke, brevetées par une société suisse qui a ses ateliers à Winterthür, mais qui fait construire ces *remorqueurs pour les tramways* à Paris, par MM. Corpet et Ch. Bourdon, concessionnaires.

Jusqu'ici aucun accident ne s'est produit. On redoute seulement que l'échappement de la vapeur, qui est très considérable et forme un panache haut et continu,

n'effraye les chevaux. Un tramway à vapeur n'est plus un tramway ; c'est un chemin de fer circulant au milieu d'une ville, et l'on comprend les inconvénients qui peuvent en résulter pour la sécurité publique.

La traction des tramways par l'air comprimé a été expérimentée, en 1878, sur la ligne de la place Moncey à Saint-Denis.

Les voitures de ce service ont une de leurs plates-formes réservée au mécanisme du moteur. Sous la caisse de la voiture sont les cylindres, dans lesquels l'air a été emmagasiné, à la pression de 30 atmosphères. La pression dans les cylindres est suffisante pour 16 kilomètres environ. Or l'aller et le retour de la place Moncey à l'usine ne représentent que 11 200 mètres.

La machine à air comprimé ne fait aucun bruit sur son passage. On l'avait d'ailleurs déjà constaté par des expériences antérieures, sur la ligne de l'Étoile à Courbevoie. Elle remorque aisément une voiture contenant 50 places, à la vitesse de 20 kilomètres au maximum.

Les moteurs des voitures affectées à ce nouveau service sont remisés dans un dépôt spécial construit sur la route de Saint-Ouen, à 1200 mètres environ des fortifications. C'est là que se fait, à chaque relais, l'emmagasinage de l'air comprimé nécessaire pour fournir les deux courses d'aller et de retour.

Il y a aux deux bouts de la ligne, tant du côté de Paris que de Saint-Denis, une plaque tournante pavée, sur laquelle les machines font leurs évolutions, sans danger pour la circulation publique.

## 4

e phare d'*Ar-Men*. — Conditions extraordinaires dans lesquelles s'effectue la construction de ce phare. — État des travaux en 1878.

Au nombre des travaux publics d'une grande utilité et qui offraient le plus de difficultés à vaincre, se trouve le *phare d'Ar-Men*, que nos ingénieurs des ponts et chaussées sont occupés à construire à l'extrémité de la *Chaussée de Sein*. On donne ce nom à une suite de récifs qui s'étendent en mer jusqu'à distance de 10 kilomètres au delà de l'île de Sein et de la pointe du Finistère. La mer brise presque constamment, et avec une extrême violence, sur ces écueils, que les marins redoutent, et qui les forcent à contourner la pointe de la Bretagne, quand ils veulent se rendre de la Manche dans la partie méridionale de l'Océan français.

Le danger de ces parages n'était signalé jusqu'ici que d'une manière imparfaite. Des études furent entreprises par la commission des phares, en 1860, pour voir s'il ne serait pas possible de construire un phare de premier ordre sur l'un des rochers émergeant à marée basse, qui sont les plus rapprochés de l'extrémité de la chaussée. En 1866, M. Ploix, ingénieur des ponts et chaussées, proposa d'exécuter une construction sur le rocher d'*Ar-Men*, bien qu'il parût presque impossible de mener à bien cette entreprise.

C'est que les courants qui passent sur la *Chaussée de Sein* sont extrêmement violents. Ils rendent la mer très grosse lorsque la brise leur est contraire, et comme aucune terre ne l'abrite, le rocher d'*Ar-Men* n'est accostable que pour de rares directions de vent. On n'avait jamais pu s'en approcher qu'à 15 mètres de distance. Cependant, le syndic des gens de mer de la côte étant parvenu à y descendre, on reconnut que la roche avait

7 à 8 mètres de largeur et 12 à 15 mètres de long aux basses mers; qu'elle était presque à pic du côté de l'est, en pente douce du côté opposé, et qu'elle était constituée par un gneiss assez dur.

Voici le mode de construction que l'on se décida à adopter pour jeter les fondements du phare. Percer le rocher, sur tout l'emplacement que devait couvrir l'édifice et au delà, de trous de fleuret, de 30 centimètres de profondeur, espacés de mètre en mètre. Des goujons verticaux y seraient scellés, pour relier la maçonnerie à la roche. Des goujons semblables et de fortes chaînes de fer horizontales seraient introduites dans la maçonnerie, à mesure qu'elle s'élèverait, pour s'opposer à toute disjonction.

Le percement de trous fut confié au courage et à l'adresse des pêcheurs de l'île du Sein, habitués à vivre parmi les écueils de la *chaussée*. Dès qu'on pouvait accoster le rocher d'*Ar-Men*, des bateaux de pêche arrivaient et débarquaient chacun deux hommes. Munis de leur ceinture de liège, ces hommes se couchaient sur la roche, en s'y cramponnant d'une main. Tenant dans l'autre main le marteau ou le fleuret, ils travaillaient ainsi rapidement, recouverts à chaque instant par la lame qui déferlait pardessus leur tête. Si l'un d'eux était entraîné par la violence du courant, il était exposé à se briser contre l'écueil; mais une embarcation allait aussitôt le prendre, pour le ramener au travail.

A la fin de la campagne de 1867, on avait pu accoster sept fois seulement le rocher. On n'avait eu que huit heures de travail, pendant lesquelles on avait percé quinze trous. L'année suivante, il y eut seize accostages, dix-huit heures de travail, et l'on perça quarante autres trous. Le dérasement nécessaire aux premières assises de maçonnerie fut également effectué.

C'est en 1869 que la construction de la maçonnerie du phare fut entreprise. Un habile marin était au guet. Quand il annonçait une accalmie, on se hâtait de maçonner en

moellons bruts et ciment. On se cramponnait, pour ne pas être emporté, dès que le marin au guet annonçait une grosse lame.

C'est dans ces difficiles conditions de travail qu'à la fin de la campagne de 1869 on avait fait 25 mètres cubes de maçonnerie. Ils furent retrouvés intacts l'année suivante. La totalité des maçonneries était alors de 703 mètres cubes.

En 1877, le nombre et la durée des accostages dépassèrent tous les résultats antérieurs; mais les matériaux devaient être élevés à une hauteur qui ne faisait que croître. On était arrivé à des maçonneries de sujétion, qui demandent beaucoup de temps; de sorte que l'on ne faisait plus que 46 décimètres cubes de maçonnerie à l'heure.

Le massif plein qui constitue le soubassement, se prolonge jusqu'au niveau des plus hautes mers, avec le diamètre de 7 mètres.

Aujourd'hui, la tour dépasse 12<sup>m</sup>,30 au-dessus du niveau des plus hautes mers. On espère que l'achèvement aura lieu dans trois ans.

Le phare d'*Ar-Men* sera du second ordre; il s'élèvera de 28 mètres au-dessus des plus hautes mers.

## 5

### État actuel du service des phares en France.

Le système des phares, qui rend aujourd'hui de si grands services au monde entier, peut être revendiqué par la France, dans son ensemble comme dans ses détails.

C'est en 1791 que fut installé, sur la tour de Cordouan, à l'embouchure de la Gironde, le premier phare à réflecteurs paraboliques, système qui venait d'être inventé par l'ingénieur Toulère, avec le concours de Borda. Ce nouveau mode de signaux-avertisseurs réussit complète-

ment, et fut bientôt adopté par toutes les nations des deux mondes.

C'est encore en France, en 1823, que fut inauguré le premier phare lenticulaire, inventé par Augustin Fresnel. La découverte des *phares à échelons* fonda une industrie florissante, dont la France a aujourd'hui à peu près le monopole. Trois grandes usines de Paris construisent des phares lenticulaires pour toutes les parties du monde.

Notre administration des phares est parvenue, depuis un certain nombre d'années, à créer de nouveaux feux. Tels sont les feux scintillants, les feux clignotants, les feux alternativement fixes et scintillants et les feux de marée. Tous ces nouveaux signaux ont été adoptés dans les autres pays.

L'Angleterre et la France se sont occupées récemment d'appliquer la lumière électrique à l'éclairage des phares. En Russie et en Égypte, on a mis en usage les dispositions imaginées en France pour éclairer les phares lenticulaires au moyen de l'électricité.

La substitution de l'huile minérale à l'huile végétale, pour l'éclairage des phares et balises, est un autre résultat des recherches de l'administration française. A la suite de longs essais pour obvier aux dangers que peut présenter l'usage des huiles minérales, ces huiles ont été adoptées comme combustible éclairant. L'administration a approuvé, en 1873, l'usage de l'huile minérale dans tous les phares. Il est résulté de l'adoption de ce mode d'éclairage une économie annuelle de 32 pour 100 dans les dépenses d'acquisition d'huile et une augmentation de 45 pour 100 dans la quantité de lumière distribuée. Cette réduction des prix porte le bénéfice à 34 et 48 pour 100.

Voici quel est aujourd'hui l'état du service des phares et balises en France. Il n'y avait sur nos côtes, en 1825, que 25 phares de divers ordres et 2 tours-balises en maçonnerie, ainsi qu'un petit nombre de bouées en bois. Aujourd'hui, notre littoral maritime compte 367 phares, dont 22 s'élèvent sur des rochers isolés en mer. Le nom-

bre des tours est actuellement de 230 et celui des bouées de 758, presque toutes en tôle et de grandes dimensions. L'exécution des ouvrages en maçonnerie ne laisse rien à désirer, et la solidité des phares est à toute épreuve.

Une économie bien entendue a présidé à l'exécution de tous ces travaux. Tandis qu'en Angleterre le prix du mètre de hauteur, pour les phares en mer, est de 31 000 fr., en France les phares, installés dans les mêmes conditions, ne coûtent que 12 700 fr. le mètre.

Le musée de la marine, au Louvre, possède aujourd'hui la collection complète des modèles pour tous les phares de la France.

## 6

### L'éclairage des phares par l'électricité, en Angleterre.

C'est en 1868 que l'on commença, en Angleterre et en France, à expérimenter la lumière électrique pour l'éclairage des phares. On l'appliqua successivement aux phares de South-Foreland, de Dungeness, de la Hève, près du Havre, du cap Gris-Nez et du canal de Suez. Il s'étendit plus tard à divers points des côtes de France, d'Angleterre, de Russie, d'Autriche et de Suède.

L'administration anglaise, ayant résolu d'appliquer l'éclairage électrique aux phares du cap Lizard, a ouvert un concours où huit machines différentes ont été essayées. L'expérience s'est faite dans les phares de South-Foreland, en 1878.

La machine Siemens, petit modèle, a obtenu la préférence; elle donne un pouvoir éclairant de 6804 bougies pour trois chevaux et un tiers de force. Il est à regretter que les constructeurs français de la machine Gramme n'aient pas pris part au concours; car ils ont établi un appareil nouveau qui, avec un poids un peu moindre et des dimensions à peine supérieures à celles du type

Siemens, donnera un foyer lumineux de 7500 bougies pour une force de trois chevaux. (La bougie, prise pour unité en Angleterre, correspond au huitième d'un bec de lampe Carcel, brûlant 42 grammes d'huile à l'heure.)

On sait que la lumière électrique perce mieux les brouillards, si fréquents dans la Manche, que tout autre mode d'éclairage.

Mais un phénomène fort inattendu a été observé : c'est que deux machines agissant sur le même foyer de lumière donneraient une intensité supérieure à celle qu'on obtiendrait avec chacune d'elles agissant sur un foyer séparé.

Comme il est d'usage d'avoir deux machines dans les phares, en prévision de quelque avarie dans le moteur, on pourra faire jouer les deux appareils simultanément dans les circonstances où il serait utile de développer une intensité de lumière extraordinaire, telles que les cas de brume épaisse.

## 7

### Le tunnel sous la Manche.

Les travaux d'essai concernant le tunnel sous-marin qui doit relier la France à l'Angleterre sont très-avancés à Sangatte. Le puits est déjà entièrement creusé, à une profondeur de 100 mètres au-dessous du niveau de la basse mer. Deux pompes d'épuisement sont installées, pour absorber l'eau qu'on trouve en abondance.

On a commencé sous la mer et dans le terrain calcaire une galerie qui est perpendiculaire à ce terrain et qui aura un kilomètre de longueur. C'est ce qu'on appelle la galerie d'essai. S'il ne survient pas, pendant le percement, de difficultés qui démontrent que le travail soit impraticable, le tunnel sera commencé immédiatement.

Ces difficultés nous les avons déjà énoncées; elles sont



principalement relatives aux infiltrations, qui pourraient mettre en défaut tous les moyens d'épuisement que l'on connaît comme pouvant être utilisés dans la pratique.

Les travaux que nécessite l'exécution du tunnel sous-marin de Douvres à Calais, ont mis en possession d'une foule de données sur le détroit du Pas de Calais, particulièrement sur sa structure géologique, la stabilité de nos côtes, l'action des courants produits par la rencontre des eaux de la Manche et de la mer du Nord, l'effet des marées dans nos différents ports septentrionaux, etc.

Par suite de l'étroitesse du canal qui met en communication les deux mers, les parois de ce canal de jonction sont violemment corrodées et présentent des deux côtés des falaises à pic. Les sondages ont montré que partout, au fond de la mer, dans des profondeurs de 40 à 70 mètres, le sol naturel est débarrassé de tout dépôt.

A côté de ce phénomène général de *lavage*, pour ainsi dire, du sol, on a observé d'autres faits particuliers qui s'y rattachent et dont le plus intéressant est celui qui a été révélé par M. Stœcklin, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

M. Stœcklin, qui a examiné l'hypothèse de l'envasement à l'intérieur du nouveau port, a donné en ces termes les conclusions de ses recherches :

« L'étude du régime de la côte et de la mer devant Boulogne montre que tous les faits observés s'expliquent en envisageant la côte de Boulogne comme la rive concave, et par conséquent corrodée, d'un grand fleuve sous-marin qui coule alternativement du sud au nord et du nord au sud. Au port de Boulogne, la corrosion, bien visible par l'aspect des falaises, s'est trouvée arrêtée, ou mieux retardée par une grande résistance des bancs de roche dure qui forment les caps de l'Heurt et de la Crèche. L'anse au devant de Boulogne ne serait plus une baie destinée à se combler, mais une falaise sous-marine et irrégulière comme les bancs dont elle est formée, et simplement recouverte, vers le large, d'une couche de sable voyageant

du sud au nord. Dès lors, un port qui créerait sur la côte une saillie, un cap comme ceux de l'Heurt et de la Crèche, aurait ses passes continuellement balayées par le courant longitudinal, si l'on a soin de placer ses passes au bord de ce courant. »

Le *courant alternatif* existant dans le détroit du Pas de Calais serait le résultat direct de la percée du détroit, par suite des mouvements du fond de la mer qui ont créé ce ravin sous-marin pendant les temps géologiques.

D'après M. Stœcklin, en effet, il existe, en face du port actuel de Boulogne, un courant énergique et alternatif, qui va parallèlement à la côte, entre celle-ci et le banc que les marins appellent *brassure de Baas*, et qui se comporte, en réalité, comme un véritable fleuve côtier dont l'action est indépendante de celle des marées.

Ce phénomène, tout local, explique comment, depuis 1794, date du dernier relevé de cette partie de la côte, les « fonds généraux de Boulogne » sont restés stationnaires ; comment aussi, depuis 1835, on voit le sable, les graviers, les coquilles, occuper à peu près les mêmes régions.

M. Stœcklin a constaté que le courant parallèle à la côte, et allant du sud au nord et du nord au sud, ne concorde pas avec le mouvement de la marée ; car le courant montant du nord au sud ne commence que trois heures après la basse mer et persiste trois heures après la haute mer.

### 8

Les barrages du Furens et les inondations de la Loire. — Le barrage de Rochetaillée. — Le barrage du *Pas-du-Riot*.

On sait que, pour prévenir les inondations de la Loire, un certain nombre de vastes réservoirs, destinés à recevoir, au moment des crues, les eaux de ce fleuve, ont été

construits dans les bassins qui forment ses affluents. De ce nombre est le réservoir de Rochetaillée, sur le Furens.

Les résultats qu'on a obtenus de la construction de ce réservoir ont été assez satisfaisants pour qu'on ait songé à construire un autre réservoir au *Pas-du-Riot*, en amont du même cours d'eau, lequel passe à Saint-Étienne. Le débit de ce cours d'eau va jusqu'à 80 litres par seconde à l'étiage, et donne, pendant les crues, 130 mètres cubes d'eau par seconde. Il importait de modérer ces crues en opérant des retenues puissantes, lesquelles serviront en même temps de réserves d'eau pour les époques de sécheresse.

M. Charles Grad a donné, dans le journal *la Nature*, à propos de la construction de ces deux grands réservoirs, des détails intéressants. Nous résumerons la partie de ce travail qui concerne le réservoir de la Rochetaillée, entièrement terminé aujourd'hui.

La ville de Saint-Étienne a dû s'entendre avec l'Etat pour construire le réservoir de Rochetaillée, qui devait fournir l'eau aux fontaines de la ville et aux usines de la vallée, tout en retenant les eaux d'inondation.

Un chemin de 8 à 10 kilomètres conduit de Saint-Étienne au barrage, qui a été construit dans un étranglement de la vallée connu sous le nom de *gouffre d'Enfer*. Le haut des collines de cette vallée est boisé; des prairies se trouvent au fond et sur les pentes. Le fond de la gorge au pied du barrage, ne dépasse pas 5 mètres, mais le barrage n'a pas moins de 50 mètres de hauteur. Le trop-plein des eaux du canal d'écoulement au fond de la gorge se précipite par une cascade, toujours blanche d'écume. Un escalier tournant, situé à 100 pas de cette chute, conduit au couronnement du barrage. Le rocher qui soutient le barrage livre passage, à l'opposé, à un canal de décharge, de manière à simuler au-dessus de la nappe du réservoir une cime conique isolée au milieu du débouché.

D'après une inscription gravée sur une des faces du pavillon des vannes, les principaux éléments de l'ouvrage

sont les suivants : capacité de réservoir 1 600 000 mètres cubes, dont 1 200 000 pour conserver l'eau destinée aux fontaines et usines et 400 000 de vide, pour retenir les eaux d'inondation. La dépense totale a été de 1 644 000 francs.

Outre ces ouvrages, la ville de Saint-Étienne consacre, en ce moment, une somme de 1 500 000 francs à l'établissement d'un nouveau barrage au *Pas-du-Riot*, à 2200 mètres en amont du barrage de Rochetaillée. Ce réservoir aura une contenance de 1 500 000 mètres cubes, et le mur de retenue une élévation de 25 mètres.

Année moyenne, la hauteur d'eau tombée dans le bassin du *Furens* atteint 1 mètre, et la superficie du bassin en amont du réservoir est de 2 500 hectares. D'après ces données, la quantité d'eau disponible, répartie sur l'année entière, serait de 792 litres par seconde, tandis que les jaugeages journaliers faits pendant une dizaine d'années, à la prise d'eau du réservoir, accusent un débit moyen de 500 litres par seconde. A l'étiage, le débit descend à 80 litres et ne dépasse guère 15 mètres cubes pendant les fortes crues des années ordinaires; mais il a donné 131 mètres cubes par suite d'une trombe qui éclata le 10 juillet 1849. Or la ville de Saint-Étienne commence à être inondée quand les crues s'élèvent de 90 à 100 mètres cubes. Le barrage qui vient d'être terminé fonctionne de manière à ce que la retenue atteigne 400 000 mètres cubes, c'est-à-dire le double de la capacité nécessaire à l'emmagasinement de la partie dommageable de la trombe de 1849 dans la partie supérieure de la vallée du *Furens*.

La capacité totale du réservoir équivaut, avons-nous dit, à 1 600 000 mètres cubes, dont 1 200 000 pour retenir l'eau destinée aux fontaines et aux usines. La retenue permanente répond à une hauteur de 44 mètres et demi au-dessus du fond. L'excédant de hauteur (5 mètres et demi), donné au barrage, retient les eaux d'inondation. Chaque année la retenue permanente de 1 200 000 mètres cubes peut se renouveler deux fois, en automne et au

printemps. Le cube réservé pour le service supplémentaire de la ville ne dépasse pas 600 000 mètres cubes ; il reste 1 800 000 mètres cubes à répartir pour les usines entre les chômages d'été et d'hiver. L'excédant que cela donne est de 120 litres par seconde sur les débits du Furens, pendant six mois de l'année.

M. Grad décrit le mode de construction du réservoir de Rochetaillée, et donne le tableau des quantités d'eau qu'il peut retenir en temps de crue. Il fait ensuite connaître quelles seront les dispositions du barrage en construction actuellement au *Pas-du-Riot*.

Nous ajouterons que deux autres réservoirs vont être également établis sur le même type ; l'un à Ternay, près Annonay, dans l'Ardèche, l'autre sur le Ban, affluent du Gier.

C'est par cet ensemble de travaux que l'on arrivera certainement à prévenir les inondations qui, jusqu'à ces derniers temps, ont causé tant de désastres dans les vallées de la Loire.

## 9

### Les travaux du tunnel du mont Saint-Gothard.

Dans la séance du 9 décembre 1878 de l'Académie des sciences, M. Tresca a communiqué à cette académie une lettre de M. Daniel Colladon de Genève, contenant des renseignements intéressants sur l'état actuel des travaux du percement du mont Saint-Gothard, par un tunnel qui doit relier la voie ferrée allemande avec celle de la Haute-Italie, et entrer en communication avec le tunnel du Mont-Cenis qui rattache les lignes ferrées de la France à celles de la Toscane.

Des difficultés premières très graves ont fait suspendre les travaux des lignes aboutissant au futur tunnel. L'Allemagne et la Suisse ont fait défaut dans les sous-

criptions premières ; mais le travail du percement du tunnel n'a point souffert des difficultés qui atteignaient la construction des lignes ferrées aboutissant à la percée.

C'est sur le percement du tunnel que M. Colladon a adressé à l'Académie des sciences les renseignements que nous allons rapporter. Tout le monde sait que le percement s'opère par la machine à air comprimé inventée par M. Colladon, de même que le percement du Mont-Cenis s'était accompli avec la perforatrice mue par l'air comprimé inventée par Gratton et Someiller.

La lettre de M. Daniel Colladon est le récit de la lutte soutenue par la science contre la nature dans le percement du tunnel du Saint-Gothard, lutte de chaque jour, et, comme on va le voir, pleine de difficultés.

Ce tunnel a été entrepris, en 1872, par l'ingénieur suisse M. Louis Favre. La percée devait avoir une longueur de 14 920 mètres, et se faire à travers le massif du Saint-Gothard, dans une succession de roches composées de granit, de gneiss, de serpentine et de quartz, c'est-à-dire des matériaux les plus durs. Le tunnel devait être achevé en neuf ans<sup>1</sup>.

L'ouvrage fut attaqué par ses deux bouts, le nord et le sud. Mais, dès le début, il se produisit des obstacles imprévus. Ainsi, dans les trois premiers kilomètres du sud, on rencontra des infiltrations considérables. On n'en continua pas moins le travail, mais dans des conditions d'une extrême difficulté. Nous dirons, pour en donner une idée, qu'on en était arrivé à avoir des infiltrations débitant *deux cent trente litres d'eau par seconde*.

Cette irruption de masses aqueuses produisait de véritables rivières, ayant de 30 à 40 centimètres de hauteur. Les ouvriers furent donc obligés de travailler les pieds dans l'eau et sur la tête, car ils continuaient leur besogne sous un jet analogue à celui d'une pompe à incendie.

. 1. Voir l'article très-étendu que nous avons publié sur cette question dans le 19<sup>e</sup> année de ce recueil (1875), pages 173-204.

Mais ce ne fut pas tout. Sous Andermatt, on rencontra un massif formé de feldspath décomposé, c'est-à-dire passé à l'état d'argile et mélangé de gypse. Ce mélange de terre glaise et de pierre à plâtre, se gonflant sous l'action de l'eau, constituait une masse expansive douée d'une puissance prodigieuse : il suffira de dire qu'elle écrasait avec la plus grande facilité des voûtes de granit d'un mètre d'épaisseur.

A travers cette matière plastique et envahissante, le travail ne progressait qu'avec une lenteur cruelle. On était obligé de mettre trois jours pour avancer d'un mètre, 12 jours pour avancer de 4 mètres, tandis que dans le granit on avançait de 4 et parfois même de 6 mètres par jour.

On eut à traverser environ 180 mètres de ce terrain désespérant; et ce qu'on eût fait en un mois dans la roche dure coûta 18 mois de travail dans cette roche molle.

Après avoir expliqué la cause des retards qui se sont produits dans les travaux de percement, M. Colladon décrit les instruments mus par l'air comprimé qui sont employés à entamer la roche, et la manière dont la puissance mécanique des lames d'eau est transmise et utilisée pour faire marcher les perforateurs. Nous avons décrit et même représenté ces instruments dans deux figures qui accompagnent l'article que nous avons consacré dans le 19<sup>e</sup> *Année scientifique* à l'exposé de cette question. Nous n'avons donc pas à revenir sur ces instruments.

Comme nous l'avons dit, les perforateurs sont mis en mouvement par l'eau de la Tremola. Ils donnent de 150 à 160 coups de piston par minute. De chaque côté du tunnel, il y a 16 compresseurs d'air destinés à l'aération et à la perforation; l'air est comprimé à une tension de 8 atmosphères.

Ces appareils font mouvoir de 18 à 20 machines perforatrices.

On avait installé à chaque bout du tunnel deux grandes

pompes aspirantes, destinées à renouveler l'air des galeries. Mais on les a abandonnées, parce que l'aération et la ventilation se trouvaient suffisamment assurées sans elles.

Pour enlever les déblais, on emploie soit des chevaux, soit des locomotives à air comprimé (à la pression de 12 atmosphères), provenant des usines du Creusot.

Chaque année, les perforatrices sont améliorées par la diminution de leur poids, d'une part, de leur coût de l'autre.

M. Colladon termine sa lettre en faisant remarquer, comme nous l'avons dit au début de cet article, qu'il faut bien distinguer les travaux de la Compagnie du Saint-Gothard de ceux de M. Louis Favre. M. Louis Favre s'est engagé à percer le tunnel en moins de neuf années, avec une pente de 1 millimètre par mètre. M. Louis Favre est le chef des travaux du grand tunnel; mais là se borne sa part. Les autres travaux regardent la Compagnie du Saint-Gothard. Et, comme on le sait, les travaux de la Compagnie, en dehors du tunnel, sont arrêtés depuis deux ans. Les frais ont dépassé de beaucoup les prévisions des constructeurs de lignes aboutissant au tunnel, car, d'après les calculs, l'écart n'arrivera pas à moins de cent millions de francs! Mais les travaux du tunnel, depuis six ans qu'ils sont commencés, n'ont subi aucune interruption, malgré les obstacles multipliés et très sérieux qui sont venus les traverser. Grâce à la persévérance de M. Louis Favre, sur les 14 920 mètres de longueur totale que doit avoir le tunnel, 11 700 mètres sont percés, savoir : 6 100 mètres au nord, et 5 590 mètres au sud.

En ce qui concerne le tunnel, l'entreprise du mont Saint-Gothard est donc dans une excellente voie, et sa terminaison se fera certainement dans les limites assignées par M. Louis Favre, l'auteur de cette œuvre grandiose.



## 10

## Un chemin de fer à travers le Sahara.

Les chemins de fer commencent à sillonner l'Asie. M. Duponchel, ingénieur en chef des ponts et chaussées, en résidence à Montpellier, voudrait que les voies ferrées s'établissent au milieu des déserts de l'Afrique. *Le chemin de fer Trans-Saharien, jonction coloniale entre l'Algérie et le Soudan*<sup>1</sup>. Tel est le titre d'un volume extrêmement curieux, publié, en 1878, par M. Duponchel pour exposer les études préliminaires d'un projet de voie ferrée desservie par des locomotives, qui relierait notre colonie algérienne à la vallée du Niger, au nord du Soudan, et permettrait ainsi le transport des produits agricoles de cette riche contrée aux rives de la Méditerranée africaine.

C'est à la suite d'une mission donnée par le ministre des travaux publics, que M. Duponchel a entrepris ces études sur le sol africain.

M. Duponchel esquisse successivement la description des trois régions distinctes que le chemin de fer aurait à relier : l'Algérie, le Sahara, le Soudan. Il expose ensuite les conditions générales du tracé du chemin de fer Trans-Saharien, en insistant surtout sur la partie nord de la future ligne, c'est-à-dire le territoire de nos possessions algériennes.

Nous ne pouvons entrer dans l'examen détaillé des idées nouvelles de ce hardi pionnier de la civilisation et du commerce. Mais nous engageons nos lecteurs à étudier dans le livre de M. Duponchel les voies et moyens proposés par l'auteur pour tracer à travers le désert une

1. 1 volume avec cartes et plans, etc., à Paris, Hachette et à Montpellier, chez Boehm.

voie ferrée continue, et à prendre en considération les données agricoles et statistiques qu'invoque l'auteur pour faire ressortir les avantages de ce projet et sa possibilité pratique.

## II

### Le canal d'irrigation du Rhône.

La longue enquête relative au canal d'irrigation du Rhône touche enfin à son terme. Après un examen approfondi du conseil d'État, le gouvernement avait saisi, le 20 février 1877, la Chambre des députés d'un projet de loi ayant pour objet la déclaration d'utilité publique pour l'établissement du canal d'irrigation du Rhône. La commission de la Chambre des députés nommée pour l'examen de ce projet de loi, après une enquête approfondie, a conclu à son adoption, à une grande majorité, et a reconnu, comme le Conseil d'État et le Gouvernement, que les objections faites en vue des intérêts de la navigation n'avaient aucune valeur, et qu'il était facile de concilier heureusement, dans l'établissement de la prise d'eau, les intérêts de la navigation et ceux de l'agriculture.

Le rapport de M. Devès, au nom de la commission de la Chambre des députés, a été déposé sur le bureau, dans la séance du 21 juin 1878. Les circonstances politiques ont seules empêché jusqu'ici le vote d'une loi si urgente.

Il n'est pas douteux que cette loi ne soit une des premières qui seront examinées par les Chambres, en 1879, car l'instruction de cette affaire est aujourd'hui complète.

De leur côté, les populations qui attendent une solution depuis si longtemps et avec une si légitime impatience, souscrivent aux eaux du canal avec un élan et un ensemble qui constituent la preuve la plus manifeste de l'utilité générale du projet.

Les hectares engagés dépassent aujourd'hui 22 000, et le nombre des souscripteurs 16 000. Il n'est pas douteux

que les 3 000 000 de souscription demandés par le projet de loi ne soient acquis. En face des ravages toujours croissants du phylloxera, du succès incontesté de la submersion des vignes, partout où elle est possible, des souffrances de notre agriculture méridionale, des sacrifices que s'imposent nos populations, il n'y a pas un instant à perdre pour consacrer par la loi une entreprise qui devrait déjà être exécutée depuis plusieurs années.

## 12

### Le canal de la Marne à la Saône.

Il existe un projet de loi portant déclaration d'utilité publique d'un canal de jonction de la Marne à la Saône, et prescrivant l'exécution de la partie comprise entre Donjeux et Bologne, dans la Haute-Marne. Cette jonction est destinée à établir une communication entre la région nord de la France, la Belgique et le bassin de la Méditerranée. Cette grande ligne de navigation sera encore améliorée par la construction d'un canal entre l'Oise et l'Aisne.

La jonction de la Marne à la Saône a déjà reçu un commencement d'exécution ; un décret a autorisé la construction d'un premier tronçon entre Vitry et Saint-Dizier. La mise en exploitation de cette section exerça tout de suite une heureuse influence sur les industries locales, et le Gouvernement rendit un nouveau décret autorisant le prolongement du canal jusqu'à Donjeux. Cette voie navigable sera livrée à la circulation dans le courant de l'année 1879. Il ne reste plus qu'à combler une lacune de 151 kilomètres pour constituer, au moyen de la jonction avec la Saône, la ligne la plus courte reliant la Belgique, nos ports de la mer du Nord et ceux de la partie centrale de la Manche avec la vallée du Rhône et le bassin de la Méditerranée.

L'exécution de ces 151 kilomètres est évaluée à 45 millions.

## 13

## Le dessèchement du lac Fucin en Italie.

Une opération dans laquelle l'art de l'ingénieur a remporté un véritable triomphe, s'est accomplie en Toscane. Nous voulons parler du dessèchement du lac Fucin, aux environs de Naples.

M. Durand-Claye a donné de ces beaux travaux une description sommaire, que nous croyons utile de reproduire.

« Parmi les grands travaux du génie exécutés dans ces dernières années, il en est un, dit M. Durand-Claye, qui doit marquer parmi les plus considérables : je veux parler du dessèchement du lac Fucin dans l'Italie centrale. Entamée en 1854, terminée en 1876, cette œuvre, vraiment gigantesque, fait le plus grand honneur à son promoteur financier, le prince Alexandre Torlonia, et à ses collaborateurs, l'illustre ingénieur Montricher, MM. Bermont et Brisse. Ce dernier, qui a seul survécu à ses devanciers, morts à la tâche, a exposé dans un excellent ouvrage, rédigé en français et en anglais, tous les détails historiques de l'entreprise. Je crois utile de présenter le résumé sommaire de cet ouvrage.

Le lac Fucin était situé dans le pays des Marses, dans la province de la seconde Abruzze, dont le chef-lieu est Aquila, à 86 kilomètres au sud de Rome, à 155 kilomètres au nord de Naples. Il occupait le fond d'une vaste cuvette de 65 000 hectares de superficie ; ses eaux couvraient 15 000 hectares. Elles n'avaient aucune issue : une crête abrupte, le mont Salviano, le séparait de la vallée voisine du Liris. De là les graves inconvénients qui avaient suscité dès l'antiquité les plaintes des populations riveraines. Lorsqu'une série d'années se succédaient, les eaux s'accumulaient dans le lac, en faisaient monter le niveau et envahissaient les rives ; c'est ainsi que, pour parler seulement des temps voisins de nous, le niveau du lac s'éleva de plus de 9 mètres en 33 ans (1783-1816). Puis survenaient des saisons relativement sèches ; le niveau baissait (12 mètres de baisse de 1820 à 1835), les habitants reprenaient possession des terres riveraines, terres

éminemment précieuses dans un pays de montagnes où la surface cultivable était restreinte; la sécurité revenait. Mais l'ennemi ne se laissait pas oublier, répandant autour de lui les fièvres intermittentes, compagnes obligées de ces alternatives continues d'humidité et de sécheresse; puis le mouvement ascensionnel reprenait : de 1835 à 1861, la montée était de 9 mètres. En moins d'un siècle (1783-1861) la crue totale était de plus de 6 mètres. Des villages étaient devenus des îles.

Jusqu'à l'empire romain, les Marseilles n'avaient trouvé d'autres remèdes contre leur ennemi que de l'ériger en dieu. Ce procédé n'ayant donné aucun résultat technique, des travaux considérables furent entrepris, du temps de l'empereur Claude, sous la direction de l'affranchi Narcisse. Ils durèrent onze ans et exigèrent un personnel considérable, que les auteurs anciens évaluent à 30 000 hommes. L'œuvre est vraiment surprenante, lorsqu'on songe que les Romains n'avaient ni la poudre ni la vapeur à leur disposition. Une longue galerie fut entreprise entre le lac et le fleuve Liris, à travers le massif du mont Salviano. Le tunnel exécuté avait 5700 mètres environ de longueur, avec une section moyenne de 10 mètres carrés; les trois quarts de la longueur furent taillés dans la roche; 40 puits servirent aux travaux d'extraction et à l'aé-  
rage; quelques-uns atteignaient 120 mètres de profondeur; en outre, des galeries inclinées, dites *cuniculi*, formaient des descentes vers le fond de la fouille et servaient au passage des ouvriers ou à la manœuvre des déblais. Malheureusement, à côté de cette conception gigantesque, des fautes de détail devaient vicier profondément l'œuvre entreprise et en amener la ruine rapide. Le fond du radier présentait des irrégularités et des contre-pentes; la section n'était pas uniforme. Dans les parties argileuses et humides, des éboulements firent abandonner la direction primitive et donnèrent lieu à des coudes et à des rétrécissements absolument irrationnels. Deux inaugurations solennelles eurent cependant lieu; dans la première, deux flottes montées par des condamnés combattirent devant Claude et mêlèrent de sang humain les eaux qui allaient suivre l'émissaire. Dans la seconde, l'estrade qui supportait la cour s'effondra en partie sous le choc des eaux, se précipitant dans le nouveau lit. Malgré ce contre-temps, l'écoulement eut lieu. Les Romains n'avaient du reste pas cherché à dessécher absolument le lac; le seuil de l'émissaire restait à 1<sup>m</sup>,20 au-dessus du fond, mais cette disposition

suffisait pour assurer l'invariabilité du niveau et éviter les inconvénients résultant de la montée et de la descente successives des eaux. La solution restait insuffisante au point de vue agricole en ne restituant pas à la culture la totalité de la surface occupée par l'ancien lac.

L'émissaire romain, avec les imperfections signalées ci-dessus, ne tarda pas à cesser de remplir convenablement son rôle d'évacuateur. Dès Trajan et Adrien, des travaux considérables y étaient de nouveau exécutés ; puis, abandonné et oublié au milieu des misères de l'invasion et du moyen âge, l'émissaire se combla peu à peu et le lac reprit ses allures désastreuses. De temps en temps les souverains de Naples, sollicités par les riverains, songeaient au vieux tunnel romain et exécutaient quelques travaux de recherche et de débâlement, bientôt interrompus. En 1835, l'ingénieur Afan de Rivera put, grâce à une cinquantaine de mille francs accordés par le gouvernement napolitain, placer quelques boisages dans la galerie et la parcourir dans toute sa longueur, puis l'abandon recommença.

En 1851, la concession du dessèchement du lac fut régulièrement octroyée à une société industrielle. Le prince Torlonia, qui, malgré l'imperfection et les difficultés du cahier des charges, avait souscrit la moitié du capital, ne tarda pas à racheter toutes les actions et à prendre la responsabilité entière de l'œuvre. Il en confia la direction à M. de Montricher, ingénieur des ponts et chaussées, qui venait de terminer le canal de Marseille. Cette fois, tout en suivant la direction générale de l'émissaire romain, on entreprit le dessèchement complet du lac ; la galerie nouvelle allait atteindre 6301 mètres de longueur, avec une pente moyenne de 0<sup>m</sup>, 001 par mètre. Exécutée sur plus de moitié de sa largeur en maçonnerie de pierres de taille, elle offrait une section de 19<sup>m</sup>, 609 avec 5<sup>m</sup>, 76, de hauteur et 4 mètres de largeur. Elle pouvait débiter à la seconde 50 mètres cubes.

Nous ne pouvons entrer ici dans le détail technique des travaux nécessités par cette œuvre gigantesque ; leur explication, sans figures, serait difficile à suivre et sortirait du reste du cadre spécial qui convient à notre Société. Il nous suffira de signaler les difficultés considérables d'installation des chantiers dans un pays montagneux, privé presque absolument de voies de communication, au milieu d'habitants, sinon hostiles, au moins d'une profonde ignorance. Une partie des puits et des *cuniculi* des Romains furent rouverts ; mais

partout l'ancien émissaire dut être refait, abaissé et agrandi. Il faut lire dans l'ouvrage à la fois si modeste et si savant de M. Brisse le récit détaillé des traversées difficiles : à l'emplacement des grands éboulements de l'émissaire romain, d'une part, vers la tête voisine du lac, d'autre part, il fallut aller en sous-œuvre creuser des galeries d'essai, avec des masses énormes d'eau soutenues par de vieilles maçonneries de qualité douteuse ; puis, avec des précautions infinies, des conduites étaient placées, des trous creusés dans la masse et au moment voulu un dernier coup de pic livrait passage au torrent, tandis que les ouvriers trouvaient un refuge sur les passerelles ou dans le haut des galeries. M. de Montricher était mort d'une fièvre typhoïde, à Naples, au retour d'une tournée sur les travaux (28 mai 1858). Son collaborateur, M. Bermont, avait pris la direction de l'entreprise. M. Bermont eut la satisfaction et l'honneur d'introduire pour la première fois les eaux dans le nouvel émissaire (9 août 1862). L'œuvre était encore loin d'être terminée : il restait 1650 mètres de galerie à exécuter pour atteindre le niveau du fond du lac, une cuvette provisoire faisant seule communiquer le Fucinó avec la portion terminée de la galerie. Mais on put néanmoins, en une année, écouler 561 000 000 de mètres cubes et faire baisser le plan d'eau de 4<sup>m</sup>,25. On diminua d'autant les infiltrations qui devenaient de plus en plus dangereuses à mesure qu'on se rapprochait du lac. Pendant deux années (septembre 1863 — août 1865) les travaux d'avancement reprisent. Puis une masse nouvelle d'eau fut évacuée du 28 août 1865 au 30 avril 1868 ; elle atteignait 634 000 000 de mètres cubes. Le niveau du lac baissa encore de 7<sup>m</sup>,72. En novembre 1869, les travaux de la galerie proprement dite étaient terminés et l'écoulement du reliquat des eaux assuré. Repris le 22 janvier 1870, l'écoulement des eaux devait s'achever en juin 1875.

Outre la construction du corps de l'émissaire, il restait à exécuter les travaux de tête de la galerie et des terrassements considérables pour assécher et assainir le bassin lacustre. Ce fut M. Brisse qui conduisit à bonne fin l'œuvre de MM. Montricher et Bermont ; ce dernier était mort à son tour, le 19 mai 1870. Une grande partie des déblais fut exécutée à l'aide d'une puissante drague à vapeur, dont les détails ingénieux d'installation étaient dus à M. Brisse.

On établit un grand collecteur central de 8000 mètres de longueur, avec une pente de 0<sup>m</sup>,14 par kilomètre et une

largeur de 15 mètres au plafond. Un réseau de fossés distants les uns des autres de 1 kilomètre et formant un réseau de 650 mètres assura l'assèchement de la cuvette lacustre; tandis que des routes intercalées à 500 mètres de chacun d'eux ouvraient sur 210 kilomètres de longueur les communications nécessaires. Des collecteurs secondaires vinrent former une ceinture, interceptant les eaux tombées sur les pentes voisines ou amenées par les torrents, pouvant utiliser ces eaux pour l'irrigation des surfaces desséchées et cultivées, et fournir même au besoin une force motrice. Au centre et au point bas fut ménagé une sorte de réservoir central d'une superficie de 2270 hectares, pouvant emmagasiner entre ses digues 55 000 000 de mètres cubes. En temps normal ce réservoir est une vaste prairie. Il n'est appelé à fonctionner qu'en temps de crue exceptionnelle ou d'interruption dans le service de l'émissaire.

La surface totale gagnée par le dessèchement du lac atteint 15 775 hectares, dont 14 175 forment le domaine du prince Torlonia et 1600 ont été abandonnés aux communes ou aux riverains. Sur cette vaste étendue, 400 maisons de colons doivent être construites avec 25 hectares de domaine pour chacune d'elles. Le sol se présente comme jouissant d'une fertilité exceptionnelle; il est formé à la fois des parcelles calcaires ou argileuses arrachées des coteaux par ravinement et de débris végétaux décomposés, provenant des nombreuses fascines qu'employaient autrefois les pêcheurs pour former des sortes d'enclos à poissons. Tout fait présumer que non-seulement le vieil ennemi des Marseilles, le lac Fucino, est définitivement vaincu, mais encore que 15 000 hectares d'excellente terre vont apporter une richesse agricole absolument inconnue jusque-là dans cette rude contrée. Sans doute les sacrifices ont été considérables : la dépense a atteint 43 137 209 francs, dont 24 103 994 francs pour les travaux de dessèchement proprement dits (galerie et accessoires), soit 3043 francs par hectare. Mais le but essentiel est atteint : l'assainissement de la contrée, la fin d'inondations périodiques et désastreuses sont désormais assurés. C'est là l'honneur spécial qui revient au prince Torlonia; il a poursuivi son œuvre sans relâche, sans défaillance, estimant que son immense fortune ne pouvait trouver un plus noble emploi. »

Les Napolitains disaient, en 1865, époque à laquelle je me trouvais en Italie : « Le prince Torlonia veut dessé-



cher le *Fucino*; c'est le *Fucino* qui desséchera le prince Torlonia. » Les Napolitains se sont trompés, le lac est à sec, mais non le prince.

## 14

### Puits artésiens.

On a terminé en 1878, dans la cour des docks de Chatham, un forage dont la réussite a été complète, et qui est intéressant pour la science. On voulait atteindre une nappe d'eau, en pénétrant jusqu'à la couche inférieure du sable vert. Ce forage n'atteignait que la couche calcaire en 1877; l'eau qu'il donnait était saumâtre. On a continué à creuser à travers le gault, et on est parvenu à la couche inférieure du sable vert, à 903 pieds anglais au-dessous de la surface du sol.

Dans les environs de Londres, on avait obtenu sur plusieurs points et dans les mêmes couches des résultats analogues, à une profondeur de 1000 à 1100 pieds. La géologie doit noter ces résultats en vue de l'approvisionnement d'eau de la ville de Londres par des puits artésiens.

## 15

### Le plus grand tunnel de l'Amérique.

On travaille, dans le voisinage de Baltimore (États-Unis), au creusement d'un tunnel qui aura une longueur de 10 880 mètres, et dont les quatre cinquièmes traversent le gneiss et le granit. Après les tunnels du Mont-Cenis et du Saint-Gothard, le tunnel de Baltimore sera le plus grand travail souterrain qui ait encore été entrepris.

C'est pour recevoir le conduit d'une alimentation d'eau que ce long forage horizontal est exécuté. Comme le tunnel n'est pas situé à une grande profondeur, le creusement des puits d'aéragé sera facile.

Ce tunnel doit amener les eaux d'une rivière au lac Montebello, qui sert de réservoir pour la distribution de l'eau à Baltimore. Le pays à traverser est entrecoupé de collines, de sorte que le tunnel s'enfonce à des profondeurs qui varient de 20 à 100 mètres.

Le tunnel, une fois terminé, aura sur toute la longueur un diamètre uniforme de 3<sup>m</sup>,6. Le travail s'opère à la main et non avec des machines, vu les faibles dimensions du souterrain.

## 16

### Le plus grand pont du monde.

Le 30 septembre 1878, la première pierre du pont du Forth a été posée au milieu de l'île d'Ingarvie (Écosse). Élevé au-dessus du golfe, en face d'Edimbourg, ce pont, de proportions gigantesques, est destiné à établir une communication, par voie ferrée, entre les deux rives du fleuve.

La station du North-British railway, située à Granton, sera reliée par ce pont à la petite ville de Bruntisland, qui se trouve sur la rive opposée, dans le comté de Fife. Construit, comme le grand pont du Tay, en forme d'S, le pont du Forth aura plus de deux fois la longueur de cette dernière construction. Il laissera également bien loin derrière lui, sous le rapport de l'étendue, le fameux pont de lagunes à Venise, car il n'aura pas moins de 9 kilomètres.

Cet immense viaduc se compose de câbles de suspension en fer, assez semblables à ceux du pont de Cubzac. Le tablier repose sur des piles cylindriques en briques.

Les deux grandes arches du milieu, qui atteindront une hauteur de 30 mètres, s'appuieront sur la petite île d'Ingarvie, au centre du golfe.

A chacune des extrémités du pont s'élèveront des piles colossales, formées chacune de quatre groupes de colonnes en fonte solidement assujetties dans des fondations de maçonnerie. Au-dessus de ces piles on tendra d'énormes chaînes librement suspendues, comme au pont de Fribourg, entre les points d'appui, et ancrées sur les deux rives dans des blocs de ciment.

Le viaduc du Forth coûtera une trentaine de millions et ne sera terminé que dans cinq ou six ans.

## 17

### Les chemins de fer en Europe.

Au moment où les gigantesques projets à exécuter sur nos voies ferrées sont à l'ordre du jour, il n'est pas sans intérêt de reproduire les chiffres suivants, qui nous fourniront la dernière et la plus exacte statistique qui ait encore été publiée sur l'étendue des voies ferrées européennes.

A la fin de 1875, la longueur du réseau des chemins de fer du globe se montait :

En Europe, à 143 039 kilomètres; en Amérique, à 133,552; en Asie, à 12 302; en Australie, à 3079; en Afrique, à 2432 : soit un total de 294 404 kilomètres.

Dans ce nombre, les États-Unis figuraient pour 119 352; l'Angleterre, 26 870; la Russie, 18 488; l'Autriche, 17 363; l'Italie, 7704; l'Espagne, 5796; la Suède, 4138; la Belgique, 3617; la Suisse, 2066; la Turquie, 1537; la Norwège, 555; la Grèce, 12 kilomètres seulement, etc. Ce calcul attribue à l'Allemagne 27 890 kilomètres; la part de la France y est de 21 587.

Dans les autres parties du monde, on compte pour le

contingent des Indes-Orientales 10,443 kilomètres; Canada, 6719; République argentine, 1584; Pérou, 1549; Egypte, 1528; Brésil, 1338.

En 1860, il n'y avait sur le globe que 106 886 kilomètres, qui, depuis cette époque, se sont augmentés annuellement en moyenne de 1800 kilomètres, et même de 2500 pendant la période de 1871-1873.

D'après un travail de M. Neumann-Spallart, le capital engagé dans les chemins de fer de l'Europe est estimé comme s'élevant, à la fin de 1875, à 41 544 millions de marks (le mark allemand vaut 1 fr. 25); celui des chemins de fer extra-européens est évalué à 23 710 millions de marks: soit, pour la totalité du globe, 65 254 millions de marks.

En 1875, il circulait sur les voies ferrées de l'Europe 42 000 locomotives, 90 000 wagons pour voyageurs et un million de wagons pour marchandises et bagages.

En Europe, il avait été transporté par ce matériel 1140 millions de voyageurs, et 10 800 millions de quintaux de marchandises; sur le globe, 1 550 millions de voyageurs, et 16 130 millions de quintaux de marchandises.

## 18

Disposition nouvelle du blindage des navires cuirassés, permettant de diminuer l'épaisseur du revêtement métallique.

De très curieuses expériences faites en Angleterre, en 1878, sur les cuirasses des navires semblent prouver que le poids du blindage métallique pourrait être réduit sans nuire à son efficacité. On a reconnu que deux plaques séparées par un intervalle vide opposent une plus grande résistance à la perforation par un projectile qu'une seule plaque qui serait d'une épaisseur plus considérable, ou

que plusieurs plaques superposées avec matelas en bois de teck.

Un projectile Palliser traversa une plaque de blindage de navire de 354 millimètres d'épaisseur, et après avoir traversé cette première plaque, se brisa contre une deuxième, située à 1<sup>m</sup>,75 environ en arrière, et qui n'a pas plus de 102 millimètres d'épaisseur.

Un projectile absolument semblable a complètement traversé, dans des conditions de tir identiques, une cible compacte, formée de trois cuirasses de 164 millimètres chacune, séparées par deux matelas de bois de teck de 12 centimètres d'épaisseur.

Ces expériences doivent être continuées, afin de connaître l'influence exercée par la distance, encore indéterminée, qui doit séparer les deux plaques. Mais on voit d'ores et déjà de quelle importance serait pour la construction, aujourd'hui si dispendieuse, des navires cuirassés, la démonstration de ce fait, que l'on peut diminuer l'épaisseur du revêtement métallique par l'interposition d'une couche d'air, c'est-à-dire d'un simple vide entre deux plaques de dimensions modérées.

## 19

### Le navire cuirassé *le Tourville*.

On a terminé au mois de mai 1878 les essais de la machine à vapeur du navire cuirassé *le Tourville*, construit par les Forges et chantiers de la Seyne, d'après les plans du conseil des travaux de la marine. Ces essais ont été faits sous la direction de M. l'ingénieur Orsel, devant une commission officielle présidée par M. le contre-amiral Peyrou.

Avec tous ses feux allumés, le *Tourville* a réalisé une vitesse de 17 nœuds 2 dixièmes. Il possède 12 chaudières, dont 6 seulement sont en fonction. Sa marche sera d'une

vitesse constante de 14 nœuds ; mais la commission pense qu'en forçant la pression, ce navire pourrait atteindre 18 nœuds, en cas de force majeure, sans compromettre la sécurité de la machine.

Le *Tourville* a une longueur totale de 105 mètres. La puissance nominale de sa machine est de 1800 chevaux-vapeur. 48 foyers chauffent ses 12 chaudières. L'hélice qui met le *Tourville* en mouvement, est à quatre branches développées ; son poids est de 16 000 kilogrammes ; son diamètre est de 5<sup>m</sup>,08.

La chaufferie, la chambre des machines et l'arbre de couche, jusqu'à sa sortie du bâtiment, occupent une longueur de 85 mètres dans le navire. La surface de toutes les grilles est de 82 mètres carrés ; la surface de chauffe directe est de 383 mètres carrés ; la surface de chauffe tubulaire est de 1803 mètres carrés ; la surface de chauffe totale de 2186 mètres carrés.

Le *Tourville* ne consomme qu'un kilogramme de charbon par heure et par force de cheval, soit 180 tonneaux de charbon pour 24 heures, en marchant à la plus grande vitesse.

Les soutes peuvent contenir 850 tonneaux de charbon, qui lui permettraient cinq jours de marche à toute vitesse, en lui faisant franchir 700 lieues marines (à peu près 1000 lieues terrestres).

La machine comporte 700 robinets, 5000 mètres de tuyautage. Les quatre condenseurs ont ensemble 10 524 tubes de 2 mètres de long chacun.

Ce bâtiment possède deux cheminées. La section de chacune d'elles est de 11 mètres carrés.

Le *Tourville* a 554 hommes d'équipage, y compris le personnel affecté à la machine.

En cas de guerre, ce croiseur serait véritablement terrible, à cause de sa vitesse exceptionnelle, de son éperon en bronze et de sa formidable artillerie. C'est le navire de guerre du type le plus perfectionné que possède notre marine.

## 20

## Bélier-Torpille.

On construit à Chatham, en Angleterre, un navire entièrement nouveau comme type. C'est un *bélier torpille* cuirassé, en tôle d'acier, sans canons. Des deux côtés de son puissant bélier, et du centre de la carcasse, on lancera des torpilles. Des hélices jumelles mettront le bâtiment en mouvement, avec une vitesse de 17 nœuds. Il aura 75 mètres de long, pèsera 2500 tonnes, avec un tirant d'eau de 6 mètres à la poupe.

La forme à donner à ce bâtiment n'est pas encore définitivement arrêtée.

Voilà assurément une invention originale. Un navire sans canons, lançant des torpilles, à peu près comme des fantassins lancent des grenades, cela promet une variété d'exercices dans les batailles navales. Encore quelques inventions, et l'on verra des constructions navales qui permettront à la cavalerie de se déployer sur mer comme sur terre, pour exécuter des charges contre des vaisseaux.

---

## HISTOIRE NATURELLE

### 1

Le Vésuve en novembre et décembre 1878.

Dans les premiers jours du mois de novembre 1878, les journaux annoncèrent qu'une nouvelle éruption du Vésuve paraissait imminente. On avait vu la lave s'élever peu à peu dans l'intérieur du cratère et commencer à déborder le long des flancs de la montagne. Ces phénomènes semblaient le prélude d'une nouvelle éruption du volcan, demeuré à peu près silencieux depuis la grande éruption de 1872. Cependant la coulée de lave n'a pas augmenté, et dans le mois de décembre les journaux n'ont rien signalé de particulier en ce qui concerne le Vésuve.

Désirant renseigner exactement les lecteurs de ce recueil sur un phénomène de cette importance, dont aucune relation n'a encore paru dans les recueils scientifiques, j'ai écrit au directeur de l'Observatoire du Vésuve, M. Palmieri, avec qui je me suis trouvé en rapport à Naples en 1865, le priant de vouloir bien me faire connaître la véritable situation des choses relativement au volcan dont il est l'historiographe attitré.

M. Palmieri a bien voulu me répondre, de Naples, à la date du 21 décembre, une lettre, dont voici la traduction :

« Le Vésuve se trouve maintenant dans une période d'activité *strombolienn*e (analogue à l'état du volcan sicilien le Stromboli, qui est à l'état d'éruption permanente). De petites



laves descendent du cratère, jusqu'à la base du cône, et la bouche d'éruption montre peu d'énergie. Cet état dura depuis longtemps ; mais l'attention des curieux n'a été éveillée à ce sujet que récemment, vers le 1<sup>er</sup> novembre, lorsque les laves, ayant rempli le grand cratère de 1872, ont commencé à se répandre sur le penchant de la montagne.

« Depuis la terrible éruption de 1872, le Vésuve était resté en repos jusqu'au 18 décembre 1875. Alors, au fond du cratère intérieur, une petite bouche d'éruption s'ouvrit, ainsi que M. Charles Sainte-Claire Deville et moi l'avions prévu. De cette bouche se sont élevées des laves, qui peu à peu ont chassé celles qui restaient de l'éruption antérieure dans le grand cratère de 1872.

« Les nouvelles laves ressemblent à celles de 1871. Elles sont excessivement brillantes et s'étirent en fils, comme du verre. Les *fumarolles* sont de courte durée, et les vapeurs qui les composent sont continuellement détruites par la fréquence des pluies.

« Je n'ai pas manqué de faire des recherches sur la composition des *fumarolles*. Outre les chlorures ordinaires (de sodium et de magnésium) et l'oxyde de cuivre, j'y ai trouvé, par l'emploi du spectroscope, le thallium et l'acide borique. »

## 2

### Un nouveau volcan dans l'Amérique centrale.

Le *Chicago Evening Journal* a signalé l'apparition en 1878 d'un petit volcan, Vésuve en miniature, qui est en pleine activité dans l'état de Nébraska. Peu de voyageurs le connaissent, car il s'élève au nord-est de Nébraska, dans une région écartée, loin de tout chemin commercial, sur la rive occidentale du Missouri. Aucun traité de géographie ni de géologie ne signale ce volcan, auquel on attribue cependant les tremblements de terre qui ont agité le Canada et les États-Unis le 4 novembre 1877.

Plusieurs mois avant cette époque, ce petit volcan avait montré une activité inusitée. On voyait ses vapeurs à 19

ou 20 kilomètres de distance. Du 4 ou 16 novembre 1877, on a éprouvé presque journellement des secousses de tremblement de terre dans le New-Hampshire, le Vermont, le Massachussets, le Canada, etc. Ces agitations du sol étaient le fait du nouveau volcan.

### 3

Curieux effets d'une éruption volcanique de l'île de Tauna (Océanie).

Des phénomènes très curieux ont accompagné une éruption volcanique qui a eu lieu, le 10 janvier 1878, dans l'île de Tauna (Océanie). L'éruption commença vers 10 heures du matin. On vit, dès les premières secousses du tremblement de terre, le fond du port surgir à la surface de l'eau et s'élever à 50 brasses environ. En même temps un nouveau volcan faisait éruption près de Sulphur-Bay, entre la baie et l'ancien volcan. Le côté gauche de Port-Resolution était couvert de vapeurs.

Le 11 février, une autre éruption et un autre tremblement de terre se produisirent encore, et le fond du port fut soulevé à 50 brasses plus haut, en laissant une entrée fort étroite.

Trois rochers ont été soulevés à une encablure de la pointe de l'ouest, d'un fond de onze brasses. Maintenant l'eau n'a qu'une profondeur de 5 mètres.

Un flux de 20 mètres de haut a emporté la pointe ouest et détruit toutes les plantations des indigènes. La population a dû chercher un refuge sur les montagnes. Heureusement personne n'a péri. Les vagues ont porté un bâtiment au milieu des arbres; le reflux l'a remis en mer, mais il avait perdu ses ancres et deux canots.

L'eau était trouble jusqu'à deux milles environ de l'entrée du port. On suppose qu'un nouveau bas-fond s'est formé et a causé ce trouble extraordinaire des eaux.

Le flux énorme qui s'est manifesté était tout local, ainsi que l'éruption. A l'ouest du port, derrière le roc appelé Pyramide de Cook, une haute colline est tombée dans la mer et y forme un promontoire. La Pyramide de Cook a maintenant 16 mètres en hauteur de plus qu'avant le phénomène.

De petites secousses se sont fait sentir entre les deux grandes. La terre s'est fendue à l'ouest, en s'abaissant considérablement.

Les flots ont balayé l'est des terres, et les plantations ont été détruites des deux côtés.

Tout cela n'a pas beaucoup ému les habitants de ce pays, qui, après le retrait de l'eau, se sont mis à replanter.

Le port a éprouvé un rétrécissement et une diminution de profondeur tels, qu'il est douteux que de grands bâtiments puissent y être à flot.

#### 4

##### Tremblement de terre au Vénézuéla.

Le 12 avril 1878, dans la soirée, la ville de Cua a été détruite par un violent tremblement de terre.

Cua est située sur la rive gauche du fleuve Tuy, à 10° 8' et quart de latitude nord et 66° 55' de longitude ouest de Greenwich. Son altitude était de 232 mètres en 1873. Là était le centre d'un district agricole très florissant; on y comptait environ 3000 habitants.

Depuis plusieurs semaines, la température avait été très élevée au Vénézuéla.

Le choc eut lieu à 8 heures 40 minutes, par un ciel pur et une lune très belle. En moins de quelques secondes, le centre de la ville ne présentait plus qu'un monceau de décombres. La secousse fut ressentie à Caracas, à 8 heures 41 minutes. La distance de ce lieu à Cua est d'environ 26 milles anglais.

Le monticule formant le centre de la ville est formé de gneiss, de micaschiste, de chlorite; il est environné de couches d'argile et de marne, recouvertes d'une couche profonde de terre d'alluvion et assis sur de la craie foncée et des schistes argileux, contenant de nombreux cristaux de pyrites de fer.

La ville basse a très peu souffert, relativement. La destruction s'est trouvée limitée sur un espace de un mille carré à peu près, bien que le choc ait été ressenti à une distance de 100 milles.

Les secousses ont duré plusieurs jours. 300 personnes ont péri dans ce désastre; les pertes matérielles vont à environ 8 millions de francs.

### 5

Tremblement de terre le 28 janvier 1878 à Paris et dans le nord de la France.

Un tremblement de terre a été constaté à Paris et en différentes régions de la France le 28 janvier 1878.

M. Denon de Gannes a annoncé que sa maison, située derrière l'église russe, en a éprouvé les effets. M. Denon de Gannes était assis devant une table; un calme absolu régnait autour de lui. Deux détonations très rapprochées se firent entendre; c'était comme le bruit d'une grande porte cochère fermée avec violence. Ce bruit fut immédiatement suivi d'un roulement analogue à celui d'une voiture assez lourdement chargée. Les vitres et des objets de verrerie éprouvèrent des trépidations. Ensuite et immédiatement, le mur auquel l'observateur tournait le dos, parut se détacher de la maison, et la chaise sur laquelle il était assis, ainsi que lui-même, semblèrent participer au même mouvement. M. Denon de Gannes éprouvait la même sensation que s'il eût été précipité à la renverse dans le vide, sensation qui fut assez vive

pour lui donner un moment d'angoisse fort pénible. La durée de ces phénomènes n'a pas dépassé 10 secondes. Il était environ midi une minute.

M. du Moncel était, à cet instant, dans son cabinet de travail, rue de Hambourg, au second étage. Il fut surpris par le contre-coup d'une secousse, assez forte pour avoir fait osciller une statue de marbre placée sur un piédestal élevé. L'effet se manifesta au premier étage, mais les personnes du rez-de-chaussée ne s'en aperçurent pas.

A Versailles, la secousse s'est fait sentir à midi 2 minutes, à la préfecture. Parfaitement accusée, elle a duré environ six secondes, dirigée d'abord du nord au sud, puis de l'est à l'ouest.

M. Lefebvre, à Versailles, ressentit, à midi 4 ou 5 minutes, une secousse très nette de tremblement de terre. Elle consista en une série d'oscillations parfaitement distinctes; leur direction était celle de l'avenue de Paris, dans Versailles, c'est-à-dire très sensiblement la direction est-ouest. La durée du phénomène a été au moins de 8 à 10 secondes. En effet, M. Lefebvre était à table avec sa famille, et ayant ressenti le premier ce qui se passait, il eut le temps de le faire remarquer aux autres personnes, en leur signalant le phénomène sous son vrai nom, et elles le reconnurent parfaitement. Une suspension de lampe placée au-dessus de la table oscilla d'une manière très visible.

A Paris, les oscillations ont été assez violentes sur certains points, au ministère de la justice, par exemple. Rue des Viviers, une jeune fille travaillait à la couture mécanique, lorsque sa machine recula vers l'ouest.

Boulevard Beaumarchais, rue de Turenne, rue d'Orsel à Montmartre, on a constaté de légères trépidations du sol.

Rue de Monceau, une dame malade alitée a ressenti nettement la secousse. Les objets placés sur les meubles et les étagères se sont entrechoqués.

Ce même phénomène s'est étendu à Rouen, au Havre, à Caen et à tout le littoral de la Manche. On l'a même signalé jusqu'en Alsace, à Thionville, dans l'Est, et dans les Hautes-Pyrénées, à Tarbes, dans le Midi.

A Caen le mouvement paraissait se diriger de l'est à l'ouest. M. de la Germonière, maire du Vast (Manche), a écrit la lettre suivante au directeur de l'Observatoire de Paris :

« J'étais à table, déjeunant avec ma famille, lorsque, vers midi 15 minutes, nous avons tout à coup ressenti une secousse très sensible. Toute la vaisselle a fortement vibré, et cette sensation a été ressentie, au même moment, par différentes personnes dans la maison et dans des habitations assez éloignées de la mienne. Le temps était calme, mais immédiatement après l'oscillation est survenu un violent coup de vent venant du sud. Ce fait a été observé également par M. Clouard, ingénieur civil, et par M. le curé de Vast. »

A Jersey les secousses ont été très fortes dans les îles anglo-normandes. A Saint-Hélier, les oscillations se sont produites à 11 h. 55 m. de l'est à l'ouest. On entendait un roulement semblable à celui d'une voiture lourdement chargée ; les cloches ont été mises en branle, et les meubles ont été agités dans les maisons.

Le *Times* rapporte, d'autre part, que le tremblement de terre a été ressenti sur les côtes anglaises de la Manche et même dans les environs de Londres, notamment à Brighton, Blackheath, Fareham, Saint-Leonards et aux portes de l'observatoire de Greenwich.

## 6

Tremblement de terre dans les Alpes le 7 juin 1878.

Toutes les contrées du Piémont situées près des Alpes Maritimes ont été secouées, le 7 juin 1878, par un tremblement de terre intense et étendu. Toute la province

de Cuneo et quelques localités des provinces limitrophes de Turin et d'Alexandrie en ont ressenti les effets. La secousse s'est produite presque partout au même instant, c'est-à-dire à 11 heures 30 minutes du soir, temps moyen de Rome, lequel correspond à 10 heures 50 minutes temps moyen de Paris. Le tremblement de terre a été violent en plusieurs régions, surtout dans les vallées, près de Cuneo.

Le mouvement oscillatoire était accompagné d'un bruissement souterrain. La durée de ce phénomène a varié entre 3 et 15 ou 16 secondes.

M. Bernard Langlois, à Menton (Alpes-Maritimes), a été secoué dans son lit par un fort mouvement oscillatoire, accompagné d'un crépitement. Une seconde secousse qui suivit bientôt, fut plus accentuée que la première.

## 7

### Un nouveau lac au pied des Apennins.

Au mois de juillet 1878, un nouveau lac s'est formé, en Italie, dans la région montagneuse de Pian del Vaglio, sur la crête des Apennins qui sépare la province de Florence de celle de Bologne. Un énorme éboulement de terres se produisit sur la rive gauche de la Savena. Les arbres et les maisons furent entraînés, et obstruèrent le lit du torrent, en formant une muraille haute de 30 mètres. Les eaux durent donc s'élever d'autant pour franchir cet obstacle.

C'est ainsi que se forma dans la montagne un véritable lac, ayant 30 mètres de large et 1 kilomètre de long, et se déversant dans la vallée par une cascade rapide.

Les eaux de ce petit lac ont l'immobilité apparente, la limpidité et la belle couleur d'azur des lacs du Piémont.

Ce fait a été annoncé, pour la première fois, par M. Filo-

panti. Depuis la visite faite dans le pays par cet ingénieur, le nouveau lac a beaucoup diminué, à cause de la terre et des pierres qui sont continuellement amenées par les pluies, et surtout par tous les matériaux qu'entraîne le torrent du haut de la montagne. Dans dix ou vingt ans ce lac existera probablement encore ; mais au bout d'un plus long intervalle il finira par être comblé par les terres et les pierres apportées par le torrent, et l'on cherchera vainement sa trace.

Ce qui est arrivé pour le petit lac de Pian del Vaglio est d'ailleurs l'histoire du plus grand nombre des lacs qui se sont formés il y a des milliers d'années, et qui ont fini par être comblés par les terres et les rochers.

Il est intéressant de connaître les causes qui ont déterminé la formation de ce nouveau lac. L'Italie possède assez de géologues instruits et exercés pour que l'on puisse supposer qu'une étude sérieuse de ce curieux phénomène sera faite avant peu.

## 8

L'expédition scientifique française au Pérou et en Bolivie. — Collections rapportées par M. Wiener. — L'ascension de l'*Illimani* faite par ce voyageur. — Particularités physiques de cette ascension.

M. Wiener, jeune savant et archéologue français, a été chargé, par le Ministre de l'instruction publique, d'une mission au Pérou et dans la Bolivie, mission qui avait pour but l'exploration de l'empire des Incas, sur tout le territoire compris entre les 5° et 15° degrés de latitude. Il s'agissait principalement de rassembler des données sur l'ancienne civilisation péruvienne. M. Wiener a exposé, dans l'assemblée générale de la *Société de géographie*, les principaux résultats de son intéressant voyage.

M. Wiener a trouvé dans les régions peu connues qu'il a étudiées, le mélange, à très peu de distance, d'une ci-



vilisation très avancée et de mœurs absolument sauvages. Les habitants de Callao tirent leur origine de toutes les parties de l'Europe, de l'Afrique et de la Chine, et la capitale du Pérou, Lima, possède une société entièrement pareille à celle des grandes capitales de l'Europe. Mais si l'on s'avance à 60 lieues seulement dans l'intérieur du pays, on se croirait au moyen âge de l'Espagne; et si l'on pénètre à 60 lieues plus loin encore, on se trouve au milieu de peuplades tout à fait sauvages. Là le vêtement est inconnu, les hommes se livrent uniquement à la chasse, avec des haches de pierre, et des armes en bois ou en roseau, comme au temps de l'humanité primitive.

Ces différences s'expliquent quand on sait que les deux chaînes des Andes divisent le pays en trois parties. Le voyageur qui aborde l'ouest a pu avoir des relations avec l'entre-Cordillère, mais il est resté étranger à la région séparée par la vaste étendue montagneuse orientale des Andes, laquelle est pour ainsi dire impénétrable. C'est dans cette région que M. Wiener a surpris la plus absolue barbarie.

M. Wiener a visité les anciens monuments de la Bolivie. Il a exploré des régions habitées par des peuplades primitives. Il a recueilli, dans des tombeaux, une foule d'objets, tels que des crânes, des poteries, des étoffes, etc.

En 1878, le public a été admis à examiner les curieuses collections rapportées par ce voyageur. Elles ont été exposées pendant un mois au musée d'ethnographie, provisoirement installé au palais de l'Industrie, et on les a retrouvées à l'Exposition universelle, dans le pavillon de l'anthropologie. Il y avait là un grand nombre de momies, emballées dans du coton, des idoles, des armes, des vêtements, etc., etc. Les momies enveloppées d'un linceul formaient une sorte de ballot placé debout et coiffé d'une tête postiche.

La pièce la plus curieuse peut-être de cette collection est une coupe en bois sculpté, trouvée à Cuzco, l'ancienne capitale de l'empire des Incas, et qui remonte à l'époque

des civilisations antérieures à la conquête espagnole.

Le nombre des objets rapportés par M. Wiener est de plusieurs milliers. Plus de six cents exemplaires des spécimens de l'antique céramique de ce pays présentent les formes les plus variées et souvent les plus remarquables, qui prouvent qu'avant la conquête espagnole les arts étaient fort avancés dans une partie de l'empire des Incas. Plusieurs beaux vases de terre ont été trouvés à Santa, au Pérou. L'un de ces vases remonte à la civilisation des premiers peuples qui habitaient la côte à cent cinquante lieues de Lima, et qui furent vaincus par les Incas, bien avant l'arrivée des Espagnols.

Dans son exploration, M. Wiener a franchi les Cordillères sept fois. Il a atteint l'altitude de 4200 mètres entre Huanchaco et Cajamarca, et de 5070 mètres à Vincocaya, entre Puno et Arquipa. Entre les deux Cordillères, il s'est trouvé souvent à plus de 4000 d'altitude. Il a passé plus de trois mois sur les plateaux de Cuzco et de Puno, à 3700 mètres de hauteur. Les plateaux ont au moins 600 kilomètres de longueur, et de cette hauteur on aperçoit les deux points extrêmes de la chaîne de Sorota, l'*Illampa* et l'*Illimani*.

L'*Illimani* est, comme on le sait, l'une des plus hautes montagnes du globe. Notre voyageur voulut en tenter l'ascension. Il fut accompagné dans cette excursion périlleuse, par un jeune Péruvien, M. Ocompo, et un Russe, M. de Grumbkow.

MM. Wiener, Ocompo et de Grumbkow partirent de la Paz, le 11 mai 1877. Ils commencèrent par marcher pendant deux journées dans le lit, alors à peu près desséché, du fleuve de la Paz. Ce fleuve, qui a quelquefois la largeur de 1 kilomètre, et d'autres fois est resserré au point de n'occuper que quelques mètres de largeur, est formé d'eaux torrentielles qui ont enlevé aux montagnes un terrain peu solide, en laissant le quartz et le granit, qu'on rencontre sur les versants. Les *rapides* y sont naturellement fréquents. On passa plus de 200 fois les bras du

fleuve en 48 heures; et avant de tenter l'ascension, on se reposa pendant quelques jours à Cotana, localité située à 2441 mètres d'altitude.

L'ascension de l'*Illimani* fut commencée le 19 mai 1877, par le côté sud-est. Arrivés à la hauteur de 4217 mètres, les voyageurs laissèrent leurs mules, et continuèrent leur marche à pied. L'une des nombreuses cascades qu'ils rencontrèrent n'avait pas moins de 80 mètres de hauteur. Les neiges perpétuelles commencent à 4310 mètres. Des schistes ardoisiers, délités en grandes plaques mêlées de petits feuilletts, forment un terrain mobile, qui rendait la marche extrêmement difficile. Un mur naturel arrêta même assez longtemps les voyageurs. On ne put franchir cet obstacle qu'à grand'peine. L'un des voyageurs, étant parvenu au sommet de ce rempart, dut hisser les autres avec une corde de peau de bœuf.

A l'altitude de 5900 mètres, les Indiens qui accompagnaient M. Wiener refusèrent d'avancer plus loin. Ils croient aller contre la volonté du ciel en franchissant l'*Illimani*. Bien qu'il ressentit déjà le *mal des montagnes*, M. Wiener voulut continuer l'ascension avec ses compagnons.

Le soleil avait complètement disparu lorsqu'on atteignit le dernier sommet de l'*Illimani*, qui se trouve à l'altitude de 6131 mètres. A cette hauteur extraordinaire, l'eau entrait en ébullition à  $+ 79^{\circ},4$ . Les intrépides voyageurs avaient les pieds gelés, quoique le thermomètre ne marquât que  $- 7^{\circ}$ . La couleur du ciel était d'un bleu noirâtre.

Il fallut redescendre, faute d'abris; mais l'obscurité de la nuit rendit la descente très dangereuse. Heureusement le croissant de la lune apparut, et nos voyageurs purent regagner sans encombre Cotana, après avoir marché pendant dix-huit heures.

A la suite de cette excursion, l'un des explorateurs fut atteint d'une fièvre cérébrale très violente, et, au bout de quelques jours, le second compagnon de M. Wiener fut

atteint de la même maladie, à laquelle l'un et l'autre réchappèrent heureusement.

La hauteur des pics de l'Illimani a été exactement mesurée par M. Wiener. Voici les nombres trouvés :

Le *Condor blanc* (*Illimani*) a pour hauteur. 6386 mètres.

Le Pic de Paris . . . . . 6180 »

Le sommet de l'Atchojpaya (*Illampu*) . . 5880 »

Nous rappellerons, pour fixer les idées, que la plus haute montagne de l'Europe, le Mont-Blanc, a 4810 mètres, et que le plus haut sommet connu dans le monde entier, celui du Gaurisankar, dans l'Himalaya, a pour hauteur, d'après Schlagintweit, 8040 mètres. L'*Illimani*, dont la hauteur est de 6386 mètres, se rapproche beaucoup, on le voit, de la plus haute montagne du globe.

Il faut ajouter que M. Wiener est le voyageur qui a atteint la plus grande hauteur en montagne, car Schlagintweit, le 18 août 1855, s'arrêta à 6776 mètres dans le Gaurisankar, se bornant à mesurer la hauteur qui lui restait à franchir.

## 9

Production artificielle et imitation de la formation des chaînes de montagnes sur un globe, d'après le principe des soulèvements, par M. de Chancourtois.

Une expérience très curieuse a été faite par M. de Chancourtois, professeur de géologie à l'École des mines, pour établir la vérité de la théorie d'Élie de Beaumont et de la plupart des géologues, sur la cause de la formation des chaînes de montagnes par des soulèvements de la croûte du globe encore ramollie par la chaleur primitive.

M. de Chancourtois représente le globe terrestre par un ballon en caoutchouc, lequel figure le noyau terrestre en fusion, destiné à se contracter par le refroidissement, et à produire, par le retrait de sa surface, les élévations et les dépressions qui constituent les montagnes et les

vallées de la terre actuelle. Ce globe est surmonté d'une tige creuse de cuivre.

Le ballon peut être facilement immergé dans un bain de cire fondue, et retiré du bain de manière à être recouvert d'une couche de cire.

C'est cette couche de cire qui doit simuler l'écorce terrestre.

On commence par gonfler le ballon en soufflant dans la tige creuse qui communique avec l'intérieur du ballon, et on le plonge dans la cire fondue. Quand la cire est suffisamment figée, on laisse échapper l'air. On voit alors, par suite de la diminution de volume, la surface du globe se déprimer par des méplats, autour desquels se dressent des rides et des inégalités.

Quelques tâtonnements suffisent pour fixer la composition et la température du bain de cire, ainsi que le degré de gonflement qu'il convient de donner par l'insufflation, au ballon, eu égard à sa dimension et à son épaisseur. On arrive ainsi à reproduire couramment des reliefs analogues aux chaînes de montagnes.

Le relief de ces rides est, relativement, vingt ou trente fois plus grand que celui des montagnes de la terre, et les chevauchements sont plus étendus. Il faut attribuer ces différences à ce que le retrait du ballon de caoutchouc est de beaucoup supérieur au retrait du noyau fluide qui est nécessaire pour déterminer sur le globe une crise de soulèvements. On pourrait assurément produire des effets moins accentués, mais il faut toujours les exagérer sur un ballon de petites dimensions, où les plus hautes montagnes de la terre devraient correspondre à des saillies qui ne dépassent pas un dixième de millimètre.

M. de Chancourtois a déposé sur le bureau de l'Académie des sciences deux ballons, l'un représentant l'opération arrêtée dans la phase préliminaire où se produisent les méplats, l'autre reproduisant les rides qui se forment en même temps que les méplats se sont effacés.

## 10

Le Mammouth du Musée d'histoire naturelle de Lyon.

Le bassin du Rhône est si riche en ossements d'éléphants fossiles, que Jourdan, professeur de géologie à la Faculté des sciences de Lyon et directeur du Musée d'histoire naturelle de cette ville, appelait les collines des environs de Lyon, qui sont recouvertes d'une couche de *loam* de l'époque glaciaire, « un véritable cimetière d'éléphants ». On ne fait pas une excavation dans la vallée de la Saône ou du Rhône, aux environs de Lyon, sans y trouver quelques débris de ces proboscidiens.

Pendant, jusqu'en 1859, on n'avait trouvé dans ces terrains que des mâchoires ou des fragments d'os d'éléphants appartenant à plus de quatre-vingt-dix individus différents. A cette époque, des fouilles opérées près du confluent du Rhône et de la Saône, pour les fondations d'un bâtiment sur les flancs de la colline de Sainte-Foy, mirent au jour toutes les parties du squelette d'un éléphant de très grande taille, en parfait état de conservation.

Cette belle pièce fut recueillie avec le plus grand soin par Jourdan, mais ce n'est qu'après la mort de cet éminent géologue, arrivée en 1872, que son successeur, M. Lortet, put en faire réunir les diverses parties, dispersées et oubliées dans les entrepôts du Muséum.

M. Ernest Chantre, sous-directeur du Musée d'histoire naturelle de Lyon, a donné, dans le journal *la Nature*, la description de ce *mammouth*, ou éléphant fossile, qui a été monté avec beaucoup d'habileté par l'un des préparateurs du Musée de Lyon, M. Charles Révil.

Le mammouth du Musée de Lyon est le troisième exemplaire de ce genre de proboscidiens fossiles dont on possède un squelette complet, mais il est unique de son

espèce. Antérieurement à sa découverte, on ne connaissait que le mammoth du Musée de Saint-Pétersbourg et celui du Musée de Bruxelles. Le premier, trouvé en 1799, sur les bords de la mer Glaciale, à l'embouchure de la Léna, ne fut monté que vers 1825. Il appartient à l'espèce *Elephas primigenius*, dont il est devenu le type. Le second, qui fut extrait en 1860 des tourbes de Lierre, dans la province d'Anvers, fut monté en 1871, sous la direction de M. Édouard Dupont.

Comme celui de Saint-Pétersbourg, l'éléphant de Bruxelles appartient à l'espèce *Elephas primigenius*. L'éléphant de Lyon pourrait être considéré comme la forme intermédiaire entre celle qui a reçu le nom de *meridionalis* et celle que Falconer a appelée *antiquus*; mais Jourdan a cru reconnaître dans le mammoth de Lyon une nouvelle forme, intermédiaire entre *Elephas antiquus* et l'*Elephas primigenius*, et il lui a donné le nom d'*Elephas intermedius*. N'aurait-on pas là seulement, dit M. E. Chantre, une race propre aux vallées de la Saône et du Rhône, dont le caractère principal serait d'être un peu plus trapue que l'*Elephas antiquus*?

Les dimensions du mammoth de Lyon sont plus considérables que celles des spécimens de Saint-Pétersbourg, de Bruxelles, et des plus grandes espèces actuellement vivantes. Il mesure, au garrot, 3<sup>m</sup>,75; celui de Bruxelles n'a que 3<sup>m</sup>,60, et celui de Saint-Pétersbourg 3<sup>m</sup>,45.

Le fémur de ce mammoth a 1<sup>m</sup>,25, le tibia 0<sup>m</sup>,69. Ses défenses, parfaitement conservées, et très fortement recourbées, atteignent 2<sup>m</sup>,10. Le diamètre de leur courbure est de 1 mètre: elles ont à la base, près de l'alvéole, 0<sup>m</sup>,53 de circonférence, et leur diamètre est de 0<sup>m</sup>,17.

Il ne manquait à ce squelette qu'un très petit nombre d'ossements: quelques vertèbres et quelques côtes. Au ss a-t-il été facilement restauré.

Pour expliquer l'état parfait de conservation de ce

beau fossile, il faut admettre, dit M. Ernest Chantre, que l'animal est mort sur place, ou qu'il a été envasé peu de temps après sa mort, dans un de ces remous du fleuve aux eaux boueuses s'échappant des glaciers qui recouvraient les plateaux de la Bresse et du Dauphiné, et dont les traces se voient encore dans la partie moyenne du bassin du Rhône.

## 11

### Un nouveau reptile fossile.

Un reptile fossile énorme, appartenant à un genre nouveau, et trouvé dans le terrain oolithique inférieur, a été étudié par M. Albert Gaudry. Comme la tête et le corps de cet animal devaient être très larges, M. Albert Gaudry lui a donné le nom d'*Eurysaurus Raincourti* (εὐρύς, large; σαῦρος, lézard).

Ce fossile fut découvert en 1861, par des ouvriers qui exploitaient le calcaire à entroques, dans une carrière située à 5 kilomètres de Vesoul, à Echenoz-la-Méline, où se trouvent des grottes à ossements. La surface occupée par les os pouvait avoir une longueur de 5 mètres. Ces os avaient été délaissés pendant longtemps, mais M. le marquis de Raincourt, en ayant eu connaissance, en 1878, les a fait apporter à Paris, et M. Albert Gaudry les a soumis à une étude approfondie, dont les résultats sont exposés comme il suit par le savant professeur de paléontologie du Muséum d'histoire naturelle.

L'*Eurysaurus*, dit M. Albert Gaudry, avait une large gueule, arrondie en avant. De grosses dents, sortant en dehors de chaque côté, devaient lui donner un aspect étrange. La disposition très inclinée des alvéoles des dents est en rapport avec un grand aplatissement du crâne. La coupe du museau, prise en arrière, ne donne que 0<sup>m</sup>,10 de haut (sans la mâchoire inférieure), sur



0<sup>m</sup>,27 de large. Les dents étaient coniques, très grosses, formées de cornets s'emboîtant les uns dans les autres; elles ont été brisées au niveau des gencives. Les mandibules étaient extrêmement épaisses; leur symphyse était très courte; les dents inférieures alternaient avec les supérieures. Un des morceaux rapportés par M. de Raincourt contient des restes de cinq vertèbres cervicales en connexion. Plusieurs blocs renferment des côtes qui semblent être restées dans leur place naturelle. Elles sont très peu courbées; on en voit qui sont à peine arquées sur une longueur de 0<sup>m</sup>,45; cela annonce un corps fort large.

La position reculée des narines ne permet pas, dit M. A. Gaudry, de ranger l'*Eurysaurus* parmi les Crocodiliens. C'est sans doute auprès des Plésiosauriens qu'il faut le classer. Ce n'est, néanmoins, pas un vrai *Plesiosaure*, car un animal qui avait une tête si lourde et de si grosses dents ne pouvait pas avoir un cou d'une extrême longueur. Les vertèbres cervicales diffèrent de celles des Plésiosaures, en ce qu'elles sont plus étroites et convexes en arrière; probablement elles étaient bien moins nombreuses.

Le *Nothosaurus* et le *Simosaurus* du muschelkalk se rapprochent un peu de la bête fossile d'Echenoz par la forme arrondie du devant de leur museau; mais leurs narines sont placées plus en avant. Le *Plesiosaurus*, par sa taille gigantesque et ses formes lourdes, avait quelque rapport avec l'*Eurysaurus*; mais, si l'on regarde les figures qui ont été dessinées par M. Owen, M. John Phillips et surtout celles qui ont été données par M. Paul Fischer, d'après les belles pièces de la collection du Muséum de Paris, on verra que la forme si allongée du museau du *Plesiosaurus* n'a rien de commun avec la gueule de l'*Eurysaurus*, dont les incisives sont rangées en demi-cercle.

## 12

Ce qu'il y a dans les phosphorites du Quercy. — Animaux fossiles découverts par M. Filhol dans les phosphorites. — Faune géologique de ces masses.

M. Filhol, — le même naturaliste qui s'est acquis une juste renommée par ses belles études géologiques dans l'île Campbell, pendant l'expédition française envoyée pour observer le passage de Vénus sur le soleil, — a fait une découverte importante en étudiant la nature géologique de ces rognons phosphatés que l'agriculture emploie aujourd'hui en masses considérables, sous le nom de *phosphorites du Quercy*. M. Filhol nous révèle, pour ainsi dire, dans ces produits, un monde inconnu, qui a peuplé l'ouest de la France aux temps géologiques.

Les phosphorites du Quercy sont des roches isolées au sommet des plateaux calcaires des divers points des départements du Lot, de Tarn-et-Garonne et de l'Aveyron. Ces roches sont remplies de phosphate tribasique de chaux non cristallisé, mais concrétionné, mêlé d'un peu de chlorofluorure de calcium. Ces gisements qui, depuis plusieurs années, sont, comme on le sait, exploités par l'agriculture, doivent leur origine à des crevasses du sol, qui se sont ensuite remplies d'eaux minérales tenant en dissolution la phosphorite. Or M. Filhol a reconnu que les argiles ferrugineuses qui entourent les dépôts phosphatés, contiennent de nombreux restes d'animaux, souvent admirablement conservés pour la partie osseuse, et qui ont été ensevelis lors de l'invasion des eaux.

Une immense collection, principalement de mammifères, recueillie par M. Filhol, a permis d'établir l'âge des dépôts des phosphorites du Quercy. Ces dépôts se rapportent à l'époque tertiaire, période de l'éocène supérieur et

du miocène inférieur et moyen. Les fossiles ont le plus d'identité ou d'analogie avec ceux des gypses de Montmartre, puis des sables de Fontainebleau.

Aux Rhinocéros, aux Palæotheriums, aux Anoplotheriums, M. Filhol a pu joindre 42 espèces de carnassiers bien moins connues, et il a trouvé 81 espèces nouvelles de mammifères. Un lémurien analogue au galago du Sénégal vivait alors dans les forêts du sud-ouest de la France.

La faune des reptiles des phosphorites est essentiellement africaine, et elle est peut-être même formée des espèces actuelles de l'Afrique. Les mollusques terrestres qui font partie du même gisement, indiquent un climat chaud et humide, par l'analogie de leurs espèces avec celles de l'Indo-Chine.

## 15

Sphérules magnétiques analogues à celles des poussières atmosphériques dans les roches appartenant aux anciennes périodes géologiques.

MM. Stanislas Meunier et Gaston Tissandier ont donné de curieuses indications sur la nature des poussières de l'air et des sédiments fournis par la neige des Alpes et les eaux pluviales provenant de plusieurs localités, au nombre desquelles se trouve l'Observatoire de M. Hervé Mangon, dans la Manche.

Dans ces poussières se rencontrent des sphérules attirables à l'aimant, c'est-à-dire formées d'oxydure de fer produit par la combustion du métal à l'air. Il est naturel de penser dès lors que les météorites contenant du fer produisent de ces sphérules lorsqu'elles brûlent dans notre atmosphère, et que telle est l'origine des sphérules qui font partie des poussières que l'on rencontre dans l'air de certaines localités.

L'opinion émise par MM. Meunier et Tissandier a été

corroborée par l'examen microscopique de la surface des météorites. Ces observateurs ont d'ailleurs reconnu la présence du nickel dans les sédiments atmosphériques, nouvelle preuve d'une origine météorique, puisque le fer des [météorites est presque toujours accompagné de nickel.

D'un autre côté, la poussière magnétique ramassée à la suite d'expériences que M. Daubrée fait au fond d'un puits dans lequel il détermine des explosions de dynamite, renferme, quand la dynamite agit sur du fer, des globules à surface lisse et brillante.

De plus, dans les fonds de mer recueillis par M. Mouchez sur les côtes de Tunisie et d'Algérie, se trouvent beaucoup de sphérules magnétiques. On retrouve encore ces globules dans les sédiments marins de l'hémisphère austral.

Il ne semble pas rationnel de donner une origine terrestre au grand nombre de sphérules trouvées dans des poussières provenant de localités très éloignées les unes des autres.

D'autres faits sont encore plus décisifs : ils concernent les sphérules magnétiques trouvées au sein même des sédiments formés bien avant l'apparition de l'homme.

Les sables du puits artésien de Passy, retirés à 569 mètres de profondeur, contiennent de belles sphérules. Le noyau des roches dures, broyé sans choc, a donné une poudre qu'on a triée avec l'aimant. Un grès infra-liasique de Saint-Julien-lès-Metz a donné une sphérule presque parfaite; il en a été de même pour un psamnite micacé du trias d'Esslingerberg, en Wurtemberg. Le grès ferrugineux permien de Salzbach, en Brisgau, est beaucoup plus riche.

Un globule parfait a été donné par un sédiment carbonifère extrait d'un puits de mine de Saint-Avoid. D'autres globules ont également été extraits d'un grès dévonien des environs de Villedieu, dans la Manche.

De ce qui précède on peut déduire que les sédiments

actuels de la mer, ainsi que ceux des océans géologiques, contiennent les mêmes sphérules que l'atmosphère dépose constamment sur notre sol. Tous sont noirs, sphériques et attirables à l'aimant. L'identification de ces globules fait admettre que les couches du globe renferment des matériaux ayant une origine cosmique, et dont la chute remonte à une époque extrêmement reculée.

En terminant leur mémoire, MM. Stanislas Meunier et Gaston Tissandier font remarquer qu'il y aurait un grand intérêt à préciser le temps où cet apport de l'espace a été fait sur notre planète.

#### 14

##### Les cèdres submergés dans les marais de New-Jersey.

Les habitants de New-Jersey (Amérique du Nord) se livrent en ce moment à un travail assez curieux. Les marais voisins du cap May sont remplis d'une vase noire, où sont enfouis, à des profondeurs d'un à trois mètres, des troncs immenses de cèdres. Ces troncs, entassés les uns sur les autres, proviennent de forêts qui existaient autrefois sur cet emplacement. Aujourd'hui encore, on voit croître au bord de ces marais des arbres semblables à ceux qu'on trouve embourbés dans la vase.

La conservation sous l'eau de ces énormes troncs est due aux matières goudroneuses antiseptiques dont est chargée l'eau de ces marais.

Les vieux troncs de cèdres noyés dans la vase constituent des richesses dont les Yankees tirent un grand profit. Ils sondent la vase avec une longue barre de fer. Lorsqu'ils ont mis la gaffe sur un tronc, un morceau détaché de l'arbre enfoui sous l'eau leur suffit pour décider s'ils doivent enlever l'arbre ou le laisser en place.

C'est à l'odeur qu'ils reconnaissent si le cèdre est tombé de vieillesse ou s'il a été enseveli jeune encore, et s'il est,

par conséquent, susceptible d'être conservé. Quand l'arbre est jeune, on extrait la vase de cette partie du marais, l'eau prend sa place, et le tronc se met à flotter. On s'en empare alors, et on le scie, pour le débiter en fragments réguliers.

### 43

Les plantes carnivores. — Expériences faites par M. Ch. Martins sur l'alimentation du *Drosera rotundifolia* par des matières animales déposées sur les feuilles.

On sait, par l'ouvrage célèbre de Ch. Darwin sur les *Plantes insectivores*, que plusieurs végétaux, et surtout ceux de la famille des Droséracées, saisissent et absorbent les substances animales déposées sur leurs feuilles, ainsi que les insectes capturés par elles. Mais on est encore dans le doute sur une question majeure. Les substances absorbées servent-elles à nourrir le végétal, comme elles servent à la nourriture des animaux, c'est-à-dire par absorption digestive? Ou bien les feuilles absorbent-elles seulement les produits de la décomposition naturelle des aliments, lesquels, en se putréfiant au contact de l'air, dégagent des gaz acide carbonique, ammoniac et oxygène, gaz qui seraient purement et simplement absorbés par les feuilles? Dans le premier cas, les feuilles fonctionneraient à la manière d'un estomac, tandis que les autres organes, les racines et les parties vertes, fonctionneraient comme à l'ordinaire. Pour le second cas, il n'y aurait rien d'anormal dans le mode de nutrition végétale. La question, nous le répétons, était indécise, et l'on ne possédait qu'un petit nombre de faits favorables au double rôle que pouvaient jouer les feuilles.

C'est ainsi qu'Andrew Knight avait observé un pied de *Dionée attrape-mouches* qui végétait très vigoureuse-

ment, parce qu'il plaçait sur ces feuilles de petits morceaux de viande crue. On avait vu également des pieds de *Drosera* prendre un développement extraordinaire, parce qu'ils étaient constamment visités par de nombreux insectes.

D'autres expériences venaient, au contraire, contredire ces faits, et donnaient même des résultats tout à fait inverses.

M. Ch. Martins avait fait, pour concilier des faits contradictoires, une hypothèse, qui explique en même temps l'absorption des matières animales par les feuilles des plantes carnivores et la persistance de l'absorption de l'eau chargée de principes nutritifs puisés dans le sol par leurs racines. Il supposait que la capture des insectes par les plantes et l'absorption de leurs tissus assimilables pourrait bien être l'ébauche d'une fonction propre aux animaux inférieurs *fixes*.

Toutes ces incertitudes ont disparu à la suite d'observations nouvelles de M. Francis Darwin, que nous allons rapporter

Le 12 juin 1877, ce physiologiste transplanta et cultiva, dans des assiettes remplies de mousse, deux cents pieds de *Drosera rotundifolia*. Une cloison en bois, très basse, séparait chaque assiette en deux moitiés. Dans l'une de ces moitiés étaient placés les pieds destinés à recevoir la nourriture animale; dans l'autre moitié, les pieds étaient mis à la diète. On recouvrit le petit parterre d'un châssis en toile métallique, pour empêcher la visite des insectes.

Depuis le commencement de juillet jusqu'au commencement de septembre, une ou deux parcelles de viande rôtie furent distribuées, à quelques jours d'intervalle, à chaque feuille des plantes alimentées; ces parcelles de viande pesaient un quinzième de grain.

Avant le commencement de septembre, époque de la comparaison définitive des deux parties de la plante mises en expérience, on constatait que les plantes nourries avec la

viande profitaient fort bien du traitement auquel elles étaient soumises. Leur couleur verte brillante témoignait que l'azote apporté par la viande avait augmenté les grains de chlorophylle. On pouvait vérifier aussi que la quantité de cellulose avait augmenté, en examinant au microscope l'amidon des feuilles, et en prenant le poids des feuilles sèches. Les compartiments alimentés offraient un aspect de plus en plus beau. On y voyait des hampes florales mieux fournies et plus fortes. Au contraire, dans les compartiments laissés à la diète, les plantes présentaient un état visible de dépérissement.

Le 7 août, le rapport des plantes en fleurs soumises à la diète était à celui des plantes nourries de viande comme 100 est à 149. Les plantes non alimentées ne pouvaient plus donner de nouvelles fleurs, comme les autres.

Au milieu du mois d'août, on compta le nombre des feuilles sur trois assiettes. Il y en avait 187 sur les pieds de la moitié de l'assiette qui portait les plantes mises à la diète, tandis que l'on en comptait 256 sur l'autre moitié. Ces nombres sont entre eux comme 100 : 137.

Les graines étant mûres au commencement de septembre, toutes les fleurs furent recueillies. Les pieds de trois autres assiettes furent laissés en place après l'enlèvement des fleurs, l'estimation de matière mise en réserve devant être faite ultérieurement.

Toutes les parties des deux lots comparés ont été comptées, mesurées et pesées. On a reconnu que les rapports sont très différents entre ces parties comparées.

« Un fait important résulte de ces expériences, dit M. Ch. Martins, dans un article publié dans la *Revue scientifique* de M. Germer-Baillièrre, auquel nous empruntons cet exposé; c'est que la différence qui se manifeste entre les plantes nourries et celles soumises à la diète, se montre principalement dans les hampes florales. Les poids des hampes portant les capsules avec leurs graines sont dans le rapport de 100 à 232. Mais le rapport le plus grand réside entre les poids totaux des graines; il est comme 100 à 389. On sait que les graines sont les parties des végétaux les plus riches en azote. »



On peut conclure de ces expériences que les insectes capturés par les *Drosera* profitent à ces végétaux et les nourrissent.

Ce mode d'alimentation d'un groupe de plantes semi-aquatiques est de nature à faire réfléchir. Si l'on admettait que les feuilles de certaines plantes fonctionnent comme organes de digestion, il en résulterait un rapprochement intéressant entre le règne végétal et le règne animal, qui auraient ainsi une origine commune. Ce fait donnerait quelque poids à la théorie de Darwin sur les transformations successives des espèces, tant animales que végétales.

## 16

Observations de M. Paul Bert sur les causes des mouvements périodiques des fleurs et des feuilles.

Les feuilles et les fleurs des divers végétaux exécutent certains mouvements, qui, de tout temps, ont frappé les naturalistes. M. Paul Bert a fait, en 1878, sur les causes physiques de ces mouvements des observations fort intéressantes.

Des études de physiologie végétale déjà anciennes ont établi que les phénomènes connus sous le nom de *sommeil* et de *réveil* des feuilles et des fleurs se passent en un point précis situé à la base de la fleur ou de la feuille. On a appelé ce point le *renflement moteur*. Les mouvements qui se passent autour de ce point dépendent de l'énergie vitale que développe le *renflement moteur* pour soutenir l'organe. Cette énergie augmente pendant la nuit, et elle diminue pendant le jour.

M. Paul Bert a émis toute une théorie nouvelle pour expliquer ces effets. D'après cet habile observateur, une matière particulière s'emmagasinerait dans le *renflement moteur*. Cette matière, que l'auteur appelle *matière en-*

*dosmotique*, se trouverait en abondance dans le renflement moteur vers la fin du jour. A ce moment, elle attirerait en ce point l'eau, qui produirait dans la nuit la tension maximum du ressort. Pendant le jour, la diminution graduelle de cette tension la réduirait à sa plus petite valeur, et elle ne pourrait plus alors combattre l'effet de la pesanteur. C'est alors que les feuilles se refermeraient.

D'après M. Paul Bert, la *matière endosmotique* se forme sous l'influence des rayons jaune et rouge du spectre solaire ; elle se détruit dans l'obscurité, ou sous l'action des rayons bleu-violet du spectre. En s'accumulant et en s'hydratant, cette matière abaisse la température du *renflement moteur*, lequel est toujours plus froid que l'air ambiant.

Quelle est la nature propre de la substance que M. Paul Bert désigne sous le nom de *matière endosmotique* ?

Pour s'édifier sur ce point, M. Paul Bert prit des folioles mortes de sensitive, et il broya séparément des poids égaux de tiges, de pétioles et de *renflements moteurs*. Il constata que le liquide extrait du *renflement moteur* réduisait énergiquement la liqueur cupro-potassique, et que les autres liquides ne produisaient aucun effet de ce genre. Le *renflement moteur* renfermait donc du glycose.

L'examen des feuilles vivantes de la sensitive montra ensuite que les *renflements moteurs* renferment beaucoup plus de glycose que les pétioles. En écrasant séparément, dans une même quantité d'eau, un même poids de *renflements moteurs* et de pétioles, et plaçant les deux liquides de chaque côté d'un *endosmomètre* différent, M. Paul Bert reconnut que le liquide des *renflements* attire fortement l'autre liquide.

En raison de ces faits, M. Paul Bert considère le glycose contenu dans le *renflement moteur* comme la cause du mouvement périodique des végétaux. On sait d'ailleurs que le glycose se forme sous l'influence de la lu-

mière solaire et que l'obscurité le détruit. On sait encore que cette substance se transporte parfois en certains points du végétal, et que le *renflement moteur* est un de ces points.

M. Paul Bert admet donc que les folioles préparent pendant le jour le glycose, qui se porte le soir dans le *renflement moteur*, et y attire l'eau de la tige, ce qui augmente progressivement la tension du ressort moteur.

Pour la sensitive, l'augmentation de puissance du ressort moteur commence une ou deux heures avant la nuit, et atteint son maximum un peu après minuit. La détente qui se produit alors est assez rapide jusqu'au lever du soleil; elle se ralentit ensuite jusqu'au soir. Cela résulte de ce que le glycose ne se forme plus la nuit, qu'il se détruit par la nutrition, et que la tension causée par l'arrivée de l'eau disparaît avec le liquide.

L'évaporation joue un certain rôle dans ce phénomène. M. Paul Bert limite ce rôle en ces termes :

« Au moment de la disparition de la lumière, les fleurs et les feuilles s'arrangent pour rendre leurs surfaces d'évaporation aussi petites que possible, ce qui les protège aussi contre le vent. Mais le rôle de l'évaporation, relativement au mouvement du végétal, est très minime; de nombreuses expériences sur la sensitive l'ont établi. »

La même théorie expliquerait, selon M. Paul Bert, le phénomène connu sous le nom d'*héliotropisme*. On sait que certaines fleurs, et particulièrement l'héliotrope, suivent à peu près exactement le déplacement du soleil, en tournant sans cesse vers cet astre le disque qui forme l'ensemble de leurs fleurs composées. M. Paul Bert explique ce phénomène par l'action des rayons réfringents du spectre solaire agissant sur le glycose. Ces rayons diminuent la tension du côté du *renflement moteur* qu'ils frappent, tandis que l'autre côté opposé augmente d'énergie; de là résulte un mouvement. Les feuilles suivent le déplacement du soleil, à cause de la diminution de tension dans la partie éclairée.

## 17

Nouvelles observations sur le lait de l'*Arbre à la vache*,  
par M. Boussingault.

La nature donne un lait tout préparé dans le curieux végétal connu sous le nom d'*Arbre à la vache* (*Galactodendron utile*). Ce végétal, qui croît dans les parties chaudes de l'Amérique, fournit, par une simple blessure faite à son tronc, un liquide semblable au lait, et qui en diffère peu par sa composition chimique, car il renferme, comme le lait, une matière grasse, agréable au goût, et un produit sucré.

M. Boussingault, pendant son voyage en Amérique, en 1828, analysa, sur la demande d'Alexandre de Humboldt, la sève de l'*Arbre à la vache*, et il y trouva les mêmes produits que dans le lait de vache, et en même temps une quantité de cire qui formait la moitié du poids de la sève.

L'*Arbre à la vache* atteint une hauteur de 15 à 20 mètres. Les feuilles sont oblongues, alternes, terminées par des pointes coriaces. Lorsqu'on fait une incision sur le tronc, il en sort un liquide blanc, visqueux, d'une saveur agréable.

C'est sur le versant de la chaîne côtière du Venezuela, au-dessus de Ocumare, que M. Boussingault vit pour la première fois l'*Arbre à la vache*.

M. Boussingault se trouvait avec son compagnon de voyage, M. de Riveiro, dans la petite ville de Maracay, près du lac de Tacarigua, pour en fixer la position géographique. Chaque jour, des Indiens leur apportaient du *lait végétal*. M. Boussingault put donc essayer d'en déterminer la composition et s'édifier sur ses propriétés nutritives. Pendant plus d'un an, il en consomma, en le mêlant à du café ou à du chocolat.

Pendant ce même voyage en Amérique, M. Boussin-

gault eut l'occasion de rencontrer l'*Arbre à la vache* dans une autre circonstance assez singulière.

C'était en 1828. La guerre de l'indépendance américaine touchait à sa fin. La forteresse de Puerto Cabello était le seul point encore au pouvoir des Espagnols sur les côtes de la mer des Antilles, et l'armée américaine en faisait le blocus. Voulant visiter les postes répartis sur le versant méridional de la Cordillère littorale, M. Boussingault partit des eaux thermales de las Trincheras. Parvenu au torrent de Naguanagua, il rencontra quelques soldats qui portaient des bidons.

M. Boussingault supposa que ces hommes allaient chercher de l'eau ; mais, comme ils passèrent le Naguanagua sans s'y arrêter, il leur demanda où ils allaient. Un des soldats répondit qu'ils allaient *traire l'arbre*. Assez surpris de cette réponse, M. Boussingault les suivit.

Après s'être élevés de 500 à 600 mètres, on arriva au milieu d'une forêt où abondaient de magnifiques *Galactodendrons*, dont les racines rampantes couvraient la surface du sol. Les soldats pratiquèrent, à coups de sabre, de nombreuses incisions à plusieurs de ces arbres, pour en faire jaillir du lait. En moins de deux heures les bidons étaient remplis. On reprit donc le chemin du campement.

Le lieu de ce campement n'est pas éloigné de la ferme de Barbuta, où Alexandre de Humboldt avait vu les nègres de la plantation recueillir du lait végétal, pour y tremper leur galette de cassave ou de maïs. De Humboldt, parlant de ce qui se passait dans cette ferme, a dit que les Indiens du voisinage recevaient le matin du lait de l'*Arbre à la vache* dans des Calebasses. Les uns le buvaient sur place, les autres le portaient à leurs enfants. « On croyait voir, dit de Humboldt, un pâtre distribuant à sa famille le lait de son troupeau. »

Le majordome affirmait que les esclaves engraisaient par ce régime.

L'*Arbre à la vache* est fort répandu dans les régions intertropicales. Dans sa description des Indes occidentales,

Loet l'avait déjà signalé dans la province de Cumana. M. Linden l'a vu dans les montagnes qui dominent Macaraïba. Ce dernier botaniste lui a donné récemment le nom de *Brosimum galactodendron*. Un autre botaniste, A. Goudot, a trouvé le même arbre dans la Sierra de Ocana.

Le liquide qu'on obtient, par incision, de l'*Arbre à la vache*, est beaucoup plus consistant que le lait. Exposé à l'air, il s'aigrit, en laissant déposer un volumineux coagulum, qui est une sorte de fromage.

M. Boussingault ayant analysé, en 1828, sur les lieux mêmes, le lait de l'*Arbre à la vache*, y trouva :

1° Une substance grasse, semblable à la cire d'abeille, fusible à + 50 degrés, en partie saponifiable, très-soluble dans l'éther, peu soluble dans l'alcool bouillant. Cette matière, formée probablement de plusieurs principes, présente, quand elle a été fondue et refroidie, l'apparence de la cire vierge.

2° Une substance azotée, analogue au caséum.

3° Des matières sucrées qu'il ne fut pas possible de caractériser.

4° Des sels de potasse, de chaux, de magnésie, des phosphates.

Pendant longtemps, M. Boussingault a regretté de n'avoir pu déterminer la nature des matières sucrées qu'il n'avait fait qu'apercevoir en Amérique. Mais dans les objets intéressants adressés à l'Exposition de 1878 par le gouvernement de Venezuela, M. Boussingault a trouvé plusieurs flacons de lait de l'*Arbre à la vache*, que M. Vicente Marcano s'est empressé de mettre à sa disposition. Il a pu ainsi continuer des recherches commencées à une époque déjà bien éloignée.

Voici les résultats de l'analyse complète à laquelle il a soumis le lait de l'*Arbre à la vache* envoyé à l'Exposition.

Dans 100 parties de suc laiteux obtenu sans fermentation, on a trouvé :

84,10 sur 100 parties, de cire et de matières grasses,

2 de sucre interverti, réducteur ; 1,40 de sucre intervertible ; 3,15 de gomme ; 4,00 de caséum et d'albumine ; 1,10 de cendres alcalines, et 4,25 de substances non azotées.

Le lait végétal se rapproche, par sa constitution, du lait de vache ; mais les proportions de ses éléments sont bien différentes. Cette analogie explique les propriétés nutritives du lait, ou plutôt de la crème végétale, qui constitue ce produit naturel.

## 18

La préparation du curare chez les Indiens du Brésil, par M. Jobert.

Tout le monde connaît le *curare*, le redoutable produit dont les Indiens de l'Amérique du Sud se servent pour empoisonner leurs flèches, et qui détermine la mort quand la plus faible proportion du toxique a été introduite sous la peau, par une légère blessure. Claude Bernard, en étudiant le *curare*, a mis en évidence plusieurs propriétés singulières de ce toxique, et a popularisé son nom dans la science.

Un voyageur français, M. Jobert, a publié, en 1878, le résultat d'observations nouvelles qu'il a faites sur la véritable origine du *curare*. Il a assisté lui-même à la préparation de ce poison végétal dans les forêts du Brésil, et déterminé, autant que cela est possible, les plantes qui entrent dans sa composition.

Mais, avant de faire connaître les résultats des observations de M. Jobert, il sera bon de rappeler ce que nous avaient déjà appris, concernant la préparation du poison des sauvages de l'Amérique du Sud, les recherches de divers voyageurs.

Les premiers renseignements exacts sur l'origine du *curare* ont été fournis, au siècle dernier, par La Conda-

mine, qui put observer ses effets pendant son voyage aux régions équinoxiales de l'Amérique.

La Condamine reconnut que le poison des Indiens était préparé en faisant bouillir dans l'eau diverses plantes, et particulièrement certaines lianes. Cette décoction, évaporée par l'action du feu, constituait le *curare*, véritable extrait végétal, de consistance molle, dont on se servait pour enduire la pointe des flèches.

En 1812, Charles Watterton entreprit un voyage dans les contrées de Démérari et d'Essequibo, dans le but de recueillir une certaine quantité de curare. Dans la relation de son voyage, qui parut à Londres en 1825, on trouve décrite, pour la première fois, la préparation de ce poison et ses effets sur l'économie animale. Voici ce que rapporte le voyageur anglais, concernant la manière dont les Indiens préparent le curare dans les forêts.

L'Indien chargé de le préparer commence par recueillir une certaine quantité d'une liane très toxique, le *Strychnos toxifera*, qui est la base du mélange vénéneux. Ensuite il arrache une certaine racine très-amère, qu'il y réunit, et il cherche deux sortes de plantes bulbeuses qui contiennent un jus vert et gluant. Il remplit de tiges de ces plantes un petit vase qu'il porte sur son dos, et il se met enfin à rechercher deux espèces de fourmis. L'une est très grosse, noire, et tellement venimeuse, que sa piqûre donne la fièvre : on la trouve le plus souvent sur la terre. L'autre est une petite fourmi rouge qui pique comme une ortie, et qui place ordinairement son nid sur la feuille d'un arbrisseau. L'Indien ramasse encore une certaine quantité de poivre de Cayenne ; il ajoute enfin les crochets broyés du serpent *labarri* et du *counacouchi*, qu'il tient ordinairement en réserve ; car, lorsqu'il tue un serpent, il a soin d'en arracher les crochets et de les conserver.

Quand il a recueilli les ingrédients nécessaires à la préparation du curare, l'Indien réduit en petits morceaux la liane du *Strychnos toxifera* et la racine amère, et



il les fait bouillir avec de l'eau. Il ajoute ensuite à cette décoction les crochets du serpent, les fourmis et le poivre. La liqueur est placée alors sur un feu modéré. Lorsqu'elle est en ébullition, on enlève l'écume avec une feuille et la liqueur reste sur le feu jusqu'à ce qu'elle se soit réduite en un sirop épais, d'un brun foncé. Quand elle est en cet état, on la verse dans unealebasse, petit pot de la façon des Indiens, et on la conserve dans l'endroit le plus sec de la cabane.

Tous les détails de l'opération que nous venons de décrire sont faciles à comprendre : on voit qu'elle se réduit à préparer, avec le secours de la chaleur, un extrait aqueux du suc de diverses plantes vénéneuses. Quant aux crochets de serpent que les sauvages ajoutent à la liqueur pour en augmenter l'action toxique, il est probable que cette addition est superflue, car il est reconnu que la piqûre occasionnée par la dent d'un animal vénéneux, celle d'une vipère, par exemple, quand cette dent a été détachée de la mâchoire de l'animal, n'occasionne plus d'accidents morbides.

Dans son *Voyage aux régions équinoxiales du nouveau continent*, Alexandre de Humboldt a donné de la préparation du curare une peinture intéressante.

Un autre voyageur, Richard de Schomburgk, a assisté, comme Alexandre de Humboldt, à la préparation du curare chez les Indiens de l'Amérique du Sud.

Voici ce que dit ce voyageur :

« L'Indien chargé de la préparation du curare prit de jeunes pousses de *Strychnos toxifera*, enleva l'écorce et l'aubier, et y joignit d'autres plantes, que l'auteur cite, sans bien préciser leurs caractères, mais qui appartenaient à la famille des *Strychnos*. L'Indien fit cuire le tout dans l'eau pendant quarante-huit heures. Après ce temps, la décoction fut filtrée au moyen d'un entonnoir rempli d'herbe très-fine, et versée dans de petits vases de terre, qu'on exposa au soleil pour la faire évaporer. Après cette évaporation, on ajouta le suc mucilagineux des pelures de l'oignon du *muramu*, lequel donna à l'extrait encore liquide une consistance gélatineuse. L'Indien

versa alors cet extrait dans des Calebasses, et dans chacune d'elles il mit quatre petits morceaux de *manuca*. Après cette addition, l'extrait fut encore évaporé jusqu'à la consistance du suc de réglisse; et les Calebasses furent alors recouvertes avec des feuilles de palmier. La préparation fut terminée en trois jours. »

M. Jobert, comme les voyageurs dont nous venons de citer les noms, a vu préparer le curare dans les forêts par les Indiens Temnas, au Calderao (Brésil). Voici, d'après lui, les principaux éléments qui entrent dans la préparation du curare :

1° L'*Urariwa* (*Strychnos toxifera*), plante grimpante;

2° L'*Eko Pani du Maharao*, plante grimpante.

Les éléments accessoires sont :

3° Une Aroïdée (le *Taja*);

4° L'*Eoné* ou *Mucura*;

5° Trois pipéracées du genre *Artanthe*;

6° Le *Tau-ma-gere* ou *Langue de Toucan*.

M. Jobert a photographié ces plantes et en a rapporté des échantillons en Europe.

Les Indiens raclent la première écorce du *Strychnos toxifera* et de l'*Eko*, écorce qui est très mince, et ils mélangent ces râpures, dans la proportion de quatre parties de la première pour une partie de la seconde.

Ce mélange est pétri à la main, puis placé dans un entonnoir en feuilles de palmier; on l'épuise par de l'eau froide, qu'on reverse sept ou huit fois. Le liquide prend alors une teinte rouge; on le fait bouillir avec des fragments de tiges de *Taja* et de *Mucura*, durant six heures, de manière à lui faire prendre une consistance épaisse. On ajoute à ce liquide la râpuration des pipéracées. On fait bouillir de nouveau et on laisse refroidir; la masse prend la consistance d'un épais cirage.

M. Jobert a étudié expérimentalement les propriétés toxiques de chacune de ces plantes. Selon lui, le *Strychnos toxifera* (*urari*) et le *Taja* seraient les plus actifs. L'*Eko* produirait des effets moins rapides.

## 19

## Un poulpe monstre.

Un poulpe (*pieuvre*) d'une dimension extraordinaire a été jeté sur la côte de Terre-Neuve, le 22 septembre 1878, pendant une violente tempête. L'animal était encore vivant; sa couleur était d'un rouge foncé; mais dès qu'il fut entièrement hors de l'eau, il mourut et perdit sa couleur.

La longueur du corps de cette monstrueuse pieuvre était de 3 mètres, et sa circonférence embrassait près de 2 mètres. On lui coupa les bras, pour la transporter plus facilement. Ces bras, au nombre de dix, étaient armés de 2000 suçoirs, de 0<sup>m</sup>,025 de diamètre. La longueur de deux de ces tentacules atteignait 9<sup>m</sup>,38; ils mesureraient jusqu'à 19 centimètres de diamètre. Les huit autres tentacules avaient environ 3<sup>m</sup>,30 c. de longueur. La queue était une véritable nageoire, qui ne mesurait pas moins d'un mètre de longueur.

Lorsque cet animal fut pris, ses yeux, dont le diamètre était de 20 centimètres, avaient, dit-on, une expression terrifiante. On aurait dit qu'il tenait à justifier les descriptions de Victor Hugo.

## 20

## Acclimatation du castor en Écosse.

On sait que les castors ont presque entièrement disparu de l'Europe. Ceux que l'on rencontre encore le long du Rhône, du Danube, du Weser, vivent solitaires, dans des terriers, le voisinage des hommes les empêchant de construire des digues, comme le font leurs congénères de l'Amérique du Nord. Un des plus riches propriétaires du

Royaume-Uni, le marquis de Bute, grand admirateur de ces intéressants animaux, a entrepris d'en réacclimater l'espèce en Écosse.

Tout près de Rothesay, au milieu de la forêt de Mount-Stuart, il a fait entourer de murs un espace assez considérable planté d'arbres, et il y a installé plusieurs castors apportés du Canada. Un cours d'eau descendant de la montagne traverse ce parc improvisé.

Livrés à eux-mêmes, les castors de lord Bute ont complètement changé l'aspect du cours d'eau, au travers duquel ils ont construit trois digues ou chaussées, à l'aide de grosses branches, de troncs d'arbres, de terre et de pierres.

Ces digues ont formé un espèce d'étang, qui se maintient toujours à la même hauteur. Près du bord s'élèvent les cabanes ou maisonnettes bâties à plomb sur un pilotis plein, avec deux issues, l'une pour aller à terre, l'autre pour se jeter à l'eau.

La forme de ces maisonnettes est ronde et rappelle assez un grand nid de grive renversé. Elles sont solidement maçonnées et si bien enduites en dehors et en dedans d'une sorte de stuc, qu'elles sont impénétrables à la pluie.

Les matériaux employés par les castors de Mount-Stuart pour la construction de leurs habitations sont des bois légers, principalement des aulnes et des saules. C'est en les sciant avec les dents, ou en les rongant au pied, qu'ils ont abattu plusieurs arbres de leur parc.

On a remarqué que, lorsqu'ils attaquaient un arbre, ils ne l'abandonnaient plus qu'il ne fût abattu, dépecé et transporté. Ils taillent toujours en sifflet, à un pied environ au-dessus du sol. Ils travaillent assis, et, outre l'avantage de cette situation commode, ils ont le plaisir de ronger continuellement de l'écorce, qui est leur nourriture préférée. Ils sont tellement adroits, qu'ils font toujours tomber l'arbre du côté qu'il leur plaît. Ils appuient, pour cela, les pieds de devant au-dessus de la partie qu'ils ont

entamée. Quand l'arbre est tombé, ils coupent les branches de la cime et construisent, avec ces branches, des pilotis serrés, afin de retenir l'eau et d'en rompre l'effort.

Les castors du marquis de Bute se sont multipliés très rapidement. On n'en comptait d'abord que deux paires; leur nombre s'élève maintenant à près de cent. Ils sont d'un naturel craintif. Au moindre bruit ils s'avertissent les uns les autres, en frappant sur l'eau, avec leur queue, un coup qui retentit au loin; chacun aussitôt plonge dans le lac ou se cache dans les cabanes.

Ces asiles sont non-seulement sûrs, mais encore très propres et très commodes. Le plancher est jonché de verdure, de branches de buis et de sapin.

L'essai que tente en ce moment le marquis de Bute est certainement un des plus intéressants que l'on puisse signaler; il y a tout lieu de croire qu'il réussira et sera continué sur une grande échelle. L'acclimatation du castor dans quelques vallées sauvages de l'Écosse ne présenterait pas plus de difficultés que n'en a offert la domestication de l'autruche au Cap de Bonne-Espérance.

## 21

### L'élevage des autruches au Cap de Bonne-Espérance.

Depuis quelques années des fortunes colossales se sont faites par l'élevage de l'autruche au midi de l'Afrique. Essayée d'abord en Algérie avec peu de succès, cette industrie a été transportée au Cap de Bonne-Espérance, dans les environs de Graham's Town, et elle a trouvé là un succès complet.

Les éleveurs eurent d'abord beaucoup de peine et peu de bons résultats. Pendant la période d'incubation, qui est de quarante-deux jours, les autruches détérioraient leurs plumes, et très souvent on trouvait des œufs cassés.

Or chaque œuf représente une somme de 125 francs, la valeur du poussin au sortir de l'œuf est de 250 francs et les plumes se vendent jusqu'à 600 francs la livre.

On a paré à tous les inconvénients résultant de l'incubation naturelle de ces oiseaux par l'incubation artificielle. Mais, avant d'obtenir un résultat, il a fallu étudier très attentivement les mœurs de l'autruche.

La *couveuse artificielle* dont on se sert au Cap a été construite, pour la première fois, par M. Douglas, un des plus grands éleveurs de ce pays. Elle consiste en une grande pièce de bois, montée sur quatre pieds et longue de 3 mètres. Aux deux extrémités sont deux tiroirs, dans lesquels on place les œufs. Au-dessous des tiroirs et tout le long de la couveuse, est un réservoir rempli d'eau chaude, qui donne la température nécessaire à l'incubation. Les œufs restent six semaines dans la couveuse. Au moment de l'éclosion, il faut, au moyen de certains instruments spéciaux, aider les poussins à ouvrir leur coquille et les nourrir pendant les premiers jours. Lorsqu'ils sont assez forts pour supporter le grand air, on les mène dans des champs, où ils restent depuis le lever du soleil jusqu'à son coucher, se nourrissant de la luzerne qu'on leur découpe menu, et que l'on mêle d'œufs broyés de gravier et d'eau.

Les autruches sont plumées un an après leur naissance. Deux méthodes différentes se disputent la préférence des éleveurs. Les uns arrachent les plumes, d'autres les coupent un peu au-dessus de la racine et n'enlèvent cette racine que deux mois après. Cette dernière méthode paraît être la meilleure.

Pour garder les jeunes autruches pendant qu'on les mène aux champs, on emploie des hommes à cheval munis de longues branches épineuses, afin de se garantir des attaques de ces animaux, qui sont sauvages et dangereux.

On retire souvent, dans la même année, jusqu'à 50 0/0 du capital engagé; mais, pour obtenir ce résultat,

il faut beaucoup d'habileté et de soins. Plusieurs éleveurs n'obtiennent pas de pareils bénéfices, et ce commerce est quelquefois aléatoire. La vente des plumes dépend, en effet, des caprices de la mode, et d'un jour à l'autre ces plumes peuvent perdre beaucoup de leur valeur.

D'après le dernier recensement publié à Graham's Town, on compte aujourd'hui plus de 32000 de ces oiseaux élevés à l'état de domesticité dans des terrains clos.

## 22

Acclimatation, dans les eaux douces de la France, de la truite américaine, et emploi du froid pour le transport des œufs de ce poisson.

La *Société d'acclimatation* se propose d'introduire dans les eaux douces de la France la truite américaine, connue au Canada et aux États-Unis sous le nom de *Brook-trout* (*Salmo fontinalis*,) espèce très féconde, qui croît très rapidement et dont la chair est excellente.

Cette truite réunissant toutes les qualités requises pour que son acclimatation en France soit de toute utilité, la *Société d'acclimatation*, en 1875 et 1876, fit venir de New-York, à deux reprises différentes, des œufs embryonnés de la truite américaine. Mais le transport d'une semblable cargaison présente de grandes difficultés. Pendant l'hiver, époque de la ponte de la truite, les œufs, malgré un emballage spécial, peuvent être atteints par la gelée. C'est ce qui arriva pour les deux premiers envois. Au contraire, et par exception, si la température est douce pendant le trajet, les œufs courent le risque d'éclorre, et ils sont encore perdus.

La *Société d'acclimatation* va faire une nouvelle tentative pour le transport des œufs de la truite américaine, et cette fois elle doit mettre à profit, pour conserver les

œufs pendant le transport, l'action d'une basse température, procédé recommandé par M. Millot, à la suite de ses recherches concernant l'action du froid sur les œufs de poissons. Une glacière, qui a été construite tout exprès par M. Tellier, et mise par lui à la disposition de la Société, va être expédiée en Amérique, pour recevoir la cargaison d'œufs de poissons. Cet appareil est disposé selon le système qui a donné de si bons résultats à bord du *Frigorifique* pour le transport de la viande fraîche d'Amérique en France. Il y a donc, cette fois, tout lieu de compter sur la réussite de l'intéressante expérience tentée par la *Société d'acclimatation*.

## 23

### Acclimatation d'un poisson chinois.

Nous devons à M. Dubry de Thiersant, chargé d'affaires de France dans l'Amérique centrale, l'introduction du *faisan vénéré*, de la *rhubarbe de Hubot*, et d'autres espèces animales ou végétales de l'extrême Orient. M. Dubry de Thiersant a obtenu un nouveau succès par l'acclimatation dans nos eaux d'un des meilleurs poissons de la Chine.

Ce poisson, auquel on a donné le nom compliqué d'*Hippophthalmichthys Dubryi*, est une espèce de Cypris. Classé chez les Chinois parmi les poissons domestiques, il est très répandu dans les eaux douces du Céleste-Empire, et constitue une source précieuse d'alimentation. On l'éleve dans des bassins remplis d'herbes aquatiques que nous possédons en France, et il acquiert en peu de temps des dimensions considérables. Son poids peut atteindre jusqu'à 20 kilogrammes. Sa chair, qui est ferme et excellente au goût, rappelle celle du turbot et de la truite.

Les premiers essais tentés par M. Thiersant pour in-



introduire ce Cypris dans les eaux de la France datent de 1875. A cette époque, il envoya de Canton, à la *Société d'acclimatation*, 900 alevins, dont 9 seulement arrivèrent vivants à Marseille. Ils furent confiés aux délégués de la *Société d'acclimatation*, qui les fit placer dans un bassin construit à leur intention spéciale. Ces poissons ont grandi, prospéré; la *Société d'acclimatation* va en faire venir d'autres, et tout fait espérer que nos rivières pourront être prochainement peuplées de cet utile habitant.

## 24

Élevage et engraissement des poulets au Jardin d'acclimatation.

On remarquait beaucoup, dans la section d'agriculture de l'Exposition universelle de 1878, le curieux appareil imaginé par M. O. Martin pour l'engraissement mécanique des volailles. Connu depuis plusieurs années, cet appareil s'est complété récemment par l'addition de couveuses artificielles.

On voit maintenant dans le pavillon de M. O. Martin, au Jardin d'acclimatation, en face de l'appareil pour l'engraissement des volailles, des incubateurs d'un système perfectionné. On peut non-seulement être témoin de son usage, mais on peut encore assister aux éclosions des jeunes poulets.

L'*hydro-mère*, comme l'appelle M. O. Martin, est l'appareil chargé de l'éducation des poussins nouveau-nés. Cet appareil remplace la poule en réchauffant les petits animaux. A l'âge de vingt jours, les poulets sont trop gros pour continuer de vivre dans l'*hydro-mère*; mais alors ils sont agiles et expérimentés, ils peuvent se suffire, à la condition de les protéger contre le froid, pendant la nuit et pendant les mauvais temps.

Les *hydro-incubateurs* et les *hydro-mères* permettent

de se livrer en tout pays à l'élève des volailles, industrie qui est aujourd'hui le monopole de certaines localités dans le nord et le midi de la France.

## 23

### Le chant des souris.

Un membre de la Société d'acclimatation, M. Brierre, a confirmé les observations de M. Bordier sur le chant des souris.

Le premier entendit, avec plusieurs témoins, des souris chanter à Saint-Michel-sur-Héron (Vendée). Les chants furent d'abord pris pour des sifflements de reptiles ; mais ils venaient d'un vieux buffet contenant des souris. Les chants commençaient ordinairement le soir, au coucher du soleil.

Les ferrures du vieux meuble furent huilées, et les bois des portes furent frottés avec du savon sec, afin de pouvoir les ouvrir subitement et sans bruit. En s'y prenant ainsi, on vit les battements de la gorge d'une souris, laquelle faisait entendre un chant semblable à celui du roitelet, tenant son museau allongé et en l'air, comme un chien qui hurle. M. Brierre put saisir cette souris à la main, mais elle lui échappa, car il la serrait peu. Les chants se firent encore entendre pendant la nuit et les nuits suivantes.

Ce chant ne saurait être attribué à l'imitation de celui des serins, parce qu'il n'y avait pas d'oiseaux dans le voisinage.

## 26

## L'homme le plus âgé du monde.

L'homme le plus vieux du monde entier est un citoyen de Bogota, dans la république de San-Salvador.

Ce nouveau Mathusalem qui avoue cent quatre-vingts ans, est un métis, nommé Michel Solis. Son existence fut révélée au docteur Luis Hernandez par un des colons les plus âgés de la localité, lequel, dans son enfance, connaissait déjà cet homme comme centenaire. On a retrouvé, dans de vieux documents de 1712, sa signature parmi celles des personnes qui contribuèrent à la construction d'un couvent de Franciscains qui existe près de San-Sebastian.

Le docteur qui lui rendit visite trouva Michel Solis travaillant dans son jardin. Sa peau est parcheminée ; ses cheveux longs et d'un blond de neige enveloppent sa tête comme un turban, et son regard est si vif, qu'il fit une impression désagréable sur le docteur. Michel Solis attribue son grand âge à sa manière de vivre réglée d'une façon invariable et qui ne laisse place à aucun excès d'aucune sorte.

« Je ne mange, dit Michel Solis, qu'une fois par jour ; mais je ne choisis que des aliments forts et nourrissants. Mon repas dure une demi-heure. Je jeûne le 1<sup>er</sup> et le 15 de chaque mois, et ces jours-là j'absorbe autant d'eau que je puis en supporter. Je laisse toujours refroidir mes aliments avant d'y toucher. C'est à ce régime que j'attribue ma longévité. »

---

## MÉDECINE ET PHYSIOLOGIE

### I

Recherches de M. Pasteur sur les causes de la maladie charbonneuse.

— Le *charbon* paraît dû à l'infection du sang par des organismes microscopiques, les bactériidies. — Application de ces faits à la médecine et à l'hygiène publique. — La surveillance à Paris des viandes charbonneuses. — Le microscope appliqué à la recherche des bactériidies dans les viandes réputées charbonneuses. — La viande des animaux morts du charbon peut-elle inoculer cette maladie?

L'attention du public médical a été vivement excitée, en 1878, par les travaux de M. Pasteur sur la nature et la cause de la *maladie charbonneuse*, vulgairement nommée le *charbon* ou *pustule maligne*. Il paraît bien établi que cette maladie, presque toujours mortelle pour l'homme ou les animaux, provient de l'invasion de l'économie vivante par des êtres microscopiques nommés *bactériidies*, qui se présentent sous la forme de petits bâtons, ou *bâtonnets*. Ces êtres malfaisants ne sont guère reconnaissables qu'à leurs effets funestes sur l'homme et sur les animaux, et à cette circonstance qu'ils peuvent se conserver et se reproduire dans certains liquides contenant des matières organiques, liquides que M. Pasteur prépare pour soumettre littéralement à la *culture* les bactériidies. Quelques gouttes du liquide de ces cultures insérées sous la peau suffisent pour provoquer la multiplication de ces bactériidies dans le sang de l'animal inoculé, et pour faire naître le charbon.

Il résulte des nouvelles recherches de M. Pasteur et de ses collaborateurs que les oiseaux ne contractent par le charbon, parce que leur sang est trop chaud pour l'évolution des bactériidies; mais que si on refroidit ces oiseaux de quelques degrés, après leur avoir inoculé les bactériidies, ils deviennent charbonneux, et meurent, le corps rempli de bactériidies. Toutefois, si on les réchauffe en temps utile, ils guérissent sans autre médication.

Voici l'expérience que M. Pasteur a exécutée bien des fois, et dont une commission de l'Académie de médecine, dans un court rapport lu à cette académie par M. Bouley, le 30 juillet 1878, a constaté l'exactitude.

M. Pasteur injecte sous la peau d'une poule quelques gouttes du liquide virulent plein de bactériidies provenant de ses cultures, puis il place la poule dans un bain d'eau de puits, à la température de  $+25^{\circ}$ . La température de la poule étant de  $+39^{\circ}$  environ, l'animal subit un refroidissement sensible, et cette cause suffit pour provoquer chez elle le développement du charbon. Elle meurt au bout de 36 ou 48 heures, et quand on examine son sang, on trouve qu'il est rempli de bactériidies.

Une autre poule traitée de la même manière guérit, au contraire, facilement et se rétablit en quelques jours, si, après lui avoir inoculé le liquide virulent, on la porte dans une étuve chauffée à  $+30^{\circ}$ .

Tels sont les faits constatés par M. Pasteur, qui a continué et développé, d'une manière très heureuse, des observations faites il y a une dizaine d'années par un physiologiste justement renommé, M. Davaine, à qui appartient, il ne faut pas l'oublier, le mérite d'avoir le premier trouvé, dans la présence de bactériidies dans le sang, la cause de la maladie charbonneuse.

Les recherches de M. Pasteur ont une véritable importance pour la médecine; car si la cause de la maladie charbonneuse, inconnue jusqu'ici, est mise au jour, cette vérité, une fois acquise, servira à éclairer la nature et le

traitement d'autres maladies, tout aussi obscures, et qui se traduisent, comme le charbon, par l'apparition d'abcès ou bubons. Telles sont la peste, la syphilis, l'anthrax, et même la rage.

Importantes au point de vue de la médecine, les recherches concernant la nature de la maladie charbonneuse présentent un intérêt tout aussi grand au point de vue de l'hygiène. M. Bouchardat a fait récemment connaître un fait important sous ce dernier rapport. Il a constaté l'existence d'une affection charbonneuse chez des facteurs de la Halle, porteurs de viandes pour la vente à la criée. Pour deux d'entre eux, la pustule maligne existait au cou et sur les épaules, parties du corps qui, étant découvertes, peuvent éprouver le contact des viandes. Le troisième malade mourut au bout de trois jours, en proie à une fièvre charbonneuse. Il est certain que ces individus avaient contracté le charbon par le contact de viandes charbonneuses, et que, par conséquent, des viandes provenant d'animaux charbonneux arrivent à Paris.

Une enquête ordonnée par le préfet de police pourrait jeter sur ces faits un jour qui permettrait de prendre des mesures efficaces contre l'introduction de viandes malsaines.

On peut assurer pourtant qu'il ne sort des abattoirs de Paris aucune viande charbonneuse, tant les précautions sont bien prises. Les quinze cent mille moutons vivants qui entrent annuellement dans Paris, sont examinés sur pied, par six inspecteurs. Lorsque des animaux sont reconnus malades, ou quand des altérations se manifestent sur les viandes après l'abattage, on imprègne les chairs de pétrole ou de térébenthine, ou bien on les envoie à la fonderie de suif.

D'un autre côté, les viandes qui entrent dans Paris sont accompagnées jusqu'au bureau des ventes par un employé de l'octroi. Là, elles sont inspectées par un vétérinaire, assisté de seize inspecteurs adjoints. Toutes les viandes trouvées malsaines sont saisies et détruites ;

celles reconnues bonnes sont seules admises à la vente à la criée.

On sait que la vente à la criée a été organisée en 1849, pour augmenter l'approvisionnement de Paris. Cette vente atteint, en moyenne, 16 millions de kilogrammes par an. Les bestiaux défectueux peuvent s'écouler par cette voie, car la police ne peut pas avoir prise sur les viandes qui en proviennent, tant que ces viandes n'offrent pas d'altérations apparentes.

Les viandes charbonneuses pourraient également passer inaperçues par suite de la difficulté que présente souvent la constatation de la maladie dont l'animal a pu être atteint.

Si l'animal mort peut être soumis intégralement à l'autopsie, il est facile de reconnaître à quelle maladie il a succombé; mais il n'en est plus de même lorsque le corps a été habilement débarrassé des viscères et de tous les stigmates accusateurs de la maladie. C'est ainsi que des viandes charbonneuses peuvent sortir inaperçues de l'examen des inspecteurs.

MM. E. Renault et Reynal, très compétents sur ce sujet, s'expriment ainsi : « Il n'existe pas de caractères certains sur lesquels on puisse se baser pour distinguer les viandes charbonneuses. Sous le rapport de la couleur, de la consistance, on ne constate pas de différences. »

A Bordeaux, on exige, pour autoriser la vente des vaches d'origine foraine, qu'une partie des viscères soit aissée adhérente aux quartiers. Il reste à savoir si cette pratique ne provoquerait pas, du moins en été, une putréfaction qui n'est déjà que trop rapide pour les viandes tout à fait saines.

La constatation de la présence des bactériidies étant un signe excellent de la maladie charbonneuse, M. Pasteur a proposé et fait adopter l'usage du microscope au bureau de l'inspection principale, aux Halles centrales. Cependant, là encore il existe une difficulté pratique. La viande des moutons abattus au début du charbon ne diffère en

rien d'une viande irréprochable; et comme on ne peut pas employer le microscope dans tous les cas, il faudrait quelques indices extérieurs pour se décider à recourir à l'examen microscopique. Or, nous le répétons, ces indices extérieurs font défaut.

Une viande charbonneuse ingérée dans l'estomac peut-elle communiquer le charbon à l'homme? Il est probable que la viande d'un animal charbonneux ne saurait être nuisible quand elle a bouilli assez longtemps; mais la viande rôtie peut conserver ces êtres infectieux qui portent le nom de bactériidies, puisque la température de la grillade ne dépasse pas  $+ 60^{\circ}$ . Le danger de la consommation d'une viande malade dépend donc des préparations culinaires.

Mais ce qui est positivement dangereux, c'est le manie-ment des viandes malsaines par des personnes qui ne savent pas en reconnaître la virulence. C'est ce qui arrive dans les petits marchés et dans les boucheries secondaires où les viandes de basse qualité sont, avant d'être achetées, souvent maniées, soit par le boucher, soit par le client. La moindre écorchure à la peau peut amener l'inoculation du charbon à l'homme. C'est ce qui a dû arriver aux trois porteurs de la Halle aux viandes, dont M. Bouchardat a raconté le triste sort.

Les personnes chargées de dépecer et de transformer en suif et en engrais les viandes reconnues charbonneuses prennent des précautions qui les préservent de l'inoculation du mal. Ainsi s'explique l'immunité des bergers et des éleveurs qui, dans la Beauce, manient et même mangent, mais après l'avoir parfaitement rôtie, la viande des moutons morts du charbon.

Il serait bon toutefois que l'on empêchât le transport de la viande des animaux charbonneux hors des communes où la maladie s'est développée.

En résumé, s'il est difficile, en certaines circonstances, de reconnaître et de dénoncer les viandes provenant d'animaux atteints du charbon, il n'en est pas moins néces-



saire de se préoccuper de cette question. C'est donc avec raison que M. Bouchardat a éveillé l'attention du public et celle de l'autorité compétente sur un danger restreint, sans doute, mais qu'il importerait de faire disparaître au plus tôt, dans l'intérêt de tous.

## 2

La *théorie des germes* de M. Pasteur et ses applications à la médecine et à la chirurgie. — Expériences nouvelles de M. Pasteur.

Les travaux de M. Pasteur se montrent déjà fructueux au point de vue des applications. M. Sédillot déclarait, il y a peu de temps, que les succès comme les revers en chirurgie trouvent leur explication rationnelle dans les principes sur lesquels repose la *théorie des germes* de M. Pasteur, et que celle-ci donnerait lieu à une chirurgie nouvelle.

Un mémoire, présenté en 1878 par MM. Pasteur, Joubert et Chamberland à l'Académie de médecine, a jeté sur la même question d'importantes lumières.

Donnons d'abord le résumé de ce mémoire.

On peut produire à volonté, selon M. Pasteur, des infections purulentes exemptes de tout élément putride, des infections purulentes putrides, des infections purulentes charbonneuses, enfin des combinaisons variables de ces sortes de lésions, selon les proportions des *microbes* spécifiques, qui agissent sur l'organisme vivant.

On sait à n'en plus douter, depuis 1857, que les ferments sont des êtres vivants, et que les germes d'organismes microscopiques abondent dans l'atmosphère et dans les eaux. M. Pasteur fit voir, en outre, à cette même époque, que le vin, la bière, le vinaigre, le sang, etc., ne seraient jamais altérés s'ils étaient en présence de l'air pur.

Les expériences publiées par M. Pasteur, en 1877, ren-

daient très probable ce fait que la *septicémie* (fièvre typhoïde adynamique, altération du sang par des matières putrides) est due à la présence d'un organisme microscopique. Mais pour affirmer qu'un tel organisme est réellement agent de maladie et de contagion, il faut soumettre le *microbe* à la méthode des cultures successives, en dehors de l'économie.

M. Pasteur fait remarquer d'abord que, par douze cultures, chacune d'un volume de 10 centimètres cubes seulement, la goutte originelle est diluée autant que si on l'avait étendue dans un volume de liquide aussi grand que celui de la terre. C'est à ce genre d'épreuves que les auteurs du travail que nous résumons ont soumis la *bactéridie charbonneuse*, afin de démontrer que la maladie du *charbon* est également due à des organismes microscopiques. Cette bactéridie a été cultivée nombre de fois dans un liquide non virulent. La semence de chaque culture était une gouttelette de la culture précédente. Le produit de la dernière culture pouvait se multiplier et agir dans le corps d'un animal en lui donnant le charbon.

C'est là la preuve évidente que *la maladie du charbon est due à la présence de la bactéridie dans le sang*.

La culture du vibrion septique s'est faite en le prélevant sur un animal mort de septicémie. Les premières expériences échouèrent toutes, à cause d'une impureté qui avait été semée involontairement, en même temps que le vibrion septique. On le chercha donc dans le sang du cœur d'un animal mort récemment de septicémie; mais toutes les cultures devinrent stériles, et la stérilité se joignait à la perte de la virulence de la semence dans la liqueur de culture.

C'est que le vibrion septique étant un organisme exclusivement *anérobie*, c'est-à-dire vivant sans le contact de l'air, le vibrion était tué par l'oxygène de l'air dissous dans les liquides.

Dans le vide le vibrion septique se développe aussi facilement que dans une atmosphère d'acide carbonique.

Il résultait de ces faits, qu'en exposant un liquide chargé de vibrions septiques au contact de l'air pur, tous ceux-ci devaient périr et toute virulence disparaître. C'est ce qui arrive. De plus, dans ces conditions, tous les vibrions se détruisent et disparaissent. L'action de l'air ne laisse que de fines granulations amorphes, impropres à toute culture, et ne pouvant communiquer aucune maladie.

Mais alors, comment la septicémie peut-elle exister, puisqu'il y a de l'air partout?

Ce que nous venons de dire n'est vrai que d'un liquide septique chargé de vibrions adultes en voie de génération par scissiparité. Mais c'est autre chose lorsque les vibrions se sont transformés dans leurs germes. Au contact de l'air, les vibrions adultes seuls se brûlent et perdent leur virulence; dans les mêmes circonstances, les corpuscules-germes se conservent.

Il s'agit encore de savoir comment des germes septiques peuvent exister à la surface des objets, dans l'air et dans les eaux.

La production de ces germes se fait aisément, malgré la présence de l'air, au contact des liquides septiques. En exposant à l'action de l'air la sérosité abdominale à vibrions septiques en voie de dégénération par scission, en lui donnant une certaine épaisseur, on observe, en quelques heures, un changement de couleur dans la partie supérieure du liquide. Ce changement est dû à l'absorption de l'oxygène. Là le vibrion meurt et disparaît. Dans les couches plus profondes, les vibrions sont protégés contre l'influence de l'oxygène et continuent leur multiplication par scission. Ils deviennent peu à peu des corpuscules-germes, avec résorption du restant du corps. Au lieu de fils mouvants, le microscope ne laisse plus voir qu'une poussière de points brillants, isolés et entourés d'une enveloppe amorphe presque invisible. C'est ainsi que se forme la poussière septique, vivant de la vie latente des germes, sans craindre l'action de l'oxygène.

On comprend dès lors l'ensemencement des liquides putrescibles par les poussières aériennes, ainsi que la permanence des maladies putrides.

Il est donc prouvé qu'il existe des maladies transmissibles, contagieuses, infectieuses, qui ont leur cause unique dans la présence d'organismes microscopiques. Pour certaines maladies il faut absolument abandonner les idées de virulence spontanée et d'élément infectieux naissant tout à coup dans le corps des êtres animés, et propres à engendrer des maladies qui vont ensuite se propager.

A l'égard des effets du *microbe* générateur de pus, associé au vibrion septique, il est facile de déterminer une *infection purulente septicémique* ou une *septicémie purulente*. Le *microbe* générateur du pus, quand il est seul, forme un pus lié, blanc, non putride; s'il est associé au vibrion septique, il prend un aspect blafard, gangréneux, putride, verdâtre, qui s'infiltré dans les chairs ramollies.

Les effets de la bactériidie charbonneuse et du *microbe* générateur de pus peuvent être combinés par un artifice analogue, et donner également la superposition de deux maladies, un charbon purulent ou une infection purulente charbonneuse.

Mais si le *microbe* est en quantité suffisante, il peut empêcher la multiplication de la bactériidie; alors le charbon ne se montre pas, et le mal se réduit à un abcès qu'il est facile de guérir. Le *microbe* du pus et le vibrion septique sont tous les deux anérobies; le vibrion septique n'est donc pas gêné par l'autre, et les aliments sont donnés par l'organisme à ces petits êtres.

Le *microbe* générateur de pus, dans de certaines circonstances, empêche tout développement de la bactériidie, laquelle est exclusivement anérobie.

Ces nouvelles recherches portent à la génération spontanée un coup assez rude. Nous ne savons si les adversaires des théories de M. Pasteur répliqueront à des

arguments qui s'appuient sur des expériences nombreuses, et fort concluantes à notre avis; mais il est certain que ce travail du savant chimiste français donne une nouvelle force à sa *théorie des germes*, et semble devoir l'asseoir désormais d'une manière définitive.

## 3

Traitement des plaies par l'occlusion pneumatique, par M. Jules Guérin.

L'Académie de médecine a consacré, en 1878, plusieurs séances à l'examen d'une question qui se rattache, par certains côtés, à celle qui vient de nous occuper. Il s'agit du traitement des plaies par la soustraction de la surface malade à l'action de l'air. Faut-il laisser les plaies à l'air, c'est-à-dire en contact avec toutes les causes extérieures, exposées à recevoir tous les germes infectieux qui remplissent l'atmosphère? Il y a évidemment avantage à soustraire la surface malade à l'action de l'air. Mais comment y parvenir avec une plaie qu'il faut découvrir à différentes reprises, pour y effectuer les pansements et lavages indispensables à son bon état? Ce problème, en apparence insoluble, a été résolu avec le plus grand bonheur par le docteur Jules Guérin.

Personne n'ignore que le docteur Jules Guérin est l'inventeur de la méthode qui porte en chirurgie le nom de *méthode sous-cutanée*, et grâce à laquelle on exécute les opérations sous la peau, de manière à soustraire la plaie à l'inflammation suppurative, en l'abritant du contact de l'air. M. Jules Guérin a cherché à faire bénéficier les plaies ordinaires, celles qu'on appelle *exposées*, des avantages des plaies sous-cutanées. A cet effet, il a imaginé une série d'appareils en caoutchouc vulcanisé, poches ou manchons, dans lesquels les membres lésés sont renfermés et enveloppés comme dans une peau artificielle.

Ce premier élément de la méthode réalise l'*occlusion*,

et l'occlusion parfaite, car les ouvertures d'entrée des manchons sont calculées de façon à embrasser élastiquement les parties cernées.

Mais l'occlusion seule ne suffisait pas à la solution du problème. Les sécrétions liquides et gazeuses fournies par la plaie s'accumulaient et s'altéraient dans l'intérieur du manchon. Pour obvier à cet inconvénient, M. Jules Guérin a combiné l'occlusion avec l'aspiration pneumatique, de manière que les gaz et les liquides excrétés soient incessamment aspirés et éliminés de l'enceinte de la plaie.

Ce but est parfaitement atteint au moyen d'un système d'appareils pneumatiques portatifs, espèces de réservoirs de vide sans cesse en communication avec l'intérieur du manchon. Ces appareils, munis de manomètres, permettent d'exercer l'aspiration au degré voulu, et d'une manière continue.

Grâce à cette heureuse combinaison de l'occlusion et de l'aspiration, les manchons s'appliquent incessamment et uniformément sur la partie enveloppée, y exercent une douce pression, c'est-à-dire celle de la pression atmosphérique, puisque c'est à la faveur du vide opéré au sein des parties cernées que cette pression agit.

Les avantages de ce mode de pansement sont les suivants. En premier lieu, les plaies sont soustraites aux dangers, si graves, de l'infection purulente. En second lieu, l'inflammation suppurative est supprimée, ou au moins atténuée. Enfin la cicatrisation est notablement accélérée, et réduite, dans le plus grand nombre de cas, au travail d'organisation immédiate.

Dans la communication qu'il a faite à l'Académie de médecine de cette méthode de pansement, M. Jules Guérin a rapporté de nombreux cas de blessures traitées par lui, pendant le siège de Paris, aux ambulances du Grand-Hôtel et de l'École des ponts et chaussées. Sur vingt blessés, la plupart atteints de coups de feu aux articulations, M. Jules Guérin obtint dix-neuf guérisons; un seul

sujet succomba. Ces blessés, choisis dans la catégorie de ceux qui sont ordinairement amputés, étaient des militaires, dont M. Jules Guérin a dressé un tableau nominal, avec indication précise de leurs blessures et du corps auquel appartenait chaque individu.

L'*occlusion pneumatique* est donc une heureuse extension de la méthode sous-cutanée, et constitue un nouveau progrès de la chirurgie conservatrice.

#### 4

Un larynx artificiel. — L'ablation du larynx et son remplacement par un tube vocal artificiel.

La chirurgie restauratrice compte d'assez curieux tours de force. On a remplacé des nez perdus par des nez artificiels, ayant toutes les apparences de ceux de la nature. On a régénéré des nerfs. On a refait, grâce au périoste, des os entiers enlevés par des opérations ou détruits à la suite de blessures. On a fait repousser des tendons coupés et renaître le cristallin de l'œil. Mais ces résultats ne sont rien à côté de celui que nous avons à signaler. Il s'agit de l'ablation totale du larynx et de son remplacement par un larynx artificiel, c'est-à-dire par un tube contenant des *cordes vocales* en caoutchouc durci, analogues aux cordes vocales naturelles, et qui produisent les sons, la voix et le chant, comme un larynx naturel.

C'est à l'hôpital de Glasgow que ce haut fait chirurgical s'est accompli, entre les mains du docteur David Foulis.

Le chirurgien de Glasgow n'est pas d'ailleurs le premier qui ait tenté cette opération. En 1870, Czerny, encouragé par une expérience faite en 1856, en Allemagne, par Kœberle, fit sur des chiens des essais de substitution d'un larynx artificiel au larynx naturel, et reconnut que cette opération pourrait s'effectuer avec succès. En 1873, un chirurgien allemand, Billroth, effectua le premier cette

opération chez l'homme. Billroth, ayant été obligé d'extraire sur un homme un larynx cancéreux, parvint à substituer à l'organe enlevé un tube vocal que l'on désigne en Allemagne sous le nom de *tube de Gussenbauer*. Le malade quitta l'hôpital, deux mois après, parfaitement guéri et en état de parler clairement, quoique d'une façon monotone.

Après Billroth, plusieurs chirurgiens, en Allemagne et en Angleterre, ont pratiqué l'excision du larynx, dans les cas de tumeurs malignes, et remplacé l'organe naturel par le *tube vocal artificiel de Gussenbauer*.

C'est en s'appuyant sur ces précédents que M. David Foulis a essayé, à Glasgow, la même opération, qui a été couronnée d'un succès complet.

Le sujet de cette observation est un ouvrier âgé de vingt-huit ans, employé dans une fabrique de draps de Glasgow, atteint d'une tumeur à l'intérieur du larynx, qui avait dégénéré en fistule. Le 16 avril 1877, M. David Foulis, pour guérir cette fistule, fendit le larynx, et cautérisa par le feu les parties divisées. Mais l'opération n'amena pas la guérison. La fistule fut remplacée par une grosse tumeur, qui, faisant saillie en partie dans la trachée-artère, occupait presque tout l'espace des cordes vocales, et devait nécessairement finir par amener la mort par asphyxie.

En conséquence, le docteur David Foulis, avec le consentement du malade, procéda à l'extraction du larynx. L'opération dura deux heures et demie. Elle fut suivie d'une convalescence qu'aucun accident sérieux ne vint interrompre. Le malade pouvait boire quelques gorgées de liquide.

Quinze jours environ après l'opération, le docteur Foulis essaya d'introduire, par la plaie qui existait au devant du cou, le *tube vocal artificiel de Gussenbauer*, dont nous allons donner la description.

Le *tube vocal artificiel de Gussenbauer* se compose de deux tubes, dont l'un entre dans la trachée-artère, tandis



que l'autre, s'adaptant au premier à angle obtus, passe au-dessus de l'épiglotte et s'ouvre dans l'arrière-gorge. Dans le tube supérieur est disposée une cassette d'argent contenant une anche vibrante, destinée à jouer le rôle des cordes vocales du larynx que nous a départi la nature. Le courant d'air passe à travers cette anche artificielle, et pénètre dans les tubes. Quand le courant d'air ascendant est assez fort, il met l'anche en vibration, et un son musical continu est produit. Ce son est ensuite transformé par la bouche en voyelles et en consonnes, ainsi que cela arrive dans les conditions ordinaires de la voix humaine.

Comme le *tube de Gussenbaüer*, dont nous venons de donner la description, ne s'adaptait pas parfaitement au cas présent, M. David Foulis invoqua le secours d'un de ses confrères, le docteur Irvine, et d'un dentiste, M. Foulds, qui, à eux deux, confectionnèrent un nouveau larynx artificiel. Cet appareil diffère un peu du *tube de Gussenbaüer*, mais pas assez pour mériter ici une description spéciale.

Bornons-nous à dire que dans le larynx artificiel qui a été appliqué au malade de Glasgow, l'anche, qui remplace les cordes vocales, est en caoutchouc des dentistes (*vulcanite*). On peut remplacer cette anche de caoutchouc par une autre en bronze ou en argent, et alors les sons émis varient par le timbre et par l'intensité.

Quoi qu'il en soit, l'articulation du patient est merveilleuse avec cet appareil. Sauf un peu de monotonie, on ne peut la distinguer de la voix naturelle.

Le docteur David Foulis a présenté, le 13 novembre 1877, le sujet de cette curieuse opération aux professeurs de Glasgow, sir William Thomson, Mac-Keudrick, Clelland et autres notabilités de l'Université, et le 21 novembre à la *Société pathologique et clinique* et à la *Société philosophique de Glasgow*. Le malade put convaincre ces médecins de la réalité de ses facultés vocales. Étant devenu expert dans la fabrication des anches, le patient s'est

plus tard confectionné lui-même une anche de *vulcanite*, avec laquelle il peut crier, ce qui manquait à son répertoire. Cette anche a besoin pour vibrer d'un courant d'air plus fort que les autres anches.

Voilà, assurément, une des plus curieuses conquêtes que la chirurgie ait encore réalisées. Sans doute on ne conseillera jamais à un chanteur de se faire enlever un larynx rebelle, pour le remplacer par un tube vocal artificiel, capable de produire des sons puissants et mélodieux ; mais il est désormais acquis que le larynx, dans un cas de tumeur menaçant d'occasionner l'asphyxie, peut être extrait du corps, avec espoir de le remplacer par un appareil artificiel, et c'est là, assurément, un résultat d'une grande importance, en même temps que d'une grande originalité en chirurgie.

### 5

#### Application du microphone à la chirurgie.

Une application intéressante du *microphone* a été faite par un chirurgien anglais, M. H. Thompson. Il s'agit de la recherche de la pierre dans la vessie, par l'amplification des bruits résultant du choc du calcul contre la sonde exploratrice.

Cet appareil se compose d'une pile Leclanché de trois éléments, dans le circuit de laquelle on a placé un téléphone, puis un microphone. Le tout communique avec le pavillon de la sonde du chirurgien occupé à la recherche du calcul.

M. Thompson a fait l'essai de cet instrument sur un malade affecté de la pierre. Le plus léger choc du cathéter contre la pierre, le plus simple attouchement d'un fragment dont le bruit aurait été impossible à percevoir par une oreille attentive, étaient distinctement entendus à toutes les distances, par les personnes placées près du téléphone.

En approchant cet instrument de l'oreille, les bruits étaient distincts et très intenses. On entendait un *clac* tout particulier, indiquant un choc contre un corps dur. Des bruits de frottement se font également entendre, mais ils sont beaucoup moins intenses; ils sont occasionnés par le glissement de la sonde contre les parois de l'urèthre.

M. Thompson croit que l'on pourrait appliquer le microphone à la recherche des séquestres osseux, des fragments de projectiles et de tout corps introduit dans les tissus. Il faudrait seulement remplacer le cathéter par une tige droite.

## 6

### L'élongation des nerfs comme moyen thérapeutique.

Un moyen nouveau et hardi de remédier aux névralgies, aux spasmes, aux paralysies, aux compressions des nerfs résultant de blessures, a été mis en pratique depuis quelques années. Il s'agit de la distension ou élongation des nerfs.

Voici comment on procède. Le nerf est mis à nu par une incision à la peau et aux parties molles, dans une étendue variable suivant le lieu, mais de 5 ou 6 centimètres habituellement. Le nerf étant isolé, on le soulève, à l'aide d'une sonde cannelée, et l'opérateur lui fait subir une traction plus ou moins considérable. Après cette opération, le nerf est remis en place, et la plaie pansée, pour obtenir la réunion immédiate ou la cicatrisation la plus rapide qu'il soit possible.

Essayée pour la première fois par Billroth, en 1869, cette opération a été pratiquée depuis par plusieurs chirurgiens allemands. Elle paraît destinée à remplacer la névrotomie pour la plus grande majorité des cas où cette dernière était pratiquée. Lorsque en effet on sectionnait

un nerf pour guérir une névralgie rebelle, on était exposé à des accidents graves, comme le tétanos. De plus, le bout périphérique des nerfs subissait toujours une dégénérescence et une perte de fonction qui ne se rétablissait qu'après la régénération du nerf.

Avec l'élongation, aucun de ces accidents ne peut se produire. Cette opération a guéri les névralgies les plus rebelles, mais elle a presque toujours échoué dans les paralysies.

C'est ce qui résulte des observations publiées par M. A. Blum dans les *Archives générales de médecine* (janvier et février 1878).

## 7

## La crampe des employés du télégraphe.

On connaît depuis longtemps la *crampe des écrivains*. En 1875, M. Onimus a fait connaître la *crampe des employés du télégraphe électrique*. Depuis cette époque, M. Onimus a eu l'occasion d'étendre beaucoup ses premières observations.

Le *mal télégraphique* consiste dans une difficulté de coordonner les mouvements destinés à produire sur le papier les gaufrures, formées de points et de traits, lesquels, ingénieusement combinés, constituent l'alphabet du télégraphe Morse.

Ce mal est essentiellement lié au tempérament de l'individu et à l'excitabilité plus ou moins grande de son système nerveux.

Quelques employés, naturellement nerveux et excitables, ont la sensation des crampes après un service très court; et en même temps leur état général est affecté. Ce n'est donc pas seulement la répétition fréquente des mêmes mouvements qui amène la crampe, mais le plus ou moins d'irritabilité du système nerveux de l'individu.

C'est ce qui arrive pour la *crampe des écrivains*. Ce mal est surtout fréquent chez les employés de commerce qui, à un moment donné, ont à écrire précipitamment un certain nombre de pages, ou ont, avant le départ du courrier, à expédier fiévreusement une série de lettres. Ces conditions influent bien plus que la fréquence des mêmes mouvements, surtout lorsque ceux-ci se font d'une façon calme et régulière.

La direction des mouvements a également une certaine influence. M. Onimus rapporte le cas d'un employé qui se servit successivement, pour manœuvrer le télégraphe, du pouce, de l'index et du médius. Chacun de ces doigts put manipuler pendant deux à trois mois, mais ils furent pris l'un, après l'autre, de spasmes. L'individu se servit alors du poignet, mais au bout de quelque temps le poignet refusait également tout service.

Le genre de travail auquel sont assujettis les employés du télégraphe, explique cette maladie nerveuse. Un employé d'une habileté moyenne transmet ou reçoit alternativement environ sept mille signaux à l'heure, au total quarante-neuf mille signaux par jour, la durée du service étant de sept heures.

Il faut encore tenir compte du surcroît de travail et d'irritation nerveuse que causent les discussions, ainsi que les erreurs, qui surviennent inévitablement entre les employés du bureau expéditeur et du bureau récepteur.

Sous peine de faire commettre une erreur à celui qui reçoit la dépêche, les mouvements du manipulateur doivent être exécutés avec une attention soutenue. Outre la contraction musculaire, la transmission occasionne, par conséquent, en même temps, une grande fatigue, par la tension d'esprit continuelle qu'elle exige.

D'après M. Onimus, les symptômes généraux du *mal télégraphique* se manifestent surtout par des palpitations, des vertiges, de l'insomnie et peut-être un affaiblissement de la vue : les employés anciens et laborieux font pour la plupart usage de lunettes.

Dans cette affection, comme dans la fatigue cérébrale amenée progressivement par une grande activité du cerveau, il existe à la nuque un sentiment de constriction qui semble maintenir comme dans un étau la partie postérieure du crâne.

A la surexcitation succèdent l'abattement, la tristesse et une atonie physique et morale. Le sujet perd la mémoire et il paraîtrait, au dire de quelques personnes, que la folie même peut survenir au bout de quelques années de cet état pathologique.

M. Onimus a constaté que les symptômes nerveux dont nous venons de parler se produisent plus rapidement chez les femmes que chez les hommes. On sait que, dans un certain nombre de bureau des télégraphes, des femmes sont employées à l'expédition des dépêches. Cet usage existe surtout en Angleterre.

## 8

Nouvelle méthode de traitement de la colique de plomb et des phénomènes généraux du saturnisme chronique.

Le docteur Semnola, professeur à l'université de Naples, fait usage, depuis plusieurs années, avec un succès incontesté, du courant électrique continu pour éliminer de l'économie animale le plomb retenu dans les organes, à la suite de l'absorption de molécules de ce métal par les ouvriers peintres.

Ce mode de traitement a déjà rendu de grands services dans les hôpitaux d'Italie, particulièrement dans l'hospice des Incurables de Naples, dont M. Semnola est médecin.

Les savants français et étrangers ont répandu la connaissance de ce nouveau procédé de traitement, et expliqué ses effets en admettant que le courant électrique, agissant d'une manière continue sur l'économie animale, active ses changements nutritifs, et

détermine un mouvement de désassimilation, qui entraîne les composés de plomb par la voie des urines.

M. Semnola rend compte, en ces termes, des résultats obtenus par l'emploi des courants électriques.

« La méthode d'élimination que j'ai réalisée est l'effet naturel des pouvoirs physiologiques propres à l'économie vivante, activée seulement ou excitée par l'action du courant constant que j'applique sur les centres nerveux ganglionnaires et sans tenir aucun compte des régions paralysées.

Il y a six mois que j'applique cette méthode dans ma clinique à l'hôpital des Incurables. Sur six cas de forme paralytique des plus complexes, je compte six cas de guérison. En faisant pratiquer l'analyse des urines tous les jours, j'ai constaté la présence du plomb dès le second jour du traitement, avec une proportion croissante en raison de la rapidité avec laquelle s'amendaient les phénomènes paralytiques, et graduellement l'on voyait reprendre la nutrition des muscles affectés, sans jamais agir localement. Après quinze ou vingt jours, j'ai vu constamment disparaître le liseré bleuâtre des gencives, et au bout de deux ou trois mois j'ai vu guérir des paralysies rebelles sans employer aucun autre secours curatif.

Ce qui caractérise parfaitement cette méthode, c'est que non-seulement l'on voit guérir rapidement des formes paralytiques du mouvement et du sentiment, mais aussi qu'il survient, en même temps, une reconstitution de toute l'économie et une sensation de bien-être de toutes les fonctions motrices, dues naturellement à l'expulsion des molécules du plomb, qui représente un hôte si nuisible!

Il n'y a donc plus de doute possible sur la méthode la plus sûre et la plus rapide qu'il faut préférer pour guérir les paralysies saturnines; et je suis heureux d'avoir pu contribuer au soulagement de cette partie de la classe ouvrière qui, malheureusement, est la victime de son métier dans la préparation de certains produits d'agrément ou de luxe et qui, en conséquence, a le plus de droit au zèle de la médecine. »

Le professeur Semnola a donc obtenu six guérisons complètes, sur six cas de saturnisme. Nous sommes heureux de voir que le savant médecin de Naples ait réalisé, par un principe aussi simple et aussi ingénieux, un véri-

table progrès thérapeutique pour une maladie qui affecte si péniblement la classe ouvrière.

## 9

La mort par le chloroforme prévenue au moyen du nitrite d'amyle.

Les accidents mortels déterminés par le chloroforme sont bien moins fréquents en France qu'à l'étranger. Il est pourtant intéressant de signaler un moyen nouveau, qui a été employé avec succès en Angleterre, dans un cas de mort apparente survenue pendant l'inhalation du chloroforme. Nous emprunterons à l'*Union médicale* le récit de cette observation.

« Il s'agit, dit l'*Union médicale*, d'une femme de 49 ans, mère de plusieurs enfants, à laquelle un chirurgien se proposait d'enlever une tumeur graisseuse, située dans la région lombaire gauche. La femme jouissait d'une bonne santé, mais elle était nerveuse et d'aspect chétif. Le médecin chargé de l'endormir ausculta le cœur, pour s'assurer que ses bruits étaient normaux, puis il administra deux cuillerées à café environ d'eau-de-vie pure. Au bout de quelques minutes, la malade fut placée dans la position horizontale, et quatre grammes de chloroforme de bonne qualité furent versés sur de la charpie, qui fut elle-même reçue dans une serviette. Le tout fut maintenu à une petite distance de la bouche et du nez, et on laissa la respiration s'effectuer lentement. Cette première inhalation de l'agent anesthésique n'ayant produit aucun effet, on versa sur la charpie une nouvelle dose de quatre grammes, et bientôt il survint une période d'excitation, pendant laquelle la malade prononça des paroles incohérentes, et essaya, à plusieurs reprises, d'éloigner l'appareil. Cette agitation s'apaisa, et la période d'anesthésie allait commencer, lorsque la femme souleva sa tête, et fit un effort pour vomir. Soudain, le pouls s'arrêta : la malade poussa un soupir, ses lèvres se couvrirent d'écume, et elle prit un aspect cadavérique. Immédiatement alors, on éloigna le chloroforme ; un des médecins projeta de l'eau froide sur le visage,



et maintint la langue hors de la bouche, tandis que l'autre opérait la respiration artificielle, selon la méthode de Marsh. Cette pratique n'amenant aucun résultat favorable, on versa sur un linge une petite quantité de nitrite d'amyle, et on l'approcha des narines. Dix secondes environ s'étaient à peine écoulées, qu'une certaine rougeur parut à la face, et que le pouls fut de nouveau senti; puis la respiration se rétablit, et la femme sembla ressuscitée. Après quelques instants de repos, comme l'anesthésie était suffisamment profonde, on procéda à l'ablation de la tumeur, sans qu'il fût nécessaire de redonner autre chose qu'une simple bouffée de chloroforme. L'opération réussit, la plaie se cicatrisa, et la malade ne tarda pas à se rétablir.

Pour expliquer cette sorte de résurrection, il faut admettre que le nitrite d'amyle a communiqué une impulsion soudaine aux mouvements du cœur, dont la suspension allait amener la mort. C'est là un nouveau moyen d'action, dont il est bon que le chirurgien ait connaissance, quand tout à coup il se trouvera aux prises avec ces accidents foudroyants qui entraînent la plus grave responsabilité, et qui, trop souvent, déjouent tous les procédés employés pour les combattre

## 10

L'ébullition de l'eau potable préservant de la dyssentérie sur les navires.

On avait reconnu depuis longtemps que les navires consacrés au transport des malades de Saïgon en France présentaient un nombre considérable de cas de dyssentérie, dont la plupart devenaient mortels. La moyenne des décès était de 20 pour 100 des malades. M. Dounon, médecin de première classe de la marine, attribuant à l'impureté de l'eau potable du bord le développement de la dyssentérie, eut l'idée de soumettre l'eau des boissons à l'ébullition. Par ce moyen, les anguillules dont il

avait constaté la présence dans l'eau potable, furent tuées. Or, d'après des observations récentes, la dysenterie devrait être attribuée à la fixation d'anguillules sur la muqueuse intestinale.

Quoi qu'il en soit, on constata avec surprise et satisfaction que le transport l'*Aveyron*, arrivé à Toulon le 28 avril 1878, n'avait pas eu un seul décès à son bord.

Comme la même cause doit déterminer partout la même dysenterie, partout aussi on pourra utiliser le procédé imaginé par M. Dounon. Ce procédé étant très simple et pouvant être mis en pratique dans toutes les localités, on pourra se préserver d'une maladie qui, en maintes circonstances, décime les populations, particulièrement les équipages des navires, le personnel des caravanes, les voyageurs et les explorateurs de tous les points de la terre accessibles à l'homme.

## 11

La *pression barométrique*, par M. Paul Bert.

Depuis dix ans, M. Paul Bert a fait de la pression barométrique et de ses effets sur l'économie animale le sujet de nombreuses et souvent remarquables recherches. Tous les travaux que nous devons sur cette question au savant professeur de la Faculté des sciences de Paris, sont résumés dans un ouvrage intitulé la *Pression barométrique*, que la librairie George Masson a fait paraître en 1878, en l'accompagnant de nombreuses et belles figures gravées. L'ouvrage de l'éminent physiologiste sera utile au médecin, qui doit bien connaître les effets de l'air comprimé ou raréfié; à l'industriel, qui doit soumettre des ouvriers à de fortes pressions, dans les tubes employés au forage des puits, pour la construction des piles de pont; aux

ingénieurs, qui ont à s'occuper des scaphandres employés pour plonger dans la mer; et l'on peut ajouter, aux voyageurs qui gravissent les montagnes, et à plus forte raison aux aéronautes.

La première partie de l'ouvrage de M. Paul Bert est consacrée à l'histoire détaillée des faits qui concernent les résultats de la diminution de pression sur l'organisme humain. L'auteur commence par décrire les localités situées dans les points les plus élevés de notre globe. Il expose ensuite les diverses tentatives faites par tous les explorateurs pour atteindre les sommets des montagnes les plus hautes, et décrit, à cette occasion, le *mal des montagnes*.

Vient ensuite le récit des principaux voyages aérostatiques, puisé aux sources originales.

M. Paul Bert expose les théories concernant les modifications de la pression barométrique qui ont précédé ses propres expériences.

Dans la seconde partie se trouve la description des expériences de laboratoire exécutées par l'auteur. On remarquera surtout les recherches faites par M. Paul Bert pour conjurer les accidents de la *décompression de l'air* succédant à la compression. On a cru longtemps que ces accidents tenaient à une sorte d'action mécanique, c'est-à-dire à la soustraction pure et simple de la pression atmosphérique. Tout le monde a entendu dire que sur le sommet des hautes montagnes, le sang s'échappe des yeux et des oreilles, et que Gay-Lussac, par exemple, dans sa célèbre ascension aérostatique, éprouva ce genre d'effets. M. Paul Bert a montré que les phénomènes ont été ici interprétés d'une manière incomplète. Les effets qui se manifestent à de grandes hauteurs sont dus moins à la diminution de la pression qu'à la diminution de la *tension de l'oxygène*, ce gaz ne pénétrant plus dans le sang et dans les tissus en assez grande quantité pour entretenir la combustion vitale à son degré ordinaire.

De là résulte, selon M. Paul Bert, un moyen facile de

combattre le *mal des montagnes*, qui est aussi le *mal des aéronautes*. Il suffit d'augmenter la proportion de l'oxygène dans l'air respiré, à mesure que la pression diminue.

M. Paul Bert a expérimenté sur lui-même l'efficacité de ce moyen de parer aux dangers de la raréfaction de l'air.

« A 2 h. 30 m., dit-il (pression extérieure 758 millimètres), j'entre et je m'installe assez à mon aise dans le cylindre, ayant avec moi un sac rempli d'air extrêmement riche en oxygène ; à côté de moi un moineau dans une cage. A 2 h. 37 m., la porte est fermée ; la dépression commence sous l'action de la machine pneumatique ; 2 h. 58 m. : pression 590 millimètres, pouls 90 ; je suis à une dépression correspondant à peu près à la hauteur de Mexico, 2150 mètres ; 3 h. 19 m. : 450 millimètres, pouls 84 : c'est la dépression de Calamarca par 4150 mètres ; j'ai quelques sentiments de nausées. 3 h. 14 m. : 450 millimètres, le pouls s'abaisse à 80, les nausées disparaissent ; j'ai le ventre un peu gonflé, je me sens la face congestionnée avec quelques légers éblouissements. 3 h. 17 m. : 430 millimètres, pouls 84 ; je respire trois fois de l'oxygène, mon pouls tombe à 78, j'ai quelques éblouissements. A 3 h. 21 m., la pression n'est plus que 418 millimètres, ce qui correspond à la hauteur du Mont-Blanc, 4800 mètres ; mon pouls a continué de descendre après quelques respirations d'oxygène, il n'est plus qu'à 70 ; à chaque respiration un éblouissement. »

Dans cette expérience, les inspirations d'oxygène étaient intermittentes ; leur effet, au contraire, était instantané. Le bien-être revenait avec la disparition des nausées. Un signe très précis est le nombre de pulsations : ce nombre diminuait immédiatement, pour reprendre bientôt sa première valeur.

Nous avons choisi, pour donner une idée des travaux de M. Paul Bert résumés dans son ouvrage, les expériences sur la diminution de tension de l'oxygène ; mais il faudrait aborder bien d'autres questions pour faire connaître toutes les idées nouvelles et toutes les découvertes que la science doit au même auteur, dans cet

ordre particulier de faits. On les trouvera exposées avec étendue dans l'ouvrage sur la *Pression barométrique*, par la description d'une longue série d'expériences qui se succèdent et s'enchaînent avec la plus rigoureuse logique.

## 12

## Sur les effets anesthésiques du protoxyde d'azote.

Tout le monde sait que les effets du protoxyde d'azote sur l'économie animale ont été utilisés pour produire l'insensibilité pendant les opérations chirurgicales, mais que les applications de cet anesthésique gazeux se sont bornées jusqu'ici à l'avulsion des dents. La condition essentielle pour que le gaz protoxyde d'azote produise son action sur l'homme, est une pureté parfaite, avec une tension égale à celle de l'atmosphère. Une faible proportion d'oxygène (5 ou 6 pour 100) mêlée au protoxyde d'azote détermine les effets que l'on a désignés depuis longtemps sous le nom d'*hilarité*. Pour que l'anesthésie soit complète et exempte de toute excitation, il faut que le protoxyde d'azote soit entièrement exempt d'oxygène. Aucun accident n'est alors à craindre, surtout si l'on opère rapidement.

M. Paul Bert a fait sur le protoxyde d'azote de nouvelles expériences qui consistent à opérer avec une tension de ce gaz capable de déterminer l'anesthésie sans exposer à l'asphyxie. M. Paul Bert a expérimenté dans un espace fermé, sous une cloche contenant de l'air, et dans laquelle il produisait une pression de deux atmosphères, en y ajoutant 50 pour 100 de protoxyde d'azote, ce qui correspond à 100 parties de ce gaz, sous le rapport de la tension. Plongé dans cette atmosphère, un animal respire donc de l'air ordinaire mêlé à du protoxyde d'azote en quantité suffisante pour produire l'anesthésie.

M. Paul Bert a également expérimenté avec du protoxyde d'azote mêlé d'oxygène.

Il résulte de ces expériences : 1° que l'hilarité est produite par la présence d'une petite proportion d'oxygène; 2° que l'anesthésie pure est déterminée par un mélange convenable d'air et de protoxyde d'azote. Dans ce dernier cas, c'est-à-dire l'oxygène étant mélangé à l'état d'air atmosphérique, en d'autres termes mélangé à l'azote en quantité voulue, loin de provoquer des effets d'hilarité, concourt à produire l'état anesthésique.

M. Paul Bert termine ainsi son mémoire :

« Je me crois donc autorisé, dès maintenant, par mes expériences faites sur les animaux, à recommander très-vivement aux chirurgiens l'emploi du protoxyde d'azote sous pression, en vue d'obtenir une anesthésie de longue durée. Je puis leur affirmer qu'ils obtiendront, en mesurant, comme je l'ai indiqué, la pression barométrique et la composition centésimale du mélange, de manière à avoir, pour le protoxyde d'azote, la tension de 1 atmosphère et pour l'oxygène au moins la tension normale dans l'air, une insensibilité et une résolution musculaire aussi complètes qu'ils le désireront, avec retour immédiat à la sensibilité, avec bien-être consécutif parfait. Le procédé d'application du médicament présente même une commodité singulière, puisque, en présence des petites inégalités qui ne pourront manquer de se produire d'un individu à l'autre, en raison de susceptibilités spéciales, il suffira soit d'augmenter légèrement, soit de diminuer la pression barométrique, ce qui se fait, avec la plus extrême facilité, par le jeu d'un robinet.

Je ne vois qu'une seule difficulté : elle tient à l'appareil instrumental nécessaire pour l'application du protoxyde d'azote sous tension. Je reconnais que l'obstacle est absolu pour la chirurgie des armées, pour celle de la campagne. Mais la plupart des grandes villes, et c'est là que se font presque toutes les opérations graves, possèdent des établissements de bains d'air comprimé. L'installation d'une salle où pourraient trouver place, aux côtés du patient et de l'opérateur, une douzaine d'assistants ne coûterait pas plus d'une dizaine de mille francs, faible dépense pour les administrations hospitalières.

Ce sont là, du reste, des difficultés d'ordre secondaire, et dont la solution revient aux chirurgiens; c'est à eux également qu'il appartiendra de résoudre les multiples questions de

détail que soulève toujours l'application d'un nouvel agent thérapeutique. Il doit me suffire, comme physiologiste, d'avoir indiqué cet agent, montré les immenses avantages de son emploi, et insisté, entre autres, sur son innocuité si merveilleuse, si facilement explicable. »

## 43

Effets sur l'organisme vivant de l'oxyde de carbone introduit en faibles proportions dans l'atmosphère.

Dans quelles proportions l'oxyde de carbone doit-il exister dans l'atmosphère pour exercer une action délétère sur un animal ? M. Gréhaut a résolu cette question en prenant pour point de départ le fait, constaté par M. Leblanc, qu'un chien meurt empoisonné par l'oxyde de carbone, dans un mélange produit par la combustion du charbon qui renferme seulement  $\frac{1}{185}$  d'oxyde de carbone.

M. Gréhaut a fait des mélanges d'air et d'oxyde de carbone avec des proportions beaucoup moindres de ce dernier gaz. Pour contrôler les résultats, M. Gréhaut a fait chaque fois les deux expériences suivantes : 1° Il a dosé le volume d'oxyde de carbone restant dans le mélange respiré par un animal ; ce volume, retranché de celui mesuré d'abord, donne le volume d'oxyde de carbone absorbé par le sang. 2° Il a ensuite déterminé le volume maximum d'oxygène absorbé par le sang avant et après l'intoxication partielle ; la différence dans le plus grand volume d'oxygène absorbé par le sang représente le volume d'oxyde de carbone qui s'est fixé en se combinant avec l'hémoglobine.

Les conclusions de l'auteur sont les suivantes :

L'homme ou un animal qui respire pendant une demi-heure dans une atmosphère renfermant  $\frac{1}{779}$  d'oxyde de carbone, absorbe une assez grande quantité de ce gaz pour que la moitié des globules rouges de son sang com-

binés avec l'oxyde de carbone devienne incapable d'effectuer l'hématose, c'est-à-dire d'absorber l'oxygène devant servir à la respiration. Dans une atmosphère qui contient  $\frac{1}{1449}$  d'oxyde de carbone, le quart des globules rouges du sang se combine avec ce gaz.

#### 14

##### L'eau de mer pulvérisée.

Le professeur Mantegazza a publié, en 1878, un travail intéressant sur *l'usage thérapeutique de l'eau de mer pulvérisée*.

L'inhalation de l'eau de mer se pratique, depuis 1877, dans l'établissement des bains de mer à Rimini. Plus de vingt personnes peuvent y respirer à la fois l'eau de mer, qui a été réduite en poussière au moyen de l'air comprimé par une machine à vapeur.

Les proportions de l'eau et de l'air étant bien réglées et la pression étant constante, on opère le mélange de l'air et de l'eau, et un brouillard épais se produit, qui intercepte la vue à quelques mètres de distance. Ce brouillard, malgré son intensité, humecte à peine les vêtements des malades soumis au traitement. M. Mantegazza n'a jamais fait porter aux malades un vêtement imperméable pendant les inhalations; car un vêtement imperméable trouble les fonctions de la peau, en empêchant l'évaporation de la sueur. Il se contente de faire envelopper le corps et la tête d'un drap de lit.

Pendant que les malades se trouvent dans la salle de pulvérisation, on leur conseille de parler et de chanter, si leur santé le permet. Les mouvements des organes de la voix facilitent l'absorption de l'eau de mer, et ajoutent au traitement topique les bons effets d'une active gymnastique respiratoire. Une demi-heure d'inhalation suffit pour commencer; plus tard on peut rester une heure chaque



jour. Un traitement de trente ou quarante séances suffit généralement.

Les premiers effets immédiats de la respiration de l'eau de mer pulvérisée sont une excitation agréable, qui ramène la gaieté et ravive l'appétit. Ces bons résultats s'observent également sur les personnes bien portantes et sur les malades. « Tout le monde, dit M. Mantegazza, peut avoir éprouvé le même effet, soit en restant quelque temps auprès d'une grande cascade aux pieds des Alpes, soit encore en se tenant à la proue d'une barque lorsqu'une fraîche brise marine pousse sur le visage la vivifiante poussière aqueuse enlevée à la crête des vagues. »

La pulvérisation de l'eau est, suivant cet auteur, une source très riche d'ozone. On voulu expliquer l'action exhalante qu'on éprouve dans les chambres de pulvérisation d'eau de mer par l'excitation causée par l'ozone, qui n'est, on le sait, qu'une forme plus active de l'oxygène. M. Mantegazza croit que l'on doit plutôt expliquer cet effet de gaieté par le contact des particules d'eau salée avec la trame du réseau nerveux qui se trouve dans le tissu pulmonaire. Le sel marin, suivant lui, est un stimulant des tissus, de sorte que, par l'inhalation de l'eau de mer, on donne, pour ainsi dire, un bain excitant aux nerfs de l'appareil pulmonaire.

Les effets indirects et consécutifs de ce traitement sont une nutrition meilleure, une augmentation de poids et une amélioration notable des symptômes des maladies chroniques du larynx, des bronches et du poumon.

Nous croyons utile d'appeler sur cette nouvelle médication l'examen et le contrôle des médecins des stations maritimes de la Méditerranée. Le promoteur de ce nouveau mode d'administration de l'eau de mer occupe dans la science un rang trop honorable pour qu'on ne le considère pas comme digne d'être pris en sérieuse considération.

## AGRICULTURE

## 1

Marche envahissante du phylloxéra. — Situation en 1878. — Les remèdes au mal : Submersion et insecticides. — Le sulfure de carbone, son efficacité reconnue. — Fabrication en grand du sulfure de carbone dans les ateliers de Marseille, sous la direction de la Compagnie du chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. — Instruction publiée par la Compagnie du chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée pour l'usage du sulfure de carbone. — Les vignes américaines. — Études de M. G. Planchon sur les divers plants américains. — Mesures administratives pour combattre le phylloxéra. — Arrêtés publiés en décembre 1878 par le Ministre de l'agriculture et du commerce relativement à la destruction du phylloxéra.

Lorsque dans la 20<sup>e</sup> année de ce recueil (1876), dans un article intitulé *Le De profundis de la vigne*, nous avons jeté le cri d'alarme et prédit la destruction dans un temps donné, de la vigne en France et en Europe, on nous a appelé prophète de malheur. On peut voir, dès aujourd'hui, si nos prévisions étaient justes. Malgré tous les remèdes proposés, essayés, employés, le terrible hémiptère a continué sa marche envahissante. La tâche sinistre a grandi ; elle s'est amplifiée démesurément ; elle a fini par former un linceul funèbre, qui a couvert d'immenses étendues de vignobles. Le midi de la France n'était qu'en partie atteint par le phylloxéra en 1875 ; aujourd'hui, sauf le territoire à l'ouest de Béziers et de Narbonne, tout le midi est ravagé. Le Var, les Bouches-du-Rhône, les Alpes-Maritimes, l'Hérault, le Gard, une partie de l'Aude, ont arraché leurs vignes, et des propriétaires qui récoltaient 500 muids de vin par an,

n'ont pas un raisin à manger. La Bourgogne est atteinte, la Savoie infectée, le Bordelais continue de se débattre en vain contre un mal qui ne fait que s'étendre. Les Charentes sont depuis longtemps envahies, et les sources de leurs eaux-de-vie supprimées. Les vignobles de l'Indre sont atteints, ceux de l'Aube bien malades et la Nièvre est menacée. Il n'y a pas jusqu'à Fontainebleau, en Seine-et-Marne, qui ne conçoive des inquiétudes.

Quant à l'étranger, la Suisse ne peut plus se dissimuler les périls qu'elle court, et l'Espagne a vu avec terreur l'apparition du terrible puceron dans les vignobles de Malaga.

Bref, il serait plus court de dire où n'est pas le phylloxéra que de rechercher les lieux qu'il occupe. Les vins, qui rapportaient au budget français un revenu annuel de 300 millions, qui figuraient pour 2 milliards dans la fortune générale de la France, qui formaient un élément important du trafic des chemins de fer, pour un grand nombre de nos départements, sont menacés de disparaître, et avec eux cette vivacité, cet enjouement que leur usage donne au caractère national.

Le président de la Chambre de commerce de Bordeaux, dans un discours adressé au Ministre des travaux publics en visite à Bordeaux, au mois de septembre 1878, disait : « Actuellement 250 000 hectares de vignes sont détruits, et 25 000 autres gravement atteints. C'est pour la France une perte de plus de deux milliards ; c'est la ruine pour les populations plus particulièrement intéressées, et le fléau poursuit sa marche dévastatrice. »

La Commission supérieure du phylloxéra, instituée par la loi du 15 juillet 1878, s'est réunie à Paris le 21 novembre 1878. Sa session a été close le 26 novembre.

Le *Journal officiel*, en rendant compte des travaux de cette Commission, disait :

« En ouvrant la séance, M. Teisserenc de Bort a rappelé la gravité de la situation de la viticulture. Le phylloxéra avance toujours, et ses progrès pendant l'année courante ont été con-

sidérables. Au commencement de 1877, 28 départements étaient seuls envahis; aujourd'hui, le nombre des départements atteints est de 39.

« Les nouveaux départements frappés sont, par ordre de date : le Loir-et-Cher, la Haute-Garonne, le Gers, la Corrèze en 1877; l'Aude, les Pyrénées-Orientales, la Haute-Loire, la Vienne, l'Indre, la Côte-d'Or et la Savoie dans le courant de 1878. Sur 2 583 000 hectares dont se composait la superficie des vignobles français, un cinquième est entièrement perdu; un second cinquième, soumis aux étreintes du fléau, menace d'avoir le même sort si des mesures efficaces ne parviennent pas à atténuer le fléau. »

Faut-il cependant s'abandonner à un complet découragement et ne rien faire, ou faut-il lutter encore? Notre avis est qu'il faut lutter, qu'il faut combattre *pro aris et fociis*.

Sous le rapport des procédés de défense agricole, la question en est toujours au même point qu'il y a quatre ans. Deux systèmes sont en possession d'une efficacité certaine : la submersion des vignes, préconisée par M. Louis Faucon, de Graveson (Bouches-du-Rhône), — si mal récompensé, disons-le en passant, à l'Exposition universelle, — et le sulfure de carbone employé comme insecticide.

Il n'y a rien à ajouter pour la connaissance du procédé de la submersion des vignes. Partout où l'on peut noyer les ceps pendant l'hiver, c'est-à-dire dans les vignobles de plaine parcourus par un cours d'eau, on a sous la main le remède, et le remède certain. Noyé pendant deux mois sous la terre recouverte d'eau, le phylloxéra est tué. Malheureusement le cas est rare, et à moins d'imiter quelques agriculteurs de notre connaissance qui ont acquis des terres au bord des rivières tout exprès pour les planter en vignes et pouvoir les inonder à volonté, on ne peut que regretter que les lois de la pesanteur soient le seul obstacle que la nature oppose à cette méthode.

Mais il est une manière d'aller, dans cette question, contre les lois de la pesanteur. Il serait possible, en toute

localité, d'opérer la submersion des vignes comme moyen de tuer le phylloxéra. Ce moyen serait la création du canal du Rhône, étudié par M. Aristide Dumont, et qui a été reconnu en 1878 d'utilité publique, ainsi que nous l'avons dit dans un autre chapitre de ce volume. Ce canal, qui, empruntant les eaux du Rhône, vers les hauteurs de Saint-Etienne, arroserait une étendue considérable des plaines du Midi et irait se déverser à la mer, non loin de Montpellier, serait le salut des populations méridionales. Il est donc vivement à désirer que le gouvernement, comprenant les besoins d'une population entièrement ruinée depuis cinq à six ans, la dote du seul moyen qui lui reste d'échapper à ses souffrances.

Si le canal du Rhône ne devait pas d'ailleurs faire renaître la culture de la vigne, aujourd'hui anéantie sur ce parcours, il servirait à créer des prairies artificielles. Il permettrait de fonder l'industrie agricole des pâturages et de l'élevage des animaux, et rendrait, de cette manière, la prospérité à des régions dévastées. C'est ce qui arriva au Piémont, il y a trente ans, alors qu'un ingénieur italien, l'illustre Paleocapa, décida le gouvernement sarde à exécuter le magnifique réseau de canaux qui rendit aux plaines du Piémont la vie et la prospérité.

Donc, faisons des vœux pour que la question du canal du Rhône entre dans la voie de la réalisation.

Mille et un insecticides ont été essayés depuis quelques années contre le phylloxéra. Mais un seul, si l'on en excepte le sulfocarbonate de potasse, paraît devoir jouir d'un pouvoir de destruction absolu à l'encontre du phylloxéra. Nous voulons parler du sulfure de carbone.

Dans ces dernières années, les académies, les sociétés d'agriculture et les conseils généraux des départements se sont appliqués à l'envi à chercher et à reconnaître les moyens les plus sûrs d'anéantir le terrible insecte. Il est résulté de cet ensemble d'études que le sulfure de carbone, déversé dans les profondeurs du sol, est un

moyen assuré de débarrasser les vignes de leur ennemi.

La Compagnie du chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée a pris une généreuse et importante initiative, en faisant exécuter à ses frais un vaste ensemble d'expériences, tant sur l'agent insecticide à adopter que sur le meilleur mode d'administration du sulfure de carbone.

La Compagnie du chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée a organisé aux environs de Marseille des ateliers et laboratoires de produits chimiques, où l'on fabrique en grand le sulfure de carbone, et elle a réussi à rendre cette fabrication assez économique pour que l'agriculture puisse faire un large emploi de ce liquide.

Les applications du sulfure de carbone aux vignes phylloxérées faites pendant la campagne de 1877, sous la direction de la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée, ont donné des résultats qui ne permettent d'élever aucun doute sur l'efficacité de cet insecticide.

Ces résultats démontrent, en outre, qu'avec quelques soins et un peu de prudence l'emploi du sulfure de carbone est sans danger, et que les frais qu'il entraîne ne dépassent pas les limites imposées par la pratique.

Les viticulteurs qui ont expérimenté ce produit s'en montrent satisfaits. Partout où les circonstances ont été favorables, les vignobles se sont régénérés avec une rapidité remarquable.

Aujourd'hui la Compagnie délivre, à un prix très-modique, des barils de sulfure de carbone pour le traitement de la maladie de la vigne, et afin de vulgariser l'emploi de ce précieux insecticide, elle a fait paraître, en 1878, des *Instructions pour le traitement des vignes par le sulfure de carbone*<sup>1</sup>. Dans cette courte et substantielle brochure, les viticulteurs sont mis au fait des différentes précautions dont il importe de s'entourer pour faire la meilleure et la plus efficace administration du sulfure de

1. Imprimerie administrative de Paul Dupont.

carbone, comme aussi pour se mettre à l'abri des inconvénients ou des dangers auxquels peut exposer le manie- ment de ce liquide. En suivant ces *Instructions* on est assuré de réussir dans toute tentative de traitement curatif ou préventif des vignes phylloxérées.

Un tableau colorié, ou plutôt un atlas exécuté avec un soin minutieux, donne les détails des dispositions à donner aux trous d'injection, selon l'étendue de la vigne, la nature plus ou moins résistante du sol et le degré du mal, le tout résultant, non de prévisions théoriques, mais d'opérations ayant été exécutées et suivies de succès dans les vignobles dont les situations précises sont citées. On a vu rarement des opérations agricoles présentées avec cette rigueur scientifique. On voit que la main d'ingénieurs et de savants a imprimé là son cachet.

Pour donner une idée de ce travail, et en même temps pour faire connaître à nos lecteurs l'état actuel de la ques- tion du traitement du phylloxéra de la vigne, nous extrairons des *Instructions* qui nous occupent, les pages qui résument le mode pratique d'emploi du sulfure de carbone.

« Deux opérations seulement, disent les *Instructions*, s'im- posent aux viticulteurs :

1<sup>o</sup> Il est nécessaire de détruire les petits phylloxéras hiber- nants qui, établis sur les racines, perpétuent d'une année à l'autre les colonies souterraines.

2<sup>o</sup> Il convient d'arrêter la multiplication des insectes de nouvelle génération qui, dans la seconde moitié du mois de mai, descendent des tiges sur les racines et viennent occa- sionner de nouvelles taches.

Il faut recommander deux traitements : le premier dans le courant de l'hiver ou au début du printemps ; le second du- rant la dernière semaine de mai et pendant le mois de juin. Il est bien entendu que ce dernier peut être au besoin conti- nué en été, jusqu'à l'époque où la résistance du sol arrête les opérations.

Quant aux premières applications, il semble bon de ne pas les effectuer au moment même où la vigne, entrant en végé-

tation, pourrait être gênée par les vapeurs de sulfure de carbone.

Ces traitements, pour être complets, doivent être à doses répétées, c'est-à-dire comprendre chacun deux injections successives, à six jours d'intervalle en hiver, à quatre jours d'intervalle seulement au printemps.

Dans chaque opération on n'injectera que 15 grammes environ de sulfure de carbone par mètre carré.

En appliquant ainsi en deux fois une dose de 30 grammes de sulfure de carbone, on obtiendra un effet insecticide bien plus complet qu'en injectant la même dose en une seule opération.

La méthode de la répétition réalise une véritable économie de sulfure, dont on peut facilement se rendre compte, si l'on considère que le traitement maximum ne nécessite que l'emploi annuel de 60 grammes de sulfure par mètre carré, tandis que les quatre opérations disjointes entraînaient une dépense de 80 à 100 grammes, sans produire des effets aussi complets. Cette méthode nouvelle n'est pas uniquement basée sur des expériences de laboratoire, elle s'appuie également sur des travaux de grande culture.

Le traitement maximum s'applique plus spécialement aux vignobles dans lesquels on se propose la destruction aussi complète que possible du parasite. Les viticulteurs comprendront qu'il leur est facile de combiner des traitements moyens correspondant aux diverses exigences de la pratique.

Ils obtiendront des résultats satisfaisants avec un traitement répété d'hiver, suivi d'une application simple faite en juin à raison de 25 grammes par mètre carré.

On peut encore se borner, en hiver comme en juin, à faire des applications répétées dans les taches et un seul traitement dans les parties envahies depuis peu.

Dans tous les cas, lorsqu'on opérera au printemps, il sera bon de commencer par le centre des taches, afin que si l'on est arrêté par la sécheresse, les parties les plus phylloxérées ne restent pas sans traitement.

..... Il est reconnu qu'il suffit d'appliquer aux vignes phylloxérées des doses convenables de sulfure de carbone pour voir bientôt la végétation reprendre de la vigueur. Dès que le nombre des pucerons souterrains est sensiblement diminué, les racines produisent de nouvelles fibrilles, dont les fonctions fournissent bientôt à la plante des éléments de réparation.



On comprend que ce phénomène sera plus ou moins rapide, suivant l'état physiologique des souches et qu'il se montrera toujours en rapport direct avec l'effet du sulfure sur les parasites.

Les traitements indiqués plus haut sont assurément de nature à contenir et même à annihiler l'action de ces pucerons, en décimant leurs colonies ; mais leurs résultats seront bien plus complets si l'on fait intervenir une fumure appropriée.

On a pu assister, dans l'un des champs d'expériences de la Compagnie, au Cap Pinède (Marseille), à la régénération rapide de vieilles vignes ne produisant déjà plus de récoltes depuis plusieurs années et qui, sous l'influence du sulfure de carbone et d'un engrais à la fois azoté et potassique, ont développé de superbes rameaux et donné de nouveau des fruits, dès la première année du traitement. Il conviendrait d'ajouter aux engrais azotés ordinaires un sel de potasse, tel que le chlorure de potassium du commerce.

La dose à employer pour chaque cep est d'environ 20 grammes, de sorte que 1 kilogramme doit suffire pour 50 ceps.

Le chlorure de potassium doit être mêlé avec un engrais, ou, à défaut d'engrais, avec une certaine quantité de terre, et être appliqué autour du pied de la vigne.

Il peut y avoir avantage, dans certains cas, à recourir à des engrais chimiques contenant de l'azote, de l'acide phosphorique, et du chlorure de potassium. »

Il faudrait reproduire toute la brochure pour faire comprendre l'utilité pratique de ces *Instructions*. Ce que nous en avons dit suffit pour faire apprécier l'importance du service que rend à l'agriculture, si gravement menacée dans tous les pays de l'Europe, la Compagnie qui a provoqué ces importantes recherches.

Après la submersion et les insecticides, un troisième système s'est fait jour. C'est la substitution de plants nouveaux, que l'on croit inattaquables par le phylloxéra, aux plants actuellement usités. Ces plants nouveaux sont d'origine américaine, et l'on se flatte que le plus grand nombre peut résister aux attaques du phylloxéra. En ce moment beaucoup de grands propriétaires de l'Hérault et du Gard essaient de reconstituer leurs vignobles détruits en plantant des vignes américaines.

La question de réussite est toutefois bien indécise encore. Les vignes américaines résisteront-elles complètement à l'insecte destructeur? Continuer la culture de la vigne avec des plants quelconques, n'est-ce pas acclimater à tout jamais le phylloxéra dans le pays? Le raisin et le vin de ces cépages pourront-ils être adoptés par le consommateur, avec le goût âpre du raisin et l'étrange bouquet du vin qui en provient? Ne se flatte-t-on pas d'un vain espoir en se proposant de greffer plus tard sur les vignes américaines les anciens plants? Telles sont les difficultés que soulève la question des vignes américaines, difficultés qui ne peuvent recevoir leur solution que du temps et de la pratique à venir.

La valeur et l'utilité des vignes américaines étant le véritable problème viticole du moment, nos lecteurs nous sauront peut-être gré de leur faire connaître un travail spécial, émanant d'un savant botaniste, M. G. Planchon, professeur à l'École de pharmacie de Paris. Nous allons donc rapporter textuellement le travail de M. G. Planchon sur *l'Introduction des vignes américaines dans le midi de la France*.

« Pendant un séjour dans le Midi, j'ai pu suivre de près, dit M. G. Planchon, les essais d'introduction des vignes américaines destinées à reconstituer nos vignobles français; et les faits que j'ai vus par moi-même, et dont je puis absolument garantir l'exactitude, m'ont paru assez curieux et assez intéressants pour mériter d'être signalés ici.

« C'est dans le vaste domaine du Vivier pouvant produire, au moment de l'invasion du phylloxéra, près de 1200 muids (soit 8400 hectolitres) de vin, que j'ai eu l'occasion de voir ces intéressantes expériences. M. Pagézy, sénateur de l'Hérault, qui en est le propriétaire, a vu ses récoltes disparaître absolument, au point d'avoir à peine quelques grappes de raisin à manger. Il ne s'est pas découragé pour cela, et, se mettant hardiment à l'œuvre, il a déjà planté en espèces américaines 12 hectares de terrain: de nombreux sarments sont préparés pour prendre possession l'année prochaine d'un espace au moins égal. Il s'agit, on le voit, non point d'un simple essai, mais d'une véritable culture, entreprise sur une vaste échelle.

« Disons d'abord un mot des vignes elles-mêmes. Elles appartiennent toutes à des types différents de notre vigne indigène (*Vitis vinifera*). Ce sont des espèces parfaitement distinctes, originaires du sol américain, et dont les nombreuses variétés peuvent se grouper, d'après les botanistes, de la manière suivante :

« 1<sup>re</sup> espèce. — *Vitis labrusca* L. Feuilles revêtues en dessous d'un duvet serré; gros grains à pulpe peu fondante, à goût *foxé*, c'est-à-dire rappelant un peu la saveur de cassis ou de framboise.

« La variété de ce type qu'on cultive surtout est le *Concord*. *L'Isabelle*, qui s'y rattache aussi, et qui est depuis longtemps connue en Europe, n'a pas une résistance assez marquée au phylloxéra pour qu'on la recommande dans les cultures.

« 2<sup>e</sup> espèce. — *Vitis æstivalis* Michx. Feuilles entières ou plus souvent lobées, épaisses, les adultes portant sur les nervures et les veinules de la face inférieure un duvet floconneux. Grains à pulpe fondante, acidule, non *foxée*.

« De nombreuses variétés de ce type sont introduites dans nos cultures; ce sont les *Cunningham*, *Cynthiana*, *Herbemont*, *Jacquez*, *Rulander*, etc.

« 3<sup>e</sup> espèce. — *Vitis cordifolia* Torrey et Gray et sa variété *riparia* (*Vitis riparia* Michx). Feuilles membraneuses, glabres, ou à pubescence peu abondante. Grains petits et à pulpe fondante, souvent acidulés, rarement *foxés*.

« Les variétés principales sont le *Clinton* et le *Taylor*.

« Nous ne parlons ici, bien entendu, que des variétés introduites dans nos pays. D'autres espèces existent en Amérique, que, pour diverses raisons, on n'a pas cherché à cultiver en France. Une des plus curieuses est certainement le *Vitis rotundifolia* Michx., dont la principale variété porte le nom de *Scuppernang*. Elle est reconnaissable à première vue par son bois à écorce non striée et adhérente, et par son raisin dont les grains, en petit nombre, semblables à de petites prunes, se détachent un à un de la grappe et tombent à terre, où ils sont récoltés. La plante n'est pas du tout attaquée par le phylloxéra, et serait par suite un excellent porte-greffe; mais la nature de son bois, extrêmement dur, a opposé à l'opération du greffage des obstacles qu'on n'a pu vaincre jusqu'ici.

« Toutes les autres espèces portent le phylloxéra sur leurs racines; mais les variétés que nous avons énumérées plus haut y résistent parfaitement. Le fait est établi par une longue

expérience pour les cultures américaines; et à la suite de la mission dont il avait été chargé en 1873, mon frère, M. J. E. Planchon, l'avait parfaitement constaté et fait connaître aux viticulteurs européens. On pouvait seulement se demander si cette résistance se maintiendrait dans les conditions nouvelles où ces vignes seraient placées dans nos régions. A priori, tout le faisait espérer. Voici les faits qui, après expérience, me semblent mettre la question hors de doute.

« C'est tout d'abord la vigueur des plants américains, là même où les plants français ont complètement disparu. Le fait m'a paru on ne peut plus démonstratif en jetant, du haut d'une petite éminence, un coup d'œil sur la plaine des environs de Vivier. Il y a quelques années, on voyait là de tous côtés la verdure de la vigne : actuellement, tout est en friche, et sur le terrain nu on ne voit se détacher, par leur végétation, que les champs où les espèces américaines ont été introduites. Elles portent bien sur leurs racinelles les nodosités qui annoncent la présence du phylloxéra; on y voit les traînées jaunâtres que forme l'insecte lui-même, et cependant elles sont en pleine santé. Leur vigueur est même extraordinaire : les sarments qu'elles projettent dans tous les sens, atteignent, en quelques mois, 4 à 5 mètres de long. J'ai vu mesurer un pied de trois ans; il couvre une superficie de 25 pas de tour.

« Tout à côté, les échantillons de vigne française, qu'on a laissés comme témoins, sont morts ou en train de mourir. Leurs feuilles jaunissent, leurs racines tendent de plus en plus à pourrir. Une vigne, voisine du Vivier, dans la commune de Teyran, montre le fait d'une manière bien sensible : on y a planté alternativement des rangées de vignes américaines et des rangées de vignes françaises : les premières sont pleines de vie; les autres dépérissent et n'existeront plus dans quelques années.

« Mais voici le fait qui me paraît le plus concluant. Lorsqu'on a apporté des sarments américains en Europe, la préoccupation des agriculteurs a été de les multiplier, et pour cela on a utilisé ce qui pouvait rester de vigueur aux vignes du pays. On a greffé ces sarments sur vigne française dans des conditions telles, que le cep américain a pu pousser des racines. Actuellement, un même pied de vigne porte donc les racines de la vigne française primitive et les racines du cep étranger. Toutes ces racines sont mêlées ensemble, placées exactement dans les mêmes conditions. Or, tandis que les unes restent

parfaitement saines, les autres se flétrissent, se pourrissent, et le pied même ne vivra plus bientôt que par les fibres radicales qui se rattachent à la souche exotique. N'y a-t-il pas une démonstration péremptoire et plus qu'une promesse du succès qui attend les nouvelles cultures?

« Comment s'expliquer la manière si différente dont se conduisent nos vignes françaises et la plupart des variétés d'Amérique, lorsqu'elles sont attaquées par le phylloxéra? Une observation un peu attentive permet de s'en rendre compte. La piqûre de l'insecte amène dans les deux cas des nodosités qui se développent sur les parties les plus tendres des radicales. Mais dans nos vignes françaises l'altération des tissus est profonde : elle atteint jusqu'au cœur même de la petite racine : la tubérosité pourrit, et les radicales s'arrêtent dans leur développement, entraînant, par ce fait, la disparition de la plante. Dans les variétés résistantes, au contraire, l'altération est superficielle ; la radicule continue à pousser à travers le renflement anormal, et la végétation n'est nullement arrêtée. Aussi voit-on sur certaines fibres radicales les tissus altérés se détacher du *meditullium* resté sain, comme une bague se détache du doigt qui la porte. Ainsi s'explique tout naturellement cette résistance des cépages américains, si surprenante au premier abord.

« Les nouvelles vignes une fois établies, qu'en fera-t-on? La réponse à cette question est différente suivant les variétés auxquelles on a affaire.

« Beaucoup de ces variétés américaines donnent des raisins qu'il serait difficile, à cause de leur saveur spéciale, d'utiliser comme raisins de bouche ou même pour la production du vin. Il en est cependant qu'on pourra employer directement : tel est entre autres le *Jacquez*. Le vin qu'on en a obtenu est d'une magnifique couleur, si belle qu'on a pu s'en servir comme de l'encre ; il a, en outre, une proportion d'alcool qui dépasse celle des vins les plus riches de la région montpelliéraine : elle atteint en effet 14 p. 100. Il est évident que les propriétaires ne négligeront point cette variété, et qu'ils en établiront dans leurs plantations un certain nombre de pieds pour monter leur vin en couleur et en alcool.

« Mais la plupart des variétés serviront surtout de porte-greffes. Des expériences déjà faites dans ce sens promettent d'excellents résultats. J'ai pu, en octobre, voir au Vivier des sarments d'*Aramont*, le plus répandu aux environs de Montpellier, greffés sur des pieds de *Clinton*. Depuis le mois de

mai, le nouveau sarment a donné des jets de plus de quatre mètres de long, garnis en outre sur presque toute leur longueur de rameaux latéraux. C'est une végétation qu'on n'aurait pu obtenir sur une vigne française. Aussi, non-seulement nos sarments réussissent sur les souches américaines, mais ils prennent une vigueur qu'ils n'auraient pas dans d'autres circonstances.

« Une expérience, qui date de plus longtemps, a donné à M. Ernest Leenhardt des résultats plus concluants encore. Des greffes de deux ans et demi, établis sur pied américain, ont fourni une récolte d'aramont. En moyenne, on a recueilli par souche deux kilogrammes et demi de raisins, ayant toutes les qualités de notre variété française.

« Ce dernier résultat répond à une préoccupation de quelques esprits un peu timorés. On s'est demandé en effet si nos espèces transportées sur des souches étrangères resteraient bien identiques à elles-mêmes. Théoriquement, la question n'est pas douteuse; mais il fallait dissiper tous les doutes par l'expérience directe. Cette expérience a été faite d'une manière concluante, non pas seulement pour une variété particulière, comme chez M. Ernest Leenhardt, mais sur une échelle bien plus étendue à l'École d'Agriculture de Montpellier. M. le professeur Foe a bien voulu nous montrer, dans ses pépinières, des greffes nombreuses du plus grand nombre de nos vignes françaises: crus de Bourgogne, de Bordeaux, ou encore des variétés étrangères, d'Italie, de Grèce, etc. Les raisins ainsi obtenus conservent absolument leur caractère et leurs qualités de parfum et de goût.

« Tels sont les faits, débarrassés absolument de toute hypothèse et de toute préoccupation théorique. Ils sont évidemment très-encourageants et font espérer la solution définitive d'un des problèmes les plus importants de l'agriculture française: la reconstitution de nos vignobles. Il reste évidemment encore bien des questions de détail à résoudre. Il faudra, par exemple, se rendre compte des conditions qui peuvent favoriser ou entraver la prospérité de telle ou telle variété; adapter ces variétés aux terrains qui leur conviennent; surveiller de près les ennemis que les espèces nouvelles peuvent trouver dans nos pays, etc., etc. Mais ce sont là des questions relativement secondaires, que le temps et l'intelligence des viticulteurs suffiront certainement à résoudre. »

Il nous reste à parler des mesures que l'administra-

tion de notre pays a su prendre pour combattre le fléau qui nous occupe.

L'administration, en effet, n'a rien négligé, depuis trois ans, pour secouer la torpeur des intéressés et multiplier les moyens de résistance. Persuadée que, pour avoir raison d'un fléau si général, si envahissant, ce n'était pas trop que de mettre à contribution toutes les forces actives du pays, d'associer étroitement la vigilance de l'initiative privée et l'impulsion de l'action publique, elle a provoqué, dans tous les départements viticoles, la formation de comités de vigilance chargés de surveiller l'état des vignes de leur circonscription, de provoquer des souscriptions publiques, d'expérimenter les divers modes de traitement qui étaient proposés et de diriger les particuliers dans leurs investigations et dans leurs efforts. Cinquante-sept associations semblables existent et fonctionnent aujourd'hui et ont reçu de l'État, en 1878, des subventions pécuniaires, qui se chiffrent, dans leur ensemble, par 235 000 francs et viennent s'ajouter aux contributions des départements et des communes.

En même temps, des études méthodiques étaient poursuivies à l'École d'Agriculture de Montpellier, pour reconnaître la force de résistance des divers cépages américains, préparer des pépinières de plants, et comparer entre elles les méthodes de traitement de la vigne les plus préconisées.

Comme il importait de mettre en communication continue les divers foyers d'étude, pour faire profiter chacun d'eux des observations, des découvertes que leurs émules auraient pu faire, une publication périodique, contenant les rapports et documents émanés des comités, était organisée par les soins du ministère de l'agriculture et distribuée à toutes les parties intéressées.

Un projet de loi destiné à codifier les mesures les plus propres à arrêter les progrès du phylloxéra était soumis, vers la même époque, à l'examen du Conseil d'État, puis aux délibérations des Chambres. La loi du 15 juillet 1878

qui en est sortie, donne une nouvelle existence à la Commission supérieure du phylloxéra et lui confère des attributions importantes. Cette Commission n'est plus seulement chargée de décerner le prix de 300 000 francs offert à l'inventeur qui trouvera contre le phylloxéra un remède pratique, efficace; elle devient, en quelque sorte, le guide et le conseil de l'administration, qui doit la consulter chaque fois qu'un point nouveau d'attaque du phylloxéra aura été découvert dans une contrée jusqu'alors considérée comme indemne, et dans toutes les occasions où une décision importante doit être prise.

Nous disions, en commençant cet article, que la Commission supérieure du phylloxéra s'est réunie à Paris du 21 au 26 novembre 1878. Cette session a été remplie par des travaux et délibérations à la suite desquels des mesures énergiques, efficaces, ont été proposées au gouvernement, et bientôt adoptées.

En effet, le 20 décembre 1878, le *Journal officiel* publiait une série d'arrêtés du Ministre de l'agriculture et du commerce, conformément aux propositions de la Commission supérieure du phylloxéra.

Un premier arrêté charge les préfets de chaque département de faire procéder à des investigations dans les vignobles des localités considérées comme indemnes jusqu'ici, mais où la présence du phylloxéra serait soupçonnée.

Ces visites seront confiées à un comité d'arrondissement de vigilance et d'études, sur la composition duquel le Ministre appuie longuement dans la circulaire jointe à l'arrêté. Cette Commission, dont le nombre des membres ne devra pas être inférieur à 10, ni supérieur à 15, sera composée de l'ingénieur des ponts et chaussées, de l'agent-voyer d'arrondissement, des professeurs des sciences physiques ou naturelles du lycée ou du collège de la localité, des notabilités agricoles actives, et enfin de toutes les personnes que les préfets jugeront devoir figurer utilement dans le comité.



Ces commissions sont déjà en partie installées. En 1876, en effet, une circulaire du ministre en avait hâté la formation. Aujourd'hui le ministre constate que la plupart ont rempli leur mission avec zèle et fort utilement, mais que néanmoins l'ensemble de leurs travaux sera plus complet et les mesures qu'elles prendront plus rigoureusement suivies, si on les constitue d'une façon plus régulière.

Tous ces comités seront, à cet effet, reliés entre eux par un comité central du département, qui tous les trois mois devra faire un rapport au ministre sur la situation, rendre compte des essais qu'il poursuit avec les fonds mis à sa disposition par les conseils généraux et l'administration, transmettre les informations qu'il a à fournir, et sera chargé enfin de l'application des arrêtés relatifs à la constatation de l'état des vignobles soupçonnés.

Le comité central devra enfin compter parmi ses membres un représentant de chaque comité d'arrondissement.

La reconstitution de ces comités devra être opérée dans un délai maximum de deux mois.

La Commission supérieure du phylloxéra a dressé, au mois de décembre 1878, la carte des départements atteints par le fléau. Ce sont les suivants :

*Ain* : Bourg, Belley, Trévoux. — *Basses-Alpes* : Digne, Castellane, Forcalquier, Sisteron. — *Hautes-Alpes* : Gap, Embrun. — *Alpes-Maritimes* : Nice, Grasse. — *Ardèche* : Privas, Largentière, Tournon. — *Aude* : Narbonne. — *Aveyron* : Millau, Saint-Affrique. — *Bouches-du-Rhône* : Marseille, Aix, Arles. — *Charente* : Angoulême, Barbézieux, Cognac, Confolens, Ruffec. — *Charente-Inférieure* : La Rochelle, Jonzac, Rochefort, Marennes, Saint-Jean-d'Angély, Saintes. — *Corrèze* : Brives. — *Corse* : Ajaccio, Corte. — *Côte-d'Or* : Dijon, Beaune.

*Dordogne* : Périgueux, Bergerac, Nontron, Ribérac, Sarlat. — *Drôme* : Valence, Die, Montélimar, Nyons. — *Gard* : Nîmes, Alais, Uzès, Le Vigan. — *Haute-Garonne* : Toulouse. — *Gironde* : Bordeaux, Bazas, Blaye, la Réole, Lesparre, Libourne. — *Gers* : Lectoure.

*Hérault* : Montpellier, Béziers, Lodève, Saint-Pons. — *Indre* : Le Blanc. — *Isère* : Grenoble, Saint-Marcellin, La Tour-du-Pin, Vienne. — *Loir-et-Cher* : Blois, Vendôme. — *Loire* : Saint-Étienne, Montbrison, Roanne. — *Loire (Haute-)* : Yssingaux. — *Loiret* : Orléans. — *Lot* : Cahors, Figeac, Gourdon. — *Lot-et-Garonne* : Agen, Marmande, Nérac, Villeneuve-sur-Lot. — *Lozère* : Florac. — *Puy-de-Dôme* : Clermont-Ferrand. — *Pyrénées-Orientales* : Céret, Prades. — *Rhône* : Lyon, Villefranche. — *Saône-et-Loire* : Mâcon, Châlon-sur-Saône. — *Savoie* : Chambéry. — *Sèvres (Deux-)* : Niort, Melle. — *Tarn-et-Garonne* : Montauban, Castelsarrazin, Moissac. — *Var* : Draguignan, Brignoles, Toulon. — *Vaucluse* : Avignon, Apt, Carpentras, Orange. — *Vienne* : Poitiers, Civray.

Le Ministre de l'agriculture arrête que les vignes étrangères et celles provenant des départements dont la liste précède ne pourront être introduites dans aucun département qu'en vertu d'un arrêté ministériel, à l'exception cependant des arrondissements suivants :

*Alpes (Basses-)* : Digne, Forcalquier, Sisteron. — *Ardèche* : Privas, Largentière, Tournon. — *Bouches-du-Rhône* : Marseille, Aix, Arles. — *Charente* : Angoulême, Barbézieux, Cognac. — *Charente-Inférieure* : Jonzac, Marennnes, Saint-Jean-d'Angély, Saintes. — *Dordogne* : Bergerac. — *Drôme* : Valence, Die, Montélimar, Nyons. — *Gard* : Nîmes, Alais, Uzès, Le Vigan. — *Gironde* : Bordeaux (rive droite de la Garonne), Blaye, la Réole, Libourne. — *Hérault* : Montpellier, Lodève. — *Isère* : Vienne. — *Var* : Draguignan, Brignoles, Toulon. — *Vaucluse* : Avignon, Apt, Carpentras, Orange.

Enfin, les préfets adresseront au ministre, avant le 1<sup>er</sup> octobre de chaque année, une carte indiquant le progrès de l'invasion du phylloxéra, destinée à l'établissement de la carte générale phylloxérique qui devra paraître avant le 1<sup>er</sup> décembre.

Trois autres arrêtés portent : 1<sup>o</sup> Sur l'introduction en France des débris de la vigne, des échelas, des tuteurs déjà employés, des composts, des terrains provenant des divers États du continent européen et de l'Amérique. Leur

introduction et leur circulation à travers les territoires préservés du phylloxéra, ne pourront avoir lieu que dans des caisses en bois parfaitement closes au moyen de vis, et néanmoins faciles à visiter et à refermer.

Les objets saisis en contravention à l'article précédent seront détruits aussitôt et sur place, avec leur emballage, et les contrevenants seront poursuivis conformément à la loi du 15 juillet 1878.

2° Sur la circulation de département à département.

Le vin, le raisin de table sans feuilles, les pepins de raisin, pourront circuler librement en France, quelle que soit leur provenance. La même liberté de circulation est accordée aux plants de vigne, sarments, boutures et autres débris de la vigne provenant d'arrondissements épargnés par le phylloxéra. Les échanges de débris de la vigne pourront se faire entre départements phylloxérés, à condition de ne pas en traverser d'indemnes. Les plants de vigne, sarments et boutures provenant d'arrondissements phylloxérés devront être renfermés dans des caisses parfaitement closes. Aucun envoi provenant d'un territoire phylloxéré ne devra contenir de feuilles de vigne.

3° Sur la circulation des produits de l'agriculture et de l'horticulture, légumes, fruits, graines, de toutes natures, fleurs, etc., coupés.

Il pourront circuler librement en France, ainsi que les plants et arbustes provenant de territoires non atteints par le phylloxéra.

Les plants, arbustes et produits analogues des pépinières, jardins, serres et orangeries en provenance de territoires phylloxérés, ne seront admis dans les arrondissements indemnes et ne pourront y circuler que si leurs racines sont complètement dégarnies de terre. Ces racines pourront être entourées de mousse; elles seront, dans tous les cas, recouvertes de toile d'emballage, de manière à ne laisser échapper aucun débris et à permettre les constatations qui seraient jugées nécessaires à l'arrivée à destination.

## 2

Nouvelles observations sur les vins tournés du midi de la France,  
par M. Armand Gautier.

On confond aujourd'hui, selon M. Armand Gautier, la maladie des *vins tournés*, qui attaque les vins du midi de la France, avec la *tourne*, ou *pousse*, des vins du centre. Mais ces deux altérations ne sont pas de la même nature. La maladie des *vins tournés du midi* se montre surtout après les automnes chauds et pluvieux, lorsque la grappe a été partiellement attaquée par la moisissure.

On peut reconnaître cette maladie du vin au commencement de l'hiver, après le premier soutirage, aux caractères suivants. Tant que le vin renfermé dans les tonneaux n'a pas l'accès de l'air, il se conserve en apparence : seulement, examiné de près, il montre un léger brouillard. Mais s'il est exposé à l'air, il se trouble peu à peu et s'irise à la surface. Il devient violet-bleuâtre, et laisse précipiter une couleur bistre. La liqueur conserve alors une teinte brun-jaunâtre avec une odeur de cuit et un goût acide accompagné d'amertume.

Dans les vins ainsi altérés, l'alcool n'a aucunement varié; mais le tartre, le tannin, la matière colorante, sont modifiés et ont disparu. M. Armand Gautier a trouvé dans les vins qu'il a examinés jusqu'à 1<sup>er</sup>,5 d'acide acétique par litre. L'acide tartronique et l'acide lactique existent également dans ces vins malades.

Le parasite qui occasionne cette altération des vins, a la plus grande analogie de forme avec celui que M. Pasteur a décrit comme filament de la *tourne*. Il est mêlé à quelques autres filaments rares, à articles alternativement clairs et obscurs, à de nombreuses cellules de levûre de vin, à des cristaux en éventail et à de la matière colorante précipitée.

La maladie dont il s'agit est grave, parce qu'elle sévit avec intensité dans les années pluvieuses, et parce qu'il est difficile de la reconnaître à son début et d'y remédier. On ne peut plus la combattre dès qu'elle est dans son plein développement.

Il ne faudrait pas d'ailleurs confondre cette altération du vin avec la maladie décrite par Balard, pour quelques vins du Midi, sous la dénomination de *tourne*. On ne doit pas non plus l'assimiler à la *tourne* ou *pousse* décrite par M. Pasteur, car elle en diffère en ce que le vin ne dégage pas d'acide carbonique, et qu'il n'y a pas de *pousse* quand on pratique un fausset au tonneau. Un autre caractère différentiel, c'est que la matière colorante se comporte différemment quand le vin est exposé à l'air.

M. Pasteur avait prévu d'ailleurs le cas nouveau d'altération des vins signalé par M. Armand Gautier; car il a dit, dans son ouvrage sur *le Vin* : « Je suis porté à croire que l'on réunit sous l'expression de *vins tournés* des maladies différentes, auxquelles correspondent plus d'un ferment filiforme. »

### 3

#### La photographie des vins.

C'est un propriétaire bourguignon, M. de Vergnette-Lamotte, qui a, le premier, photographié les vins. Ce moyen d'investigation permet de reconnaître les qualités propres à chaque vin, la nature des sels qu'il contient, la variété et la force de sa couleur, etc.

La photographie révèle les altérations du vin par des changements opérés dans les cristaux et dans sa couleur. Si un vin a été étendu d'eau, ou fortifié avec de l'alcool et du sucre, des cristaux ou des sels plus abondants le témoignent.

La photographie n'est pas seulement applicable aux vins malades ou altérés; elle sert encore à contrôler les vins additionnés de fuchsine ou d'autres matières colorantes; elle indique l'âge, la provenance et la condition des vins.

Le vin est une matière végétale soumise à une sorte de mouvement interne de changement avec l'âge et la température. Il a comme une seconde vie dans la barrique et dans la bouteille. La photographie d'un vin, à diverses époques de sa vie végétale, révèle les états successifs par lesquels il a passé. Tous les ans, il subit une transformation que la photographie met en lumière. Cette méthode est donc appelée à rendre des services réels, et à compléter celle du dosage par l'extrait sec.

## 4

## La cause de la maladie des pommes de terre.

M. Ritter émet, dans le *Journal de l'Agriculture de M. Barral*, quelques idées fort justes à propos de la maladie des pommes de terre.

On a d'abord pensé que la maladie de la pomme de terre provenait d'une dégénérescence du végétal. En conséquence, on a fait venir de l'Amérique des tubercules et des graines; mais les nouveaux produits ont été malades comme les autres.

On a pensé ensuite que la terre s'épuisait à servir à la même culture. M. Ritter a cultivé des pommes de terre dans un bois défriché où il avait fait abattre des arbres séculaires. Les pommes de terre plantées dans ce terrain, pour la première fois, ont été malades, comme celles des autres pays. On aurait dû obtenir un produit moyen de 50 quintaux métriques par *morgen* de 25 ares. Ce produit est descendu à la moitié, et en 1877 une partie de ces terres n'a donné que 12 quintaux.

Ajoutons que pendant cette même année 1877, où la récolte fut très mauvaise chez M. Ritter, elle était bonne dans des villages situés à deux lieues seulement. Comment expliquer une pareille différence ?

On ne voit donc guère, en définitive, le moyen de se garantir de la fâcheuse maladie des tubercules. Il y a là sans doute quelque parasite végétal qui s'est encore dérobé à nos investigations.

Pour expliquer comment la récolte, mauvaise chez lui, a été bonne à deux lieues de là, M. Ritter suppose que les parasites arrivent comme un nuage chargé de grêle, qui tombe sur un village et épargne le pays environnant.

Le docteur Schneider a indiqué, il y a quelques années, un moyen certain d'éloigner, par la seule odeur, certains parasites qui font beaucoup de mal aux volailles. Ne pourrait-on, par un semblable moyen, éloigner l'ennemi des pommes de terre ?

Si, par exemple, on aspergeait avec du pétrole, ou avec une autre matière peu coûteuse, les pommes de terre de semence, n'atteindrait-on pas le but désiré ? Il est étrange qu'un moyen aussi simple à mettre en pratique n'ait pas encore été essayé.

## 5

### Moissonneuse-lieuse.

On remarquait à l'Exposition de 1878 plusieurs *moissonneuses-lieuses*. Ces machines, conçues sur le principe général de celle de Wood, sont très perfectionnées. La gerbe se fait automatiquement et le conducteur n'a à s'occuper que de ses chevaux. A l'aide d'une pédale, il peut modifier la grosseur de la gerbe. Cette machine est exempte de secouement pendant le liage, et la gerbe

tombe aussitôt à terre, sans qu'on ait à la battre d'avance, ce qui évite toute perte de grain.

Ces machines font mieux et plus régulièrement la gerbe que les premières machines qui ont été essayées.

Ainsi se trouve résolu un problème qui semblait insoluble il y a peu de temps. Les moissonneuses-lieuses permettront aux cultivateurs de récolter plus facilement, plus promptement et surtout dans de meilleures conditions de maturité.

## 6

Explication scientifique et agronomique des effets des irrigations pratiquées dans le midi de la France, par M. Barral.

M. Barral a publié un travail fort intéressant sur le résultat des irrigations qui ont été faites depuis quelques années dans divers départements du midi de la France.

Dans les départements des Bouches-du-Rhône et de Vaucluse, on a soumis régulièrement à l'irrigation 56 600 hectares, pendant six mois de l'année, en été. Les eaux de la Durance fécondèrent 39 500 de ces hectares.

Après avoir constaté les bons résultats de ces irrigations, M. Barral en donne, en physicien et en agronome, les raisons et explications scientifiques.

· Nous croyons devoir résumer les idées développées dans le travail de M. Barral.

Et d'abord, il faut prendre en considération, dit M. Barral, les substances contenues dans les eaux qui servent à l'arrosage.

Il est certain qu'une eau est d'autant plus efficace qu'elle renferme en dissolution une plus forte dose de matières phosphorées, potassiques, azotées, calcaires et autres ; mais cela n'est, dit M. Barral, qu'une faible partie de la vérité dans l'ensemble des effets de l'arrosage. On a prétendu que les matières limoneuses en suspension dans



les eaux apportaient des éléments de fertilisation. Il en résulterait que l'action entière de l'irrigation sur la production végétale serait proportionnelle aux quantités de matières tant dissoutes que tenues en suspension dans les eaux, et que la récolte d'une terre arrosée devrait contenir des principes minéraux et organiques en quantité équivalente à la somme des mêmes principes apportés par les eaux. Cependant M. Barral a constaté, par des expériences directes, qu'en analysant les éléments fertilisants fournis à une récolte fourragère par les eaux d'irrigation de la Durance, et en y joignant ceux du limon déposé en même temps, on ne trouve pas la sixième partie de ce que renferme la récolte.

M. Barral explique comme il suit les bons effets des eaux de la Durance employées en irrigation.

Les arrosages des rives de la Durance plongent les racines végétales dans un milieu suffisamment humide. On sait que lorsqu'il n'y a pas de grandes réserves d'eau dans le sous-sol, les racines ne puisent plus rien dans la terre, la végétation devient languissante et finit par s'arrêter. Le premier effet d'un arrosage, c'est donc de rendre à la couche où plongent les racines l'eau qui leur est indispensable. Mais remarquons que cette eau a une température propre, et qu'il s'établit entre cette eau et la terre un échange de chaleur. Si l'eau est plus froide que la terre, les racines subiront le contre-coup d'un refroidissement subit. Il y a donc avantage à employer dans les irrigations d'été des eaux que l'on a d'abord échauffées dans des bassins.

Dans le Midi, une hauteur d'eau de un mètre et demi à 3 mètres (de trois à six fois la pluie totale d'une année) doit se vaporiser en six mois, en passant dans les feuilles des plantes. Un degré de moins dans la température de l'eau d'arrosage correspond à 1 500 000 à 3 millions de calories, que le rayonnement du soleil doit apporter en plus par chaque mètre carré.

On doit aussi tenir compte de l'absorption de la cha-

leur que nécessite la décomposition de l'acide carbonique par les plantes. Ce fait se reproduit réellement dans les cultures méridionales arrosées sous l'influence de vents violents. C'est ce qui explique que, sous l'influence de la sécheresse, la végétation soit nulle dans les cultures sans eau. Avec des arrosages et des fumures abondantes, on obtient, au contraire de 12 000 à 15 000 kilogrammes de foin sec par hectare, rendements inconnus et impossibles sous des climats où le soleil n'échauffe pas assez la terre.

Pour obtenir l'échauffement et la vaporisation de ces masses liquides par la radiation solaire, il faut opérer les irrigations en plusieurs fois.

Dans le Midi, on répand l'eau par tranches successives, en laissant des intervalles.

Les irrigations renouvellent un grand nombre de fois les gaz qui circulent autour des racines. Elles fournissent au sous-sol un courant permanent d'air atmosphérique. Les principes assimilables par les plantes, qui sont contenus dans la couche arable, et non dissous, mais simplement tenus en suspension dans l'eau d'arrosage, sont, par ce même moyen, mis successivement et un grand nombre de fois en contact avec de l'eau nouvelle et avec l'oxygène de l'air, à une température suffisamment élevée. D'un autre côté, l'évaporation par les feuilles se fait après l'ascension de l'eau, à travers les cellules végétales, depuis les racines jusqu'aux branches, dans des conditions plus favorables aux réactions chimiques qui s'opèrent dans les plantes.

Les irrigations sont donc utiles, non-seulement à cause des matières apportées par les eaux et de l'eau elle-même qui vient favoriser la végétation, mais encore par les réactions qu'elles rendent plus faciles dans la couche de terre successivement mouillée, aérée et mise en contact avec des composés minéraux ou organiques.

## 7

L'agriculture de la Corse et la *malaria*. — Avantages, pour la culture, de l'assainissement des terres basses de la Corse.

Le département de la Corse est l'un des plus étendus ; cependant il figure au dernier rang sous le rapport de la production et de la richesse. L'une des causes qui nuisent le plus aux progrès de son agriculture, c'est la *malaria*, qui, pendant la moitié de l'année, règne sur la zone maritime, et produit de grands ravages sur la population. C'est dans la région la plus élevée et la moins propre aux cultures qu'ont été bâtis la plupart des villages, où les Corses trouvent bon air et bonne eau ; mais il faut chercher les bonnes terres au bord de la mer, dans la plaine orientale et dans les vallées où se sont déposées les riches alluvions des montagnes.

Là, malheureusement, la *malaria*, inconnue sur les hauteurs extrêmes, sévit sur les travailleurs qui descendent dans la plaine pour la cultiver. Cette zone basse n'est malsaine qu'en été. La question est donc d'assainir cette partie de la Corse pendant les six mois où l'on est forcé de l'abandonner pour ne pas s'exposer à de cruelles maladies.

Il va sans dire que la *malaria* est également nuisible aux entreprises industrielles et commerciales.

Le gouvernement français pensa qu'en assainissant les terres basses on transformerait le pays et on l'amènerait très vite à un haut degré de prospérité. M. Boitel, inspecteur général de l'agriculture, a fait connaître, dans un rapport publié en 1878, les résultats remarquables obtenus par application de cette méthode, qui remonte à l'année 1856.

A cette époque, le gouvernement voulut résoudre la question de l'assainissement des terres basses de la Corse en créant à Chiavari, localité située au milieu des plaines

insalubres, des établissements agricoles pénitentiaires. Dès le début, les détenus, employés comme colons, eurent à souffrir cruellement des atteintes de la malaria. Heureusement des points élevés offraient de bonnes conditions de salubrité.

A partir du mois de mai, les détenus étaient évacués aux refuges de Castelluccio et de Coti, situés l'un à 381 mètres et l'autre à 625 mètres d'altitude. On ne laissait à Chiavari, aux prises avec la malaria, qu'une centaine de volontaires affectés au service des cultures. On récompensait ces hommes de leur dévouement par un meilleur régime alimentaire, et par les soins les plus propres à les défendre contre l'influence pernicieuse du mauvais air. Ils recevaient journellement du vin, du café, de la viande; on leur administrait de la quinine au premier accès de fièvre. De plus, on s'empressait d'expédier aux refuges tout homme atteint de la moindre indisposition.

Grâce à ces précautions, et surtout aux refuges, l'état sanitaire s'améliora rapidement, et l'entreprise des défrichements put être continuée sans qu'il en résultât de graves inconvénients pour la santé des ouvriers. On a constaté même qu'ils pouvaient travailler pendant le jour sur les terrains malsains, en ayant soin de ne pas s'y trouver avant le lever ou après le coucher du soleil, et de venir passer la nuit dans l'atmosphère fraîche et pure des refuges.

A mesure que les maquis les plus proches des habitations étaient défrichés et convertis en vignes, en prairies et en plantations de toute espèce, l'insalubrité des terres basses diminuait. Lorsque toutes les sources furent captées, que le cours des ruisseaux fut régularisé, que des parcelles marécageuses situées près de la mer furent desséchées et comblées, on constata, non sans étonnement, que le détachement de Chiavari se portait tout aussi bien que les émigrants qui habitaient les hauteurs de Castelluccio et de Coti.

L'agriculture avait donc vaincu le mal et les refuges

d'été devenaient inutiles. Les établissements de Chiavari et de Castelluccio sont donc aujourd'hui affranchis des émigrations estivales. Les détenus et tout le personnel restent en permanence sur ces terrains, devenus sains et habitables, grâce à une végétation continuelle. Chiavari, situé au milieu d'une contrée empoisonnée de malaria, est maintenant une oasis, habitable pendant toute l'année, tandis que les terres incultes qui environnent le domaine restent malsaines et mortelles en été.

A moins de 800 mètres du pénitencier, il existe des terrains communaux complètement envahis par la malaria. L'expérience prouve que les ouvriers de Chiavari n'ont jamais souffert de ce voisinage dangereux. Depuis vingt ans qu'on recueille des observations sur une population moyenne de mille individus, surveillés avec soin, on a pu établir que la malaria n'a plus d'effet sur les personnes qui ne commettent pas d'imprudence hygiénique et qui observent les mesures préservatrices dont les indigènes ne se départissent jamais.

La vigne, le mûrier et l'eucalyptus sont les cultures qui ont produit cette heureuse amélioration climatique. Mais, selon l'auteur du rapport qui nous révèle ces faits intéressants, les feuilles de la vigne et celles du mûrier purifient l'air avec plus d'énergie encore que l'eucalyptus ; sans compter que ces cultures donnent des produits d'une grande importance. L'eucalyptus ne vient pas dans tous les terrains, comme la vigne ; il se multiplie difficilement en Corse, et les vents violents de la mer et des montagnes en brisent un grand nombre dans le jeune âge. L'eucalyptus constitue, par quelques-unes de ses variétés, de magnifiques arbres d'ornement, et d'autres variétés prospèrent dans des terrains marécageux, où leur présence contribue à dessécher le sol et à purifier l'air ; mais il serait dangereux de laisser croire aux défricheurs de maquis que la présence seule de l'eucalyptus peut faire disparaître toute trace de malaria. On aura beau dessécher les marais, rectifier les cours d'eau, dé-

fricher les landes et planter des eucalyptus, la malaria subsistera toujours tant que la charrue et la bêche n'auront pas pris possession du sol et ne l'auront pas recouvert d'une végétation énergique, qui, pendant la saison chaude, détruit et absorbe tout le mauvais air, qu'il naisse sur le terrain lui-même, ou qu'il soit apporté par le vent des propriétés voisines non assainies.

Quelle est la cause de la funeste malaria? On l'attribue à des miasmes, à des gaz particuliers, ou à une sorte d'algue, dont les germes reproducteurs, suspendus dans l'air, s'introduiraient dans l'organisme humain, où ils causeraient un trouble profond dans le jeu des principaux organes et dans la composition du sang. Ce qui est certain, c'est que la malaria présente les caractères d'une sorte d'empoisonnement, appréciable seulement par les effets qu'il produit sur l'économie animale. On sait seulement que ces miasmes ne proviennent jamais des régions supérieures, des montagnes, car tous les villages dépassant 400 mètres d'altitude sont, en toute saison, d'une salubrité parfaite.

Plus on descend, plus on est exposé à l'influence du mauvais air. Dans la zone basse, on ne cite qu'un petit nombre de localités, dans la région dont nous avons parlé, où l'on puisse résider sans danger pendant l'été.

La malaria se déclare, en Corse, sous l'influence de matières organiques en décomposition, en présence de l'eau et de la chaleur. Un flaqué d'eau stagnante, une citerne non couverte, une parcelle marécageuse où suinte une source non utilisée, un filet d'eau au cours vaseux et garni de végétaux aquatiques, un simple maquis, en apparence inoffensif, produisent ces effluves pestilentiels, qui déciment la population, si on ne s'empresse pas de combattre le mal à la première manifestation de la fièvre. Pour changer les conditions hygiéniques de ces localités, il faut, dit M. Boitel, mettre en culture les terres délaissées, y faire prédominer la vigne, le mûrier et toutes les cultures arbustives les mieux appropriées au sol et au climat.

Les belles vallées de la Corse, et les plaines de la côte orientale, aujourd'hui désertes, dépeuplées et improductives, n'attendent que des bras et quelques capitaux, pour s'assainir et se couvrir de riches moissons. La malaria recule et disparaît devant le travail opiniâtre et les efforts persévérants des populations. C'est par l'arboriculture, principalement, qu'il faut dompter ce terrible fléau et ramener dans cette partie de la Corse la richesse et l'abondance.

### 8

Présence du fer dans le blé et dans les autres plantes alimentaires.

En 1876, M. P. de Gasparin montrait que dans le gland du chêne kermès il existe une forte proportion de fer, et que l'amande de ce fruit en contient beaucoup plus que la coque. Il avait trouvé aussi 20 pour 100 d'oxyde de fer dans les cendres d'une variété de blé (*Saisette de Provence*).

On sait que le fer est un principe du sang des animaux. On devait donc prévoir que les aliments apportent dans l'organisme un composé ferrugineux quelconque, et cela d'une manière continue. Cependant le fer figure très rarement parmi les produits des analyses des substances alimentaires.

On voit maintenant que le pain, base de notre alimentation, doit à lui seul fournir au sang une quantité importante du fer qui entre dans sa constitution. M. de Gasparin a trouvé qu'un homme qui consommerait annuellement 120 à 150 kilogrammes de pain, introduirait dans son organisme 200 à 300 grammes de fer par année.

Dans une autre analyse faite par un chimiste russe, M. Eliosof, 100 parties de blé ont donné 1,88 de cendres, et 100 parties de ces cendres renfermaient 7,60 d'oxyde de fer. La consommation de cette variété de blé intro-

duirait 80 ou 150 grammes de fer dans l'économie animale tous les ans.

Ces nombres n'ont rien d'absolu, il est vrai, car ils varient avec la qualité du blé et les conditions de la culture; mais ils établissent la présence constante du fer dans les végétaux, et la nécessité qu'il y aura désormais à rechercher ce métal dans les analyses de substances alimentaires.

M. Eliosof, à qui sont dues ces remarques judicieuses, pense que ce sont probablement les difficultés qu'on rencontre dans la séparation du fer et de l'acide phosphorique qui ont amené dans les anciennes analyses à compter l'oxyde de fer comme étant de l'acide phosphorique. Il suit de là que la quantité de phosphates contenue dans les plantes serait moindre que celle que l'on admet.

M. Eliosof propose un nouveau procédé pour opérer le dosage du fer et de l'acide phosphorique dans l'analyse des terres.

Nous ne rapporterons pas ce procédé, notre but étant seulement d'appeler l'attention sur le fait, signalé par MM. de Gasparin et Eliosof, de l'existence du fer en quantité notable dans les matières alimentaires, ce qui explique la présence constante du fer dans le sang de l'homme et des animaux.

## 9

### De la tavelure des fruits.

Certains effets de la vie végétale ont des causes inconnues : telles sont la *cloque* du pêcher et la *tavelure* des fruits. Cette question a été examinée avec soin par M. Ch. Joly.

La *cloque* était autrefois attribuée à de brusques abaissements de température, au début de la végétation. Comme conséquence de cette idée, on faisait usage d'a-



bris, pour prévenir cette altération des fruits. Mais Prillieux a donné l'explication de la *cloque* en découvrant un champignon microscopique dans le fruit ainsi altéré, et cette théorie a paru satisfaisante.

M. Ch. Joly explique par cette même cause, c'est-à-dire la présence d'un champignon parasite, les crevasses et la *tavelure* dans certains fruits, surtout dans le doyné d'hiver, dans le saint-germain et la crassane. On n'a pas cependant bien expliqué jusqu'à présent pourquoi ces variétés, à peau épaisse, sont plus sujettes que d'autres à recevoir les atteintes des parasites végétaux. Des taches noirâtres, inégales, causant des gerçures, des crevasses et des fentes, variant suivant l'humidité et la sécheresse, ont d'abord été observées. Selon M. Ch. Joly, les fentes favorisent le développement de la tavelure, et les arbres abrités par des murs ou des auvents y sont moins exposés que les quenouilles ou les espaliers situés à l'ouest et au sud-ouest. Les tavelures proviendraient de l'altération des couches superficielles du fruit, dont les cellules renferment une matière brunâtre. Les taches pulvérulentes se montrent non seulement sur le fruit, mais aussi sur les feuilles et les jeunes pousses. Cet effet, bien connu de tous les jardiniers, est dû uniquement à la présence d'un champignon parasite qui pénètre l'épiderme et le tissu du fruit. Desmazières, qui l'avait observé, avait reconnu en lui le *Cladosporium dendriticum*, que Walbroth avait signalé sur le pommier. Les fentes ne sont pas toujours profondes et le fruit n'est pas galeux. Le parasite se développe aussi sur les rameaux; ce qui explique pourquoi des arbres produisent des fruits tavelés chaque année, et aussi pourquoi la tavelure se propage par la greffe, lorsque les scions qui doivent être greffés sont atteints par le *Cladosporium*.

La cause du mal étant connue, on a proposé de supprimer les fruits tavelés, d'éviter de prendre des greffons sur des arbres atteints par le parasite, soit sur les feuilles, soit

sur leurs rameaux. Une mesure préventive consisterait à faire usage du soufre avant et pendant la végétation, et à avoir en même temps recours aux abris.

M. Th. Mehan, de Philadelphie, avait étudié, en 1875, les parasites des fruits. Suivant cet observateur et d'après des idées très anciennes, les maladies des fruits, si fréquentes aux États-Unis, seraient dues également à des champignons microscopiques.

## 10

Emploi du sulfure de carbone contre les ravages des vers blancs et autres insectes ou animaux rongeurs.

Le sulfure de carbone paraît devoir constituer un excellent agent pour la destruction des vers blancs et autres insectes ou animaux rongeurs qui nuisent aux récoltes en terre. En effet, aucun animal ne résiste à l'action du sulfure de carbone.

On peut employer à ce genre de traitement les cubes de M. Rohart, composés, comme on le sait, de sulfure de carbone mélangé à de la gélatine, et qui laissent dégager peu à peu le sulfure de carbone, par suite de la décomposition de la gélatine. Deux cubes peuvent suffire par mètre carré. L'humidité du terrain est toujours assez grande pour amener la décomposition de la gélatine.

## 11

Influence de l'acide arsénieux sur la nutrition des animaux de ferme.

C'est un fait aujourd'hui bien connu que l'ingestion de très faibles doses d'arsenic (acide arsénieux) produit sur l'organisme humain un effet salubre, qu'elle active la nutrition et l'assimilation. Pris à faible dose, l'acide

arsénieux augmente le poids, donne un embonpoint particulier et facilite la marche. Les habitants des montagnes de la Styrie se sont toujours bien trouvés de consommer régulièrement de petites quantités d'arsenic. Les Styriens mangeurs d'arsenic commencent par prendre, par jour, 1 centigramme de ce poison, et ils vont ensuite jusqu'à 20 centigrammes. En 35 jours, un montagnard styrien a ainsi consommé environ 6 grammes d'arsenic à l'état solide. Pris à très faible dose, l'arsenic n'est donc pas vénéneux<sup>1</sup>.

C'est ce que prouve encore l'usage qu'on fait dans le Cumberland d'une eau qui provient de terrains renfermant des minerais arsénieux. Il faut dire cependant que les poissons et les canards ne veulent pas de cette eau.

On a signalé le bon effet de l'arsenic sur la santé du cheval. Ce même corps a été, dit-on, mêlé avec avantage à la nourriture de bœufs, qui reçurent depuis 5 centigrammes jusqu'à 30 centigrammes d'acide arsénieux par ration.

M. Kopp, en se soumettant au régime de l'acide arsénieux à faible dose, observa sur lui-même une augmentation de poids de 10 kilogrammes en deux mois. Deux mois et demi après avoir abandonné l'usage des substances arsénicales, il récupérait son poids primitif.

L'augmentation du poids du corps qui accompagne l'usage de l'arsenic, la ration alimentaire restant la même, peut tenir à plusieurs causes. Les tissus peuvent absorber une proportion d'eau plus grande, ou bien ils peuvent augmenter en chair et en graisse. D'après des expériences déjà anciennes, l'arsenic ralentit la combustion chez les animaux; il enraye les phénomènes de putréfaction et de fermentation. Un abaissement de température se manifeste par l'usage d'une alimentation arsénicale. On a constaté une dépression et un ralentis-

1. Voir la 20<sup>e</sup> Année scientifique, pages 331-334. *Les mangeurs d'arsenic.*)

sement dans le poulx des animaux dans les veines desquels on avait injecté une faible dissolution d'acide arsénieux. C'est donc peut-être par le ralentissement de la combustion respiratoire que l'on peut expliquer l'accroissement du poids des animaux soumis au régime arsenical.

Nous avons dit plus haut que l'on a constaté les bons effets de l'acide arsénieux administré à petite dose à des bœufs. Un agriculteur de l'école de Grignon, M. Vesque, a entrepris, en 1878, des recherches spéciales pour constater avec exactitude l'influence qu'exerce sur les animaux de boucherie l'administration de l'acide arsénieux.

M. Vesque a pris deux moutons, auxquels il a fait donner, dans des conditions bien déterminées, des rations identiques d'aliments, additionnées ou non de doses mesurées d'acide arsénieux. Deux autres moutons étaient soumis à la ration alimentaire sans addition d'acide arsénieux.

La ration journalière se composait de 1 kilogramme de foin de prairie, 200 grammes d'orge concassée sèche et de 5 grammes de sel marin. Cette ration suffisait pour maintenir le poids vif de chaque animal sans diminution et sans augmentation sensible.

L'analyse des déjections, comparée à celle des aliments, a fait connaître, pour les deux moutons nourris sans arsenic, la proportion de chacun des principes immédiats assimilés. L'analyse comparative des mêmes substances, chez les deux moutons soumis au régime arsenical, a fait connaître l'influence de l'arsenic sur l'assimilation du fourrage consommé. Enfin, les pesées faites chaque jour des quatre moutons ont fait apprécier exactement l'effet de l'acide arsénieux sur la production de la chair et de la graisse.

On administrait l'acide arsénieux en dissolution dans l'eau que l'on mêlait au fourrage. On le donnait trois fois par jour, le matin, à midi et le soir, en prenant toutes les précautions pour éviter une perte quelconque.

On a d'abord administré 5 milligrammes d'acide arsé-

nieux par mouton. On est allé progressivement jusqu'à 18 centigrammes par jour, pour un mouton, au bout de 20 jours, et 1 décigramme, pour l'autre mouton, au bout de 16 jours. Ce sont les doses maxima que ces animaux ont supportées sans trouble.

Les animaux pesaient chacun 45 kilogrammes et demi au début. On remarqua une diminution dans leur appétit lorsque les doses d'arsenic fixées furent dépassées.

Les expériences de M. Vesque ont duré du 29 juin au 19 juillet. Voici les principaux résultats constatés :

1° La consommation d'eau, en boisson, a augmenté sous l'influence de l'arsenic; elle a été, en moyenne, de 2958 grammes et 3556 grammes par jour, pour les deux moutons soumis à l'épreuve arsénicale, et de 2152 et 2954 grammes seulement, pour les mêmes animaux ne recevant pas d'arsenic.

2° Le poids vif, demeuré constant pour chaque animal quand on ne donnait pas d'arsenic, s'est accru de 3 kilogrammes pour le premier mouton pendant 20 jours, et de 2250 grammes pour l'autre mouton, en 16 jours, sous l'action de l'arsenic.

3° Les différences dans les quantités des principaux éléments du fourrage assimilés dans les deux périodes ont été bien sensibles, et ont prouvé que, par la consommation de petites doses d'arsenic, l'assimilation est certainement plus active qu'avec le régime ordinaire. C'est sur la chair que porte l'accroissement en poids de l'animal.

On ne saurait donc mettre en doute l'influence utile qu'exerce sur la nutrition des animaux l'administration de l'acide arsénieux à petites doses. Les expériences de M. Vesque viennent à l'appui des observations faites depuis longtemps sur l'homme, et expliquent, par les données de l'expérience et de l'analyse, ce que la simple observation avait déjà appris.

## 12

Les tourteaux de palmier employés à la nourriture du bétail.

Chaque espèce de bétail exige un aliment spécial pour assurer son développement. Mais l'alimentation ordinaire des bestiaux ne renferme pas toujours dans une proportion convenable les corps assimilables indispensables à leur croissance. M. Carl Schaetzler a publié, en Bavière, une *Notice sur le calcul des rations fourragères*, dans laquelle il recommande beaucoup les tourteaux de palmier pour la nourriture des bestiaux.

Il faut par jour à une vache laitière, selon les observations de M. Wolff, de l'Académie agricole de Hohenheim, 1 kilogramme 250 grammes d'albumine et 6 kilogrammes 25 grammes de substances non azotées. La somme totale des substances fourragères sèches devra se chiffrer par 11 ou 14 kilogrammes, et le rapport des matières nutritives serait celui de 1 à 5, tandis que celui du foin s'exprime comme 1 est à 6.

C'est pourquoi M. Wolff conseille une addition de tourteaux huileux, ou de fèves concassées, ou encore de betteraves avec de la paille hachée, au foin de prairie. Il prétend aussi que les substances qui renferment le plus d'albumine agissent le plus sur la production du lait.

Parmi les substances alimentaires reconnues comme agissant sur la production du lait, et contribuant beaucoup à l'engraissement, on recommande les tourteaux de palmier, résidu de l'expression du fruit de l'*Elæis guineensis*, quand l'huile de palme en a été extraite.

Ces tourteaux renferment 16 pour 100 de substances aqueuses, 17 de substances albumineuses, 8 de matières grasses, 37 de substances extractives non azotées, 8 de fibres liqueuses et 4 de cendres.

Le rapport des substances nutritives est 1 : 2,6. Le plus ou moins de digestibilité des fourrages a une grande influence sur la production du lait. En effet, 100 pour 100 de protéine, 100 pour 100 de substances grasses, 92 pour 100 de substances extractives non azotées, 72 pour 100 de fibres ligneuses de ces tourteaux, sont assimilés par la digestion, tandis que la digestion des tourteaux de colza, qui se vendent plus cher dans le commerce, se chiffre seulement par 84 pour 100 de protéine et 85 pour 100 de matières extractives non azotées.

L'analyse des tourteaux de palmier a donné, d'après des essais faits à Mœsstern, 19,38 pour 100 de protéine, 2,55 de substances grasses, 42,62 de substances extractives sans azote et 30,81 de fibres ligneuses.

Faisons maintenant connaître les résultats d'essais faits avec les tourteaux de palmier employés à la nourriture de bestiaux.

On avait choisi deux vaches-laitières, auxquelles on donnait, par jour et par tête, 7 kilogrammes et demi de foin de prairie, 1 kilogramme et demi de paille d'orge, 17 kilogrammes et demi de betteraves et 30 grammes de sel. Cette ration était insuffisante pour obtenir le maximum relatif de la production du lait. On ajouta des tourteaux de palmier à la ration de l'une de ces vaches, pour pousser à une augmentation du lait et du beurre. Au bout d'une dizaine de jours, la vache qui recevait journellement 1 kilogramme de ces tourteaux offrait une augmentation de lait de 1 litre et demi ; l'autre, qui n'avait reçu que la ration sans tourteaux, présentait une diminution de lait de 1 litre, dans le même laps de temps. Le lait de la première vache était plus riche en crème que celui de l'autre bête.

Les tourteaux de palmier surpassent en efficacité les tourteaux de colza, lorsqu'il s'agit de produire de la graisse. Des rapports d'agriculteurs allemands s'accordent à affirmer que les animaux engraisés avec ces tourteaux donnent une viande très-recherchée et estimée par

les bouchers. On peut en dire autant du lait, qui produit 15 pour 100 plus de beurre que quand la vache reçoit des tourteaux de colza.

En France, des agronomes ont constaté expérimentalement les bons effets des tourteaux de palmier dans l'alimentation du bétail. M. E. Frank de la Robertsau a donné l'exemple, qui a bientôt été suivi.

Tous ces agriculteurs assurent avoir reconnu que les tourteaux de palmier constituent pour les vaches un aliment nourrissant et qui rémunérera amplement l'éleveur qui saura l'employer avec discernement.

### 13

#### Richesse chevaline du monde.

La richesse chevaline du monde entier se chiffre par un total de 58 millions de chevaux. La Chine et le Japon ne sont pas compris dans ce chiffre.

La France ne figure dans cet ensemble que pour près de 3 millions de chevaux. Il y a sept ans, elle en possédait 3 300 000.

La Russie possède.....	21 570 000	chevaux
L'Allemagne.....	3 352 000	»
L'Autriche.....	1 367 000	»
La Hongrie.....	2 179 000	»
La Grande-Bretagne.....	2 255 000	»
La Turquie.....	1 100 000	»
Les États-Unis.....	9 504 000	»
La République Argentine.....	4 000 000	»
Le Canada.....	2 624 000	»
L'Uruguay.....	1 600 000	»

On sait que c'est dans les vastes plaines de l'Amérique du Sud, particulièrement de la Plata, que quelques gouvernements européens, et surtout l'Angleterre, font leur remonte.



On raconte à ce sujet qu'il y a plusieurs années le gouvernement anglais fit l'acquisition de 2000 juments de la Plata, que, par mesure politique et par nécessité financière, le gouvernement sud-américain céda au prix de 5 francs par tête. Ces juments étant complètement sauvages, on recourut, pour les embarquer, à un procédé assez original. Au moyen d'une éponge imbibée de chloroforme, on amena l'animal à un état d'anesthésie suffisant pour empêcher ses violences, mais lui permettant de se tenir debout et de se mouvoir. L'embarquement fut ainsi pratiqué très rapidement et sans difficulté.

## 14

Le commerce de la viande fraîche importée d'Amérique.

L'Amérique commence à importer en Europe, particulièrement en Angleterre et dans les ports de l'ouest de la France, des quantités de viande fraîche, et ce genre d'importation doit être pris en considération très-sérieuse, par le public d'une part, et les agriculteurs de l'autre. La viande fraîche est en Europe à un prix très élevé. Emprunter à des pays producteurs cette matière essentielle à l'alimentation est donc un véritable bienfait pour les populations. Mais, d'un autre côté, cette importation n'est-elle pas un danger pour notre agriculture et notre industrie agricole de l'éleve des bestiaux? Voilà des questions qu'il importe d'approfondir, et c'est à ce propos que M. Hervé Mangon a rédigé une note qu'il a présentée, en 1878, à la *Société d'encouragement pour l'industrie*.

« J'ai assez confiance, dit M. Hervé Mangon, dans la puissance productive de notre sol, pour ne pas m'inquiéter outre mesure de la concurrence que les viandes américaines, ou les bestiaux de la Hongrie et de certaines parties de l'Autriche ou de l'Italie, peuvent venir faire sur nos marchés à

la production indigène ; mais il ne convient pas de s'endormir dans une sécurité sans prévoyance. Il faut constater les faits avec calme, pour étudier à l'avance les solutions les plus conformes à l'intérêt général, et préparer, s'il y a lieu, les modifications à introduire dans nos exploitations rurales pour soutenir avec avantage la lutte contre la concurrence étrangère. »

C'est par les chiffres que l'on peut juger de l'importance de cette branche nouvelle du commerce, et de la concurrence qu'elle peut faire à la production similaire en Europe. Les chiffres que cite M. Hervé Mangon sont empruntés, pour l'Angleterre, à une publication de la *Société royale d'agriculture*, et pour la France à des documents personnels à l'auteur.

Le transport des viandes fraîches à d'immenses distances semblait autrefois une difficulté insurmontable. Le problème, dit M. Hervé Mangon, est aujourd'hui résolu dans des conditions pratiques et avec une économie surprenante.

Les expéditions les plus importantes sont celles qui se font de New-York à destination de Liverpool.

Les bœufs sont amenés de l'intérieur du pays aux environs de New-York par les chemins de fer, et débarqués près d'abattoirs spéciaux. L'abatage des animaux se fait avec une rapidité et un soin extrêmes, grâce à un matériel parfaitement entendu et à un personnel d'ouvriers très-habiles. La viande de l'animal abattu est divisée en quartiers. On l'enveloppe soigneusement dans de fortes toiles de coton, et on la conserve, en attendant l'embarquement, dans des magasins dont la température est de  $+ 4^{\circ}$ . Lorsque le paquebot est prêt à partir, on y transporte rapidement la viande, et on la place dans des chambres refroidies, spécialement disposées pour cet usage.

On sait qu'un bâtiment spécial, le *Frigorifique*, fut expédié, en 1876, du Havre en Amérique, pour servir au transport de quartiers de viandes fraîches, en maintenant

les viandes à la température de 0° par l'emploi de l'éther méthylique, avec les appareils de M. Ch. Tellier. Cette entreprise fut couronnée d'un succès complet.

Les moyens qui servent sur les paquebots américains à conserver la viande, pendant la traversée entre les deux mondes, sont beaucoup plus simples que ceux que l'on avait réalisés par le système de M. Tellier sur le *Frigorifique*. M. Hervé Mangon décrit comme il suit l'aménagement du *Celtic*, bâtiment de la Compagnie transatlantique américaine affecté à cet usage.

L'étage inférieur du paquebot, au-dessus de la cale, est consacré aux *chambres à viande*. Ces chambres forment deux rangées, séparées par un corridor. Chacune de ces chambres est enveloppée de toutes parts de matières non conductrices de la chaleur. Les portes, garnies de joints en caoutchouc, interceptent complètement l'entrée et la sortie de l'air. Les viandes sont suspendues, dans ces chambres, en rangées régulières. Dans les intervalles, elles sont maintenues par des traverses et des cales, de manière que les mouvements du navire ne puissent occasionner entre elles ni choc ni frottement. Dans le corridor intermédiaire fonctionne un ventilateur à double effet d'aspiration et d'insufflation, qui puise de l'air froid dans un magasin bien fermé, contenant une provision de glace, et refoule cet air dans les chambres à viande. L'air froid arrive dans les chambres à viande par la partie supérieure et sort par la partie inférieure, pour retourner à la glacière. Le même air circule ainsi continuellement de la glacière, où il se refroidit, aux chambres à viande.

Des thermomètres placés en divers points de ces chambres et disposés de manière que leur tige graduée sorte à l'extérieur, sont constamment surveillés, et l'on règle la marche du ventilateur pour que la température des chambres à viande ne descende jamais au-dessous de +2° centigrades et ne s'élève jamais au-dessus de +4°,4. La viande n'est donc pas gelée; elle est seulement plongée dans un courant d'air froid. Il a été reconnu, en effet,

que la congélation de la viande par un froid au-dessous de 0° la rend de mauvais goût, et qu'il suffit, pour la conserver, de la maintenir à la température de quelques degrés au-dessus de 0°.

D'après les renseignements recueillis par la *Société royale d'agriculture*, le prix du fret de New-York à Liverpool, comme de Chicago à New-York, est de 10 centimes seulement par kilogramme de viande transportée.

Lorsqu'un bâtiment chargé de viande part de New-York, le télégraphe atlantique en prévient, en Angleterre, les agents des expéditeurs, de sorte que, pendant que le navire traverse l'Océan, les correspondants de la Compagnie s'occupent d'assurer le placement de la cargaison à son arrivée. Un délai de trois jours leur est accordé, pendant lequel les viandes peuvent rester dans le navire.

Dans les premiers temps, la nécessité de débiter en trois jours une grande quantité de viande fraîche obligeait souvent à la vendre à un prix trop bas. Mais on a fait construire à Liverpool des magasins dont la température est maintenue au degré convenable par des machines frigorifiques qui envoient de l'air à la température voulue dans les chambres closes de ces magasins. La capacité de l'un de ces magasins est de 5662 mètres cubes, c'est-à-dire qu'elle est assez grande pour contenir l'approvisionnement d'une grande ville pendant plusieurs jours.

La viande fut d'abord expédiée du port de Liverpool à Londres par des wagons de marchandises ordinaires ; mais aujourd'hui, pour assurer le bon état de la viande, on fait ces expéditions dans des wagons spéciaux, rafraîchis par des procédés analogues à ceux employés à bord des navires.

Les viandes américaines sont vendues à Liverpool, en moyenne, au prix de 1 franc 40 centimes le kilogramme.

Si l'on demande quelle est l'importance de ce nouveau commerce, nous dirons, d'après les relevés faits par la *Société royale d'agriculture*, qu'en janvier 1877, pour prendre des exemples, on a importé de New-York et de

Philadelphie en Angleterre, 1 166 349 kilogrammes; en février, 2 245 966; en mars, 3 041 341; en avril, 3 869 362.

A ces documents, M. Hervé Mangon ajoute ceux qu'il a recueillis, de son côté, concernant les expéditions faites par d'autres points des Etats américains et qui s'élèvent à la moitié de celles dont nous venons de parler. En 19 mois, l'importation, en Europe, des viandes américaines fraîches a été de 30 millions de kilogrammes.

Il s'agit donc, en résumé, d'un commerce considérable et disposant de grandes ressources.

Les frais de transport d'Amérique aux ports anglais ou français, en y comprenant les faux frais et les bénéfices des commerçants, ne semblent pas devoir dépasser 0 fr. 15 à 0 fr. 18 par kilogramme de viande, et comme la viande se vend sur les marchés de Liverpool au prix de 1 fr. 40 en moyenne le kilogramme, on voit que notre production nationale n'est protégée contre l'invasion des viandes américaines que par un écart de prix d'une trentaine de centimes au plus.

« Ce rempart est faible, assurément, dit M. Hervé Mangon, et oblige les agronomes européens à penser sérieusement à l'avenir. »

En présence de tels faits, on reste convaincu de la nécessité d'abaisser le prix de production des aliments du bétail, c'est-à-dire de fourrages, et de favoriser le plus possible les travaux productifs de dessèchement et de polders qui sont appelés à augmenter largement en France la production du bétail.

Au mois d'octobre 1878, dans l'une des séances de la *Société de Berlin pour les études industrielles*, le professeur Rouleaux a fait une communication sur l'état actuel du transport de la viande fraîche d'Amérique en Europe. Aujourd'hui la quantité de viande exportée n'est plus de 1 million de livres par an, mais bien de 53 millions. C'est de la viande de bœuf de première qualité, qui se vend au prix de 48 centimes le kilogramme.

La viande à transporter est cousue dans de la mous-

seline, puis enfermée dans des récipients spéciaux, tenus froids. Ces caisses de 3 à 4 mètres de haut et de large, de 8 à 10 mètres de long, renferment 600 tonnes de viande.

## 15

### Le vin d'oranges.

Devant les ravages chaque jour croissants du phylloxéra, les habitants des contrées propres à la culture de l'orange ont recherché si l'on ne pourrait avec l'orange obtenir un produit qui, par l'apparence et le goût, ressemblât au vin.

Des expériences ont été faites, et il a été constaté que le liquide provenant des oranges constituerait un vin d'un goût très agréable.

Les oranges une fois parvenues à leur entier développement sont impropres à la vinification. Il faut donc choisir, non le fruit arrivé en pleine maturité, dans lequel surabonde le principe sucré, mais celui qui, n'étant pas entièrement mûr, renferme encore de notables quantités d'acides citrique et malique.

On a obtenu jusqu'ici deux sortes de vins différents. Le meilleur s'obtient en janvier, avec le fruit de la saison. Le vin dit *mandarin* est celui que rend l'orange cueillie en avril. Ces deux espèces de vin sont d'une couleur agréable à l'œil, parfaitement translucides, d'une saveur douce, un peu relevée d'acidité, et d'une richesse alcoolique de 15 pour 100 à peu près.

Au moyen d'une manutention spéciale on obtient un vin mousseux, qui ne renferme que 12 pour 100 d'alcool.

## ARTS INDUSTRIELS

## I

La catastrophe de la rue Béranger, à Paris. — Quelques renseignements sur les fulminates. — Composition chimique et degré de force explosive des fulminates. — Procédé de fabrication du fulminate de mercure employé dans la confection des amorces. — La composition des *amorces-canon* de M. Blanchon. — Dangers de la préparation et de la conservation des fulminates. — Explosion de fabriques d'amorces.

Le 14 mai 1878, un épouvantable malheur frappa un quartier de Paris, celui de la rue du Temple. La maison portant le numéro 22 de la rue Béranger, située entre le passage Vendôme et le magasin de nouveautés du *Pauvre Jacques*, contenait un magasin d'articles de ménage et jouets d'enfants, appartenant à M. Blanchon. Dans le nombre des jouets étaient compris pour une large part les pistolets et canons qui détonent au moyen d'amorces en papier, c'est-à-dire de petites parcelles de fulminate déposées sur un carré de papier spécial, le plus souvent rouge. M. Blanchon avait même, sous le nom de *canon-amorce*, fait une spécialité de ces produits.

A huit heures du soir, une détonation semblable à un coup de canon retentit, et fut suivie d'un bruit sourd. C'était le dépôt d'amorces de M. Blanchon qui venait de faire explosion, et la maison qui le contenait, une maison à six étages, s'était effondrée et renversée sous le choc formidable résultant de l'explosion des gaz subitement formés par la détonation des amorces fulminantes.

Le sol avait tremblé, comme secoué par un tremblement de terre. Les vitres volaient en éclats, en même temps qu'une épaisse fumée emplissait toute la place du Château-d'Eau et les alentours.

Les habitants du quartier s'enfuyaient, l'effroi était à son comble.

Bientôt le feu éclata. Le combustible des cuisines, mis en contact par l'effondrement de la maison avec les matières inflammables, produisit un incendie sans flamme, mais accompagné d'une fumée noire et intense.

A neuf heures seulement on put approcher de cet horrible amas de décombres fumants, et procéder au sauvetage des malheureux ensevelis vivants sous ces débris amoncelés, et en retirer les morts.

Pendant la nuit et la journée du lendemain on dégagea les blessés et les morts. Quinze personnes environ trouvées mortes et quarante blessées. Ce ne fut que quelques jours après que l'on retira des décombres le corps de la femme du gérant de la maison Blanchon, Mme Mathieu, et le corps de sa servante. Il fallut plus d'une semaine et des précautions de tout genre pour débarrasser le sol de l'amas immense de ruines et de décombres amoncelés sur l'emplacement de cette maison, et aujourd'hui encore, c'est-à-dire à huit mois de distance, l'emplacement renferme encore des débris de poutres, de moellons, ainsi que des effondrements et des excavations qui attristent le regard du passant.

D'après la déclaration de M. Mathieu, le gérant de M. Blanchon, le magasin de la rue Béranger contenait 800 grosses de capsules-amorces, représentant 576 000 capsules-amorces. En tenant rigoureusement compte de la proportion de fulminate qui entre dans ces engins, on comprend aisément l'effondrement épouvantable qui s'est produit.

On a peine à comprendre comment l'administration avait pu tolérer au milieu des quartiers les plus peuplés de la capitale l'existence d'une provision de matières



détonantes et explosibles au plus haut degré. Nous n'avons point à traiter ici la question au point de vue administratif ou légal; nous laisserons donc de côté toute considération de cet ordre. Mais la curiosité publique ayant été pendant longtemps éveillée sur cette question, nous donnerons, à titre de renseignements, quelques indications sur la nature, l'origine, le mode de préparation, enfin les propriétés explosives des *fulminates*, cause essentielle de la catastrophe de la rue Béranger.

Qu'est-ce qu'un *fulminate*? Quelle est la composition chimique de ce produit, et comment expliquer ses propriétés explosibles?

C'est en 1774 que le premier fulminate, le *fulminate de mercure*, fut découvert par Bayen, pharmacien des armées de Louis XV; mais on ne songea pas, à cette époque, à tirer parti des propriétés détonantes de ce sel. Ce ne fut qu'en 1788 que Berthollet eut l'idée d'appliquer à la fabrication d'une poudre de guerre le *fulminate d'argent*, qu'il venait de découvrir en suivant le procédé qui avait servi à Bayen pour préparer le *fulminate de mercure*. Mais l'extrême instabilité du fulminate d'argent, la facilité avec laquelle il détone sous l'influence du plus léger choc ou de la moindre élévation subite de température, firent restreindre l'application de ce sel aux feux d'artifice.

En 1800, un chimiste anglais, Howard, reprenant les expériences de Fourcroy et Vauquelin sur les fulminates, réussit à préparer une poudre extrêmement explosible, composée de fulminate de mercure et de salpêtre, qui possédait toutes les qualités requises pour remplacer la poudre d'amorce dont on faisait alors usage pour enflammer la poudre dans le bassinet des armes à feu.

Le fulminate de mercure, qui a porté longtemps le nom de *poudre de Howard*, est formé par la combinaison d'un oxacide du cyanogène ( $C^2 O^2$ ), nommé *acide fulminique*, avec le protoxyde de mercure; sa formule chimique est  $(Hg O)^2 Cy^2 O^2$ . Son analogue, le *fulminate*

*d'argent*, résulte de la combinaison de l'acide fulminique avec le protoxyde d'argent, comme l'indique sa formule  $(Ag O)^2 Cy^2 O^2$ . Ces deux sels s'obtiennent en traitant l'alcool par l'acide azotique, en présence de l'argent en excès.

Pour préparer le fulminate de mercure, on dissout 1 partie de mercure dans 12 parties d'acide azotique à 38 ou 40° de l'aréomètre de Baumé, et l'on ajoute peu à peu à la liqueur 11 parties d'alcool à 85 ou 88° centésimaux; puis on fait chauffer le mélange au bain-marie, jusqu'à ce qu'il se produise des vapeurs blanches et épaisses. Par le refroidissement, on voit se déposer de petits cristaux d'un blanc jaunâtre, qu'on lave à l'eau froide et qu'on sèche ensuite avec précaution. La substance ainsi obtenue est le *mercure fulminant*, ou *fulminate de mercure*.

On prépare le fulminate d'argent en faisant dissoudre l'argent pur dans de l'acide azotique; on l'additionne d'alcool et l'on fait chauffer la liqueur acide. Les mêmes réactions se produisent, et la poudre blanche qui reste après le refroidissement, est le fulminate d'argent.

Ces poudres sont des plus dangereuses à manier. Elles détonent avec une extrême violence et peuvent occasionner de terribles accidents. Le plus léger frottement suffit pour provoquer leur explosion. Aussi ne les touche-t-on qu'avec des baguettes de bois tendre ou des cuillers en papier. Plusieurs chimistes ont été tués, ou horriblement mutilés, faute d'avoir pris les précautions suffisantes dans la préparation de ces produits.

En 1809, mon oncle, Pierre Figuier, professeur de chimie à l'École de pharmacie de Montpellier, perdit un œil, par l'explosion du fulminate de mercure, pendant qu'il s'occupait à préparer ce produit. C'est ce qui fit dire à un de ses collègues. « Le professeur Figuier fait de la chimie à perte de vue. »

Si l'on nous demande comment il se fait que les fulminates aient en partage cette terrible et désastreuse

instabilité, nous n'aurons aucune réponse à faire à cette question. La chimie n'est pas en état, pas plus que la mécanique ni la physique, de nous expliquer cette décomposition si prompte. Tout ce que l'on peut dire, c'est que tous les éléments de l'acide cyanique, à savoir le cyano-gène et l'oxygène, sont gazeux, et que quand ses sels solides se décomposent, ils mettent en liberté une masse énorme de gaz subitement formés. La poudre à canon est, comme l'acide cyanique, une association de substances chimiques qui, en se décomposant, se transforment presque totalement en gaz. Ces gaz, subitement formés et dilatés prodigieusement par la chaleur qui résulte de cette décomposition, jouissent d'une puissance mécanique énorme. Mais en vertu de quelle cause particulière l'acide cyanique a-t-il le redoutable privilège de cette transformation subite? La science est muette sur cette question. Elle ne peut pas plus expliquer l'effrayante instabilité des fulminates que celle des chlorates ou des picrates.

Les chlorates, les picrates et les fulminates, auxquels il faut ajouter la *nitroglycérine* et la *dynamite*, qui n'est que la *nitroglycérine* diluée dans une poudre inerte, sont, en effet, les composés chimiques en possession du redoutable privilège de l'explosivité amenée soit par le choc, soit par la chaleur, et chacun de ces sels a marqué de tristes catastrophes, dont l'histoire de l'industrie a conservé le souvenir.

Le chlorate de potasse causa l'explosion de la poudrière d'Essonnes en 1788; — le picrate de potasse a provoqué la catastrophe de la place Sorbonne en 1869; — la dynamite a amené la catastrophe du fort de Joux en 1875; — le fulminate de mercure a occasionné le désastre de la rue Béranger le 14 mai 1878. Mais, nous le répétons, rien, dans l'état actuel de la science, ne permet de dire pourquoi ces trois sortes de composés chimiques ont en partage cette triste et redoutable propriété.

En ce qui concerne particulièrement le fulminate de

mercure, il est reconnu que la force d'expansion de ses sels, quand ils détonent par l'effet d'un choc ou de la chaleur, est bien supérieure à celle de la meilleure poudre à canon. Placés sous une boule creuse de cuivre, ils la chassent à une hauteur vingt à trente fois plus grande. M. Abel, chimiste anglais, a constaté que la *propriété brisante* est développée au plus haut degré dans le fulminate de mercure.

Le fulminate de mercure est employé dans la confection des amorces de guerre et de chasse. En outre, il sert à fabriquer les amorces de quelques joujoux qui ne sont pas toujours sans danger. Tels sont les *pois fulminants*, qui éclatent sous la simple pression du pied; les *bombes fulminantes*, qu'on fait détoner en les jetant par terre avec force; les *bombes à la cosaque*, formées de deux bandes étroites de parchemin, entre lesquelles est placée une parcelle de fulminate de mercure, avec quelques grains de sable ou de verre pilé; lorsqu'on tire ces deux bandes en sens contraire, le frottement du sable ou du verre contre la poudre suffit pour en déterminer l'explosion. Enfin, M. Blanchon est, comme on ne le sait que trop aujourd'hui, l'auteur de l'application du fulminate de mercure à la confection de ces amorces pour les pistolets d'enfants, cause première du désastre du 14 mai 1878. Ces amorces se composent d'un grain de matière fulminante déposé sur un carré de papier.

Le fulminate de mercure est le seul fulminate en usage pour la fabrication des amorces; mais il n'entre pas exclusivement dans leur composition. On a soin de modérer ses effets brisants par l'adjonction d'une certaine quantité de salpêtre. La proportion du mélange est de 2 parties de fulminate de mercure pour 1 de salpêtre. Les grains de matière fulminante de M. Blanchon sont, comme les amorces pour les fusils de guerre et de chasse, composés d'un mélange de fulminate de mercure et de salpêtre.

Pour préparer la *pâte des amorces*, on opère de la manière suivante :

On ajoute d'abord au fulminate de mercure 30 pour 100 d'eau, afin de pouvoir le manipuler sans danger; car, dans cet état d'humidité, il ne détone pas, ou ne détone que partiellement. Puis on le broie sur une table de marbre, avec une molette de bois, en le mélangeant de son poids de nitre ou de *pulverin* (poussière de poudre à canon). On obtient ainsi une pâte assez consistante, qu'il ne s'agit plus que de façonner en boulettes. A cet effet, on la passe dans un crible très-fin, alors qu'elle est encore humide, et on l'agite ensuite dans un bocal de verre, auquel on imprime un mouvement de rotation, jusqu'à ce que la poudre se soit mise en grains de la grosseur que l'on désire.

Pour mettre ces globules à l'abri de l'humidité, on les enduit d'un vernis, formé d'une dissolution de gomme laque blonde dans l'alcool, ou de mastic dans l'essence de térébenthine. La cire pure est également en usage comme vernis.

Ce sont ces petits grains de fulminate qui, sous l'action du choc, s'enflamment et communiquent le feu à la charge de poudre contenue dans le canon de l'arme.

Les *amorces* des armes à feu se composent d'une petite capsule de cuivre rouge, dans laquelle on a déposé une parcelle du mélange de fulminate de mercure et de salpêtre, mélange que l'on recouvre d'une goutte de vernis, pour le préserver de l'humidité et des chocs.

Les capsules que livrent les établissements de l'État, se fabriquent à l'usine de Montreuil-sous-Bois, où l'on prépare le fulminate de mercure par le procédé chimique, que nous avons décrit plus haut. Un kilogramme de mercure donne 1250 grammes de fulminate, et avec cette quantité de fulminate on peut confectionner 40 000 amorces. Chaque capsule des fusils de guerre renferme 3 centigrammes de fulminate de mercure, et 1 centigramme environ de vernis recouvrant ce sel.

On exécute le remplissage des capsules en les plaçant

sur des planchettes en bois, percées chacune de 500 trous, qui peuvent recevoir autant de capsules. A l'aide d'une pipette on verse dans chaque capsule une goutte de fulminate de mercure. Ensuite on y dépose une goutte de vernis. Après quoi, on fait sécher les capsules dans une étuve, et on les met en sacs de 10 000, pour les expédier aux magasins de l'administration de la guerre.

En raison de l'extrême facilité avec laquelle détone le fulminate de mercure, les explosions des fabriques d'amorces fulminantes sont assez communes. Aussi oblige-t-on les fabricants à se tenir dans des lieux éloignés de toute habitation, à ne préparer à la fois que de petites quantités de matière, et à ne conserver aucun approvisionnement.

Il y a une dizaine d'années, une fabrique de capsules fulminantes située à Ivry, près de Paris, fut entièrement détruite par l'explosion de quelques kilogrammes de fulminate de mercure.

A Vincennes, une explosion du même genre détruisit, en 1876, une autre capsulerie.

Beaucoup d'autres exemples du même fait ont trop souvent prouvé la nécessité d'isoler les fabriques d'amorces fulminantes, de les placer dans des points de la capitale écartés de toute habitation ou aux bords de la mer. Les ordonnances de police ne manquent pas non plus, en ce qui concerne le transport et la conservation des amorces de guerre ou des matières fulminantes, quel que soit leur usage. Comment se fait-il que ces ordonnances soient restées non avenues, en ce qui concerne le fabricant de la rue Béranger? Nous n'avons pas, du reste, comme nous le disions en commençant, à traiter la question administrative ou légale de la conservation des matières fulminantes dans les villes. Nous voulions seulement renseigner sommairement les lecteurs, au point de vue scientifique, sur une question qui les a certainement préoccupés à l'occasion du malheur qui a terrifié la capitale.

## 2

*Explosion du feu grisou en Angleterre.*

Une terrible explosion de feu grisou a eu lieu en Angleterre, le 10 juin 1878, dans un des charbonnages de MM. Evans et C<sup>ie</sup>, connu sous le nom de Word Pit, à Haydock près de Wigam.

Le puits où est arrivée la catastrophe comprend deux galeries ; celle de Ravenshead et celle de Florida. Il y avait 251 mineurs à l'œuvre au moment de l'explosion, dix-huit à Ravenshead et le reste dans l'autre galerie. Les dix-huit hommes de la première galerie furent retirés immédiatement, mais l'un d'eux mourut pendant le trajet; les dix-sept autres étaient tous plus ou moins grièvement blessés.

Les deux galeries sont reliées entre elles par un tunnel, et c'est en arrière de cette voie souterraine que l'accident fut provoqué.

Les sauveteurs descendirent dans la mine dès que l'explosion se fut fait entendre, et ils trouvèrent des cadavres d'hommes et de chevaux horriblement brûlés et mutilés de tous côtés. Dix minutes seulement avant la catastrophe, la mine avait été visitée par les inspecteurs, qui avaient déclaré qu'elle était en bon état. Comme on n'a fait aucun usage de poudre dans cette mine, on ne peut donner d'explication plausible sur la cause du désastre.

Sur les 251 ouvriers qui étaient descendus le matin dans le puits, on n'en trouva vivants que vingt; et encore l'un d'eux mourut-il depuis, ce qui porte le nombre des victimes à 230. On eut beaucoup de peine à sauver ceux qui étaient ensevelis, car les explorateurs furent obligés de suspendre leur travail, et à deux heures du matin l'accumulation de gaz était tellement puissante, que l'inspecteur du gouvernement, M. Headley,

dut donner l'ordre d'éteindre les fourneaux, de peur de mettre encore le feu à la mine. Les travailleurs furent donc contraints de s'arrêter, et ils profitèrent de cette suspension de travail pour remonter les corps qu'ils avaient déposés dans une des dépendances de la mine. Un puissant ventilateur fut mis en œuvre pour aérer les galeries; mais son action était peu efficace.

La cause du désastre, nous le répétons, n'est pas bien connue. Tout ce qu'ont pu dire, les survivants, c'est qu'ils ont entendu une explosion et qu'aussitôt, suffoqués par la raréfaction de l'air, ils sont tombés sans connaissance. Le puits passait pour être dans des conditions de salubrité parfaites, et le travail y était fait d'après la méthode la plus accréditée. Toutes les précautions étaient soigneusement prises; les pompiers étaient descendus, suivant l'usage, avant l'heure où les mineurs descendent, et ils avaient déclaré qu'il n'y avait pas de gaz dans les galeries.

Ce n'est pas la première fois que des explosions de feu grisou se produisent sans qu'on puisse leur assigner une cause certaine. La science compte là une triste lacune.

### 3

Les explosions dans les moulins à farine. — Causes de ces accidents. — Phénomènes analogues observés dans les ateliers de pulvérisation de la racine de garance. — Mémoire de M. Galloway sur les explosions observées dans les mines de houille exemptes de grisou. — Remarques de M. Simonin. — La catastrophe du puits Jabin (1876) expliquée par une cause de ce genre. — Conclusions sur la cause des explosions des moulins à farine.

Personne, assurément, ne se serait imaginé que dans la paisible enceinte d'un moulin où l'on ne manipule autre chose que le blé, la farine et le son, il pourrait survenir des explosions, accompagnées de morts d'homme



et entraînant des désastres considérables. C'est pourtant ce qui est arrivé. Un naturaliste des États-Unis, M. Laurence Smith, a adressé à l'Académie des sciences de Paris la relation détaillée d'un fait de ce genre.

Le 2 mai 1878, une violente explosion a eu lieu dans un des grands moulins à farine de Milwaukee. Ces moulins, établis sur une des chutes du Mississipi, comptent parmi les plus grands du monde. Leur force motrice est empruntée à l'énorme chute du fleuve. La détonation, survenue brusquement et sans que rien la fit prévoir, fit sauter la couverture entière de cet immense édifice ; et les murs s'écroulèrent, tuant un grand nombre d'ouvriers. L'effet de cette explosion s'étendit aux moulins voisins. Des murailles furent renversées, et un violent incendie détruisit cinq des plus grands moulins établis sur la même chute d'eau.

Comment expliquer un événement aussi extraordinaire ?

Après de minutieuses recherches, M. Laurence Smith est resté convaincu que l'explosion est due à la présence dans l'air de matières organiques excessivement divisées, c'est-à-dire de *fleur de farine*, qui ont formé un mélange explosif, semblable à celui de l'éther ou de l'alcool, mêlés à l'air. Quant à la cause de la chaleur qui a enflammé le mélange, M. Laurence Smith la trouve dans l'échauffement des meules qui tournent, dans ces moulins, avec une vitesse excessive.

On a rappelé, à cette occasion, que, dans des moulins à garance employés autrefois près d'Avignon, et qui travaillaient sur des matières portées à une température voisine de  $+ 60^{\circ}$ , l'air, rempli d'une très fine poussière, avait quelquefois déterminé des explosions, moins graves assurément, mais qui devaient être dues à une cause analogue. Dans des moulins à garance qui fonctionnaient encore en 1866 et qui mêlaient à l'air une fine poussière de racine de garance mélangée de poussière de charbon, on a vu s'opérer de petites déflagrations ou

explosions, qui rappelaient les détonations des mélanges gazeux explosifs.

Un mémoire de M. Galloway, communiqué à la *Société royale de Londres*, sur *l'influence de la poussière de charbon dans les explosions de grisou*, est de nature à jeter quelque lumière sur l'explication des faits que nous venons de signaler. Nous résumerons, en conséquence, les considérations contenues dans le mémoire de M. Galloway.

Dans les mines de houille, où la température des chantiers est beaucoup plus élevée que la température extérieure pendant toute l'année, on trouve ordinairement sur le sol des voies de roulage et d'aéragé une couche de débris, qui se compose presque exclusivement de poussière sèche de charbon ou de cette même poussière mélangée de petits fragments de pierres.

La présence des poussières de charbon dans l'atmosphère des galeries pourrait donner l'explication d'explosions qui se sont produites dans des mines de houille où l'on n'avait constaté aucune accumulation abondante de grisou, s'il était prouvé qu'un mélange d'air et de poussière de charbon peut s'enflammer à la pression et à la température ordinaires. Si un tel mélange était inflammable, il suffirait de supposer un courant d'air venant balayer tout à coup les galeries voisines du lieu où se serait produite l'inflammation locale d'une petite quantité de mélange explosif, pour expliquer l'inflammation de la mine tout entière. En effet, ce courant produirait dans la galerie un nuage de poussière enflammée, et la flamme de cette petite explosion locale irait rencontrer immédiatement un mélange explosif contigu, c'est-à-dire remplissant l'air du reste de la mine. Ce serait donc comme si, au début, c'est-à-dire avant que l'accident se produisit, toute la mine avait été remplie d'un mélange gazeux inflammable.

M. Galloway a donc fait des expériences pour s'assurer si l'air contenant très-peu de grisou peut former avec

la poussière de houille un mélange inflammable. Ces expériences l'ont conduit aux résultats suivants :

Un mélange de grisou et d'air, dans la proportion de 1 volume du premier, pour 60 au plus du second, ne fournit aucune indication appréciable de la présence du gaz inflammable, lorsqu'on l'essaie suivant la méthode ordinairement suivie dans les mines pour ce genre d'examen.

Un mélange de grisou et d'air, dans la proportion de 1 volume du premier pour 112 du second, devient inflammable à la pression et à la température ordinaires, s'il est imprégné de poussière de houille fine et sèche, telle que celle qu'on rencontre sur les voies de roulage intérieur de certaines houillères.

On peut conclure de cette expérience qu'une explosion produite d'une manière quelconque, dans une telle houillère, peut se propager d'elle-même et atteindre des points éloignés des chantiers où l'on ne soupçonnait pas la présence du grisou.

M. Galloway invoque à l'appui de cette explication les observations qui ont été faites par M. Vital, ingénieur des mines, à propos d'une explosion qui arriva, le 2 novembre 1874, dans la houillère de Campagnac. Dans un des chantiers, dont le sol était recouvert d'une couche de charbon bitumineux, un simple coup de mine détermina une explosion qui brûla trois ouvriers si gravement qu'ils en moururent. Or on n'avait jamais constaté sur ce point la présence du grisou. Seulement, comme il vient d'être dit, le sol de la galerie était recouvert d'une couche de poussière de charbon très fine et très sèche, et le trou de la mine était au fond même du chantier. On pensa alors que le coup, en partant, avait pu occasionner la formation d'un nuage de poussière qui avait pris feu en même temps ; d'où l'explosion et ses fâcheuses conséquences.

A la suite de trois graves explosions survenues au commencement de décembre 1875 dans les mines de

New-Tredegar, de Swaithe et de Llhan, M. Galloway examina les lieux, et fut conduit à admettre qu'une petite quantité de gaz explosif s'était accumulée au fond de la galerie, là même où le courant ventilateur n'avait aucune action; que ce gaz s'était enflammé au contact d'une des lampes à feu nu, et avait soulevé aussitôt, par son explosion, un nuage de poussière, lequel, se répandant dans la galerie, avait rencontré un air assez mélangé de grisou pour que son arrivée fût un appoint suffisant pour rendre l'explosion générale.

L'explosion de la mine Llhan a présenté, selon M. Galloway, des conditions à peu près semblables. Cette explosion et les deux autres survenues en trois jours, en décembre 1875, tendent à faire croire que quelque agent extérieur a pu jouer un rôle plus ou moins grand dans ces phénomènes. On a remarqué qu'à cette époque le baromètre était élevé, et la température extérieure très basse. Or ces conditions ne sont pas favorables aux explosions du grisou seul.

M. Galloway admet également que l'explosion de la mine de Campagnac, décrite par M. Vital, a été occasionnée par la présence d'une faible proportion de grisou dans l'atmosphère du chantier. Ce chantier avait été établi dans la couche de charbon, à une distance de 25 mètres en dehors du courant d'air du ventilateur, et n'était ventilé que par un remous de ce courant, qui arrivait en suivant le sol, pour s'en retourner par le toit. Bien que l'air du chantier n'accusât aucune trace de grisou, les ouvriers n'en étaient pas moins munis d'une lampe de sûreté, qui leur permettait de se rendre compte de la situation avant de mettre le feu aux coups de mine. Cette précaution avait été jugée nécessaire parce que de faibles explosions s'étaient produites sur divers points de la mine. Enfin le chantier même était complètement de niveau, et ne présentait aucune cavité où le gaz avait pu s'accumuler.

Dans une communication à l'Académie des sciences,

M. Simonin, à l'appui des considérations précédentes, a fait ressortir le rôle que la présence dans l'air de poussières charbonneuses a pu jouer dans certaines explosions de mines. On se rappelle la catastrophe arrivée en 1876, au puits Jabin, à Saint-Étienne, où 200 mineurs perdirent la vie (1). Or cette mine produit très peu de grisou. Dans ce même puits, antérieurement, on avait constaté qu'un simple coup de mine avait allumé des poussières de charbon sur une grande étendue. Le malheureux événement du puits Jabin serait dû, selon M. Simonin, à la même cause.

M. Simonin cite des explosions arrivées dans des exploitations de minerais métalliques. Or dans ces mines, le grisou n'existe jamais. Il faut donc absolument, d'après M. Simonin, avoir égard à la présence des poussières charbonneuses pour expliquer ces sortes d'accidents, et conclure que dans les explosions de toute mine la poussière charbonneuse enflammée doit jouer un rôle actif.

Le danger que présente l'existence de poussière de houille sèche dans les mines de charbon, peut être fort atténué si l'on a soin de porter cette poussière aussi loin que possible des chantiers, et de pratiquer sur une grande échelle l'arrosage des galeries. Il importe de faire remarquer, d'ailleurs, que dans certaines mines la ventilation est loin d'être aussi active qu'elle devrait l'être, et qu'il serait indispensable de l'améliorer dans une large mesure, pour diminuer les chances d'explosion.

Le phénomène constaté dans les mines de houille, en général, de l'explosion déterminée par les nuages de poussière charbonneuse, explique assez bien les explosions qui ont été observées dans les moulins à farine des bords du Mississippi. Il reste cependant à comprendre comment l'air peut s'échauffer spontanément, sans cause extérieure, au point de provoquer l'inflammation d'un tel mélange. Nous avons dit que, d'après M. Laurence Smith,

(1) Voir la 20<sup>e</sup> *Année scientifique*, pages 409-420.

la prodigieuse vitesse de rotation des meules dans les moulins des bords du Mississipi peut développer assez de chaleur pour produire cette température. M. Berthelot a présenté une explication physico-chimique du même fait. Nous ferons grâce à nos lecteurs de la théorie de M. Berthelot, estimant que la cause positive de cet accident est encore à chercher, et qu'il importe seulement d'être averti qu'une explosion peut arriver subitement dans une minoterie, par le seul fait de la présence dans l'air de la poussière de folle farine.

Hâtons-nous de dire que les minoteries françaises sont à l'abri des dangers de ce genre, parce qu'on n'y trouve jamais de folle farine mêlée à l'air.

Nous ajouterons, en terminant ce sujet, que l'on aurait tort de croire que les proportions de grisou contenues dans les chantiers des mines de charbon soient bien notables. M. Coquillion a constaté qu'avec les moyens de ventilation, actuellement en usage il n'existe que de faibles proportions de grisou dans la plupart des travaux, excepté le cas des *soufflards*, ainsi que le cas où l'on entend le grisou s'échapper en crépitant.

Dans les divers chantiers du puits Jabin, par exemple, on a trouvé parfois au front de taille cinq dixièmes pour cent ou un à un et demi pour cent, bien rarement deux ou trois pour cent de grisou. Aux mines de Blanzy, on en a trouvé beaucoup moins. C'est toujours au front de taille qu'il faut le chercher. Le plus souvent il n'existe pas dans les parties moyennes ou dans les parties basses.

Une autre particularité bonne à signaler, c'est la séparation complète qui existe ordinairement entre le grisou et l'air, soit dans les *cloches*, soit dans les vieux travaux, où ce gaz est accumulé. Dans le cas des *cloches*, tandis qu'au niveau du sol on ne trouve pas de trace de grisou, dès qu'on est à une certaine hauteur on rencontre des couches qui passent rapidement de 5 ou 6 pour 100 à 20 ou 30 pour 100 de grisou, et même au delà.

M. Coquillion a fait deux analyses de l'air dans les mines de Blanzly, au puits Saint-François et au puits Cinq-Sous. Les observations ont été faites de 8 heures à midi. La quantité de grisou trouvé a été insignifiante. Il y aurait intérêt à répéter l'analyse le matin, lorsque les ouvriers restent dans les travaux, comme aussi vers 2 heures, lorsque l'abatage est terminé. En multipliant ces observations, on connaîtrait les moments de la journée qui exigent le plus de surveillance.

On vient de voir en outre, d'après les expériences de M. Galloway, que, par suite de la présence des poussières de charbon, l'explosion, au lieu de se produire avec 6 ou 7 pour 100 de grisou, peut avoir lieu à partir de 89 centièmes pour 100, et qu'à cette limite les lampes ne donnent aucune indication. Il peut donc être utile de se servir d'un appareil portatif donnant des indications suffisamment exactes entre ces limites. On fait usage, dans les mines de Blanzly, d'un *grisoumètre portatif*, avec lequel on a pu facilement faire de 120 à 130 dosages dans une seule journée.

## 4

La combustion spontanée du charbon en mer et la ventilation des cales de navires. — Résultats de l'enquête faite en Angleterre sur les causes de l'incendie en mer des navires chargés de houille.

Ce n'est pas sans appréhension que les armateurs expédient au loin des chargements de charbon. Le *San Raphael*, parti de Liverpool pour Valparaiso, une fois arrivé au large du cap Horn, vit le feu se déclarer dans sa cale. L'équipage, composé de vingt personnes, se réfugia dans trois canots. Deux de ces canots furent recueillis par un navire, et onze individus furent ainsi sauvés, après avoir éprouvé toutes sortes de privations. Quant aux neuf autres naufragés, ils ne purent qu'aborder sur une île déserte, où ils moururent de faim.

A la suite des enquêtes faites en Angleterre et en Amérique pour rechercher les causes de l'inflammation spontanée du charbon dans les cales des navires, on a conseillé la ventilation des cales, comme moyen préventif contre ce terrible accident. Mais l'expérience a prouvé que, loin de prévenir les incendies, la ventilation de la cale les rend, au contraire, plus fréquents.

Quatre bâtiments chargèrent à la fois, à Newcastle, de 1500 à 2000 tonnes de charbon, de même qualité. Trois de ces navires partirent pour Aden, et furent soigneusement ventilés; le quatrième, parti pour Bombay, ne fut pas ventilé. Or, des combustions spontanées se déclarèrent dans les trois navires ventilés, qui furent entièrement perdus. Le quatrième, dont la cale n'avait pas été ventilée, arriva sans accident à Bombay.

Un rapport émané d'une commission spéciale a été déposé récemment au Parlement anglais. Il se prononce contre la ventilation des navires chargés de charbon, surtout lorsqu'il s'agit de franchir l'équateur.

Quelles sont les causes qui déterminent l'inflammation spontanée du charbon? C'est d'abord le dégagement de chaleur qui provient de l'oxydation des matières contenues dans la houille. La pyrite de fer qu'elle renferme s'oxyde, sous l'influence de l'humidité de l'air, et la chaleur résultant de cette combinaison suffit quelquefois pour enflammer la houille. On comprend dès lors que la ventilation, qui renouvelle l'air dans la cale d'un navire, puisse favoriser cette action chimique et devenir une cause de danger.

Une cause principale des explosions, c'est la poudre de charbon qui voltige constamment dans les cales des navires à charbon. Cette poussière condense des volumes considérables de gaz oxygène, ce qui produit un dégagement de chaleur et peut déterminer l'inflammation de la poussière charbonneuse en suspension dans l'air ou répandue sur le sol.

La longueur du voyage et le poids du chargement



accroissent proportionnellement les chances d'inflammation du charbon.

L'incendie a éclaté, en général, à bord de navires portant plus de 500 tonnes de charbon, qui étaient en destination de la côte occidentale de l'Amérique du Sud, de San Francisco, et des ports asiatiques au delà de la Méditerranée et de la mer Noire. D'après l'enquête faite en Angleterre, sur le nombre connu de bâtiments ainsi chargés, 4 pour 100 se perdirent en 1874. Il y eut 70 incendies en mer; 10 se manifestèrent sur les navires destinés à un port européen. Plus de 10 millions et demi de tonnes de charbon étaient destinés à l'Europe et moins de 3 millions pour l'Asie, l'Afrique et l'Amérique.

Nous signalons les destinations des navires pour justifier cette assertion, que la longueur des voyages augmente les risques d'inflammation spontanée du charbon.

On recommande, avec beaucoup de raison, de n'embarquer aucune charge de charbon sans avoir eu la précaution de la faire débarrasser, à la main, des plus petites quantités de pyrite de fer qu'elle peut renfermer, la pyrite de fer, en raison de son oxydation par l'air humide de la cale, et de sa transformation en sulfate de fer, étant la cause principale du développement de chaleur qui résulte de l'exposition de la houille à l'air.

### 5

Importance et étendue des bassins houillers en Chine. — État actuel de l'exploitation de la houille en Chine.

Le baron de Richthofen, dans la *Revue orientale mensuelle*, publiée à Vienne, évalue à 3 millions environ de tonnes par an la quantité de houille qui est extraite aujourd'hui des gisements de la Chine.

On estime la quantité d'antracite de *Schanti* extraite chaque année à un million de tonnes. Les charbons

bitumineux de cette province sont évalués à 700 000 tonnes; la province de *Hunan* figure pour 600 000, *Schantung* pour 200 000 et *Tschili* pour 150 000. On croit même que ces chiffres seraient doublés si la statistique était exacte.

L'exploitation houillère en Chine est à l'état naissant : car elle atteint 1/15 seulement de ce que produisent actuellement les Etats-Unis. Mais le baron de Richthofen pense que prochainement cette production s'accroîtra beaucoup, parce que nulle part, à côté d'un combustible aussi bon marché, on ne trouve une main-d'œuvre aussi abondante, aussi peu coûteuse et aussi intelligente. Les Chinois peuvent donc avoir chez eux des centres houillers de premier ordre.

Des gisements houillers existent dans les 18 provinces de la Chine, ainsi que dans la Mandchourie méridionale, et la Mandchourie méridionale paraît être l'un des premiers gisements pour la quantité de houille qu'il recèle.

La superficie des terrains houillers de la Chine est probablement supérieure à ceux de l'Amérique du Nord, dont on connaît la richesse. Le terrain de *Schanti* réunit les conditions les plus favorables que l'on puisse désirer, au point de vue de la situation, de la quantité et de la qualité.

Une grande quantité d'oxyde de fer (hématite brune) est mêlée au charbon.

On a calculé, en supposant une exploitation annuelle de 300 millions de tonnes, que ce dépôt d'antracite suffirait à lui seul à la consommation du globe entier pendant 2400 ans.

Quand l'industrie européenne aura épuisé la provision de houille de son propre territoire, elle pourra donc trouver dans le Céleste-Empire toute la houille qui lui sera nécessaire pour alimenter ses usines.

Le jaugeage des vins et des spiritueux, au moyen du poids et de l'aréomètre.

Les différences considérables qui existent dans la contenance des différents fûts en usage dans le commerce, pour la vente des vins et des liqueurs spiritueuses, rendent souvent difficile l'appréciation de la quantité de liquide que renferment ces fûts. Le seul procédé exact consiste à se servir de *dépotoirs*; mais ce moyen est long et pénible. C'est pour éviter les inconvénients que présente le dépotage que l'on a essayé, pour le jaugeage des vins et des liquides alcooliques, de substituer le poids à la mesure du volume. Mais cette méthode n'offre pas une exactitude suffisante, en raison des différentes quantités d'alcool qui peuvent être contenues dans les vins.

Pour éviter les embarras du dépotage et les inexacitudes résultant du simple poids des fûts, M. Houdart propose un moyen nouveau et plus exact de peser, pour les usages du commerce, les vins et autres liquides alcooliques.

La différence qui existe entre le poids de l'eau et celui de l'alcool est assez grande pour qu'entre l'eau, le vin et les liquides alcooliques on puisse, selon M. Houdart, constater des différences de densité notables, pour un même volume du liquide qui les renferme.

La détermination du volume occupé par une certaine quantité de vin exige la connaissance du poids spécifique de ce liquide. C'est pour effectuer cette détermination que M. Houdart a fait construire un aréomètre muni d'une échelle convenable. Cette échelle est double: l'une est celle du *densimètre* et l'autre celle du *volu-mètre*. Cette dernière échelle donne le volume qu'occupent 100 kilogrammes de liquide pesé. Par exemple, la

division 101 veut dire que 100 kilogrammes de vin occupent 101 litres. La deuxième échelle donne le poids de 100 litres de vin. La division 99 signifie que c'est le poids, en kilogrammes, de 100 litres de vin.

Cet *aréomètre* donne le moyen de trouver la capacité d'un tonneau qu'on a rempli de vin. Il peut aussi permettre de verser dans un tonneau un volume connu de vin.

Pour exécuter la première opération, on commence par tarer le tonneau sur une bascule; ensuite on le remplit de vin et on le pèse encore; la différence donne le poids du vin. L'*aréomètre* étant alors plongé dans le liquide, donne le volume de 100 kilogrammes, d'où on déduit le volume du vin contenu dans le tonneau.

Pour la seconde opération, on tare encore le tonneau, et l'on détermine à l'*aréomètre* le poids de 100 litres de vin, et, par suite, le poids du tonneau augmenté de la quantité en poids du vin correspondant à un volume donné.

On voit d'après cela que, pour connaître le volume du liquide qui répond à un poids déterminé, on multiplie ce poids par l'indication du volumètre; et que, pour trouver un poids correspondant à un volume donné, on multiplie ce volume par l'indication du densimètre.

Les liquides ne contenant que de l'eau et de l'alcool peuvent être dosés de la même manière, mais sans faire usage d'un instrument spécial. Tels sont l'eau-de-vie et les trois-six. On mesure alors le degré de richesse en alcool avec l'alcoomètre de Gay-Lussac. Connaissant les volumes et les densités qui répondent aux divers degrés de cet instrument, on consulte des tables analogues à celles de l'alcoomètre. L'indication de l'appareil répond à la première colonne; la seconde colonne renferme les densités ou le degré que marquerait l'échelle du densimètre de l'*aréomètre* que nous avons décrit. Quant à la troisième colonne, elle donne le volume spécifique qui correspond au volumètre.

M. Houdart estime qu'on peut, avec cette méthode, atteindre une grande précision. Le volume d'un tonneau peut être obtenu ainsi à un quart de litre près. Quelle que soit la variation de la richesse du vin en alcool, ce nouveau moyen de jaugeage donnera toujours le volume exact du liquide. C'est là, certainement, un résultat qu'on ne saurait atteindre avec toute autre méthode.

## 7

## La poudre comprimée.

On a fait en Russie, en 1878, de nouvelles expériences pour obtenir une poudre qui fût à la fois peu destructive de l'arme et douée d'une puissance balistique suffisante et uniforme. Le colonel Winer, chargé d'étudier la question des poudres, fixa son attention sur un perfectionnement indiqué par S. Robert, et qui consiste à comprimer par la chaleur la poudre, dont le mélange a été préparé sans aucune intervention de l'eau.

Voici les avantages que présente la poudre préparée dans ces conditions, c'est-à-dire comprimée à chaud.

1° La propriété hygrométrique est diminuée, et par suite la poudre a moins à redouter le séjour prolongé dans les lieux humides.

2° La fabrication est moins coûteuse, car l'on n'a plus besoin de séchoirs, et le mélange des éléments se fait dans des caisses au lieu d'agitateurs mécaniques.

3° Le danger est moindre pendant la préparation, parce que la poudre étant obtenue sèche n'a pas besoin de rester en grande quantité dans la fabrique.

Pour fabriquer la poudre dans ce nouveau système, on se sert, à la poudrerie d'Ochta, d'une presse hydraulique à laquelle sont adaptées deux plaques creuses de cuivre, pourvues de deux tuyaux en même métal pour amener la vapeur. La plaque inférieure est vissée sur le

plateau de la presse qui porte le piston et communique, par un tube en caoutchouc, avec le conduit de vapeur. La plaque supérieure est fixe et mise en communication avec le tuyau de vapeur au moyen d'un tube de fer.

Le mélange de soufre, nitre et salpêtre, qui doit constituer la poudre, et qui a été opéré à sec, est étendu sur la plaque de cuivre intérieure, et la couche bien égalisée. Alors le piston est mis en mouvement. La pression s'exerce pendant dix minutes. Le gâteau de poudre qui en résulte, forme une masse entièrement homogène.

La température de la vapeur est de  $+120$  degrés, avec une tension de 130 atmosphères, indiquée par le manomètre. La densité des gâteaux de poudre ainsi obtenus est de 1,66 à 1,7, correspondant à une pression de 114 kilogrammes, ou de 25 kilogrammes par centimètre carré. On réduit le gâteau en grains avec des cylindres broyeurs, et on sépare les grains du poussier à l'aide d'un tamis.

La poudre bien préparée a un grain de 5 à 7 millimètres, et donne, pour une charge de 21 kilogrammes d'une pièce de 4 à longue portée, une vitesse initiale du projectile de  $471^m,5$ . La tension du gaz a été trouvée de 1366 atmosphères.

L'expérience a établi que la poudre obtenue par le système russe est supérieure à celle préparée par la méthode ordinaire, pour une conservation prolongée, en raison de sa plus grande résistance à l'humidité de l'air. La facilité avec laquelle la poudre ordinaire absorbe l'eau, provient de son mode de fabrication. On sait que pour préparer la poudre, dans le procédé ordinaire, on commence par humecter le mélange. Lorsque, pendant la dessiccation du grain, l'eau s'en échappe, elle y laisse, pour ainsi dire, des canaux, ou pores, par lesquels l'humidité pourra de nouveau rentrer. De tels canaux ne sauraient exister dans la poudre comprimée,

vu que la préparation du mélange se fait sans addition d'eau.

La *poudre comprimée* n'a pu remplacer encore la poudre ordinaire pour les canons de 21, 24 et 30 centimètres; mais pour les pièces de campagne elle donne les meilleurs résultats, et l'on continue, en Russie, les expériences sur une vaste échelle. Le colonel Winer a déjà reçu une commande de 82 000 kilogrammes de poudre *comprimée*.

## 8

### Une carrière de pierre lithographique en Afrique.

On a découvert en Algérie, à 8 kilomètres du port d'Oran, sur le bord d'une route nationale, une magnifique carrière de calcaire lithographique, qui peut rivaliser, sous tous les rapports, avec les meilleures pierres lithographiques des anciennes carrières de Munich, aujourd'hui épuisées.

Des spécimens de cette pierre, provenant des couches d'affleurement, et extraits à ciel ouvert, ont été reconnus comme ayant toutes les qualités exigées par l'industrie, et devant être parfaitement utilisés pour tous les travaux lithographiques. On sait d'ailleurs que plus on pénètre profondément, et plus les pierres lithographiques sont bonnes.

Les sondages effectués dénotent que cette carrière, qui est pour ainsi dire inépuisable, fournira des pierres lithographiques d'une qualité supérieure.

Sa position est excellente au point de vue de l'exploitation, car elle est située sur le bord d'une route, à proximité d'un centre de population.

## 9

## Fabrication d'une conserve alimentaire à l'usage des chevaux en temps de guerre.

Les conserves alimentaires rendent tant de services aux troupes en campagne, que l'on a été conduit à appliquer le même mode de nourriture aux chevaux en temps de guerre. L'usage de ce genre de conserves a été adopté par la Prusse et la Russie, qui ont organisé de grandes fabriques pour ce nouveau produit.

A Saint-Petersbourg, dès le début de la dernière guerre contre la Turquie, on établit une usine qui fonctionna avec cinq fours à chauffage continu, et dans laquelle on cuisait en vingt-quatre heures 15 380 kilogrammes de conserves de fourrage.

Voici quelle est la composition de cette conserve : farine d'avoine, 30 à 40 pour 100 ; farine de pois, 30 à 35 pour 100 ; farine de seigle, 10 à 20 pour 100 ; farine de graine de lin, 15 à 20 pour 100. On ajoute à ce mélange 1 1/2 pour 100 de sel et un peu de dextrine, que l'on mêle à la farine de pois, après l'avoir chauffée sur des plaques de fer.

Ce mélange, pétri dans de grandes cuves en bois, donne une pâte que l'on roule à la main, sur une table, pour en former des feuilles épaisses comme le doigt, et qu'on découpe en galettes rondes. On met ces galettes au four, pour leur donner la consistance du biscuit, et on les fait sécher dans des séchoirs. Chaque galette de conserve acquiert ainsi l'aspect d'une rondelle de 9 centimètres de diamètre, et d'à peu près un centimètre d'épaisseur. On enfile ces galettes, au nombre de 26 ou 28, sur une tige métallique, ce qui forme un cylindre du poids de 1640 grammes, suffisant pour la ration d'un cheval. Cette ration correspond à 10 litres d'avoine pesant 4227 grammes.



Le petit volume de ces rations de conserves permet d'en charger 10 sur la selle d'un cavalier, ce qui assure la nourriture du cheval pendant dix jours.

Au début de la guerre, la Russie envoya sur le Danube plus de 500 000 de ces rations, provenant de la fabrique de Saint-Pétersbourg. Cette fabrique produisait 20 000 rations par jour.

L'emballage se faisait rapidement, grâce à la division du travail. Tandis que des ouvriers préparaient les fils métalliques pour enfiler les conserves, d'autres faisaient les petites plaques en ferblanc destinées à renforcer le fil de fer aux deux extrémités du cylindre de galettes; d'autres préparaient les caissons dans lesquels on expédiait les conserves, et d'autres remplissaient ces caissons.

L'énorme quantité de rations que l'on a pu expédier chaque jour sur le théâtre de la dernière guerre, donne une juste idée de la rapidité de cette fabrication.

## 10

Le verre trempé; état de cette industrie en 1878.

M. de Luynes, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, a fait, au nom de M. de Labastie, l'auteur de la remarquable découverte du verre *trempe*, ou *durci*, une communication à la *Société d'Encouragement* sur l'état actuel de cette nouvelle industrie.

M. de Luynes a montré à la Société de nombreux spécimens qui présentaient les formes les plus variées et les plus correctes. Ce sont des tubes pour verres de lampe et becs de gaz, des gobelets de forme très-diverse, des verres à pied, des mortiers pour laboratoire et leurs pilons. Il a présenté aussi des capsules pour la pharmacie et pour la chimie, de toute grandeur et de toute forme, des assiettes en verre, en cristal ou en émail, des tasses à café et à thé, en émail blanc.

M. de Luynes a terminé cette énumération par une expérience frappante, soit dit sans jeu de mots. Des verres ordinaires sont mis dans un panier à salade, avec des verres à boire de même forme, en cristal trempé. Après quelques secousses, les verres ordinaires sont cassés et les verres trempés sont intacts.

Toutes les difficultés de la fabrication du verre trempé ont donc été résolues. Mais, ce qui est plus important, les procédés de fabrication se sont simplifiés, et se sont combinés avec les opérations ordinaires de la verrerie, de manière à diminuer considérablement les dépenses et à donner des formes plus régulières et une exécution plus satisfaisante. Les objets faits avec la matière liquide, quand ils sont encore rouges, sont directement jetés dans le bain de trempage, et ne sont plus réchauffés, comme à l'origine, jusqu'au ramollissement, ce qui causait souvent l'altération de leur forme. Les bouteilles, verres à boire, tubes, verres de lampes et autres objets concaves, contenant de l'air qui s'opposerait à l'entrée du liquide pendant le trempage, sont reçus sur un tube courbe, sorte de siphon qui, au moment de leur immersion, laisse échapper l'air, pendant que le liquide entre sans effort dans leur cavité.

Tous ces perfectionnements sont installés à la verrerie de Choisy-le-Roi, et ils donnent lieu à une fabrication courante, assez facile pour qu'on puisse prévoir déjà le moment où les objets en verre trempé ne coûteront pas sensiblement plus cher que ceux en verre ordinaire.

Le verre trempé figurait à l'Exposition universelle de 1878, dans l'admirable galerie des verres et cristaux, de la section française, et l'on pouvait s'assurer des remarquables qualités de résistance des objets ainsi fabriqués. Il y a là évidemment le germe d'une véritable révolution dans l'industrie du verre, si l'on parvient à surmonter l'inconvénient fondamental de ce produit, c'est-à-dire l'impossibilité de le couper, pour l'appliquer à la fabrication des vitres, de le rogner, de le tailler, de l'entailler, sans qu'il vole en éclats.

Les détracteurs de cette belle découverte ont beaucoup insisté sur le fait, véritablement étrange, de l'explosion subite et spontanée qui s'est quelquefois produite d'objets fabriqués en verre durci. Nous ne savons si ces faits ont une réelle importance, et s'ils constituent un argument sérieux contre le développement de cette industrie. Nous croyons toutefois devoir les rapporter.

Le *Moniteur scientifique* du docteur Quesneville a fait connaître, en 1878, le fait suivant :

Une capsule en verre durci, de moyenne grandeur, était employée dans le laboratoire de M. F. Fournier, à Marseille. Cette capsule fut chauffée graduellement sur un fourneau à gaz, jusqu'à 110 degrés, et maintenue à cette température jusqu'à ce que les corps gras qu'elle contenait eussent cessé de bouillonner. On laissa refroidir la capsule et on la porta sur le plateau d'une balance très-propre. Dès qu'elle eut touché le métal, elle se brisa avec explosion, en projetant au loin son contenu.

Les fragments ramassés avaient la forme d'aiguilles de 2 à 3 millimètres de largeur, sur 60 à 70 de longueur. Quelques débris du fond étaient un peu plus grands, mais sans dépasser quelques centimètres carrés. Le préparateur en fut quitte pour quelques brûlures ; mais on juge de ce qui aurait pu arriver si l'on eût opéré sur des acides.

Un fait du même genre a été raconté par le professeur Ricard, de Trehewan, dans un journal de l'Autriche-Hongrie, la *Bohemia*.

On avait acheté, à Saaz, pour soixante-dix kreutzers, un verre à boire d'enfant, fait en verre durci. Au bout de six mois, comme on venait de s'en servir pour y boire de l'eau sucrée, on plaça ce verre, avec une cuiller d'argent, sur une table de chêne. Tout à coup, une explosion, semblable à celle d'un coup de pistolet, se fit entendre. Des aiguilles et des fragments de verre tombèrent sur le plancher, le lit, la table et le tapis. Le verre à boire avait disparu ; il avait éclaté, sans cause apparente,

et cela avec une telle force, que tous les habitants de la maison en furent effrayés.

Le verre durci serait donc sujet à produire de fort désagréables accidents. Ces accidents s'expliquent, d'ailleurs, quand on sait que le verre durci provient de la trempe du verre fondu ; que dès lors ses molécules sont dans un véritable état de tension moléculaire, tension qui peut subitement se détruire et amener le brusque effet de rupture signalé dans les cas qui nous occupent.

Il paraît que l'on a déjà constaté d'autres faits du même genre. Ces accidents seraient de nature à empêcher l'emploi général du verre trempé, du moins jusqu'à ce que l'on ait découvert la cause de cette fâcheuse propriété, et qu'on y ait remédié par quelque changement apporté au procédé de fabrication.

## II

Fabrication des caractères typographiques en verre trempé.

MM. Montcharmont et Dumas ont réalisé dans la typographie une très-intéressante innovation. Il s'agit de la substitution du verre durci à l'alliage d'antimoine et de plomb qui sert depuis Gutenberg à la fabrication des caractères.

On n'aurait pu songer, il y a quelques années, à fabriquer des caractères d'imprimerie avec le verre, vu la fragilité excessive de cette substance, qui se serait brisée sous l'effort de la presse ou dans les mille manipulations des caractères entre les doigts du compositeur. Mais depuis l'admirable découverte de M. de Labastie, qui est venu donner le moyen de durcir le verre par la trempe dans l'huile ou dans la vapeur d'eau, on a pu se servir du verre pour remplacer, dans la confection des caractères, l'alliage en usage dans l'imprimerie.

Il paraît que, dans les caractères fondus avec le verre

trempe, *l'œil* est aussi pur que dans les caractères ordinaires; que les pleins et les déliés sont aussi délicats. La quadrature, l'approche, le cran, l'aplomb, le talus, tout s'obtient d'une façon parfaite et sans aucune difficulté. Ajoutons qu'il n'y aura rien à changer dans la machine qui sert à fondre les caractères en métal. Les mêmes matrices serviront à fondre indifféremment l'un ou l'autre genre.

Le *taquage*, tel qu'on le pratique dans les imprimeries, altère toujours un peu le caractère. Cet inconvénient n'est plus à craindre avec le verre trempé, car la lettre ne se détériore pas, même si on la frappe avec un marteau. Le chauffage des formes que l'on cliche et qui doivent être refroidies subitement, en les aspergeant d'eau froide, n'influe en rien sur le caractère fait en verre durci.

Le rendement d'un kilogramme de verre en lettres est cinq ou six fois plus grand que celui du plomb. Quant à la durée, le verre trempé est inusable.

Pour les tirages en couleur, les caractères en verre trempé rendront un service considérable. Certaines couleurs, telles que celles à base de cuivre, ne peuvent être tirées en typographie avec des caractères de plomb, car la couleur est chimiquement décomposée par le plomb. Il faut prendre des caractères en cuivre, obtenus par la galvanoplastie. On comprend donc l'avantage des caractères en verre pour la chromotypographie.

Disons enfin qu'au point de vue de l'hygiène il faut s'applaudir de cette nouvelle invention. Le plomb, dont l'influence funeste sur nos organes est assez connue, serait banni des ateliers de fondeurs de caractères. Le verre, matière entièrement inoffensive, le remplacerait, au grand avantage de la santé des ouvriers.

## 12

Utilisation des laitiers des hauts fourneaux. — Fabrication des briques avec les laitiers de forge. — Préparation avec les laitiers de forge d'une substance (la laine minérale) destinée à garantir les chaudières à vapeur.

Depuis bien des années, l'utilisation des laitiers provenant des hauts fourneaux préoccupe les industriels. On a essayé de bien des manières de tirer parti de ces résidus, mais les résultats obtenus jusqu'ici n'ont pas été très satisfaisants. Un constructeur de Middlesbrough, M. Ch. Wood, tire un excellent parti des laitiers provenant des hauts fourneaux en les consacrant à fabriquer des briques, du ciment, du béton et autres produits.

Pour fabriquer les briques, le mortier et le ciment avec les résidus des hauts fourneaux, M. Ch. Wood a construit deux systèmes de machines, qui réduisent le laitier à l'état de sable ou de caillou.

L'usine établie à Middlesbrough pour ce genre de fabrication est dans de bonnes conditions. On fabrique les briques avec du sable de laitier, de la chaux séléniteuse et de l'oxyde de fer, et l'on comprime le tout dans une machine spéciale. Le ciment hydraulique est composé de *sable de laitier*, de chaux ordinaire, et d'oxyde de fer. Il coûte quatre fois moins cher que le ciment de Portland.

On obtient un excellent béton si l'on incorpore au ciment du *caillou de laitier*. Ce béton est utilisé pour les fondations des puissantes machines soufflantes. On fabrique encore un mortier avec du *sable de laitier* et 10 pour 100 de chaux éteinte.

Nous ne donnerons pas la description des machines mises en œuvre pour fabriquer ces divers produits. Nous nous contenterons de dire que chaque machine peut fournir 10 000 briques de laitier par jour.

Depuis le moment où la fabrication est devenue tout à fait pratique, près de 10 000 tonnes de laitier ont été employées. Il s'agit donc, on le voit, de l'application, faite sur une grande échelle, d'un produit qui était jusqu'ici absolument sans valeur.

D'un autre côté, il paraît que l'on est arrivé en Angleterre à créer un débouché d'un autre genre aux laitiers de forge. Il faut seulement les travailler pour les obtenir à un état particulier. Il faut les réduire à l'état d'une sorte d'étoupe ou de laine (en apparence, bien entendu). Sous cette forme, on les fait servir à garantir les chaudières à vapeur, les tuyaux et tous les récipients contenant de l'eau chaude ou de la vapeur à différentes pressions.

On appelle *laine minérale* cette matière, qui est légère, mauvaise conductrice du calorique, inaltérable à l'air et à la chaleur et entièrement incombustible.

Voici comment on procède, dans les hauts fourneaux de l'Angleterre, pour amener le laitier à l'état de *laine minérale*. On lance un jet de vapeur contre le laitier à mesure qu'il s'écoule du creuset du haut fourneau. La vapeur, frappant très fortement le courant liquide, le divise en gouttelettes, qui sont violemment projetées en avant.

Lors de leur formation, ces gouttelettes s'entourent d'une espèce de chevelure formée de fils très fins de laitier. La vitesse du courant de vapeur diminuant dans une partie du jet un peu plus éloignée, les parties compactes tombent et les parties légères sont entraînées. Ces dernières arrivent dans une grande chambre garnie de toiles métalliques, où elles se déposent. Les plus grosses restent très près de l'orifice d'arrivée, et les plus fines s'arrêtent à la partie supérieure et à l'autre extrémité de la chambre. On les ramasse ensuite avec des fourches.

L'espèce d'étoupe, ou de *laine minérale*, ainsi obtenue, sert, comme il vient d'être dit, à garnir l'extérieur des chaudières des machines, les conduites de vapeur, etc. On l'emploie soit à l'état brut, soit en forme de cordes, de tresses, de matelas, etc.

Cet emploi du laitier des forges est trop limité pour permettre d'utiliser les immenses quantités de ces résidus qui s'accumulent autour des usines; cependant nous devons le signaler, puisqu'il s'agit d'un produit qui était jusqu'ici d'une valeur nulle.

### 13

#### Le chauffage des maisons par la vapeur:

On a fait à Buffalo (États-Unis) une expérience pour chauffer des groupes de maisons au moyen de la vapeur.

Dans une autre ville des États-Unis, à Lockport, on a essayé de chauffer les maisons d'un quartier tout comme on les éclaire avec le gaz, c'est-à-dire par une canalisation.

Environ 200 maisons ont été chauffées par un tuyau commun contenant un courant de vapeur d'eau. Les maisons sont distribuées sur un rayon distant de 4 kilomètres de l'usine qui envoie la vapeur. Des tuyaux de dimensions diverses ont employés à cet usage. Aucune condensation ne se produit dans les tuyaux principaux, qui sont couverts d'une couche mince de papier et d'une enveloppe en feutre, recouverte elle-même de papier de Manille. Le tout est enfermé dans des tuyaux en bois posés dans les rues.

La chaleur est distribuée dans les maisons au moyen de *radiateurs*; c'est le nom que l'on donne aux tuyaux d'embranchement allant du tuyau principal de la rue à l'intérieur de la maison. Ils sont pourvus d'un tube de sortie pour l'eau condensée. Cette eau s'écoule à une température un peu inférieure à 100 degrés, ce qui permet de l'utiliser pour les usages ordinaires de la vie.

Le chauffage en commun est naturellement plus économique que le chauffage particulier de chaque demeure, et le moyen est si simple et si pratique, qu'il pourra être



utilisé quand on le voudra en France, surtout dans les villes manufacturières où la houille est assez à bon compte pour procurer économiquement de la vapeur.

Encore une pratique bonne et utile qui nous arrive d'Amérique.

#### 14

##### Nouveau procédé de nickelage.

Le *Scientific american* décrit un procédé de nickelage assez simple pour que nous le recommandions aux amateurs de procédés industriels.

Il faut, pour recouvrir de nickel un métal quelconque, une pile, avec le charbon pour pôle négatif, une caisse oblongue en bois pouvant bien se refermer, recouverte à l'intérieur d'asphalte et presque remplie de la solution d'un sel de nickel ; des plaques de métal pour anodes et des baguettes de cuivre pour suspendre les plaques et les objets dans le bain ; des vases convenables pour un alcali ; une eau acide pour nettoyer les objets avant de les plonger dans le bain ; des tringles en bois pour polir, etc.

Le bain est composé de chlorure de nickel et de chlorhydrate d'ammoniaque, ou de sulfate d'ammoniaque, dissous dans l'eau pure. L'emploi de ce dernier exige une solution neutre et marquant 6 degrés à l'hydromètre. On prépare cette solution en prenant 450 grammes du sel et 4 litres et demi d'eau.

Le bain de chlorure demande 130 grammes de sel par 450 grammes d'eau ; on obtient un meilleur résultat avec une légère réaction acide.

Le courant de la pile doit avoir une intensité constante et proportionnée au bain. Les grands bains présentent moins de résistance au courant que les bains plus petits ; ils exigent donc une tension moindre du courant. Les

anodes doivent communiquer avec le pôle négatif de la pile. La surface immergée des anodes de nickel ne doit pas être moindre que la surface à recouvrir de nickel. La surface à recouvrir doit être égale à celle du zinc de la pile, la tension normale du courant doit être maintenue avec soin.

Les objets à immerger doivent être préalablement bien nettoyés. On doit aussi enlever les taches grasses avec une solution chaude de soude. La surface ayant été plongée dans l'eau pure, est débarrassée des couches d'oxyde dans un bain acide, lequel peut être de l'acide chlorhydrique, si l'opère avec du fer. Si l'objet est en cuivre ou en laiton, c'est l'acide azotique étendu qu'il faut employer.

La couche de nickel étant déposée, on plonge l'objet dans l'eau froide, puis dans l'eau chaude.

Les piles sont remplacées avec avantage par les machines magneto-électriques, dans les grands établissements de galvanoplastie.

## 15

Applications nouvelles du papier à différents usages industriels. — Le papier employé pour les tuyaux de cheminée, pour les parquets et pour le doublage des navires.

On a fait les choses les plus surprenantes avec de la pâte de papier comprimée. On en a fabriqué des corniches d'appartement, des affûts de colonne, des entablements, etc., etc. On est allé jusqu'à en faire des roues de locomotives.

A Breslau, un fabricant a fait une autre application de la pâte de papier comprimée. Il en a composé des tuyaux de cheminée. Il paraît que la légèreté et la durée de ces tuyaux les recommandent aux constructeurs de préférence à la poterie.

Pour faire ces tuyaux, on comprime de la pâte de papier avant de la mouler; ensuite on lui fait subir un traitement chimique qui la rend incombustible.

On fabrique maintenant en Angleterre, avec de la pâte de papier, des tapis qui servent à imiter les différentes sortes de bois dont on fait les parquets.

Pour fabriquer ces *tapis de papier*, on nivelle soigneusement le sol; on bouche les interstices avec du plâtre, et l'on étend sur cette surface un premier lit de pâte de papier. Sur cette première couche on place une feuille de carton, qui porte le dessin du parquet. Ce carton est recouvert d'un vernis qui résiste parfaitement à l'usure.

On a appliqué ce mode de tapissage à des pièces d'appartement, dans lesquelles, après seize mois, on n'a remarqué aucune trace d'usure.

Il est une autre application du papier plus surprenante encore, et d'une utilité plus réelle. Il s'agit de faire servir la pâte de papier de moyen de protection pour le doublage des navires.

Tout le monde sait que l'inconvénient du revêtement de fer des coques de navire, c'est que le métal, malgré la peinture, est sujet à se couvrir d'herbages, de coquillages et de dépôts terreux, surtout dans les mers des tropiques. Le capitaine Warrens a eu l'idée d'appliquer sur la coque métallique des navires un ciment spécial, qui permet de recouvrir cette coque d'une couche de papier adhérente à la partie du navire plongée dans l'eau.

Un bâtiment anglais, le *Sérapis*, qui a été ainsi revêtu, a fait le voyage des Indes, et est resté deux mois dans un port indien. Au retour, on inspecta le navire dans les docks, et on reconnut que l'expérience était très satisfaisante. En effet, aucune incrustation ne s'était produite, si ce n'est en quelques rares endroits où le papier n'avait pas tenu.

On ne peut mettre en doute qu'il n'y ait là un progrès réel. Les gens de mer estiment, en effet, que les encrassements du doublage des navires peuvent donner, entre le voyage d'aller et le voyage de retour, une différence de vitesse d'un nœud et demi. Ce procédé préventif est d'ailleurs beaucoup moins coûteux que tout ce qui a été proposé jusqu'ici.

Il serait surprenant que ce grand problème d'un doublage de la coque des navires, à la fois léger, solide et inattaquable par l'eau de la mer, problème que l'on poursuit inutilement depuis un demi-siècle, ait fini par trouver sa solution dans une feuille de papier.

## 16

### Solidification du pétrole.

Les huiles de pétrole, même les plus légères, éprouvent une transformation physique très-curieuse, quand on les additionne de saponaire pulvérisée (plante herbacée de la famille des Caryophyllées). On fait digérer la poudre de saponaire dans l'eau et on l'ajoute à l'huile de pétrole. On obtient un mélange très-épais, et le vase dans lequel on opère peut être renversé sans que son contenu s'en échappe.

## 17

### La plume magique.

On appelle *plume magique* une plume qui permet d'écrire sans encre. On s'en sert comme d'une plume ordinaire, en la trempant dans l'eau que l'on a puisée dans un vase quelconque. L'encre se produit instantanément, la composition solide qui la constitue étant délayée par l'eau. Elle sèche rapidement, adhère bien au papier, et demeure inaltérable. Elle se prête bien au travail de la presse à copier.

La composition chimique qui produit l'encre n'est pas bien connue. Elle est concentrée à un degré tel que la plume en service courant dure plusieurs mois.

Ces plumes, fabriquées en Angleterre, peuvent, selon

la préparation, produire de l'encre rouge, violette, bleu foncé, noire, etc. Elles n'exigent l'emploi que de quelques gouttes d'eau.

## 18

### La plume électrique d'Edison.

La plume électrique inventée par le célèbre physicien de New-York qui a tant occupé le monde industriel depuis quelques années, est un appareil au moyen duquel on trace sur du papier ordinaire, non pas un trait continu en couleur comme avec les plumes ordinaires et les crayons, mais un trait discontinu, formé d'un très-grand nombre de petits trous percés dans le papier. Ces trous sont faits par une pointe d'acier très-fine qui, alternativement, sort et rentre dans un tube qu'on tient à la main, et qui ressemble extérieurement à un porte-crayon de métal. Cette pointe est animée d'un mouvement de va-et-vient très-rapide; elle fait 180 battements par seconde quand l'appareil tourne à vide. Elle ne dépasse chaque fois sa gaine que d'une longueur à peine visible, juste assez pour percer le papier. Grâce à ces conditions de rapidité très grande et de mouvement très peu étendu, la plume peut être promenée sur le papier avec une certaine vitesse. On n'écrit pas aussi vite qu'avec les plumes ordinaires mais on écrit à peu près comme un calligraphe qui s'appliquerait beaucoup et voudrait faire de grandes et belles lettres moulées.

Le mouvement alternatif est donné à la plume par un petit électromoteur fort simple qui est placé en haut du porte-plume.

Il faudrait un dessin pour donner l'idée exacte de la disposition de l'électromoteur qui fait agir la plume, et la petite pile qu'influence l'électromoteur.

Disons seulement que tout cet appareil nous paraît

assez compliqué pour une opération aussi simple que l'écriture. M. Niaudet, après avoir, dans le journal *La Nature*, décrit le système électrique, ajoute :

« Au moyen de la plume électrique, on obtient sur le papier une écriture formée d'un grand nombre de petits trous voisins les uns des autres. Cette écriture n'est que difficilement lisible par réflexion, c'est-à-dire de la manière habituelle pour l'écriture ordinaire. Elle est un peu plus lisible par transparence; mais sous ces deux formes elle serait fort pénible, sans présenter d'ailleurs aucun avantage en compensation. Mais il faut considérer ce papier perforé comme un *négatif* au moyen duquel on peut obtenir un grand nombre d'*épreuves positives* ou de copies du texte ou dessin tracé à la pointe. Pour obtenir ces épreuves, on fait usage d'une presse. Dans le couvercle de cette presse on place le *négatif* qui est maintenu tout autour par des ressorts très faciles à manœuvrer.

Sur le corps de la presse on place une feuille de papier blanc, on rabat le couvercle; le *négatif* s'applique sur le papier blanc. Au moyen du rouleau à manche on étale du noir sur le *négatif*, l'encre pénètre au travers de tous les trous jusqu'à la feuille blanche qui est dessous. On relève le couvercle et l'épreuve est obtenue.

Cette copie a un aspect particulier; l'écriture n'a ni traits ni déliés. Pour qu'elle soit bien lisible, il faut qu'on ait écrit un peu gros. Cependant, avec un peu d'habitude et quelques artifices fort simples, on obtient toute espèce de dessins, on copie de la musique, avec les blanches et les noires parfaitement reproduites.

Le même *négatif* peut servir à produire successivement un grand nombre d'épreuves; on assure qu'on peut aller jusqu'à mille et au delà. Des personnes habituées à ce travail peuvent, dit-on, faire jusqu'à six épreuves par minute. Il va sans dire que cette opération, comme tous les travaux manuels, ne réussit complètement qu'après un peu d'étude et quelques tâtonnements, mais elle ne présente aucune difficulté. »

## 19

## Tissu de coton parcheminé.

On a inventé en Amérique un nouveau genre de tissu dont le mode de préparation est le suivant.

Après avoir bien nettoyé le coton brut, on le plonge, pendant vingt-quatre heures, dans une dissolution formée d'une partie d'acide sulfurique concentré, d'une partie de sulfate de glycérine et de trois parties d'eau. On le presse ensuite entre des cylindres en verre, jusqu'à ce que le papier de tournesol ne décèle plus trace d'acide. On fait sécher, et les fibres acquièrent quelques-unes des qualités de la laine. On soumet ces fibres à une sorte de feutrage, pour leur faire subir les diverses opérations de la filature, du tissage et de la teinture.

Les tissus fabriqués avec le coton ainsi modifié ont beaucoup de ressemblance avec ceux en laine. La matière cotonneuse ne se reconnaît qu'à l'odeur qu'elle répand en brûlant.

Ces propriétés du coton parcheminé vont probablement le faire substituer aux autres matières employées jusqu'ici dans la fabrication des articles où la laine n'entre que pour moitié. Le fil du nouveau coton peut remplacer le fil de lin, qu'il surpasse en force. Son prix de revient est d'ailleurs moindre, surtout dans les numéros fins employés pour confectionner la batiste.

Nous ferons remarquer que cette manière de durcir le coton en le trempant dans de l'acide sulfurique concentré, et lavant ensuite le tissu à grande eau, n'est qu'une application de la découverte que nous avons faite en 1846, Poumarède et moi, de la transformation du ligneux en une matière nouvelle, que nous avons appelée *papier parchemin*, et qui est répandue depuis longtemps dans l'industrie, pour préparer ce que l'on nomme le *parchemin*

*végétal*. Au lieu de traiter le papier par l'acide sulfurique étendu, on traite le coton par le même agent chimique, et l'on obtient avec le coton ce que l'on obtient avec le papier, l'une et l'autre matière n'étant autre chose que du ligneux.

Découvert en 1846 par Poumarède et moi, le *papier parchemin* fut fabriqué en grand en Angleterre, en 1850, par le papetier-astronome M. Delarue, qui eut, à cette occasion, le grand tort de contester notre découverte, trompé par un industriel, nommé Gaine, qui n'avait fait autre chose que de s'emparer de notre procédé et de notre produit, pour en vendre le brevet à M. Delarue, lequel l'a exploité pendant vingt ans. Nous avons raconté toute cette histoire dans notre ouvrage les *Merveilles de l'industrie* (Notice sur le Papier, tome II, pages 303-312).

Aujourd'hui la préparation du *papier parchemin* étant dans le domaine public, on fabrique ce produit dans quelques papeteries de Belgique, de France et d'Angleterre. C'est là que les industriels américains ont emprunté l'idée de soumettre le coton brut à l'action de l'acide sulfurique, pour en composer un fil plus résistant.



## L'EXPOSITION INTERNATIONALE UNIVERSELLE

DE 1878

Nous devons à nos lecteurs un tableau de l'Exposition internationale universelle de 1878. Ne pouvant toutefois entrer, vu la nature de cet ouvrage, dans de grands développements à cet égard, nous nous bornerons à présenter l'histoire de l'Exposition, à rappeler les circonstances qui ont présidé à son installation, et à décrire le monument, ainsi que les dispositions relatives des innombrables produits de l'industrie qui remplissaient le palais du Champ de Mars et le Trocadéro.

Il est sans doute bien peu de nos lecteurs qui n'aient tenu à voir le magnifique et imposant spectacle qui a attiré pendant six mois l'Europe intelligente et instruite dans la double enceinte du Champ de Mars et du Trocadéro. Ce n'est donc qu'un rappel des propres impressions de chacun que nous allons esquisser dans ce tableau rapide.

Et d'abord, donnons l'historique.

Ce fut le 5 avril 1876 que le *Journal officiel* publia le décret du Président de la République annonçant, pour le 1<sup>er</sup> mai 1878, l'ouverture d'une *Exposition universelle des produits agricoles et industriels*.

Un autre décret adjoignait à la Commission supérieure des expositions M. Krantz, sénateur.

Les ministres avaient oublié dans le décret originaire

les beaux-arts. Un décret, en date du 13 avril, combla cette lacune.

Dès la promulgation du décret du Président de la République, on se mit à l'œuvre, avec une activité remarquable. Le 25 avril, un rapport de M. Viollet-le-Duc à la Commission des expositions, rapport qui fut rendu public, fit connaître les projets grandioses dont on allait préparer la réalisation.

On écartait tout d'abord l'idée d'élever les monuments de l'Exposition en dehors de l'enceinte de Paris. On rejetait également les divers projets consistant à fixer l'Exposition aux Tuileries, avec couverture du jardin et des Champs-Élysées. On s'en tenait au Champ de Mars. Seulement, on lui adjoignait le Trocadéro. On devait relier ces deux emplacements par une galerie couverte passant au-dessus du pont d'Iéna. On projetait de construire au sommet du Trocadéro une salle en bois, pouvant contenir dix mille personnes.

Le cadre général de l'Exposition universelle internationale de 1867, dessiné, avec une si grande sûreté, par l'esprit encyclopédique et synthétique de M. Le Play, fut adopté pour l'Exposition de 1878, comme il l'avait été, dans ses lignes principales, pour les expositions tenues depuis 1867 chez les nations étrangères. Sauf quelques changements dans les classifications, changements nécessités par le développement considérable qu'avaient pris quelques industries qui n'avaient qu'une faible importance en 1867, et sauf la suppression du groupe X, qui comprenait « les objets spécialement exposés en vue d'améliorer la condition physique et morale de la population », le plan de M. Le Play fut adopté pour l'Exposition internationale de 1878. Les grandes divisions des classes de produits en neuf groupes formant quatre-vingt-dix classes ont été, en effet, les mêmes qu'en 1867. Seul le plan matériel a dû être complètement changé, par des considérations toutes pratiques.

On sait que le palais du Champ de Mars, en 1867,

avait une forme elliptique. Cette disposition avait présenté l'avantage de classer le long d'une même travée perpendiculaire les produits de chaque nation. Mais l'intérieur de l'édifice offrait trop peu d'ampleur à l'œil, en raison des courbes qui arrêtaient le regard. De plus, il fut difficile, après la démolition du palais, de revendre les matériaux, en raison de leur configuration elliptique. Ce fut donc la forme rectangulaire, la travée droite, qui fut adoptée pour le palais du Champ de Mars. On réalisa ainsi ces nombreuses allées rectilignes à perte de vue, que l'on a tant admirées, et l'on assura une revente avantageuse des matériaux. Ces travées rectilignes divisaient le palais du Champ de Mars en sections qui présentaient en longueur tous les produits similaires, et en largeur tous les produits d'une même nation.

C'est donc sur ce plan que devait être construit le palais du Champ de Mars. L'édifice devait être entouré d'un parc, rempli d'annexes et de constructions spéciales, et relié au Trocadéro par une galerie couverte, qui passerait par-dessus le pont d'Iéna.

Un concours fut offert à tous les architectes, pour présenter des projets répondant à ce plan général. Ouvert le 25 avril 1876, ce concours devait se terminer le 15 mai, c'est-à-dire durer 20 jours.

Le 17 mai 1876, la Commission supérieure de l'Exposition se réunit pour examiner les plans adressés au concours.

Ces plans étaient au nombre de 94. Ils furent exposés, du 18 au 22 mai, à l'École des Beaux-Arts. Aucun ne réunit les suffrages de la Commission, pour obtenir le premier ni le second prix ; aucun ne fut donc choisi pour être exécuté dans toutes ses dispositions. Cependant douze de ces projets furent distingués. Les six premiers obtinrent une prime de 3000 francs et les six autres une de 1000 francs.

Chacun de ces douze projets avait séduit par quelque une de ses parties, plus ou moins considérable, les membres

de la Commission. Il fut donc décidé qu'on emprunterait à chacun ce qui paraissait bon pour constituer le plan définitif.

C'est à cette excellente idée d'un concours d'architectes que l'on doit l'ensemble des magnifiques constructions de l'Exposition universelle de 1878, à savoir : le splendide palais du Trocadéro, avec ses galeries en fer à cheval, sa cascade, son parc, ses annexes, le tout relié à l'immense palais industriel du Champ de Mars par le pont d'Iéna, laissé à découvert.

On renonça, en effet, à relier le Trocadéro au Champ de Mars par une galerie couverte; on laissa le pont à ciel libre, en l'élargissant dans les proportions nécessaires.

Le magnifique projet du palais du Trocadéro, embrassant tout le développement du monticule par une construction architecturale en demi-cercle, était de MM. Davioud et Bourdais, qui devinrent les architectes du nouveau palais.

Les travaux préparatoires des Commissions étaient terminés. Il n'y avait plus qu'à demander l'assentiment du pouvoir législatif, qui devait accorder les fonds nécessaires à l'entreprise.

Le 26 juin 1876, le ministre, M. Teisserenc de Bort, déposait le projet de loi sur le bureau de la Chambre.

Le devis comprenait une dépense de 35 millions, en nombre rond. C'était une somme supérieure de 12 millions à celle de l'Exposition de 1867, qui ne dépassa pas 23 millions; mais on s'explique cette différence par l'augmentation des surfaces à couvrir.

Le 15 juillet 1876, la Chambre des députés adopta une loi en six articles, qui lui fut présentée, stipulant la manière dont seraient réglées ces dépenses; et le 26 juillet, le Sénat, sur le rapport de M. Krantz, adopta la même loi.

Le 1<sup>er</sup> août la loi fut promulguée, et le 6 du même mois, M. Krantz était nommé commissaire général de l'Exposition. C'était le poste qu'avait occupé, avec tant d'éclat

et avec les mêmes prérogatives, M. Le Play, dans l'Exposition universelle de 1867.

Au commencement du mois de septembre 1876, parut le règlement général de l'Exposition, dont voici les dispositions principales.

Les objets à exposer étaient divisés en *quatre-vingt-dix classes*, composant 9 *groupes*. L'exposant obtenait gratuitement la place qui lui était accordée sur sa demande. On ne lui imposait que les frais d'installation et de décoration de sa vitrine ou de son emplacement. Les exposants devaient s'entendre entre eux pour la garde de leurs produits.

Une somme de 1 500 000 francs était consacrée aux récompenses.

En même temps, des comités départementaux étaient institués, pour provoquer et organiser, dans chaque centre local, les envois pour l'Exposition. Enfin, le gouvernement adressait aux nations étrangères des invitations pour prendre part à l'Exposition. Chaque nation devait être représentée par une commission spéciale, chargée de s'entendre avec le Commissaire général.

Le 29 octobre 1876, on nomma les membres du jury d'admission pour les quatre-vingt-dix classes. Le jury, dans chaque classe, était chargé de statuer sur les demandes des exposants.

C'est alors que les travaux commencèrent, tant au Champ de Mars qu'au Trocadéro.

Au Champ de Mars on faisait des terrassements ; au Trocadéro on opérait des sondages gigantesques, pour les fondations du palais. En effet, le palais à construire sur les hauteurs du Trocadéro ne devait pas avoir une durée éphémère. Il devait survivre à l'Exposition qui l'avait fait naître. La ville de Paris s'engageait à le reprendre après l'Exposition.

Pendant que les ingénieurs du palais du Trocadéro creusaient, jusqu'à 20 mètres au-dessous du sol de la colline, d'immenses puits, dans lesquels on coulait du

béton, qui devait, une fois sec, former les piliers et souterrains de cette construction colossale, les établissements du Creusot et les usines Cail, à Paris et à Lille, forgeaient les piliers de fer qui devaient composer le palais du Champ de Mars. En même temps, le *Journal officiel* publiait, tous les trois ou quatre jours, des décrets, des arrêtés, organisant quelques-uns des détails de cette immense entreprise.

C'était le 16 janvier 1877 qu'expirait le délai accordé pour les demandes d'admission. Bien que les demandes fussent fort nombreuses, et dépassassent considérablement le nombre de celles qui avaient été adressées en 1867, le délai fut prorogé jusqu'au 1<sup>er</sup> février 1877.

Un évènement politique, survenu inopinément, le 16 mai 1877, parut un moment de nature à compromettre gravement l'avenir de l'Exposition. On redoutait, à un bref délai, des troubles dans le pays, et cette perspective faisait suspendre les préparatifs à une grande partie des fabricants, en France et à l'étranger. L'incertitude et l'anxiété étaient surtout grandes à l'extérieur. Dans divers Parlements, des interpellations furent faites sur la question de savoir s'il convenait de poursuivre les préparatifs commencés en vue de l'Exposition de Paris. M. Krantz recevait des lettres, auxquelles il était obligé de répondre (quoique sa propre confiance ne fût pas restée peut-être à l'abri de toute atteinte) pour assurer que l'ouverture de l'Exposition se ferait ponctuellement à la date indiquée.

Le Président de la République avait cru devoir, peu de jours après le 16 mai, calmer l'inquiétude générale au sujet des retards que pouvait subir l'Exposition. Le 25 mai 1877, le Président de la République faisait une visite solennelle aux travaux du Champ de Mars. Cette visite avait été annoncée au Commissaire général par le successeur de M. Teisserenc de Bort au ministère de l'Agriculture, M. le comte de Meaux, dans une lettre où M. de Meaux jugeait que « le moment était venu de

rassurer les grands intérêts du travail et de la paix contre les intrigues de ceux qui s'efforcent de compromettre l'œuvre de l'Exposition universelle au profit de leurs passions politiques ».

Cependant la confiance revint peu à peu. Les commissions étrangères reprirent leurs travaux. C'est alors que vint l'idée d'utiliser celle des façades intérieures du palais du Champ de Mars qui donnait sur les sections étrangères, pour reproduire des types de constructions des différents pays. La réalisation de ce projet créa une des merveilles du Champ de Mars : *l'allée des Nations étrangères*.

L'étranger, qui jusque-là avait donné peu de signes de vie, se réveilla. On se disputa le terrain ; si bien qu'il fallut construire dans le parc du Champ de Mars des annexes, qui augmentèrent de plus de 40 000 mètres les surfaces couvertes.

En même temps, l'Exposition s'étendait à droite, et débordait sur la place des Invalides, où l'on installait les concours d'animaux. Elle descendait le long des berges de la Seine, où l'on organisait un aquarium de pisciculture marine des expositions, des ports et de la marine et l'on utilisait une carrière abandonnée du Trocadéro pour y établir un aquarium d'eau douce de 3000 mètres cubes.

La Prusse avait nettement refusé, à l'époque de la première organisation, de prendre part à l'Exposition universelle de Paris. Était-ce jalousie, crainte de comparaisons qui auraient trahi son infériorité industrielle ? Était-ce une menace à terme éloigné ? On ne savait trop comment expliquer cette abstention. On fut donc heureux d'apprendre que le gouvernement de Berlin, comme s'il eût regretté sa première résolution, permettait aux artistes allemands de prendre part à l'Exposition des beaux-arts.

Au mois d'octobre 1877, les jurys d'admission avaient terminé leur œuvre. 20 595 exposants français étaient admis. Les mêmes jurys se transformèrent en jurys d'in-

stallation, et procédèrent au choix et à la confection des vitrines, décorations, etc., dont les frais étaient votés par eux et supportés par les exposants.

À l'heure et au jour dits, c'est-à-dire le 1<sup>er</sup> mai 1878, à une heure, eut lieu l'inauguration officielle. L'œuvre était loin d'être terminée. Beaucoup de travaux d'une grande importance n'étaient pas même commencés; mais il eût été impossible de ne pas ouvrir à la date annoncée.

Cette inauguration se fit de la manière la plus solennelle, et au milieu d'une affluence considérable. En dépit d'un ciel pluvieux, cinq cent mille curieux environ se pressaient autour du Champ de Mars et du Trocadéro, et l'on constata, le soir, cent vingt mille entrées.

Du haut de la *loggia* du palais du Trocadéro, le maréchal de Mac-Mahon, président de la République, entouré d'un brillant état-major civil et militaire, et de quelques princes étrangers, déclara l'Exposition ouverte.

De fait, l'Exposition n'était qu'entr'ouverte. Il fallut plus d'un mois pour achever les œuvres secondaires qui fourmillaient dans cet espace immense. Mais, grâce à l'activité et au bon esprit de tous, le travail se termina, et vers le 1<sup>er</sup> juin la grande Exposition universelle internationale étalait ses prodiges.

C'est le spectacle de cet imposant ensemble que nous avons à décrire rapidement, ou plutôt, comme nous le disions en commençant, à rappeler au souvenir de nos lecteurs <sup>1</sup>.

L'Exposition se divisait en deux parties bien distinctes : le Trocadéro, avec son parc et ses annexes; le palais du Champ de Mars, avec son parc et ses annexes.

On se demande quelquefois ce que signifie le nom de *Trocadéro*. Ce nom fut donné, en 1823, en souvenir de la victoire du duc d'Angoulême contre les insurgés de Cadix et de la prise du fort du *Trocadéro*, qui protège

1. Le plan qui se trouve à la fin de ce volume permettra de suivre l'ordre de cette revue.



Cadix, à une butte énorme qui fait partie de la colline de Chaillot et se relie à la colline de Passy. En 1823, lorsque le monticule de Chaillot fut ainsi baptisé, le *Trocadéro* était couvert de jardins maraîchers, et ses flancs étaient creusés de nombreuses galeries souterraines, provenant d'anciennes carrières de pierre. Ces excavations souterraines ont créé beaucoup de difficultés quand on a bâti les fondements du palais de 1878.

La colline du Trocadéro n'avait pas été mise heureusement à profit par l'Exposition de 1867. On s'était contenté de niveler ses pentes, et de faire une espèce de square sur le terrain excessivement incliné qui descendait jusqu'à la Seine. On dépensa là 20 millions, pour n'obtenir qu'une sorte d'escalier, inutile et disgracieux.

Nous avons dit comment la Commission supérieure de l'Exposition de 1878 adopta le magnifique plan de MM. Davioud et Bourdais, consistant à bâtir au sommet du Trocadéro un palais, flanqué de galeries demi-circulaires, et à consacrer les pentes de la colline à un parc abritant les annexes d'une partie de l'Exposition.

Le palais proprement dit, qui est resté acquis à la ville de Paris, est une des plus belles créations de l'architecture moderne.

Le premier étage se compose d'une *loggia* demi-circulaire, haute, étroite, mais d'un imposant aspect, percée de nombreuses baies, dont les arcades évasées décrivent une rangée d'élégantes ogives. Le mur extérieur est plaqué de pilastres carrés, qui, par leur forte saillie, remplacent, avec plus de solidité et non moins de grâce, la colonnade classique. Ces pilastres sont d'une dimension démesurée. Leurs stylobates s'appuient sur le frontispice de la pièce d'eau qui sert de base à la partie centrale du monument.

Le deuxième étage est, au contraire un promenoir, bas et large, pavé de mosaïque.

Le troisième étage forme une terrasse, d'où l'on a un splendide point de vue sur Paris et le cours de la Seine.

De ce troisième étage s'élanche le dôme, flanqué de ses deux tours, d'une hauteur hors de toute proportion. La statue de la *Renommée*, de M. Mercié, surmonte ce dôme. Autour de la terrasse règne une balustrade, interrompue par des piédestaux supportant des statues.

Les deux galeries circulaires, qui décrivent un demi-cercle plein de grâce et d'élégance, viennent se rattacher au corps central. Leurs colonnades se développent avec une magnifique ampleur.

Par la position qu'elle occupe, la pièce d'eau fait partie intégrante de l'édifice. L'eau s'élanche, en large nappe, du centre du soubassement, et s'épanche dans une série de gradins, pour aboutir à un bassin commun.

Au-dessous s'étend l'immense parterre créé sur les pentes de la colline.

La salle des Fêtes, la pièce que renferme la rotonde, est de dimensions immenses et d'un effet imposant. On y arrive par deux grands escaliers intérieurs.

Après cette salle principale, on a ménagé, dans le bâtiment des galeries, des salles plus petites, occupant le deuxième étage.

Les salles du palais du Trocadéro n'ont pas, en effet, été uniquement consacrées à des concerts et à des fêtes. Le côté droit a reçu les collections de l'art et de l'industrie historiques et antéhistoriques. L'aile gauche a abrité, pendant la plus grande partie de la durée de l'Exposition, des réunions savantes, des congrès, des conférences scientifiques.

Voici la liste des différentes réunions et congrès scientifiques qui se sont tenus au palais du Trocadéro, du 15 juin au 15 octobre, date qui en a marqué la clôture :

Agriculture (du 15 au 20 juin).

Institutions de prévoyance (du 1<sup>er</sup> au 7 juillet).

Démographie (du 5 au 9 juillet).

Sciences ethnographiques (du 15 au 17 juillet).

- Géomètres experts (du 18 au 20 juillet).  
 Étude du développement et de l'amélioration des  
 moyens de transport (du 22 au 27 juillet).  
 Architectes (du 29 juillet au 3 août).  
 Hygiène (du 1<sup>er</sup> au 10 août).  
 Médecine mentale (du 5 au 10 août).  
 Génie civil (du 5 au 14 août).  
 Service médical des armées en campagne (12, 13,  
 14 août).  
 Médecine légale (12, 13, 14 août).  
 Étude des questions relatives à l'alcoolisme (13 et  
 14 août).  
 Homœopathie (du 12 au 14 août).  
 Sciences anthropologiques (du 16 au 21 août).  
 Commerce et industrie (du 16 au 22 août).  
 Botanique et horticulture (du 16 au 23 août).  
 Météorologie (du 24 au 28 août).  
 Géologie (du 29 août au 4 septembre).  
 Unification des poids, mesures et monnaies (2, 3,  
 4 septembre).  
 Sériciculture (du 5 au 11 septembre).  
 Propriété industrielle (du 5 au 17 septembre).  
 Club Alpin français (les 6 et 7 septembre).  
 Patronage des prisonniers libérés (du 12 au 14 sep-  
 tembre).  
 Propriété artistique (du 18 au 21 septembre).  
 Géographie commerciale (du 23 au 28 septembre).  
 Amélioration du sort des aveugles (du 23 au 30 sep-  
 tembre).  
 Société des Amis de la Paix (du 26 au 30 septembre).  
 Brasseurs (du 10 au 15 octobre).  
 Du palais du Trocadéro la colline descend, en pente  
 douce, vers la Seine. Entre le palais et le fleuve s'étend  
 le parc, qui occupe plus de 150 000 mètres carrés, et dans  
 lequel se groupaient une foule de petits édifices, ainsi  
 que des constructions d'une grande importance, recélant  
 les produits de différentes industries ou les spécimens

dé l'art des mines, de l'art de l'ingénieur et des sciences appliquées.

Les pentes de la colline étaient couvertes de larges tapis de gazon, semés de corbeilles de fleurs rares, de bouquets d'arbres verts, de bassins et d'eaux jaillissantes. Çà et là s'élevaient, capricieusement distribuées, les plus curieuses constructions.

A droite, une pagode chinoise avec ses clochetons, son toit recourbé, ses murs découpés et peints de mille couleurs, et une tour de bois pyramidale, s'élançant dans l'espace. Près de l'exposition chinoise était le pavillon du shah de Perse, avec ses splendeurs de tous genres. Venait ensuite un temple égyptien, masse blanche, sévère et froide, sans ornement ni sculpture, composée de blocs superposés, d'un caractère saisissant de force et de majesté. Puis une mosquée algérienne, avec ses grandes murailles blanches, égayées par une imbrication colorée courant le long de la frise, et surmontée de son minaret, composé d'une forte tour carrée, crénelée, que couronnait un dôme se terminant en une flèche aiguë.

Sur le côté gauche du parc, dans un pli de terrain, entouré de petites boutiques de marchands arabes, algériens, tunisiens, marocains, s'élevait le magnifique pavillon de l'*exposition de l'Algérie*, ravissante construction, qui fait le plus grand honneur aux architectes qui l'ont exécutée. L'édifice se composait de quatre ailes, enveloppant un jardin planté d'arbres propres au climat africain. A l'intérieur de ces quatre galeries on avait réuni tout ce qui concerne l'industrie et la production agricole de notre colonie d'Alger. Cet édifice élégant et spacieux n'a pas cessé un moment d'attirer la curiosité générale.

Les échantillons des carrières de marbre français se dressaient en une rotonde circulaire, composée de colonnes isolées représentant chacune une des sortes de marbre des carrières pyrénéennes.

Le magnifique *pavillon des eaux et forêts*, le pavillon

de la météorologie, celui de l'horlogerie, le pavillon des phares, se touchaient, comme pour montrer, réunies et rapprochées l'une de l'autre, les forces abstraites de la science et leurs applications diverses à l'industrie et aux arts.

Le pavillon des insectes utiles et nuisibles, l'union céramique, une maison de colons alsaciens, occupaient une partie du côté gauche du pavillon.

Citons encore le grand entonnoir solaire de M. Mouchot, qui semblait demander à un ciel trop avare des flots de lumière qui lui ont trop souvent manqué.

En dehors du parc et même hors du terrain de l'Exposition, on avait relegué, nous ne savons par quelle exception regrettable, les collections de l'anthropologie et le pavillon des engrais chimiques de M. Georges Ville. Il fallait franchir un énorme et haut escalier de bois pour descendre dans le bas-fond où étaient, pour ainsi dire, dissimulés ces deux pavillons, dignes d'un meilleur sort.

Sur les côtés du parc s'élevaient, capricieusement distribués, vingt édifices princiers, reproduisant l'architecture du Maroc, de la Tunisie, du Japon, singulièrement découpés, fouillés, ouvragés, riches d'ornements, étranges de lignes et d'aspect; puis des chalets rustiques propres aux peuples septentrionaux, avec leurs toits couverts de chaume et leurs galeries sculptées.

Pour couronner ce magnifique ensemble, pour encadrer ce spectacle sans égal, vous aviez, comme décor de fond, la splendide cascade, véritable rivière, qui semblait sortir, comme une nappe argentée, des fondements mêmes du palais. Cette masse énorme d'eau, tombant dans un vaste bassin, se brisait en flots tumultueux, rejaillissait, en formant un brouillard d'écume, et descendait ensuite, comme les cascades du château de Saint-Cloud, en nappes secondaires, par un escalier de dix marches, jusqu'à une immense vasque de marbre, où elle formait un lac transparent et tranquille. Tous ces beaux effets hydrauliques,

dominant une admirable réunion d'œuvres artistiques et architecturales de toute sorte, remplissaient à la fois l'esprit et les yeux des plus vives impressions.

C'est à l'entrée du Champ de Mars que s'élevait le palais de fer et de verre renfermant les produits les plus importants de l'exposition industrielle, ainsi que les œuvres d'art.

Pour se rendre du palais du Trocadéro au Champ de Mars, on traversait le pont d'Iéna, élargi dans les proportions convenables, et recouvert d'un parquet de bois. De petits repos, artistiquement façonnés, procurant à la fois le siège et l'abri, étaient distribués à droite et à gauche des deux parapets du pont.

Quand on avait franchi le pont d'Iéna, on se trouvait devant un second parc, tout aussi heureusement distribué que celui du Trocadéro. C'est là que se groupaient les plus beaux produits de l'horticulture : fleurs rares et arbustes précieux. La grande allée qui conduisait à la porte d'honneur, était plantée de lauriers communs, de lauriers-roses et de magnolias.

C'est ainsi que l'on arrivait devant la façade principale du palais Champ de Mars, qui s'étend parallèlement à la Seine, occupant une longueur d'environ 350 mètres.

Trois portes colossales donnent accès dans le palais. Une longue rangée de statues, représentant les divers peuples du monde civilisé, les écussons et drapeaux de toutes les nations, entremêlés d'une foule de symboles et d'allégories, ornent cette façade, dont l'effet décoratif est de la plus grande majesté. Quand on montait sur le large balcon qui surmonte la porte d'honneur, on embrassait d'un coup d'œil tout l'ensemble du parc du Trocadéro, avec son palais colossal, et l'on jouissait ainsi d'un spectacle qui s'incrustait fortement dans le souvenir ; car il n'est pas probable que dans une carrière d'homme on ait l'occasion d'en revoir de pareil.

Entrons dans le palais. Nous nous trouverons dans le

*vestibule d'honneur*, et nous comprendrons tout de suite la division du palais du Champ de Mars en trois grandes sections longitudinales, qui sont :

Au milieu, trois corps de bâtiment, séparés par des jardins, et contenant l'*exposition des beaux-arts* de toutes les nations, coupée elle-même, dans son trajet, par l'*exposition de la Ville de Paris*;

A gauche, l'*exposition française*;

A droite, l'*exposition étrangère*.

Le *vestibule d'honneur*, qui servait, pour ainsi dire, d'introduction aux trois grandes divisions de l'Exposition internationale, a été le rendez-vous de la foule. C'était un point de repère d'où l'on se rendait aux différentes sections que l'on voulait parcourir. Aussi avait-on réuni dans cette immense galerie tout ce qui pouvait exciter la curiosité et l'intérêt du visiteur.

Au centre, sous la grande coupole, se dressait l'horloge monumentale, à quadruple cadran, de M. Farcot. Le pendule, indépendant de l'horloge, était attaché au sommet de la coupole, et rappelait le célèbre et historique pendule de Foucault, qui excita tant de surprise et d'admiration dans l'église du Panthéon. La tige de ce pendule n'avait pas moins de 24 mètres de longueur.

A gauche de l'horloge était la vitrine renfermant les diamants de la couronne et la splendide collection de diamants, parures et diadèmes de toutes sortes, qui n'a cessé d'exciter l'admiration béate des badauds des deux mondes.

A gauche de la vitrine des diamants et parures s'étendaient les pavillons des manufactures de Sèvres, des Gobelins et de Beauvais. Les plus beaux et les plus récents travaux de la manufacture de porcelaine de Sèvres attiraient l'admiration de tous les connaisseurs en produits céramiques, tandis que les amateurs de tapisseries se délectaient les yeux à la vue des magnifiques œuvres des Gobelins et de Beauvais.

La partie étrangère du *vestibule d'honneur* contenait

les collections du prince de Galles. Un pavillon indien tout en bois, découpé à jour, contenait une partie de ces collections. La statue équestre du prince de Galles figurait au milieu.

Le *vestibule d'honneur* se terminait, à droite, par le gigantesque trophée du Canada, avec son escalier en spirale, entouré des échantillons des mines de l'Australie.

Une statue équestre de Charlemagne, placée à l'extrémité gauche du *vestibule d'honneur*, et faisant partie d'une exposition de métallurgie, dominait cet ensemble, paraissant couvrir de son sceptre impérial toutes les œuvres contenues dans cette riche galerie.

Nous disons que la division générale du palais du Champ de Mars, c'était, au milieu, la *Galerie des beaux-arts*; à gauche, l'*Exposition française*; à droite, l'*Exposition des nations étrangères*. Nous n'avons rien à dire, dans un recueil comme le nôtre, de l'Exposition des beaux-arts; mais la série de galeries consacrées à la partie artistique de l'Exposition était flanquée d'une artère si intéressante, et dont il a été tant parlé, que nous ne pouvons nous dispenser de la mentionner, avant de nous engager dans la description sommaire de l'Exposition française. Nous voulons parler de l'avenue qui s'ouvrait à droite de l'horloge, dans le *vestibule d'honneur*, que l'on a appelée la *rue des Nations étrangères*, et qui était attenante à la galerie des beaux-arts.

Formant une avenue qui n'avait pas moins de 650 mètres, la *rue des Nations étrangères* présentait une série de façades, reproduisant des spécimens des architectures propres aux nations qui figuraient à l'Exposition.

Les façades anglaises ouvraient la marche. Il faut dire les façades, car plusieurs édifices étaient consacrés à représenter les différents styles et les différentes époques de l'architecture anglaise.

C'était d'abord le type d'un manoir seigneurial anglais du dix-septième siècle. Simple petit hôtel en



briques rouges, à un seul étage, avec un balustre de pierres formant balcon, cet édifice était occupé par la Commission anglaise. La façade suivante était celle du pavillon du prince de Galles, bâtie sur le modèle de celle d'un château appartenant au prince de Galles en Angleterre. Venait ensuite une simple maison de ville, construite en bois et en plâtre, façade sévère, symbolisant l'esprit et le caractère de la vieille Angleterre, rappelant l'usine et le comptoir du marchand par ses puissantes armatures de fer et la sobriété de sa décoration. On voyait encore l'entrée seigneuriale d'un manoir anglais, qui servait d'entrée principale à la section anglaise. Une belle grilla de fer forgé, appuyée sur de riches pilastres, supportait des lions gardant l'écusson d'Angleterre, avec cet exergue religieux : *Quid retribuam Domino?* « Quelles actions de grâces rendrons-nous au Seigneur? »

La façade suivante était celle des États-Unis d'Amérique, construction rigide et sobre, mais d'un aspect imposant et qui pouvait également convenir, selon l'esprit éminemment pratique de cette nation, à une station de chemin de fer, à une gare, à l'entrée d'un dock ou d'un vaste magasin consacré aux affaires. Aucun ornement pour égayer ou colorer, mais seulement du fer, du bois, de la pierre et du verre. Tout cela solide et pratique comme le génie du peuple américain.

Deux chalets fort simples, réunis par une galerie et faisant une heureuse diversion à la construction précédente, représentaient l'architecture de la Suède et de la Norvège. Ces deux pavillons avaient été bâtis par des ouvriers scandinaves, avec des poutres largement équarries, des troncs de sapin superposés avec goût, dans le style roman du douzième siècle. Le ton naturel du bois donnait à l'ensemble une coloration très-harmonieuse.

La façade de l'Italie, lumineuse et diaprée de vives couleurs, rappelait l'architecture florentine et véné-

tienne, tout en reproduisant l'aspect d'un palais de Milan. Les vastes arceaux, supportés par des colonnes de marbre ou de porphyre, donnaient entrée dans une galerie contenant des statues, des portraits ou des médaillons richement coloriés des savants, des artistes ou des poètes de l'Italie, avec le buste du feu roi Victor-Emmanuel et les portraits du roi Humbert et de la reine Marguerite. C'était le digne vestibule de l'exposition d'un pays admirablement doté par la nature et les arts.

La façade japonaise, qui venait ensuite, assez grossière d'aspect, et d'une simplicité par trop rustique, représentait l'entrée d'une maison de campagne. Tout se réduisait à une énorme porte de bois avec sa couleur naturelle, se développant sur d'énormes poteaux taillés carrément. Au fond, un grand panneau, sur lequel on avait peint un paysage du Japon, avec le plan de Tokio, la résidence impériale, et de chaque côté des fleurs de nénuphar en faïence peinte, d'où sortaient deux jets d'eau. En résumé, effet disgracieux.

La façade chinoise offrait plus d'intérêt, mais n'avait pas beaucoup plus d'élégance. C'était la reproduction d'une porte du palais de Pékin. Tous les morceaux en avaient été apportés de Chine, et peints sur place par des ouvriers chinois. Le toit avait cette silhouette bizarre et fantastique dont les Chinois ont le secret.

Après la Chine, l'Espagne développait sa belle façade, toute ruisselante de dorures, fouillée de sculptures délicates et offrant un vrai régal pour les yeux. C'était l'Alhambra, Grenade, Séville, Cordoue, heureusement résumés et ouvrant dignement la porte sur l'exposition d'Espagne, pays des Velasquez, des Murillo et des Goya. En fait, on avait voulu reproduire un fragment de l'Alhambra de Grenade.

Une longue et monumentale colonnade, d'un caractère sobre et d'une couleur grise, qui contrastaient avec la précédente construction, représentait l'Autriche-Hongrie. Le portique formé par cette colonnade était surmonté

d'une rangée de statues, et abritait sous ses arcades plusieurs autres belles statues : l'empereur François-Joseph, Albert Durer, et Beethoven.

La Russie, qui suivait l'Autriche, n'avait pas cherché à nous donner une idée de l'art byzantin. Elle visait à la simplicité. Elle avait fait construire une habitation en bois, qui reproduisait la maison où est né Pierre le Grand, et qui est le type de la demeure des boyards moscovites. L'escalier conduisant au premier étage était emprunté au Kremlin. Toute la construction résultait de l'assemblage de simples madriers de bois ; mais la simplicité avait été si habilement mise à profit, que l'on avait trouvé le moyen de rappeler en même temps les habitations des mougicks et les maisons des grands seigneurs.

La Suisse avait construit une habitation du dix-septième siècle, telle qu'on en voit encore dans le canton d'Argovie. Une grande porte, large de 12 mètres, était surmontée d'une terrasse, couronnée elle-même par une coupole peinte en couleur d'azur et semée d'étoiles d'argent. Au milieu de la terrasse s'élevait une horloge, flanquée de deux mannequins, couverts d'armures bourguignonnes, provenant de la bataille de Morat. Les écussons des vingt-deux cantons helvétiques décoraient la frise. Les vieilles maisons, les beffrois, les clochers, les vitraux gothiques, tout cela était donc réuni, artificiellement sans doute, mais non sans grâce.

La façade belge était peut-être la plus remarquable par son aspect, bien que sa couleur fût grise et terne. Construite dans le style des vieux monuments du seizième siècle, d'Anvers, de Bruxelles et de Liège, cette façade étonnait par la puissance de ses formes, le soin des détails et la richesse des matériaux. C'étaient des colonnes de marbre précieux, des pierres taillées avec soin, des statues finement sculptées. L'édifice semblait avoir été construit pour défier les siècles, au lieu d'exercer la simple fonction d'un décor temporaire.

Venait ensuite la Grèce, avec sa petite façade lumineuse

et coquette. Ce minuscule édifice, blanc et or, qui représentait une maison du temps de Périclès, se composait d'un seul étage, avec une petite *loggia* et la statue de Pallas près de la porte.

Le Danemark avait une construction agréable, mais sans caractère.

L'Amérique méridionale rappelait assez heureusement, dans les détails de son architecture, le type curieux des Incas et des Aztèques, le pays du soleil et de l'or.

Une réunion de petites façades colorées, rayées de rouge, à la façon des étoffes tunisiennes et mauresques, représentait les expositions de l'empire du Birman, des royaumes de Siam et de Perse, de la régence de Tunis et de la principauté de Monaco. Il n'y avait pas jusqu'à la république de San-Marin qui n'eût sa petite fenêtre en façade, à l'entresol, au-dessus de la porte élégante, apanage de la principauté de Monaco. Cette dernière principauté était représentée, avec le grand-duché de Luxembourg, par une façade commune.

La façade qui attirait le plus le regard, par ses magnificences artistiques, était celle du Portugal. C'était un spécimen d'un superbe cloître gothique situé sur les bords du Tage, non loin de Lisbonne. Le portail avait été fidèlement reproduit d'après les dessins rapportés du Portugal. Seulement, on avait cru devoir remplacer, sur les consoles, les saints et patrons du Portugal par les figures d'hommes célèbres de ce pays, savants, poètes et amiraux : Le Camoëns, Vasco de Gama, Albuquerque, Pinto, Ribeira, etc.

Cette magnifique avenue se terminait par la façade des Pays-Bas. C'était une maison du seizième siècle, et la reproduction réduite de l'hôtel de ville de La Haye, construit en 1581, édifice solide, vigoureux et riche, comme la Hollande elle-même.

Là se terminait la *rue des Nations étrangères*. Lorsque, après ce court et instructif voyage à travers le monde civilisé, on se retournait, pour embrasser du re-

gard l'espace parcouru, on éprouvait un vif plaisir à contempler l'ensemble de cette avenue, si variée de formes, si accidentée de lignes, si riche de couleurs, au bout de laquelle on voyait se dresser à l'horizon les tours babyloniennes du palais du Trocadéro.

Après cette rapide excursion dans la *rue des Nations étrangères*, nous reviendrons au *vestibule d'honneur*, pour parcourir, à grandes enjambées, les parties de la *section française* qui peuvent intéresser nos lecteurs.

La *Section française* se composait de 5 galeries :

- 1° Galerie des *Arts libéraux*,
- 2° Galerie du *Mobilier*,
- 3° Galerie des *Tissus et vêtements*,
- 4° Galerie des *Industries extractives*,
- 5° Galerie des *Machines*,

Les *Produits alimentaires* occupaient quelques salles voisines.

Les premières salles de la *galerie des Arts libéraux* étaient consacrées au *Matériel de l'Instruction publique*. Dans le 1<sup>er</sup> salon, celui des Missions scientifiques, étaient : le fac-simile d'une porte de Carthage, provenant de la mission de M. de Sainte-Marie, — divers objets provenant de la mission de M. André dans la Colombie, et de la mission Alphonse Pinard et de Cessat au Pérou, — un portique péruvien et une fontaine péruvienne, reproduction de celle qui occupait autrefois le centre de la place de Concha et dont les estampages ont été rapportés par M. Wiener, — une collection de poteries anciennes du Pérou, — le plan de la mer intérieure projetée en Afrique, par le commandant d'état-major Roudaire, — une collection de cartes de la Société de topographie des Gaules, — des tableaux de physiologie envoyés par M. Paul Bert, — les appareils de M. Mouchot pour l'utilisation de la chaleur solaire.

Dans le salon suivant, outre la bibliothèque des mem-

bres du corps enseignant : les sidérostats de Foucault, — les microscopes polarisants de M. Descloizeaux, — les fossiles de M. Deslongchamps, — les préparations anatomiques de M. Sappey.

Dans le 3<sup>e</sup> salon, consacré à l'*Enseignement primaire et secondaire*, étaient les plans en relief provenant du Doubs et de la Haute-Saône, — plusieurs musées scolaires, — une bibliothèque scolaire modèle, — un album de travaux manuels des écoles municipales de Lille.

Dans les salles consacrées au *Matériel de l'enseignement supérieur*, on remarquait : le projet de reconstruction de l'École centrale des arts et manufactures, — le plan en relief de la nouvelle Faculté de médecine de Lyon, — les envois de l'Observatoire du pic du Midi.

En ce qui touche l'enseignement secondaire, on remarquait : l'exposition de l'École supérieure de commerce et de tissage de Lyon, — les expositions des Sociétés industrielles de Saint-Quentin et de Reims, — l'exposition de l'École professionnelle de typographie, — celles des tissages et broderies mécaniques, — celle de l'exposition de la ville d'Amiens, — l'*Union des fabricants*, contenant tous les spécimens des dessins, modèles et marques de fabrique.

L'*Enseignement des adultes* comprenait trois salons. Les produits réunis ici ressemblaient, par leur objet, à ceux des salons précédents : c'étaient des collections des œuvres des écoles professionnelles et autres. L'Exposition des frères de la Doctrine chrétienne était particulièrement intéressante.

La classe 9 (*Imprimerie et Librairie*) occupait les salons suivants. C'est là qu'étaient réunies les publications de l'imprimerie et de la librairie française, les ouvrages des Hachette, des Didot, des Chaix, des Furne et Jouvot, des Baillières, des Plon, des Guillaumin, des Quantin, des Delalain, des Delagrave, etc., etc.

La classe 15 (*Instruments de précision*) occupait plu-

sieurs salles. Une salle était consacrée aux baromètres, thermomètres, lunettes et compas. On voyait dans une autre salle les microscopes de Nachet, de Verick, de Prazmowski, — les produits des manufactures de verres pour l'optique, — l'exposition Radiguet, comprenant les modèles de petites machines à vapeur pour la démonstration, — les instruments électriques de Bréguet, — les lunettes astronomiques de Bardou, — la boussole électrique de M. E. Bisson, destinée à prévenir les déviations que les pièces de fer du navire font éprouver à la boussole ordinaire, — les pantographes de M. Gavard, qui sont employés pour la réduction des cartes, plans et dessins, — la balance-type de M. Collot, qui a servi aux travaux de la Commission internationale du mètre.

La classe 14 (*Médecine, hygiène et assistance publique*) était parcourue par des visiteurs avec curiosité. Dans les vitrines se trouvaient toutes sortes d'appareils de chirurgie et d'orthopédie, ainsi que des pièces anatomiques. On remarquait surtout les modèles d'anatomie en carton peint de M. Auzoux, qui sont en usage dans les écoles de médecine d'un grand nombre de pays, pour l'étude de l'anatomie, — les collections des chirurgiens dentistes représentant les appareils dentaires et la manière de les confectionner et de les appliquer, — le nouvel appareil pour la transfusion du sang, — les collections d'instruments de chirurgie des Charrière, des Mathieu, des Lürer, etc.

La classe 10 (*Papeterie, reliure, matériel de la peinture et du dessin*) renfermait tous les accessoires nécessaires aux arts graphiques, plumes, papier, crayons, encre, registres, albums, cartes à jouer, etc. Une collection de cires à cacheter était assez curieuse. Là se trouvait l'exposition des fabriques de MM. Montgolfier, Jehannot, Laroche-Joubert, Bécoulet, etc.

Dans une galerie transversale était l'exposition des reliures industrielles et des reliures artistiques, contenant

un exemplaire des *Évangiles* de Bida, dont la reliure, imitation de mosaïque, avec filets dorés, vaut 5000 francs.

Venait ensuite l'*exposition de photographie*. On voyait là les belles reproductions de M. Goupil, celles de M. Valery, les photographies agrandies de M. Liébert, celles de M. Lejeune et de M. Etienne Carjat; les paysages d'après nature de M. Jaurand, les photographies hippiques de M. Reutlinger, des portraits par MM. Mulnier, Truchelut, Deroche, etc., etc.

La classe 16 (*Cartes et appareils de géographie et de cosmographie*) présentait moins de développement que l'on aurait pu s'y attendre, vu l'extension qu'ont prise en France, depuis, sept à huit ans, les études géographiques. L'état actuel de la géographie n'était certainement pas représenté par les produits de cette classe. Cependant les cartes de toutes les parties du monde s'étaient sur les murs, et plusieurs plans en relief figuraient sur les tables de milieu.

Le premier salon était occupé par le dépôt des cartes et plans de la marine et les cartes du Ministère de la guerre; le deuxième renfermait la carte de France en relief géologique. De très-belles cartes avaient été exposées par la maison Hachette et par M. Delagrave. Dans le troisième salon étaient les cartes de la *Société statistique de Paris*.

La classe 13 (*Instruments de musique*) offrait beaucoup d'intérêt pour les amateurs. Deux salons, avec une rotonde au centre, étaient consacrés aux instruments de musique. Des pianos, des orgues, des harmoniums, des pianos automatiques et à orchestre, occupaient le milieu. Les murs étaient couverts de vitrines remplies d'instruments de toute sorte: violons, altos, violoncelles, contre-basses; instruments à vent, en bois, en cuivre, en argent, flûtes, hautbois, saxophones, clarinettes, bassons, timbales, etc. Au centre, c'est-à-dire dans la rotonde, on remarquait un orgue de Cavallé-Coll, des pianos de Pleyel, de Herz et d'Erard. Les harpes, les



ophicléides, les cornets à piston, garnissaient le fond du deuxième salon.

Une porte latérale donnait accès dans un promenoir couvert, où l'on avait placé les vitrines des éditeurs de musique, les Girod, les Mackar, les Lemoine, les Heugel, les Grus, les Brandus, etc.

La *galerie du Mobilier* contenait une infinité de salles. Nous négligerons celles qui ne se rapportaient, par aucun côté, aux applications des sciences, pour signaler celles qui participaient de cet élément. A ce titre nous mentionnerons la classe 19 (*Cristaux et Verreries*).

Rien n'était plus brillant, plus éblouissant, que la collection de verres et cristaux groupée avec art dans cette magnifique travée. Sur la décoration du fond, blanche, avec ornement de feuillages, se détachaient de splendides groupes de cristaux, dont les mille facettes, décomposant la lumière, produisaient l'effet d'un rêve des *Mille et une nuits*. Les splendides lustres de Baccarat et de Saint-Gobain, et toute la profusion des verreries, lançaient des feux de toute couleur. Joignez à cela les deux immenses glaces qui se dressaient orgueilleusement, et vous aurez un spectacle qu'il est difficile d'oublier.

Les glaces occupaient le milieu de la galerie. C'étaient d'abord, la glace monumentale de Saint-Gobain, mesurant 27 mètres carrés, et celle de Jaumont, de 19 mètres carrés. Une glace de la manufacture d'Aniche (Nord) était également à citer. Autour se groupaient les produits des verreries les plus importantes de la France.

Mais ce qui attirait le plus le regard du public, c'était le brillant kiosque de Baccarat. Ce kiosque était composé de six colonnes en cristal, avec balustrade également en cristal. Au centre se dressait un Mercure en bronze argenté. On attribue à cette pièce une valeur de 100 000 francs.

Une foule d'objets, lustres, lampes, vases, caves à liqueurs, etc., étaient exposés par d'autres fabriques de cristaux.

Le verre trempé figurait dans la même travée. Les échantillons de ce produit nouveau étaient examinés avec beaucoup d'intérêt.

La *Céramique*, composant la classe 20, suivait les verres et cristaux.

L'exposition de *Céramique* réunissait les produits des principales manufactures de France. Sèvres, comme nous l'avons dit, figurait dans le *Vestibule d'honneur*.

De grandes tables, placées au centre, étaient surchargées de statuette de porcelaine, de biscuit ou de terre cuite. Les murs étaient couverts de faïences, de terres cuites, de laves émaillées. Les porcelaines de Limoges, placées au centre, étaient des plus remarquables. Un divan était surmonté d'un magnifique vase sortant des manufactures de Creil et Montereau. Les produits de la manufacture de M. Deck, à Paris, étaient particulièrement remarquables. Les faïences et les terres cuites signalaient un progrès nouveau dans le domaine de l'art industriel, par la perfection du dessin et l'harmonie des couleurs.

La classe 26 (*Horlogerie*) a été visitée par une foule incessante; ce qui s'explique par l'intérêt des mécanismes et leur nouveauté relative.

A l'entrée de la travée réservée à cette partie des arts mécaniques, étaient suspendus trois carillons, ceux de M. Colin, de M. Paul Garnier et de M. Renard, qui sonnaient bruyamment les heures et leurs divisions.

L'horlogerie était partagée en trois sections : la montre, la pendule et la grosse horlogerie.

Dans la 1<sup>re</sup> section, on remarquait l'*exposition collective du Doubs*, comprenant 190 exposants et réunissant toutes les pièces de rouages des montres.

Dans la 2<sup>e</sup>, une pyramide composée de 2000 mouvements de pendules de tout calibre, exposés par MM. Japy, Marti et Roux. Dans une vitrine de M. Guilmet aîné étaient des pendules à balancier libre.

Dans la 3<sup>e</sup> section (les grandes horloges publiques), on remarquait les contrôleurs de rondes de M. Collin et

une horloge hydropneumatique, construite par M. Bourdon, basée sur le vide obtenu au moyen d'une chute d'eau. Nous avons parlé, dans le cours de ce volume, de cette horloge, importée de Vienne (Autriche). Nous avons dit qu'elle ne demande ni moteur, ni poids ; c'est la chute d'eau qui, en tombant, comprime l'air, et l'air comprimé règle le mouvement.

Des chronomètres, des horloges marines, des montres microscopiques, des aiguilles se mouvant sur un cadran sans mécanisme apparent (pendules mystérieuses), des horloges électriques, attiraient tour à tour l'attention.

Les badauds s'extasiaient à la vue de deux automates : l'*Escamoteur* de M. Stéverand de Boulogne, et les *Oiseaux chanteurs* de M. Houlmann.

La *pendule cosmographique* de M. Mouret, une nouveauté de l'horlogerie et de la cosmographie combinées, dont nous avons parlé dans le volume précédent de ce recueil, figurait, avec juste raison, dans la même salle.

Nous passerons sur les salons consacrés à l'*Orfèvrerie* (classe 24), aux *Papiers peints* (classe 22), aux *Tapis et tapisseries d'ameublement* (classe 21), pour dire quelques mots de la classe 27 (*Appareils de chauffage et d'éclairage*).

Il faut convenir pourtant que les produits de l'industrie du chauffage et de l'éclairage ne méritent pas une longue mention. On ne trouvait là rien de nouveau, aucune invention originale, pas même un perfectionnement utile apporté à un appareil connu. Les calorifères à air et les calorifères à eau, les appareils pour le chauffage au gaz, étaient tous de date ancienne. Une rôtissoire monumentale n'était qu'un ouvrage curieux de serrurerie. Les fourneaux de cuisine étaient les mêmes que ceux que l'on construit depuis vingt ans. L'appareil de M. Pasteur pour le chauffage des vins est déjà ancien.

Quant au *foyer Mousseron*, simple *brasero*, dans lequel on brûle le combustible à l'air libre, comme on le fait dans les petits braseros d'Espagne, d'Italie et du midi de la

France il constitue sans doute un appareil nouveau, mais un appareil, selon nous, dangereux pour la santé. On ne persuadera à personne que l'on puisse faire brûler impunément, dans une pièce fermée, un fourneau sans tuyau entraînant à l'extérieur les produits de la combustion. La vapeur d'eau que cet appareil répand dans la pièce, ne peut en rien atténuer les effets délétères du gaz acide carbonique. Et si la quantité de combustible brûlée est trop faible pour dégager de l'acide carbonique à dose nuisible, le foyer ne chauffe pas. Donc, danger ou inutilité, tel est le caractère que présente à nos yeux le *brasier Mousseron*.

L'industrie de l'éclairage ne présentait pas plus de nouveauté, d'originalité, que l'industrie du chauffage.

Les galeries consacrées aux *Tissus et vêtements*, celles qui contenaient les *Industries extractives*, ne pourraient nous présenter que de loin en loin quelques innovations à signaler dans l'ordre des sciences appliquées, le seul objet qui nous préoccupe dans cette revue sommaire. Nous arriverons, en conséquence, à la 5<sup>e</sup> galerie, c'est-à-dire à la *Galerie des machines*.

Lorsque, pour la première fois, je me rendis à l'Exposition, j'allai tout droit à la galerie des machines, et ma grande préoccupation était celle-ci : « Aura-t-on exposé des moteurs nouveaux remplaçant la vapeur ? » En effet, depuis 1867, on nous parlait sans cesse de moteurs reposant sur des combinaisons nouvelles et devant détrôner la machine à vapeur. On citait des machines à air chaud, des machines à gaz, des machines à vapeur surchauffée, à air surchauffé, etc., etc. On avait, dit-on, construit, tant en Amérique qu'en Europe, de nouveaux moteurs reposant sur le principe du vide appliqué de façons fort différentes. (Nous avons parlé, dans le cours de ce volume, de l'une des applications du vide combiné avec l'équilibre instable d'un axe en rotation circulaire<sup>1</sup>.) On

1. Page 145.

avait, disait-on encore, construit des machines à vapeur d'éther, etc., etc. La galerie des machines de l'Exposition allait-elle faire apparaître quelque-une de ces inventions nouvelles appelées à supprimer la classique machine à vapeur ?

Je fus vite édifié sur ce point. De ces nouveaux moteurs il y avait à peine trace. Quelques ébauches de machines à air chaud, inférieures à celles qu'on avait déjà vues, et une machine à gaz, véritablement et heureusement perfectionnée, voilà tout ce que je trouvai en fait de nouveaux producteurs de forces, en parcourant la galerie des machines. Le modèle primitif de la machine à gaz de M. Lenoir ou de M. Hugon a été heureusement modifié par M. Otto. Plus d'électricité pour enflammer le mélange explosif d'air et de gaz d'éclairage. Le gaz brûle simplement à l'extérieur. Une série de petites explosions du gaz, apparentes au dehors, remplace l'inflammation que l'on provoquait autrefois à l'intérieur du cylindre par l'étincelle électrique. On a ainsi : grande facilité d'usage pratique, suppression de l'entretien de la source électrique, et complète sécurité. La machine à gaz ainsi perfectionnée constitue un engin commode, sinon économique, et qui trouvera sa place dans beaucoup d'ateliers pour la production des petites forces.

Mais un moteur qui ne peut dépasser la force de 3 ou 4 chevaux-vapeur, n'a pas la prétention de tenir une place importante comme agent général de force mécanique; et comme, nous le répétons, aucun des systèmes moteurs annoncés depuis dix ans n'a réalisé les espérances qu'on en avait conçues, on peut en conclure que la machine à vapeur continue de trôner en maîtresse absolue, et que le cours des années n'a fait qu'ajouter à son empire et généraliser son crédit.

La question de la supériorité conservée à la machine à vapeur étant tranchée par l'absence à l'Exposition de de tout autre système général producteur de force, il restait une seconde question. La machine à vapeur elle-

même a-t-elle reçu d'importants perfectionnements? L'a-t-on rendue plus puissante, plus économique? Le coup d'œil d'un connaisseur jeté dans la galerie des machines donnait vite la réponse à cette question. Oui, la machine à vapeur a reçu, depuis 1867, des perfectionnements sérieux, qui ont ajouté à sa puissance et surtout à l'économie de son emploi.

Ces perfectionnements étaient résumés, concentrés, pour ainsi dire, dans les machines, d'invention américaine, dont le type est désigné indifféremment sous les noms de *machine Compound* ou de *machine Corliss*. Dans ces types de machines, la dépense de charbon est réduite dans une proportion véritablement prodigieuse. Les machines à vapeur actuelles, celles qui fonctionnent à haute pression, sans condenseur, ou même avec condenseur, les machines d'atelier, les machines de navigation, et les machines locomotives ou locomobiles en usage aujourd'hui, ne dépensent pas moins de 3 kilogrammes de houille, pour produire, par heure, la force d'un cheval-vapeur. Or les *machines Compound* et les *machines Corliss* ne brûlent pas plus de 1 kilogramme de charbon par heure et par force de cheval. Cette réduction a même été poussée plus loin, car on voyait à l'Exposition une machine *Compound* construite par MM. Wehyer et Richond, dont la pancarte accusait une consommation de 918 grammes seulement de charbon par heure et par force de cheval!

Voilà pour l'industrie moderne, qui fait usage d'une manière exclusive de la machine à vapeur, une découverte d'une importance capitale, puisqu'elle permettra de réduire de plus de moitié la dépense du combustible.

Si l'on nous demande comment on est arrivé, dans les *machines Compound*, à ce résultat si extraordinaire au point de vue de l'économie, nous dirons que c'est en abandonnant le principe de la vapeur à haute pression, et revenant à la condensation de la vapeur. C'est ensuite en tirant de la détente de la vapeur tout ce qu'elle peut

fournir, et pour cela, produisant la détente de la vapeur dans un vaste cylindre, lequel précède un second cylindre, qui seul est parcouru par le piston.

Mais l'emploi de deux cylindres, dont l'un est affecté uniquement à la détente de la vapeur, ainsi que la condensation de la vapeur, sont depuis longtemps réalisés dans une machine qui n'a cessé d'être en usage dans les ateliers du département du Nord, particulièrement dans les filatures. C'est l'ancienne *machine de Wolf*, à laquelle nos fabricants n'ont cessé de rester fidèles, tant pour la douceur de ses mouvements que pour sa faible dépense de charbon. Les constructeurs américains à qui l'on doit les nouveaux types dits *machines Compound* et *machine Corliss*, n'ont donc fait autre chose que perfectionner la *machine de Wolf*. Mais ils l'ont tellement bien agencée, ils ont produit la détente avec tant d'art et de simplicité, que l'on ne saurait montrer trop de reconnaissance pour le service qu'ils ont rendu à l'industrie générale. Nous ne mettons pas en doute que ce nouveau type de machines à vapeur ne se généralise, et ne passe bientôt des machines fixes des ateliers aux machines de navigation, et jusqu'aux locomotives même, pour remplacer les types anciens.

De ces *machines Compound* on voyait, à l'Exposition de 1878, plusieurs échantillons, construits par des établissements français. Le grand prix de cette classe a, du reste, été remporté par le constructeur français d'une machine à vapeur du système Compound.

Un second principe, d'une portée plus générale, se dégage de l'examen de la section mécanique de l'Exposition. C'est la remarquable diffusion qu'ont prise partout aujourd'hui les machines-outils, c'est-à-dire les machines servant à fabriquer automatiquement tout ce qui a été jusqu'ici l'œuvre exclusive de la main de l'homme. C'est ce qui frappait le plus dans la galerie des machines ; c'est, au moins, ce qui impressionnait le plus l'esprit du visiteur vulgaire. Le bon public ne pouvait se lasser

d'admirer le jeu des petites machines-outils. Il passait des heures entières à voir manœuvrer les machines à coudre, les machines à couper le cuir pour les chaussures, les machines à visser les clous, à piquer les bottines, à tourner les chapeaux, à scier le drap pour en tailler des vêtements, à scier le calicot pour en faire des manchettes. Il restait en contemplation devant la fabrication des chaînes de toutes sortes, chaînettes de cuivre ou d'acier, ou grosses chaînes de fer, de port et d'atelier.

La machine à découper le savon, vieille connaissance de 1867, et sa sœur cadette, la machine à peser les savons ; — la machine à fabriquer le chocolat, très ancienne connaissance, et sa jeune compagne, la machine à emballer le chocolat, — la machine à fabriquer les épingles, à laquelle on présentait un fil de laiton, qui coupait ce fil, en affûtait l'extrémité, en formait la tête par un coup de recul, et enfonçait dans un ruban de papier, avec la plus grande symétrie, les épingles ainsi faites, — la machine à fabriquer les aiguilles à tricoter, — la machine qui taillait les bouchons dans un carré de liège au moyen d'un rabot circulaire — tout cela était un sujet d'étonnements sans fin.

La *scie à ruban*, invention qui ne date pas d'hier, a été peut-être le plus grand succès de curiosité vulgaire, dans la galerie des machines. Tout le monde connaît les effets surprenants que produit une mignonne petite scie d'acier, animée d'un mouvement vertical prodigieusement rapide, et qui découpe, avec une merveilleuse facilité, bois et métaux, selon les plus capricieux dessins. On avait appliqué la scie à ruban à fabriquer de petits jeux de patience en bois. On prenait un bloc de bois gros comme une pomme, et on le présentait à la scie à ruban, qui s'y enfonçait, comme dans du beurre, s'y promenait dans tous les sens, et fabriquait, en quelques secondes, un objet, lequel se décomposait ensuite en cinq ou six morceaux, formant, quand on savait les rapprocher, une table, un fauteuil, un bahut.

La taillerie de diamants — la machine à produire de la



glace au moyen de l'air successivement comprimé et détendu — la machine à composer les pages d'imprimerie — le petit ascenseur Edoux, réduction de l'ascenseur colossal des tours du Trocadéro, et qui, par la seule pression des chutes d'eau de la Ville, élevait les personnes au sommet de la galerie, — tout cela était l'objet de l'incessante curiosité des visiteurs, et leur faisait forcément entrer dans l'esprit la notion de ce fait que les machines-outils président aujourd'hui à l'ensemble tout entier de l'industrie manufacturière.

Après ce coup d'œil général donné sur les principes fondamentaux qui se dégageaient de l'espèce particulière d'appareils mécaniques rassemblés dans la galerie des machines, il sera facile de résumer brièvement la promenade que le visiteur faisait dans cette galerie, à travers tous ces artistes de fer et d'acier, dans ce temple du travail, où tant d'ouvriers métalliques, tantôt imposants et superbes, tantôt frêles et délicats, agitaient leurs mille bras, sur une longueur de 650 mètres.

Cette galerie se divisait en trois grandes allées. Nous prendrons celle du milieu, celle qui était dominée par l'arbre moteur commun à tous les mécanismes. Pour voir en détail chaque machine exposée, il fallait nécessairement parcourir la galerie dans le sens de ces trois allées ; mais nous nous en tiendrons à celle du milieu, renvoyant à chacune des allées de côté, lorsqu'il y aura quelque chose d'important à signaler.

Quand on entra dans la galerie des machines par le *Vestibule d'honneur*, on trouvait d'abord, le *matériel mécanique pour la confection des vêtements* (classe 58). Je crois bien qu'on n'a jamais vu nulle part aussi abondante collection de machines à coudre. On ne se serait pas douté, en voyant cette petite armée de couseuses mécaniques, que l'Amérique nous ait aujourd'hui à peu près enlevé ce genre de fabrication, par le soin qu'elle sait y apporter.

On remarquait, près des machines à coudre, celles à

fabriquer les chapeaux de paille et autres; puis l'outillage mécanique du tanneur et du chamoiseur de peaux, suivi des machines à fabriquer la chaussure, ce qui nous explique le bas prix auquel on peut livrer les chaussures de qualité inférieure.

Dans le *matériel des usines agricoles de l'industrie alimentaire* (classes 52 et 53) étaient les machines à rogner, à polir, à emballer les bougies, les pâtes, le savon. On voyait là une machine qui, avec une plaque de laiton, vous rendait, d'un seul coup d'estampage, une boîte et son couvercle. Là se trouvaient encore les broyeuses de chocolat et de savon, — les presses hydrauliques en usage dans les fabriques de produits alimentaires, — les appareils pour la fabrication des féculs, — le matériel des sucreries et raffineries françaises, et celui des distilleries, tant industrielles qu'agricoles. C'est ici que se dressaient les magnifiques alambics distillatoires à vapeur de M. Savalle, et ceux de l'usine Cail, ainsi que les différents appareils qui servent à la fabrication du sucre de betterave, construits à Fives-Lille, ou à Saint-Quentin; enfin les appareils pour la fabrication de la glace et ceux qui produisent les boissons gazeuses.

Le *matériel pour la fabrication des boutons laqués, etc.* (classe 61), venait ensuite. A droite, une pièce monétaire frappait des médailles commémoratives de l'Exposition. Puis arrivait la longue série des machines-outils qui fabriquaient les épingles, les chaînes, les boutons. Dans une grande cage vitrée, afin de se mettre à l'abri du larcin sans se dérober aux yeux, des ouvriers taillaient, polissaient, dressaient et montaient des diamants. Comme par contraste et sans autre transition, venaient ensuite les machines à fabriquer les briques, les tuiles et les carreaux.

Dans le *matériel du mobilier* (classe 59) et dans les *machines-outils* proprement dites (classe 55) on était dans le véritable royaume de la *machine-outil*. Là s'agitait toute une armée de machines à travailler le bois et

les métaux : machines à raboter et à aléser, machines à affûter les scies et une collection indéfinie de machines pour le travail du bois. Dans la belle exposition de M. Arbey se voyait le nouvel appareil, d'origine anglaise, pour l'abattage des arbres par la vapeur.

Les machines à travailler le bois ou les métaux fonctionnaient, par intervalles, sous les yeux du public, qui recevait ainsi la meilleure et la plus complète leçon sur les procédés mécaniques du travail du bois et des métaux. C'était tantôt un tronc d'arbre énorme qui avançait, avec une régularité mathématique, contre les tranchants d'une série de scies parallèles, qui le débitaient en planches d'égale épaisseur; tantôt des plaques de fer que la machine à aléser ou à raboter dressait avec perfection, dans la marche lente et uniforme de son outil d'acier trempé.

Mais c'est surtout dans la classe 54 (*appareils de la mécanique générale*) qu'éclatait le triomphe de la mécanique appliquée. Là se voyaient les magnifiques machines à vapeur dont nous avons parlé plus haut, comme appartenant aux *types Compound* ou *Corliss*, envoyées par les constructeurs de Rouen, Windsor et fils, et par l'usine de Fives-Lille. On admirait les dimensions et l'élégance des machines à vapeur fixes de M. Farcot fils et celles de l'usine Cail. Non loin s'agitait fiévreusement une nouvelle machine rotative à vapeur dont le cylindre creux faisait 2000 tours à la minute. Venaient ensuite les appareils mécaniques des mines d'Anzin.

Des ventilateurs, des grues, des pompes à vapeur, le *pulsomètre* de Hall, invention américaine, aujourd'hui popularisée en France, une série de pompes à vapeur pour l'élévation des eaux, et la machine à air froid de M. Paul Giffard, complétaient ce magnifique ensemble.

Lorsque, à un certain moment du jour, ces mécanismes se mettaient en action simultanément, quand tous ces colosses commençaient à marcher et à agir, on avait la plus grande idée de la puissance de l'industrie moderne. Cette multiplicité d'organes artificiels rempla-

çant les mains de mille travailleurs était une source d'émotions pour celui qui contemplant cet imposant spectacle.

N'oublions pas l'exposition des phares. Un phare électrique scintillait au milieu de la galerie transversale. Aux angles de cet espèce de trophée étaient posés une trompette de signal de brume et un projecteur de lumière électrique. Plus loin, un phare de premier ordre, à feux tournants, rouges et bleus, escorté de deux projecteurs de lumière électrique, rappelait que l'industrie des phares, à laquelle l'humanité doit la conservation de tant d'existences et la sauvegarde de tant de biens, est éminemment française, car elle résulte des travaux et du génie de Borda et de Fresnel, secondés par l'habileté des constructeurs français, qui ont encore aujourd'hui le privilège de fournir des phares lenticulaires à toutes les nations.

Dans le *matériel pour l'exploitation des mines et de la métallurgie* (classe 50) on remarquait : l'appareil pour le criblage et le lavage des charbons des mines de Decazville, — une grue développant un effort des plus puissants pour soulever les fardeaux dans les mines, — une machine ordinaire à laver la houille, — le grand puits Hottinguer, pour descendre et monter dans les mines, — de puissants ventilateurs produisant l'extraction de l'air au moyen de pistons et de roues gigantesques, — enfin, et comme innovation, le système atmosphérique de M. Blanchet pour élever les minerais, au moyen d'un tube métallique dans lequel on fait le vide. Pour ceux qui, comme nous, ne connaissaient le système Blanchet que d'après des dessins ou des descriptions, la vue de ce grand tube atmosphérique, dans lequel la pression de l'air est si ingénieusement et si hardiment appliquée à l'extraction des minerais dans les exploitations souterraines, offrait le plus grand intérêt.

Dans les classes 56 et 57 (*Filage, Corderie et Tissage*), qui occupaient un espace considérable, les fabriques de Rouen, de Lille, de Louviers, etc., avaient envoyé tout

un bataillon de leurs *Mull-Jenny*, de leurs machines à filer, à tisser, à fabriquer les rubans, cordons et lacets. Comme il faut des connaissances techniques spéciales pour s'intéresser à cette légion de broches, grandes ou petites, droites ou inclinées, à ce monde de bobines, de cardes et de peignes, le public passait là assez rapidement et sans s'y intéresser beaucoup.

La dernière classe, la classe 60 (*matériel d'impression et de papeterie*) était, au contraire, constamment encombrée de curieux. C'est que tout ce qui concerne l'art de la transcription matérielle de la pensée a toujours eu le privilège de frapper l'esprit public. Là se trouvaient une grande quantité de presses typographiques et lithographiques. Des journaux, des prospectus, des circulaires, se tiraient, sous les yeux du public, qui s'en partageait les exemplaires. On admirait surtout la presse à papier sans fin de M. Marinoni, qui peut tire 20 000 à 30 000 exemplaires par heure d'un journal de grand format.

La galerie des machines débouchait dans la vaste *galerie du travail*. Cette galerie occupait toute la grande avenue, parallèle au *vestibule d'honneur*, qui terminait le palais du Champ de Mars en face de l'École militaire. On avait cru devoir réunir dans cet immense espace, pour les faire fonctionner sous les yeux du public, les procédés manuels de quelques industries.

Du moment où l'on entrait dans cette voie, — qui sort toutefois du domaine d'une *exposition des progrès de l'industrie*, une telle exposition étant destinée à montrer les perfectionnements apportés depuis un certain nombre d'années aux différentes branches de l'industrie, et non à exhiber les procédés manuels de quelques industries, — on aurait pu mettre sous les yeux des visiteurs des spectacles de fabrication bien autrement remarquables que ceux que l'on a montrés. Il est probable que le temps avait manqué pour un choix plus judicieux et que l'on avait pris ce qui s'était présenté.

Quoi qu'il en soit, les industries que le public voyait, à l'état d'exécution pratique, dans la *galerie du travail*, étaient les suivantes, dans l'ordre où nous allons les énumérer :

Fabriques de perles, — de pipes en écume, — de bijouterie en or doublé, — tissage des rubans de Saint-Étienne, — industrie de la dentelle, — broderie sur satin, pour la tapisserie, — fabrique de porte-monnaie, — horlogerie de Besançon, — fabrique de têtes de lettres, — fabrique de fleurs en émail, faites à la main et au feu du gaz, — fabriques de brosses, — de bijouterie en doublé, — de châles de la Compagnie des Indes, — taillerie de diamants.

Ces établis occupaient la première moitié de la galerie. Deux orgues remplissaient l'intervalle entre les deux moitiés.

Dans la seconde partie de la galerie fonctionnaient : une coutellerie, — un atelier de décoration de porcelaine, — une fabrique de bronze (articles de Paris), — un atelier de gravure, — une machine à frapper les médailles, — une tabletterie en os et ivoire, — une fabrique d'optique, — l'orfèvrerie et la vannerie artistique en métal — les verres soufflés, — la bijouterie de poupée, — le timbrage du papier à lettres, — ivoire minéral, — maroquinerie, — enfin une fabrique de bijoux en filigrane, — une aréométrie et une thermométrie.

La section française, dans le palais du Champ de Mars, se terminait par les *produits alimentaires*. Ce royaume du ventre n'attirait pas beaucoup les amateurs ; nous ne nous y arrêterons pas davantage.

· Nous voudrions, en raison de l'intérêt qu'elles présentaient quelquefois au point de vue scientifique, pouvoir décrire les annexes qui occupaient une partie du parc du Champ de Mars ; mais l'espace nous manque et nous devons nous contenter d'une simple énumération.

Bornons-nous, en conséquence, à dire que dans l'an-

nexe située en face de la *galerie du travail*, longeant par conséquent l'avenue Lamothe-Piquet et l'École militaire, se trouvaient : le pavillon consacré aux machines pour la fabrication de la glace au moyen de l'ammoniaque, — le pavillon des mines, — le matériel des chemins de fer, — les fondeurs de cloches, avec leur harmonieux carillon, — le pavillon de l'assistance publique, — le pavillon de l'éclairage électrique, — celui de la céramique, — la bibliothèque technologique, — les serres des plantes coloniales.

L'annexe de la *galerie des machines françaises* occupait toute la longueur du palais du Champ de Mars que bordait l'avenue de La Bourdonnaye. Dans cet espace immense on avait relégué tout ce qui n'avait pu trouver place dans la galerie des machines françaises. Voici les différentes industries réunies dans cette longue annexe, qui a été, il faut le dire, un peu délaissée par le public : *Matériel de la papeterie et de l'impression* (classe 60). — *Corderies et tissages* (classes 56-57).

Dans la classe 64 (*Matériel des chemins de fer*) se voyait la collection des modèles des wagons et voitures des chemins de fer français, ainsi que les locomotives. Cette classe, malgré son importance capitale, présentait beaucoup moins d'intérêt et de développement qu'elle n'en avait offert dans l'Exposition universelle de 1867. Il y avait peu de chose à apprendre pour le connaisseur, pour l'ingénieur, de l'examen des nombreux spécimens exposés, parce que la construction des locomotives, tenders et wagons n'a pas subi de grandes modifications depuis onze ans. Ce qu'il y avait seulement d'important à étudier, c'était le système de frein qui, depuis cinq ou six ans, a été adopté sur nos chemins de fer, et qui a beaucoup ajouté à la sécurité des trains. Les *freins automatiques*, les *freins par le renversement de la vapeur*, sont aujourd'hui d'un usage courant sur les plus importants de nos chemins de fer, et l'on voyait à l'Ex-

position les modèles de ces excellents et nouveaux systèmes.

Après le *Matériel des chemins de fer*, venaient (classe 54) les *Produits de la mécanique générale* qui n'avaient pu trouver place dans la galerie des machines, — le *Matériel des mines et de la métallurgie* (classe 50), — celui de la *Télégraphie* (classe 65).

Là se terminait la première moitié de la galerie des annexes mécaniques, qui était divisée en deux parties par la porte Rapp et les services administratifs de l'Exposition.

La seconde partie contenait : *Arts chimiques* (pharmacie, tannerie) (classe 53), — *Usines agricoles et alimentaires* (classe 52), — *Exploitations rurales et forestières* (classe 51).

Dans la partie du parc du Champ de Mars située en face du Trocadéro se trouvaient une série de pavillons affectés à différentes destinations. Dans la partie du jardin située à droite du palais, non loin du pont d'Iéna, s'élevait le petit kiosque contenant les *appareils de l'Observatoire de Montsouris*, c'est-à-dire les instruments pour les observations météorologiques (température de l'air, électricité atmosphérique, magnétisme terrestre, hygrométrie, etc.); les appareils pour l'analyse de l'air et des eaux. Venait ensuite le pavillon des *Manufactures de tabac de l'État*, dans lequel on voyait confectionner des cigarettes à la mécanique.

Sur le côté de la grande pelouse se dressait la tête de la statue colossale de la *Liberté éclairant le monde*, de Bartholdi, destinée à la ville de New-York, tête qui a 5 mètres de diamètre et dans laquelle 50 personnes peuvent tenir.

Venaient ensuite le pavillon de la *Société centrale d'horticulture* de France, — les *Fontes artistiques de la société des fonderies du val d'Osne*, — le pavillon de la *photochromie*, — le chalet de la *Société protectrice des animaux*, etc.

L'*exposition du Creusot* occupait un vaste pavillon où



MM. Schneider avaient réuni tout ce qui embrasse leur immense exploitation, honneur de la France industrielle : matières premières, produits et spécimens de fabrication, documents sur l'organisation industrielle et commerciale du Creusot, écoles et cités ouvrières, etc. Il faudrait un grand nombre de pages pour décrire tout ce que renfermait d'intéressant et d'instructif ce remarquable pavillon, qui avait pour digne portique le modèle en bois du colossal marteau-pilon que nous avons décrit dans une autre partie de ce volume.

Derrière la Creusot était l'exposition des fonderies et forges de Terre-Noire, la Voulte et Bessèges, où l'on voyait une coupe très-curieuse mettant à jour le sol et les divers étages des mines de houille et de fer de Bessèges. Venaient ensuite le pavillon du *Ministère des travaux publics*, contenant un nombre considérable de plans et de dessins en relief, relatifs aux travaux exécutés dans ces dernières années par les ingénieurs de l'État. Des phares éclairés par la lumière électrique étaient placés dans une tour qui surmontait l'édifice.

Une annexe importante située parallèlement à la Seine, le long du quai, hors du terrain du Champ de Mars, était consacrée au *Matériel de l'agriculture*. C'est là qu'ont eu lieu les expériences pour le concours de plusieurs machines agricoles. La longue galerie consacrée à l'agriculture contenait une collection de machines de toute sorte servant à la culture et au travail du sol ; mais, en dépit de l'importance hors ligne de la question du matériel agricole, cette partie de l'Exposition a reçu peu de visiteurs.

Deux larges escaliers, placés à droite et à gauche du pont d'Iéna, conduisaient, du parc du Champ de Mars, sur les berges de la Seine, où l'on avait installé, à droite, une magnifique série d'appareils pour la *pisciculture* et tout ce qui concernait le *matériel de la navigation et du sauvetage*, ainsi que les *secours contre l'incendie*.

L'exposition des *ports de commerce* occupait le quai de l'autre côté du pont d'Iéna. Les chambres de commerce qui avaient pris part à l'*exposition des ports français* étaient celles de Marseille, Dieppe, Boulogne, Fécamp, Bordeaux, Cette, Rouen, Paris, Brest, Honfleur, Nantes, Dunkerque et le Havre.

Il n'a été question, dans tout ce qui précède, que de la section française de l'Exposition. Il nous resterait à décrire les produits des nations étrangères, distribués tant dans le Champ de Mars et ses annexes que dans le parc du Trocadéro. Mais nous retrouverions ici des produits similaires aux produits français, et nous aurions, par conséquent, à nous répéter bien des fois. L'exposition des produits étrangers présentait d'ailleurs beaucoup moins d'intérêt que celle des produits français. L'ordre et la méthode qu'on admirait dans la classification et la distribution de nos produits, faisaient défaut dans les expositions anglaise, américaine, italienne. D'ailleurs, pour tout décrire, il faudrait un volume, et nous n'avons voulu, par cette promenade rapide, que tracer une esquisse, rappelant à chacun ses impressions et ses souvenirs. Ce que nous avons dit suffira pour faire comprendre l'importance du magnifique ensemble des produits divers du génie humain qui, pendant six mois, a attiré à Paris une légion d'innombrables visiteurs, venus des quatre coins de l'Europe.

La France a fait des efforts immenses pour être à la hauteur de la tâche qu'elle s'était imposée; mais ces efforts ont été couronnés d'un succès complet, car l'Exposition de 1878 a réussi au delà de toute espérance. Tous ceux qui ont parcouru ses parcs, ses galeries, ses pavillons, ses palais, en sont sortis avec une instruction agrandie. Chacun trouvait à s'éclairer dans quelque branche du savoir humain, soit au Champ de Mars, soit au Trocadéro, soit dans les annexes consacrées aux arts mécaniques, aux travaux publics, à l'agriculture, à la

marine et aux ports. Les salles du Trocadéro s'étaient ouvertes à de savantes conférences, aux monuments des époques antéhistoriques, comme aux monuments de l'histoire générale, et l'art musical y a trouvé, à son tour, l'occasion de manifestations imposantes et incessantes.

L'éclatante réussite de l'Exposition obligea d'augmenter considérablement le nombre des récompenses accordées aux exposants. Le jury, composé de 750 membres français et étrangers, qui avaient eu à se répartir entre les 90 classes de produits, a fonctionné pendant dix semaines, avec un zèle infatigable. Sa tâche était immense, en raison de la prodigieuse quantité des produits envoyés, ainsi que de l'étendue du terrain de l'Exposition, avec ses annexes si nombreuses.

On comptait près de 60 000 exposants ! Environ 30 000 récompenses ont été accordées, comprenant plus de 3000 médailles d'or.

On ne saurait prétendre qu'aucune erreur ne se soit glissée dans la distribution des récompenses ; mais au moins peut-on dire que tous les mérites ont été reconnus et les meilleurs distingués.

En résumé, cette grande manifestation nationale laissera un profond souvenir de reconnaissance et d'admiration. On oubliera ses imperfections : la mesquinerie des bâtiments affectés aux beaux-arts, l'échec de l'aquarium marin, le peu d'ombrage des parcs, le ton général de tristesse, d'austérité, de froideur, résultant du parti pris d'écarter tout ce qui pouvait être diversion et plaisir, et l'on ne se souviendra que du magnifique effet des galeries fuyant à perte de vue, sous les voûtes du palais du Champ de Mars, et des innombrables merveilles qu'abritaient ces majestueuses colonnes de fer et les toitures de verre. On ne se souviendra que des splendeurs architecturales du Trocadéro, de l'intelligente distribution des aménagements divers, de l'admirable spectacle qu'offrait la réunion des chefs-d'œuvre de la peinture et de la

sculpture, venus du monde entier, et dans un élan patriotique on s'applaudira de l'éclat incontestable qu'a jeté sur notre pays l'Exposition internationale universelle de 1878.

Dans un temps où l'on aime parler de l'éloquence des chiffres, la somme d'argent perçue aux portes, sous la forme de tickets ou d'abonnements, paraîtra un argument sans réplique en faveur du succès de l'Exposition. Le chiffre des recettes a été de *treize millions* de francs, pour une durée de six mois et dix jours; car, ouverte le 1<sup>er</sup> mai, l'Exposition a fermé ses portes le 10 novembre. On ne peut qu'être surpris d'un chiffre d'entrées aussi élevé, quand on se rappelle le peu de temps dont on avait disposé pour les préparatifs de ce travail sans égal, la dangereuse crise politique et commerciale dans laquelle le 16 mai avait jeté la France, enfin la guerre d'Orient, qui faisait redouter l'explosion d'une guerre générale.

L'Exposition universelle de 1867 n'avait donné que 6 451 000 francs de recettes.

Cette même Exposition de 1867 n'avait rien laissé subsister de matériel comme souvenir ou héritage. Elle avait couvert d'une gloire impérissable le gouvernement impérial qui l'avait décrétée et les hommes éminents qui, chargés de l'organiser, avaient créé un modèle que les expositions postérieures n'ont eu qu'à imiter, et qui a servi de guide aux Expositions universelles de Vienne et de Philadelphie. Mais, nous le répétons, il n'était resté aucun monument, aucune construction, comme souvenir de son existence. L'Exposition de 1878 lèguera à la France, outre le souvenir de son glorieux éclat, un palais de pierre et un palais de fer, ainsi que des parcs, dont Paris saura faire des lieux de réunions populaires et artistiques.

Comme nous le disions en commençant, il n'est pas facile de prévoir les conséquences qu'aura pour l'avenir l'Exposition internationale universelle de 1878. Il est permis toutefois de dire qu'en mettant en évidence les

immenses progrès faits par l'outillage mécanique et la diffusion générale des machines-outils chez toutes les nations, elle fera comprendre à chacune d'elles la nécessité de soigner davantage sa fabrication, d'apporter dans la confection de ses produits le soin et le fini, mais surtout l'élément du goût et de la distinction, qui seuls permettent de lutter contre la prodigieuse facilité de production que donnent les machines-outils, aujourd'hui vulgarisées dans les ateliers des deux mondes.

C'est surtout au point de vue moral que l'Exposition de 1878 portera ses fruits. Elle a montré à l'Europe la France à peu près relevée, malgré les revers terribles et immérités qui l'avaient abattue. Elle a mis en évidence, par des témoignages visibles, toutes les ressources de sa production manufacturière, laquelle, d'ailleurs, a sa source dans la fertilité de son sol et l'heureuse variété de son climat. En France, l'industrie est fille de l'agriculture, voilà ce qu'il faut bien savoir. Tout en nous enorgueillissant de l'état satisfaisant de nos manufactures, sachons bien que nous ne devons leur prospérité qu'à notre admirable sol et à notre excellent climat. C'est la nature qui, en quelques années, a fermé les cruelles blessures faites par la guerre au sein de la patrie.

Un peu délaissé depuis ses malheurs, notre pays a dû à l'Exposition internationale un retour des sympathies européennes. On lui a rendu toute l'estime qu'il mérite en voyant qu'il a si vite reconstitué une partie de ses forces par le travail général des particuliers et la sagesse de la politique extérieure. La France s'est disciplinée, elle se possède elle-même, elle a fait trêve aux divisions intérieures qui l'affaiblissaient; et son unique désir, c'est de continuer de se consacrer au développement de sa production agricole et manufacturière, pour reconquérir peu à peu la situation florissante et enviée qui fut si longtemps son partage.

## ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

## I

Séance publique annuelle de l'Académie des sciences de Paris.

La séance publique que l'Académie des sciences de Paris tient chaque année pour la proclamation des récompenses qu'elle accorde aux divers savants français et étrangers, tant pour les sujets de prix proposés par elle-même, que pour les travaux émanant de l'initiative de chaque travailleur, a eu lieu, pour l'année 1877, le 28 janvier 1878, sous la présidence de M. Peligot.

La séance a été ouverte par un discours du président. Après avoir payé un tribut de regrets à trois éminents académiciens morts en 1876, Le Verrier, Regnault et Becquerel, M. Peligot a donné un assez curieux historique concernant les prix que l'Académie décerne annuellement.

L'Académie des sciences de Paris, qui en 1787 possédait le modeste revenu de 8727 livres, put disposer en 1874, pour ses prix annuels, d'une somme de 110 000 francs, et son revenu est aujourd'hui bien plus considérable. C'est avec les fonds provenant de la libéralité de différents donateurs, depuis le commencement de notre siècle, que l'Académie peut distribuer la manne de ses récompenses, qui toutefois vaut bien plus par la valeur du témoignage d'approbation et de sanction scientifique qu'elle accorde, que par les faibles sommes affectées à chaque prix.

Nous ne suivrons pas M. Peligot dans l'énumération, qui serait peu intéressante pour nos lecteurs, de chaque fondation académique, et nous passons à la liste des récompenses et prix décernés pour l'année 1877.

*Sciences mathématiques.* — Pas de prix décerné.

*Mécanique.* — M. Laguerre, commandant d'artillerie, examinateur à l'École polytechnique, obtient le *prix Poncelet*.

M. Caspari, ingénieur hydrographe, obtient le *prix Montyon* (mécanique) pour ses *Etudes sur le mécanisme et la marche des chronomètres*.

M. de Fréminville obtient le *prix Plumey* pour ses études sur la distribution de la vapeur dans les machines de Woolf, machines qui ont repris depuis une vingtaine d'années une grande faveur en raison de leurs avantages économiques, et qui revivent aujourd'hui, sous une forme nouvelle dans les machines dites de *Compound* et de *Corliss*.

M. de Fréminville a appliqué les nouvelles données de la science à la construction des machines à vapeur que recevront les navires le *Tourville*, le *Labourdonnaye*, la *Tempête*, etc.

M. Mallet obtient le *prix Fourneyron* pour la construction que l'on doit à cet ingénieur, d'une machine à vapeur pour le service des tramways du Havre à Montivilliers. La chaudière de cette machine locomotive appartient au *système Compound*.

*Astronomie.* — M. Asaph Hall, directeur de l'observatoire de Washington, obtient le *prix Lalande*, pour ses découvertes des satellites de Mars, faites les 11 et 17 août 1877.

M. Schuloff obtient le *prix Vaillant* pour ses travaux mathématiques et ses observations sur l'ensemble des petites planètes qui circulent entre Mars et Jupiter.

Le *prix Valz* est décerné à MM. Paul et Prosper Henry, astronomes à l'Observatoire de Paris, pour l'exécution des dix-sept *cartes du ciel* qui, réunies aux trente-six cartes semblables publiées par feu Chacornac, servent aujourd'hui de base aux recherches des corps célestes qui s'accomplissent dans les divers Observatoires de l'Europe. Pour donner une idée de la valeur de ces dix-sept cartes, il suffira de dire que, dans l'espace de quatre années, les deux frères Henry sont arrivés à découvrir douze planètes, parmi lesquelles on en rencontre quelques-unes d'un éclat lumineux si minime, que leur présence n'a pu être constatée que par les astronomes les plus habiles et à l'aide des instruments les plus puissants.

*Physique.* — Le *prix Lacaze*, destiné à encourager les travaux de physique, est accordé à M. A. Cornu, professeur à l'École polytechnique, pour la publication, aujourd'hui complète, du grand travail de cet observateur sur la *Vitesse de la lumière*. Présenté à l'Académie dans sa séance du 26 février 1877, sous le titre de *Détermination de la vitesse de la lumière d'après des expériences exécutées en 1874 entre l'Ob-*

*servatoire et Montlhéry*, ce travail a été imprimé dans les *Annales de l'Observatoire*, et est aujourd'hui bien connu des physiciens.

*Statistique.* — Le prix non décerné en 1876 est décerné à M. T. Loua, pour l'ouvrage en quatre volumes in-folio de la *Nouvelle statistique de la France*.

Le prix pour 1877 est accordé à M. Yvernès, chef de bureau de statistique au Ministère de l'intérieur, pour les soins qu'il a apportés à la publication de la *Statistique civile et commerciale de la France*.

Deux mentions honorables sont accordées : l'une à M. Dislère, pour la partie statistique de ses mémoires sur la marine cuirassée; l'autre à M. le docteur Puech (de Nîmes), pour un travail manuscrit qui renferme des renseignements exacts sur les accouchements de jumeaux dans la ville de Nîmes depuis 1790 jusqu'à 1875.

M. le docteur Maher (de Rochefort) et M. le docteur Lecadre (du Havre) obtiennent deux rappels de mentions.

*Chimie organique.* — M. Houzeau, pour ses travaux relatifs à la production de l'ozone, ainsi que sur le mode d'action de cette substance à l'égard des matières organiques, obtient un *prix Jecker*, de 5000 francs, sur les fonds de l'année 1877, la seconde moitié du prix annuel ayant été réservée pour parfaire le prix de 10 000, décerné à M. Cloez en 1876.

*Chimie minérale.* — Le prix Lacaze est accordé à M. Troost, pour l'ensemble de ses travaux de chimie analytique.

*Botanique.* — Le prix Barbier est ainsi partagé : 1° une somme de 1000 fr. attribuée à M. Galippe; 2° 500 fr. à MM. Lepage et Patrouillard; 3° 500 fr. à M. Manouvriez.

Le prix Desmazières est partagé en : 1° un encouragement de 1000 fr. à M. le docteur Quelet, pour son travail sur les *Champignons du Jura et des Vosges*; — 2° un encouragement de 600 fr. à M. Bagnis, pour son mémoire intitulé *La pucinie* (germe des champignons).

*Prix Bordin.* Un encouragement de 1000 fr. à M. Charles-Eugène Bertrand, pour ses *Études sur les Lycopodiacées*.

*Prix Bordin.* A M. Ch.-Eug. Bertrand, pour son mémoire intitulé : *Anatomie comparée de l'amidon, appliquée à l'analyse chimique des farines*.

*Anatomie et zoologie.* — M. Jousset de Bellesmes obtient le prix Thoré, pour l'ensemble de ses recherches sur la physiologie des insectes.

*Médecine et chirurgie.* — Le prix Montyon (2 500 fr.) est



accordé à M. Hannover, professeur à l'Université de Copenhague, pour son livre intitulé : *La rétine de l'homme et des vertébrés*; — 2500 fr. à M. le professeur Parrot, pour son livre sur l'*Atrepsie*; — 2500 fr. à M. le docteur Picot, professeur suppléant à l'École de médecine de Tours, pour son livre intitulé : *Les grands processus morbides*.

Trois mentions honorables de 1500 fr. chacune : 1° au docteur Topinard, pour son livre : *L'anthropologie*; — 2° à MM. Lasègue et Regnaud, pour leur mémoire : « *La thérapeutique jugée par les chiffres, et, ex æquo, à MM. Delpech et Billairel, pour leur mémoire : Sur les accidents auxquels sont soumis les ouvriers employés à la fabrication des chromates*; — 3° *ex æquo, à M. F. Franck, pour une série de mémoires Sur le changement de volume des organes dans leurs rapports avec la circulation*; — et à M. le docteur Oré, pour son livre intitulé : *De la médication intra-veineuse*.

Des citations signalent les ouvrages suivants : MM. Armingaud : *Névrose vasomotrice se rattachant à l'état hystérique du point apophysaire dans les névralgies, etc.*; Brouardel : *Lurée et le foie*; Burq : *La métalloscopie et la métallothérapie*; Couty : *Études sur l'entrée de l'air dans les veines et les gaz intra-vasculaires*; Desprès : *La chirurgie journalière, etc.*; Lecomte : *Physiologie mécanique : Le coude et la rotation de la main*; Méguin : *Monographie de la tribu des sarcoptides psoriques*; Peyraud : *Régénération des tissus cartilagineux et osseux*; Salathée : *Mouvements du cerveau*; Sanné : *Traité de la diphthérie*; Testut : *De la symétrie dans les affections de la peau*.

Le *prix Bréant* (5000 fr.) est décerné à M. Joanny Rendu pour deux mémoires, l'un imprimé et intitulé : *Recherches sur une épidémie de variole à Lyon, étudiée au point de vue de la contagion*; l'autre, manuscrit et intitulé : *De l'isolement des varioleux à l'étranger et en France, etc.*

Le *prix Godart* (2000 fr.) est décerné à M. Cadiat, pour deux mémoires : l'un sur les *muscles du périnée*, l'autre sur les *tumeurs du sein*.

*Physiologie.* — Le prix Montyon relatif à la physiologie est partagé entre : 1° M. Ferrier, pour l'ensemble de ses expériences sur les *Effets produits par l'électrisation de la surface du cerveau*; — et 2° MM. Carville et Duret, pour leurs *Recherches expérimentales sur les fonctions des hémisphères cérébraux*.

Une mention très-honorable est accordée à MM. Jolyet et

Regnard, pour l'étude expérimentale qu'ils ont faite des phénomènes chimiques de la respiration chez les animaux aquatiques.

Une mention honorable est accordée à M. Charles Richet, auteur d'un mémoire sur la sensibilité.

*Arts insalubres.* — Le prix Montyon (2000 fr.) est accordé à M. Hétel (de Brest), auteur de travaux pour améliorer la qualité des eaux potables fournies par les condensateurs à surface employés dans la construction des machines à vapeur de la marine, etc.

Le *prix Lacaze* est accordé à M. Dareste pour ses recherches sur la production artificielle des monstruosité.

Le *prix Trémont* (1100 fr.) est accordé à M. Sidot, préparateur du cours de chimie au lycée Charlemagne, pour l'ensemble de ses recherches.

Le *Prix Gegner* (4000 fr.) (encouragement aux travaux d'un savant) est maintenu, pour l'année 1877, à M. Gaugain.

## 2

Séance publique annuelle de l'Académie de médecine de Paris.

C'est le 4 juin 1878 que l'Académie de médecine de Paris a tenu sa séance publique annuelle pour la distribution des prix se rapportant aux années 1876 et 1877.

Après la lecture de l'*Eloge de Nélaton* par M. Beclard, secrétaire perpétuel de l'Académie, M. le docteur Henri Roger a lu son *Rapport général* sur les prix décernés par l'Académie pour les deux années 1876 et 1877 ; car l'année dernière l'Académie n'avait pas tenu de séance annuelle, et pour liquider cet arriéré, on a dû réunir les deux années 1876 et 1877.

Voici l'énumération sommaire des prix pour chacune des deux années.

### *Prix pour 1876.*

*Prix de l'Académie.* — Question proposée : « Étude comparée des divers modes de pansement des grandes plaies. » Ce prix était de la valeur de 1000 francs.

Deux mémoires ont concouru.

L'Académie ne décerne pas le prix, mais elle accorde à titre de récompense :

1° Une somme de 600 fr. à M. Cassedébat (P.-A.), médecin aide-major, auteur du mémoire inscrit sous le n° 1, portant pour épigraphe : *Primo non nocere*; — 2° une somme de 400 fr. à M. le docteur Devals, de Bordeaux, auteur du travail inscrit sous le n° 2, avec cette épigraphe : *Ars longa*.

*Prix fondé par le baron Portal.* — Question proposée : « Au meilleur mémoire sur un sujet quelconque d'anatomie pathologique. » Ce prix était de la valeur de 1000 fr.

Il ne s'est présenté aucun concurrent.

*Prix fondé par Mme Bernard de Civrieux.* — Question proposée : « Du rôle du système nerveux dans la production de la glycosurie. » Ce prix était de la valeur de 2000 fr. Deux mémoires ont été adressés pour ce concours.

Il n'y a pas lieu de décerner le prix ; mais l'Académie a accordé un encouragement de la valeur de 1200 fr. à M. le docteur Bussard (Victor-Amédée), médecin aide-major de 1<sup>re</sup> classe à l'hôpital militaire du Val-de-Grâce, auteur du mémoire inscrit sous le n° 1, avec cette épigraphe : *Quod volui, sed non quod voluerim*.

*Prix fondé par Capuron.* — Question proposée : « Des altérations du placenta et de leur influence sur le développement du fœtus. » Ce prix était de la valeur de 2000 fr. Un seul mémoire a concouru.

Il n'y a pas lieu de décerner le prix.

*Prix fondé par Barbier.* — Ce prix devait être décerné à celui qui aurait découvert des moyens complets de guérison pour des maladies reconnues le plus souvent incurables, comme la rage, le cancer, l'épilepsie, les scrofules, le typhus, le choléra-morbus, etc.

Des encouragements pouvaient être accordés à ceux qui, sans avoir atteint le but indiqué dans le programme, s'en seraient le plus rapprochés.

Ce prix était de la valeur de 3000 francs. Huit ouvrages et mémoires ont été envoyés pour concourir.

L'Académie ne décerne pas le prix, mais elle accorde, à titre de récompense : 1° Une somme de 1500 fr. à M. le docteur Junod, médecin à Paris, pour son ouvrage intitulé : *Traité théorique et pratique de l'hémospasie*; — 2° une somme de 500 francs à M. le docteur Trideau, médecin à Andouillé (Mayenne), pour sa brochure ayant pour titre : *Traitement de l'angine couenneuse par les balsamiques*.

*Prix fondé par Ernest Godard.* — Ce prix devait être décerné au meilleur travail sur la pathologie interne. Il était

de la valeur de 1000 fr. Quatre ouvrages, ou mémoires, ont concouru.

L'Académie décerne le prix à M. le docteur Legrand du Saulle, médecin à Paris, pour ses deux brochures intitulées, l'une : *La folie du doute*; l'autre : *La folie héréditaire*.

*Prix fondé par Orfila.* — L'Académie avait mis de nouveau la question suivante au concours : « De l'aconitine et de l'aconit. »

Ce prix était de la valeur de 4000 fr. Aucun concurrent ne s'est présenté.

*Prix fondé par Itard.* — Ce prix, qui est triennal, devait être accordé à l'auteur du meilleur livre ou mémoire de médecine pratique ou de thérapeutique appliquée.

Afin qu'ils pussent subir l'épreuve du temps, ces ouvrages devaient avoir au moins deux ans de publication. Ce prix était de la valeur de 2800 fr. Huit ouvrages ou brochures ont été envoyés pour concourir.

L'Académie décerne le prix à M. le docteur Angel Marvaud, médecin-major à l'hôpital militaire de Mascara (Algérie), pour son ouvrage intitulé : *Les aliments d'épargne*, inscrit sous le n° 5 du concours.

*Prix fondé par Saint-Léger.* — Extrait de la lettre du fondateur : « Je propose à l'Académie de médecine une somme de quinze cents francs pour la fondation d'un prix de pareille somme, destiné à récompenser l'expérimentateur qui aura produit la tumeur thyroïdienne à la suite de l'administration, aux animaux, de substances extraites des eaux ou des terrains des pays à endémies goitreuses. »

Le prix ne devait être donné que lorsque les expériences auraient été répétées avec succès par la commission académique. L'Académie n'a reçu aucun mémoire pour ce concours.

*Prix fondé par Falret.* — La question suivante était de nouveau mise au concours : « De la folie dans ses rapports avec l'épilepsie. » Ce prix était de la valeur de 2000 fr.

Trois concurrents se sont présentés.

L'Académie ne décerne pas le prix.

Elle accorde : 1° Une somme de 1500 fr., à titre de récompense, à M. le docteur J. Christian, médecin-adjoint à l'asile d'aliénés de Mondevergues (Vaucluse), auteur du mémoire n° 3, ayant pour épigraphe : *Melius est sistere gradum*; — 2° 500 fr., comme encouragement, à M. le docteur Lagardelle (Firmin), auteur du mémoire n° 1, portant pour épigraphe : *Vita brevis, ars longa, judicium difficile*.

*Prix pour 1877.*

*Prix de l'Académie.* — Question proposée : « De la glycosurie au point de vue de l'étiologie et du pronostic. » Ce prix était de la valeur de 1000 fr.

L'Académie ne décerne pas le prix.

Elle accorde à titre d'encouragement : 1° 600 fr. à M. le docteur Cyr (Jules), de Paris; — 2° 400 fr. à M. le docteur Dauvergne père, médecin de l'hôpital de Manosque (Basses-Alpes).

*Prix fondé par le baron Portal* — Question proposée : « Existe-t-il une pneumonie caséuse indépendante de la tuberculose? »

Ce prix était de la valeur de 1000 fr. Trois mémoires ont concouru.

L'Académie décerne le prix à M. le docteur J. Grancher, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

*Prix fondé par Mme Bernard de Civrieux.* — « Rechercher par quel traitement on peut arrêter la paralysie générale à son début, et assurer l'amélioration ou la guérison obtenue. »

Ce prix était de la valeur de 1000 fr. Deux mémoires ont concouru.

L'Académie décerne le prix à M. le docteur Lagardelle, médecin en chef de l'asile des aliénés de Marseille.

*Prix fondé par Capuron.* — « Du chloral dans le traitement de l'éclampsie. » Ce prix était de la valeur de 2000 fr. Six mémoires ont été adressés à l'Académie.

L'Académie décerne le prix à M. le docteur J. Delannoy, médecin à Paris.

Elle accorde, en outre, une mention honorable à M. le docteur Léon Testut, de Bordeaux.

*Prix fondé par Barbier.* — (Maladies incurables). Huit ouvrages ou mémoires ont concouru. Le prix n'a pas été décerné.

*Prix fondé par Ernest Godard.* — Ce prix devait être donné au meilleur travail sur la pathologie externe. Il était de la valeur de 1000 fr.

L'Académie décerne le prix à M. le docteur Luton, de Reims, pour son *Traité des injections sous-cutanées à effet local.*

Elle accorde une mention très-honorable à M. le docteur P. Reclus, auteur du travail intitulé : *Du tubercule, du testicule et de l'orchite tuberculeuse.*

*Prix fondé par Huguier.* — Ce prix devait être décerné à l'auteur du meilleur travail manuscrit ou imprimé en France *Sur les maladies des femmes, et plus spécialement sur le traitement chirurgical de ces affections (non compris les accouchements).*

Il n'était pas nécessaire de faire acte de candidature pour les ouvrages imprimés. Étaient seuls exclus les ouvrages faits par les étrangers et les traductions.

Ce prix était de la valeur de 3000 fr.

L'Académie décerne le prix à M. le docteur Puech, médecin à Nîmes, pour son ouvrage intitulé : *Des atrésies complexes des voies génitales de la femme ou de l'hématomètre unilatéral.*

*Prix Saint-Léger.* — Il ne s'est point présenté de concurrent.

*Prix Ruzé de Lavison.* — Il n'y a pas lieu de décerner ce prix.

## NÉCROLOGIE SCIENTIFIQUE

Victor Regnault.

Victor Regnault a été enlevé à la science le 19 janvier 1878. Nous rappellerons brièvement les circonstances principales de la vie de ce savant et le genre de progrès qu'il a contribué à imprimer à la physique contemporaine.

Toutes les personnes, à Paris, qui, de près ou de loin, s'occupent de physique ou de chimie, ont connu Victor Regnault. Son air juvénile, son visage imberbe, ses longs cheveux blonds, son air affable et souriant, lui conciliaient une sympathie que ne faisaient qu'accroître l'extrême bienveillance de son caractère et son empressement à être utile aux travailleurs.

A le voir ainsi constamment prévenant et bon, on aurait cru que la carrière avait toujours été simple et facile pour lui. Mais, au contraire, les débuts de sa vie avaient été remplis de lutttes pénibles. Né à Aix-la-Chapelle, en 1810, il fut, de bonne heure, orphelin de père et de mère, et obligé, à l'âge de douze ans, d'entrer comme commis dans une maison de commerce de Paris. Mais son aptitude pour les mathématiques et les sciences exactes s'était manifestée de bonne heure. Le jeune employé de la rue Saint-Denis consacrait les heures de loisir de sa journée à travailler à la bibliothèque de la rue Richelieu, et il passait ses nuits à étudier les mathématiques. Il voulait entrer à l'École polytechnique. Il y fut reçu, en effet, en 1830, après un brillant examen. En 1832, il sortait de l'École polytechnique, le second de sa promotion et passait à l'École des mines. Bien qu'il consacrat en partie ses loisirs à donner au dehors des leçons de mathématiques, Victor Regnault fit à l'École des mines des études assez brillantes pour n'y séjourner que deux ans, au lieu des trois ans réglementaires.

Berthier, professeur à l'École des mines, avait vite apprécié

le mérite du jeune Regnault. Il le fit attacher au laboratoire de l'École. Trois ans plus tard, en 1835, il fut nommé professeur adjoint de docimasia. Il quitta cette place, en novembre 1848, pour se livrer à un grand travail expérimental dont le ministre des travaux publics l'avait chargé. Il s'agissait de déterminer les véritables chiffres de la tension de la vapeur, selon la température, dans les machines à vapeur. Regnault exécuta, jusqu'aux plus énormes pressions, les déterminations directes de la tension de la vapeur correspondant aux différentes températures; il fixa rigoureusement le nombre d'atmosphères que représente une température donnée de la vapeur. Toutes les nations savantes des deux mondes ont tiré le plus grand parti, pour la construction des machines à vapeur, de ces expériences, qui suffiront à attirer à jamais à leur auteur la reconnaissance publique.

Le travail de Victor Regnault sur la tension de la vapeur d'eau faisait comprendre tout ce que l'on pouvait attendre de lui comme physicien. La chimie, science dans laquelle il avait déjà commencé à faire d'importantes découvertes pendant son séjour au laboratoire de l'École des mines, commença dès lors à lui présenter moins d'attrait. Ayant été nommé professeur de physique à l'École polytechnique, il se consacra à peu près exclusivement à l'étude expérimentale des questions de physique.

Regnault a laissé la réputation, qu'aucun physicien n'avait encore méritée, de ne s'être jamais trompé dans ses expériences. C'est grâce à sa constante préoccupation de ne s'appuyer sur aucun élément sans l'avoir contrôlé et vérifié directement par lui-même, qu'il arriva aux découvertes que connaissent aujourd'hui tous les physiciens. C'est ainsi qu'il démontra que les lois admises avant lui sur la dilatation des gaz, la compressibilité, la chaleur spécifique, etc., étaient toutes à reprendre; — que l'on s'était laissé aller à une grande erreur en admettant, avec Dulong, que tous les gaz se dilatent dans la même proportion pour une même quantité de chaleur; — que les gaz ne sont point également compressibles; — que chaque gaz a son individualité, et que si tous s'approchent du type idéal exprimé par la loi de Mariotte, aucun n'y obéit absolument. Chacun s'en écarte, avec une compressibilité moindre si on l'échauffe; et, si on le refroidit, avec une compressibilité plus grande. Cette compressibilité s'exagère avec l'abaissement de la température; elle prépare et finit par accomplir la transformation du gaz en liquide.



C'est ainsi que V. Regnault a pu poser en principe et faire admettre par tous les physiciens que l'insuffisance des pressions était le seul obstacle à la liquéfaction de l'oxygène et de l'azote, et que l'hydrogène lui-même, s'il était convenablement refroidi, prendrait une compressibilité excessive et se liquéfierait. On sait avec quel éclat cette prévision a été confirmée par les expériences de M. Cailletet et de M. Raoul Pictet, qui, en 1878, ont liquéfié l'azote, l'oxygène et l'hydrogène.

Nous ne saurions passer en revue tous les travaux dont Victor Regnault a enrichi les différentes branches de la physique. Bornons-nous à dire qu'il a étudié, par l'expérience, toutes les grandes questions relatives à la chaleur, qu'il a trouvé toutes les lois empiriques des forces élastiques et des chaleurs latentes, et mesuré tous les coefficients numériques se rapportant à ces questions avec une perfection telle, que la critique la plus sévère n'y trouve rien à reprendre. Les chaleurs spécifiques de tous les corps ont été particulièrement révisées par lui avec la plus grande rigueur.

Victor Regnault fit une application très-heureuse de ses travaux théoriques en parvenant à transformer la fabrication du gaz de l'éclairage, à la suite des expériences qu'il avait entreprises, de concert avec une commission spéciale, composée de MM. Morin, Chevreul et Peligot. En déterminant les éléments pratiques de la production du gaz, Regnault faisait une nouvelle et heureuse application de ses études sur la constitution des combustibles minéraux.

Ce fut par une justice rendue à ses connaissances d'ingénieur que Regnault fut appelé, en 1852, à la direction de la Manufacture de Sèvres, pour y succéder à l'ingénieur des mines Ebelmen. Il remplit cette fonction jusqu'en 1870.

Le passage de Victor Regnault à la manufacture de porcelaine de Sèvres a été marqué par d'importantes créations. On lui doit des perfectionnements dans le procédé de la fabrication de la porcelaine par le coulage, et surtout l'application du vide au moulage des pièces de très-grandes dimensions. Il a aussi appliqué l'action des gaz réducteurs à la production des couleurs de grand feu.

Il est toutefois permis de regretter qu'un physicien du mérite de Victor Regnault se soit confiné pendant les plus belles années de sa vie dans les occupations, relativement inférieures, d'un directeur de fabrique de porcelaine.

Dans ses leçons au Collège de France, Regnault se montrait

professeur accompli. Aucun de ses auditeurs ne pourra oublier le charme, la simplicité et la solidité de cet enseignement donné par le plus sympathique des savants, qui, même dans l'âge mûr, avait conservé l'air et la vivacité d'un adolescent. On venait de l'étranger, autant pour écouter le professeur que pour admirer l'observateur habile et ingénieux qui apportait à ses expériences un degré de finesse et de précision que la nature des phénomènes ne paraissait pas comporter.

Parvenu à la maturité de l'âge et du talent, Regnault pouvait regarder l'avenir sans crainte, quand il fut frappé d'une façon terrible. Le 19 janvier 1871, pendant la défense de Paris contre les armées allemandes, son fils, peintre déjà célèbre, digne héritier de son nom, tombait héroïquement à Buzenval. Pour comble de malheur, le savant si cruellement atteint dans ses affections les plus chères n'avait même pas le refuge de l'étude, la dernière consolation de ceux qui souffrent. Ses papiers, ses appareils, étaient restés à la manufacture de Sèvres. Ils furent détruits ou dispersés par la main brutale de l'ennemi. Regnault ne retrouva plus les manuscrits où, durant plusieurs années, il avait consigné une longue série d'expériences délicates de physique et de chimie.

En 1873, de nombreux deuils lui portèrent le dernier coup. Dès lors, il ne fit plus que languir, et en 1874 il fut frappé d'une attaque de paralysie, qui le laissa dans le plus triste état.

Il y avait quelque chose de vraiment navrant à voir cet homme illustre, dont l'Europe savante citait le nom avec admiration, s'avancer péniblement, plié en deux, à peu près entièrement privé de l'usage de ses membres, guidé, ou plutôt porté, par un frère de la confrérie de Saint-Jean-de-Dieu, jusqu'à son fauteuil de l'Institut, et qui, malgré ses souffrances, conservait toujours sur son doux et sympathique visage les signes de la bonté de son âme.

Lorsque, pour la première fois, V. Regnault traversa, dans ce triste appareil, le vestibule de la salle des séances de l'Institut, je ne pus, pour mon compte, me défendre du sentiment d'une vive émotion. Regnault s'en aperçut, et me tendant, en passant, sa main demi-tremblante, il leva les yeux au ciel, avec un air de résignation et de sérénité incomparables.

Je me rappelai alors l'époque où j'allais suivre, au Collège de France, ses expériences sur les hautes tensions de la vapeur. J'avais pour compagnon, dans ces visites, Albert Terrien,

un des camarades de Victor Regnault à l'École polytechnique, qu'Arago venait de placer au *National* comme rédacteur scientifique. Victor Regnault était, à cette époque, dans toute la fougue et l'ardeur de sa brillante jeunesse. C'était merveille de le voir grimper, avec l'agilité d'un adolescent, le long d'une échelle adossée à l'énorme manomètre qui marquait les pressions de la vapeur. Il restait des heures entières exposé au froid, au vent, à la pluie, pour prendre les mesures du niveau du mercure dans le manomètre, toujours souriant ou impassible. Hélas ! Albert Terrien, qui m'a mis, pour ainsi dire, la plume à la main, est mort depuis bien des années, et Victor Regnault a achevé de mourir le 19 janvier 1878, c'est-à-dire, coïncidence étrange, le jour anniversaire de l'inutile bataille de Buzenval, le jour anniversaire de la mort de son fils ! Cette date fatale sera inscrite sur le tombeau de deux hommes qui ont tous les deux honoré la France, et dont la France n'oubliera jamais le nom.

A.-C. Becquerel.

Le doyen de la section de physique de l'Académie des sciences, Antoine-César Becquerel, est mort à Paris, le 18 janvier 1878, à l'âge de 90 ans.

Cet illustre physicien était né à Chatillon-sur-Loing (Loiret), le 7 mars 1788. Il entra à l'École polytechnique, et en sortit, en 1808, avec le titre d'officier du génie. Sa carrière commença sur le champ de bataille. Il assista au siège de sept places fortes, commanda une colonne d'attaque à la place de Tarragone (Espagne) et fit la campagne de 1814.

A la fin de la guerre, A.-C. Becquerel était commandant du génie et chevalier de la Légion d'honneur. Il quitta alors le service militaire, pour se livrer à la culture des sciences.

Les travaux par lesquels Becquerel débuta dans la carrière scientifique, en 1819, se rapportaient à la minéralogie et à la géologie. Il découvrit à Auteuil de nouveaux minéraux, notamment la chaux phosphatée et le zinc sulfuré. Il étudia aussi plusieurs formes nouvelles de la chaux carbonatée qu'il trouva dans la Nièvre.

Vers la même époque, il montra que la propriété électrique que la pression développe appartient à tous les corps, pourvu qu'ils soient isolés. Il détermina encore les conditions dans lesquelles la tourmaline manifeste la polarité électrique, selon que la température augmente, décroît ou reste stationnaire.

Ses travaux de physique sont empreints d'un grand caractère d'originalité. On peut dire que c'est à lui que l'on doit la connaissance de la cause des courants électriques produits dans la pile de Volta. Les nombreux faits qu'il observa amenèrent la création de la théorie chimique de la pile; et ses recherches eurent pour résultat les perfectionnements qui ont été apportés à la construction de piles employées dans la science et dans l'industrie.

Becquerel a désigné sous le nom d'*électrochimie* un ensemble de phénomènes très variés. On lui doit des expériences délicates, faites avec de petits éléments de piles à actions lentes et constantes. Sous l'influence de courants faibles et continus, les corps sont décomposés et transportés, ou bien ils se combinent entre eux. Ils prennent, en se déposant lentement, diverses formes cristallines, semblables à celles que l'on observe dans la nature. Ils produisent quelquefois de belles colorations, que l'industrie a su utiliser. Les études de tous ces phénomènes ont été approfondies dans une série de mémoires de Becquerel.

Les actions électrochimiques ont encore été appliquées par Becquerel au traitement des minerais d'argent, de plomb, de cuivre, et à l'extraction des sels de potasse des eaux mères des salines.

La formation artificielle d'un grand nombre d'espèces minérales a été réalisée dans les ingénieux appareils de Becquerel. Citons, en particulier, la production artificielle de la pyrite, de la galène, de chlorure d'argent, de l'oxychlorure et du protochlorure de cuivre, etc.

L'étude des phénomènes thermo-électriques conduisit A.-C. Becquerel à la construction du *thermomètre électrique*. On peut aujourd'hui, à l'aide de cet ingénieux instrument, déterminer à distance la température des parties intérieures des animaux et des plantes sans produire de lésions sensibles. On s'en sert également pour connaître la température de l'intérieur de la terre, ainsi que celle de l'atmosphère à des hauteurs où il serait difficile de placer, à poste fixe, un thermomètre.

La *balance électro-magnétique* et le *galvanomètre différentiel* sont encore dus à Becquerel.

Ce persévérant expérimentateur s'est occupé avec beaucoup de succès de météorologie. L'assainissement de la Sologne fut l'objet de beaucoup de recherches de sa part.

Dans les derniers temps de son existence, il fit des

expériences suivies sur des phénomènes électriques peu connus, et qui prennent naissance dans les espaces capillaires.

Becquerel a publié plusieurs ouvrages importants. Son grand *Traité d'électricité et de magnétisme* a été longtemps dans les mains de tous les physiciens. Un grand nombre de ses mémoires sont insérés dans les *Annales de chimie et de physique*, et dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*.

Becquerel a travaillé jusqu'à son dernier moment, pour ainsi dire. Son énergie ne s'est pas démentie un seul instant; son ardeur pour la science était à toute épreuve.

Depuis 1829, il faisait partie de l'Académie des sciences, et il occupa de bonne heure une chaire de physique appliquée au Muséum d'histoire naturelle de Paris. Il était membre de la *Société royale de Londres* et de l'Académie de Berlin, commandeur de la Légion d'honneur, grand-croix de la Rose du Brésil, etc. La *Société royale de Londres* lui décerna, en 1837, la médaille de Copley.

Un accident très grave qui lui arriva sur la fin de sa vie, ne put le détourner de ses travaux. Pendant toute la durée du jour, on pouvait le voir multipliant les expériences dans son étroit laboratoire, toujours encombré d'appareils. On peut s'étonner, quand on considère les laboratoires spacieux et commodes que l'on voit aujourd'hui s'élever de toutes parts, du modeste réduit dans lequel Becquerel faisait ses recherches. C'est que sa rare perspicacité suffisait à tout.

Il mettait la plus juvénile ardeur à entretenir de ses travaux ses confrères et ses amis. Tous ceux qui ont eu accès après de ce digne et ardent chercheur appréciaient sa bienveillance, sa simplicité et sa bonté.

Belgrand.

Belgrand, inspecteur général et directeur du service des eaux de la ville de Paris, à qui la capitale doit le bienfait immense de sa distribution d'eaux actuelle, et particulièrement la dérivation des eaux de la Dhuis et de la Vanne, était né le 23 avril 1810, à Champigny-sur-Ouré (Côte-d'Or), sur la frontière de la Champagne et de la Bourgogne. Il a succombé presque subitement à une attaque d'apoplexie cérébrale, en signant, dans son cabinet, les états de ses employés.

Belgrand avait fait ses études au collège de Chaumont. Il

acheva ses mathématiques dans l'institution Mayer, à Paris, et en 1829 il entra à l'École polytechnique.

On lit dans la préface de son livre *La Seine* :

« En 1832, simple élève ingénieur, j'étais chargé de surveiller la construction d'un petit pont de trois arches sur la Brenne, à Vitteaux-en-Auxois. Pendant mon séjour dans cette ville, je fus témoin d'un de ces phénomènes qui ne s'effacent pas de la mémoire. A la suite d'une forte pluie d'orage, qui dura moins d'une heure, je vis les eaux pluviales ruisseler de toutes parts à la surface des coteaux qui bordent la vallée. En un instant, la Brenne éprouva une crue énorme, qui s'éleva au-dessus des niveaux des parapets du pont que nous construisions. Ce pont en remplaçait un autre beaucoup plus petit, qui avait été emporté par une crue. On avait calculé le nouveau débouché d'après les règles les plus larges admises alors, et cependant il était évident pour moi qu'on était resté bien au-dessous des dimensions nécessaires. J'avais été témoin de chutes de pluie aussi fortes, mais jamais d'un tel ruissellement des eaux pluviales, ni d'une crue aussi subite et aussi violente. Je fus bientôt conduit à cette conclusion que ce double phénomène était dû à la nature même du sol. La petite ville de Vitteaux est à la limite de la région connue en basse Bourgogne sous le nom d'Auxois, et qui n'est en réalité qu'une vallée d'érosion de 30 kilomètres de largeur, creusée dans le massif argileux des bois. A la limite de ce vaste fossé, sur la rive droite de la Brenne, s'élève la chaîne de la Côte d'Or, formée de calcaires oolithiques. Je reconnus que dans toute la région argileuse le débouché mouillé des ponts était considérable; qu'au contraire, les ponts construits sur les routes de la région calcaire ne recevaient jamais d'eau, et qu'ainsi leur débouché mouillé était nul. J'en conclus qu'il y avait une lacune dans nos études, et, dès cette époque, je fus convaincu qu'un ingénieur des ponts et chaussées doit être non-seulement géomètre, mais géologue. »

Dans toute la suite de sa carrière, Belgrand démontra par son propre exemple la vérité de ce principe, car il fut toujours dirigé dans ses travaux d'ingénieur par ses connaissances de géologue.

Le jeune ingénieur des ponts et chaussées obtint pour sa résidence Montbard, qu'il ne quitta qu'en 1845, pour Avallon. Il était dominé par son idée d'appliquer l'élément du relevé des pluies à la connaissance exacte des crues des rivières. Il classa, au point de vue de la pluie observée, les terrains qu'il visitait, et découvrit peu à peu les lois qui l'ont rendu célèbre dans l'art de l'ingénieur-hydrographe, et qui rattachent les quantités de pluie au régime des crues d'eau.

C'est en 1846 qu'il publia son premier travail, *l'Hydrologie*

*des granits et des terrains jurassiques formant la zone supérieure du bassin de la Seine.* A cette même époque, il créait une distribution d'eau à Avallon. Il exécutait les conduits en ciment de Vassy, établissait un siphon de 83 mètres de flèche, et couvrait le réservoir d'une voûte circulaire de 16 mètres, faite sur une épaisseur de 7 centimètres en briquettes cimentées.

En 1851, M. Haussmann, alors préfet de l'Yonne, fit la connaissance de Belgrand, en visitant Avallon. Nommé préfet de la Seine en 1854, M. Haussmann demanda à l'ingénieur dont il avait su apprécier la valeur, de déterminer les sources d'eau potable qu'on pourrait amener à Paris.

Belgrand était alors ingénieur en chef. Il avait obtenu ce grade en même temps que le service de la navigation de la Seine à Rouen.

Lorsqu'il reçut, en avril 1854, la mission de rechercher les sources d'eau potable pouvant alimenter Paris, il était en mesure de répondre sans retard à cette question difficile. Aussi, dès le mois de juillet, donnait-il sa *Carte du bassin de la Seine*, magnifique travail, au double point de vue de la géologie appliquée et de l'hydrologie. Les conséquences qui en découlaient furent mises en évidence, dans le *Mémoire au Conseil municipal*, dans lequel le Préfet de la Seine traçait le programme des études à entreprendre pour une nouvelle distribution d'eaux à Paris.

Le Préfet de la Seine s'était posé ce problème, essentiel pour l'existence même des habitants de Paris : Trouver, pour remplacer l'eau de la Seine, devenue impure par les usages industriels et par des causes diverses d'altération, des eaux pures, limpides, fraîches, et arrivant à une hauteur suffisante pour pouvoir être distribuées à tous les étages des maisons, par la pente naturelle, et sans nécessiter de machines élévatoires. Il fallait trouver un volume de 140 000 mètres cubes d'eau toutes les 24 heures, pour les répartir sur une population de deux millions d'habitants, chaque individu devant pouvoir disposer journalièrement de 70 litres d'eau potable. Il était prescrit d'exclure les eaux des rivières qui sont troubles en hiver et chaudes en été. L'eau devait donc être demandée aux sources et, pour découvrir les meilleures, il fallait explorer la Bourgogne, la Champagne, l'Île-de-France et la Normandie.

Voici le principe qui servit de guide à Belgrand : « Quand un errain perméable repose sur un terrain imperméable, au

point de contact se trouve un niveau de sources, parce qu'on est au bas d'un réservoir souterrain. »

Il ne s'agissait plus que de considérer quatre horizons géologiques, presque concentriques au bassin tertiaire de Paris. Quatre groupes principaux de sources étaient aux affleurements :

- 1° Des marnes du lias, sous la grande oolithe ;
- 2° De la glaucomie, sous la craie blanche ;
- 3° De l'argile plastique, sous le calcaire grossier ;
- 4° Des marnes vertes, sous les sables de Fontainebleau.

On fit très promptement l'analyse chimique de toutes ces eaux au moyen de l'hydrotimètre de Félix Boudet et Boutron. On dosait les sels terreux avec une solution de savon ; le goût décelait les matières organiques et la tourbe.

On ne trouva l'eau potable, avec le degré de pureté, le volume et l'altitude nécessaires, que sous la craie de la Champagne.

Les sources choisies furent celles de la Dhuis et de la Vanne.

La Dhuis devait arriver sur les hauteurs de la rive droite, aux Buttes-Chaumont, pour les quartiers hauts. Le courant de la Vanne, qui aboutissait au plateau de Montrouge, fut destiné aux quartiers bas et moyens. Le titre hydrotimétrique des sources était de 20 à 23 degrés ; leur température, en été, ne dépassait pas + 12 à + 14 degrés.

On a quelque peine à comprendre aujourd'hui comment un projet conçu dans un but éminemment philanthropique, puisqu'il s'agissait de distribuer d'énormes quantités d'une eau pure et salubre aux Parisiens, condamnés depuis un demi-siècle aux eaux impures de la Seine, du canal de l'Ourocq, ou aux eaux calcaires d'Arcueil, comment ce projet, qui aurait dû être acclamé par la reconnaissance publique, fut, pendant deux ans, un thème d'oppositions, de critiques et d'attaques sans fin contre le Préfet de la Seine et les ingénieurs du service des eaux. Les journaux étaient remplis de plaintes, de critiques, de récriminations, au fond desquelles il n'y avait qu'un motif d'opposition politique contre le gouvernement, ou des calculs d'intérêts privés. Le Préfet de la Seine, à vrai dire, ne se laissa pas émouvoir par ces attaques systématiques, et Belgrand s'y montrait fort indifférent.

Il assura la conduite des eaux des deux sources de la Champagne par un aqueduc de 2 mètres 10 de diamètre, ayant 20 centimètres de pente par kilomètre, qui franchissait



les vallées sur des arcades aériennes, et déversait le courant de ses eaux dans des réservoirs couverts.

Le réservoir de Montrouge, édifié par Belgrand, est une construction merveilleuse, car elle ne recèle pas moins de 300 000 mètres cubes d'eau.

Les travaux de la conduite de la Dhuis et de la Vanne exigèrent une vingtaine d'années. Ils furent commencés en 1856, et ce n'est qu'en 1876 que les eaux de la Vanne furent distribuées dans la capitale.

L'eau de la Vanne, à son arrivée, est d'une incomparable fraîcheur. Les Parisiens la connaissent, puisqu'ils la boivent avec tant de plaisir aux fontaines Wallace, qui seraient certainement désertées si elles débitaient les eaux nauséabondes de la Seine ou du canal de l'Ourcq. Aujourd'hui, il n'y a plus d'eau vraiment potable à Paris que l'eau de la Vanne et celle de la Dhuis.

C'est aussi en 1856 que la direction des égouts de Paris fut confiée à Belgrand, qui devait s'illustrer par un nouvel ordre de créations.

Le point de départ des travaux de Belgrand sur les égouts se trouve dans ce qu'avait entrepris l'ingénieur Dupuit, qui avait établi le premier collecteur latéral à la Seine,

Depuis l'égout latéral construit par Dupuit, la Seine n'était affranchie des égouts que jusqu'à la place de la Concorde. La théorie traçait son plan à la pratique. Il fallait couper la presque en droite ligne; puis, par un souterrain ouvert sous la place de l'Europe et les Batignolles, on chercherait un débouché à Asnières.

L'exécution de ce plan fut poursuivie en 1860, en plein dans la nappe des alluvions. L'artère d'assainissement reçut les artères secondaires; et pour joindre les deux rives, un double siphon fut immergé, en 1867, au pont de l'Alma. Grâce à la vanne que le conducteur du bateau flottant sur l'eau des égouts abaissait derrière lui, pour produire un gonflement d'eau, les dépôts de la cunette étaient affouillés, et le bateau descendait lentement, chassant dans la rivière les bancs de sable et les détritiques que les cantonniers de la surface avaient, par les bouches, jetés aux égouts.

En même temps, les égouts recevaient les conduites d'eau et les fils télégraphiques. On renonça à y placer les conduites de gaz, par la crainte de l'explosion de mélanges détonants qui auraient pu se produire dans ces espaces fermés.

Le réseau d'égouts de la capitale est une des merveilles de

Paris. Bien que cachée aux yeux, elle n'en est pas moins un objet d'admiration pour le public et les ingénieurs. Les égouts sont propres, parfaitement ventilés; on les parcourt en bateau ou un wagon. Ils constituent un modèle que l'étranger ne cesse d'étudier, afin de l'imiter, et qui rappelle les célèbres *cloaques* de l'ancienne Rome. Il n'est personne qui n'ait admiré ce matériel ingénieux, cet outillage spécial composé de wagons, de bateaux et d'engins de toute sorte si bien appropriés à leurs fonctions de nettoyage. Les modèles en petit de ces curieux outils ont été la grande curiosité éditiltaire à toutes les expositions d'Europe et d'Amérique, et le siphon du pont de l'Alma qui fait passer les immondices de l'une à l'autre rive de la Seine, a trouvé partout des admirateurs.

En 1867, Belgrand fut nommé inspecteur général et directeur du service des eaux de Paris, qui lui devait tant d'améliorations.

De 1870 à 1871 il dut pourvoir aux nouvelles conditions du service qui lui étaient imposées par les événements de la guerre ou de l'insurrection.

Sous la Commune, son cabinet, situé à l'Hôtel-de-Ville, fut brûlé pendant le funeste incendie de ce monument, et les immenses matériaux qu'il avait rassemblés pour composer l'*Histoire des eaux de Paris* furent anéantis.

En reprenant ses fonctions après le retour de l'ordre et de la paix, Belgrand avait encore à combler 390 kilomètres de lacunes secondaires pour les égouts; ce qui devait nécessiter une dépense de 40 millions. Le problème fut résolu par la transformation de l'opération de la vidange. Belgrand proposa de supprimer les fosses fixes ou mobiles, ainsi que la voirie de Bondy, en autorisant la vidange directe des maisons à l'égout et en imposant aux propriétaires l'abonnement aux eaux de la Ville. Les égouts pouvaient être ainsi terminés en quatre ans. Ce plan n'est pas encore entièrement réalisé, mais il est permis de prévoir la fin de son exécution pour une époque prochaine.

Dans les terrains imperméables, où l'eau glisse à la surface, une averse engendre un ruisseau à chaque pli de terrain, et les cours d'eau sont torrentiels, à crues violentes et passagères. Dans les terrains perméables, où l'eau s'infiltré dans le sol, la pluie profite au réservoir souterrain qui alimente les sources. Dans ce cas, presque toutes les vallées sont sèches;

les cours d'eau qui sont au fond des vallées principales, sont tranquilles, ayant des crues qui durent longtemps et sont peu élevées.

C'est là le principe hydrologique des crues, lequel conduit à l'hydrométrie, c'est-à-dire à la mesure des crues.

C'est ainsi qu'en observant les affluents torrentiels dans les montagnes, on peut en déduire la montée d'inondation dans les plaines. Les affluents tranquilles viendront en retard pour soutenir la crue du fleuve.

Quant à la connaissance des terrains perméables et imperméables du bassin de la Seine, la géologie fournit les moyens de les indiquer.

Les avertissements qui sont résultés du service basé sur ce système ont été très utiles au moment des inondations de 1855, 1866, 1876. Belgrand, en collaboration de M. Lemoine, donnait aux riverains de la Seine des avis, qui se vérifièrent ponctuellement.

Belgrand a fait d'importantes publications : les *Annales des ponts et chaussées* et l'*Annuaire de la Société météorologique* contiennent des Notices de sa main.

Le *Bassin parisien aux âges antéhistoriques* est un ouvrage de Belgrand que la ville de Paris publia en 1869.

A la fin de l'année suivante, un manuscrit, faisant suite au livre précédent, était mis sous les yeux de l'Académie des sciences, sous ce titre : *La Seine aux âges modernes*. Heureusement, cette œuvre, déposée à la bibliothèque de l'Institut, fut sauvée de l'incendie qui devait consumer, à l'Hôtel de Ville, le manuscrit de l'*Histoire des eaux de Paris*. Cette œuvre, c'est-à-dire *La Seine aux âges modernes*, fut publiée en 1872.

Les *Aqueducs romains* parurent en 1875. En 1877 parut le volume sur les *Eaux anciennes de Paris*. Ce travail comprend les aqueducs romains de Chaillot et d'Arcueil et va jusqu'à la description des pompes et des machines en Seine du siècle dernier.

La mort vint surprendre Belgrand au moment où il s'occupait d'écrire l'histoire des eaux de Paris et la description des travaux des aqueducs de la Dhuis et de la Vanne, ainsi que de la distribution de ces nouvelles eaux dans Paris.

J'avoue n'avoir pu me défendre d'une vive émotion en parcourant, à l'Exposition universelle de 1878, dans le magnifique pavillon de la ville de Paris, les ouvrages de Belgrand sur la distribution des eaux, auxquels manque le complément essen-

tiel, c'est-à-dire l'exposé de ses propres travaux sur la distribution des eaux de la Dhuis et de la Vanne, et le compte rendu de ses travaux pour la construction des égouts. En voyant dans le même pavillon, sur la rive de la Seine, des spécimens, de grandeur naturelle, des appareils, conduites, bassins, etc., ainsi que du système d'égouts créés par Belgrand, je ne pouvais m'empêcher de songer au juste orgueil que l'auteur de tant de belles œuvres aurait eu à les montrer à l'Europe réunie à Paris dans la personne de ses plus illustres représentants. Une mort foudroyante a enlevé à Belgrand cette joie légitime et à ses amis cette douce satisfaction.

Belgrand avait été élu, en 1871, membre libre de l'Académie des sciences. Il aida singulièrement Le Verrier, son ancien camarade à l'École polytechnique, dans l'organisation de l'*Association scientifique de France*.

Belgrand était d'une bonne et ancienne famille. Il comptait parmi ses ancêtres un officier du génie qui, au dix-huitième siècle, défendit Malte contre les Anglais. Il justifiait son nom, car il était *bel* et *grand*, ou pour mieux dire il était de stature athlétique. Ses manières étaient pleines de rondeur, de franchise et de bonhomie. Il était rempli d'obligeance pour les étrangers et très accessible à ses inférieurs. Tous les Parisiens connaissaient l'actif et laborieux ingénieur en chef des eaux, que l'on voyait sans cesse parcourir la ville à grands pas, pour les besoins de son service, de ses travaux ou de son inspection.

Une heureuse et franche gaieté était le fond de son caractère.

Mêlé aux polémiques qui ont occupé, pendant deux ans, la presse parisienne, à l'occasion de la question des eaux de Paris, j'avais tenu à aller moi-même visiter les sources de la Vanne, qu'il était question de dériver à Paris. Je fis le voyage de la Champagne, en compagnie de Belgrand et de quelques ingénieurs de la ville. J'avais fait 150 lieues pour boire un verre d'eau, mais j'en fus bien récompensé, car mes compagnons de route étaient aussi aimables qu'instruits, et leur conversation était pleine de charmes. Belgrand disait gaiement à ce propos : « M. Louis Figuier est un vrai savant ; il aime à remonter aux sources. »

L'État et la ville de Paris ont dû faire une pension à la veuve de Belgrand ; car ce grand ingénieur qui avait mis en œuvre des millions pendant un demi-siècle, est mort sans fortune.

## Claude Bernard.

Claude Bernard, membre de l'Académie des sciences de Paris (section de médecine), membre de l'Académie française, où il avait remplacé Flourens, membre de l'Académie de médecine (section de physiologie), sénateur du second empire, d'abord professeur de physiologie générale à la Faculté des sciences de Paris, ensuite professeur de *médecine expérimentale* au Collège de France, enfin professeur de physiologie générale au Muséum d'histoire naturelle, commandeur de la Légion d'honneur, président de la *Société de biologie*, etc, etc., est mort à Paris, le 10 février 1878.

Claude Bernard était entré fort tard dans la carrière des sciences. Ce n'est qu'à trente ans qu'il fut reçu docteur en médecine, et à quarante ans seulement il se décida à se consacrer exclusivement à la physiologie.

Né le 12 juillet 1813, dans le petit village de Saint-Jullien, près Villefranche-sur-Saône (département du Rhône), Claude Bernard, après une absence à peu près complète d'études premières, fut obligé, pour vivre, d'entrer, comme apprenti, dans une pauvre pharmacie du faubourg de Vaise, à Lyon. Mais le métier d'élève pharmacien répondait peu aux désirs de son esprit. Un beau jour, il dit adieu à l'officine lyonnaise, et se rendit à Paris, pour essayer d'une autre voie. Il ruminait d'entrer dans la littérature, et avait en poche une tragédie, intitulée *Charles VI*, plus un vaudeville. Il alla soumettre le tout à Saint-Marc Girardin, qui était l'oracle littéraire du jour, et dont les leçons à la Sorbonne, sur *l'usage des passions dans le drame*, faisaient en ce moment accourir autour de sa chaire toute la jeunesse lettrée.

Voltaire, consulté par un frater qui lui soumettait ses essais poétiques, lui avait répondu : *Faites des perruques, mon ami, faites des perruques!* Saint-Marc Girardin, après avoir lu *Charles VI*, dit à l'échappé de la pharmacie : *Faites de la médecine, jeune homme, faites de la médecine!*

Le conseil était bon; il fut suivi. Claude Bernard prit ses inscriptions à la Faculté de médecine de Paris, et en 1835 il concourait avec succès pour l'internat des hôpitaux. En 1843, il fut reçu docteur. Comme nous l'avons dit, il avait alors trente ans.

Magendie, qui tenait à cette époque le sceptre de la physiologie en France, distingua Claude Bernard, et le prit pour

préparateur de son cours au Collège de France. Claude Bernard fut donc chargé de disposer animaux, appareils et instruments pour les leçons publiques du Collège de France.

Tout en remplissant les fonctions de préparateur du cours de Magendie, Claude Bernard n'était nullement décidé à suivre la carrière des études physiologiques. Il hésitait entre l'enseignement, vers lequel le poussait Magendie, et l'exercice de la médecine dans sa petite localité du Dauphiné, ce qui lui aurait assuré immédiatement l'existence. Il s'était imposé l'âge de quarante ans comme terme de ses hésitations. En 1853, parvenu à l'âge qu'il s'était fixé comme limite, il se décida à renoncer à la carrière de la médecine pratique, et prit le grade de docteur ès sciences naturelles, qui devait lui ouvrir la voie de l'enseignement scientifique dans les Facultés.

Sept ans après, à la mort de Magendie, Claude Bernard était nommé son suppléant au Collège de France, et bientôt il était appelé à l'Institut, pour occuper le fauteuil du chirurgien Roux.

Il avait toujours reculé devant le concours d'agrégation à la Faculté de médecine, n'ayant ni la facilité d'élocution, ni l'aptitude à l'improvisation, qui sont nécessaires pour aborder la carrière des concours dans les Facultés de médecine. Mais on voulait, en raison de son titre de membre de l'Institut, lui donner une chaire. On créa donc, tout exprès pour lui, à la Sorbonne, une chaire de *physiologie générale*.

Un an après, il obtenait une deuxième chaire, celle de son maître Magendie. Seulement on crut bon de changer le titre de la chaire que son prédécesseur avait occupée : on l'appela *chaire de médecine expérimentale*, mot qui ne signifie pas grand'chose, mais qui répondait aux travaux que Claude Bernard commençait à produire.

Le double enseignement de la Sorbonne et du Collège de France avait eu un certain retentissement. Claude Bernard était entièrement dépourvu des qualités de l'orateur : il était lourd dans ses allures, sa parole était pénible et embarrassée ; mais il suppléait à ce qui lui manquait comme professeur par une certaine bonhomie, et par un sincère dévouement aux intérêts de la science. Il avait le tempérament du savant, comme il en avait la profession.

On ne fut donc pas surpris d'apprendre que l'empereur Napoléon III appelât un jour aux réceptions de Compiègne Claude Bernard, comme il y appelait tous les hommes que signalaient leurs talents ou la faveur publique.

Le souverain et le physiologiste durent être contents l'un de l'autre; car on vit la carrière ascendante de Claude Bernard s'accroître encore. En 1869, il était nommé sénateur de l'Empire et commandeur de la Légion d'honneur. Bientôt l'Académie française lui ouvrit ses portes.

Il convient d'ajouter que la politique n'a jamais tenu beaucoup de place dans les préoccupations de Claude Bernard. Comme Gay-Lussac, comme Vauquelin et Thénard, il s'était laissé porter aux honneurs d'une assemblée politique, mais son esprit n'était pas là. Il siégea assez rarement sur les bancs de la noble salle du palais du Luxembourg.

C'est que sa vie scientifique absorbait nécessairement tous ses instants. Il avait échangé sa chaire de physiologie générale de la Faculté des sciences contre une chaire du même nom au Muséum d'histoire naturelle. Il avait donc constamment deux cours à faire. Ajoutez à cela ses recherches continuelles de laboratoire, ses rapports pour les prix annuels de physiologie et de médecine à l'Institut, la présidence de la *Société de biologie*, les ouvrages qu'il ne cessait de publier, et qui, tout en n'étant que la rédaction de ses leçons au Collège de France, exigeaient cependant des soins et du temps, et l'on comprendra combien ses occupations étaient multipliées, combien elles devaient lui imposer de fatigues et d'efforts.

Cet excès de fatigue physique et d'activité intellectuelle devait finir par altérer sa santé. En 1877, une grave maladie l'obligea de s'arrêter, et d'aller chercher un peu de repos dans son pays natal. Ce séjour en Dauphiné lui rendit ses forces. Il revint au bout de six mois à Paris, en assez bon état en apparence, et il reprit toutes ses occupations avec la même ardeur. Mais il avait trop présumé de lui-même. Une maladie subite, une péritonite, résultant d'une inflammation des reins et de la vessie, compliquée d'accidents d'absorption urémique, l'emporta, le 10 juin 1878, à l'âge de soixante-cinq ans.

Un grand concert d'éloges et d'articles admiratifs dans les journaux politiques et scientifiques a suivi la mort du professeur du Collège de France. Toutefois la valeur d'un savant ne se mesure pas aux témoignages de sympathie ou de regrets de ses élèves et de ses amis. Ses titres à la reconnaissance de la postérité résident dans les découvertes qu'on lui doit, dans les progrès qu'il a imprimés à la science de son temps. Or les découvertes, vraiment dignes de ce nom que l'on doit à Claude Bernard, ne composent qu'un assez faible tribut.

Claude Bernard a vécu pendant les trois quarts de sa carrière scientifique sur le bruit de sa découverte de la fonction glycogénique du foie, c'est-à-dire le privilège qu'il accordait au foie de fabriquer du sucre. Je crois pouvoir prétendre que cette découverte doit être totalement rayée de la science. Le sucre que l'on trouve toujours dans le foie, provient, non d'une fonction sécrétoire dévolue à cet organe, mais tout simplement des aliments féculents et sucrés qui lui sont apportés par l'alimentation. C'est ce que j'ai le premier démontré, en 1855, dans des recherches qui ont eu un certain retentissement.

Après la publication de mes mémoires démontrant que le sucre est apporté de l'estomac au foie par le canal de la veine-porte, Claude Bernard retourna la question, et imagina un certain composé, le *glycogène*, que le foie sécréterait, lequel se transformerait ultérieurement en sucre. Il abandonnait ainsi sa théorie de la sécrétion du sucre par le foie, qu'il avait si laborieusement édifiée. Mais M. André Sanson prouva, en 1857, que le *glycogène* n'est que de la fécule ou de la dextrine apportée par l'alimentation. M. Colin (d'Alfort) constata ensuite, par des expériences qui sont rapportées dans son *Traité de physiologie comparée*, que les diverses sécrétions de l'économie, le chyle, la lymphe, etc., renferment du sucre. Plus récemment enfin, il a été prouvé que le sang de toutes les parties du corps renferme du sucre. On ne saurait donc attribuer au foie la propriété de sécréter une substance qui lui arrive toute formée de l'estomac et que l'on rencontre dans divers autres organes.

Claude Bernard avait édifié toute sa carrière scientifique sur la découverte de la fonction glycogénique du foie. Pour répondre aux attaques, aux critiques, que soulevait cette théorie, il n'a cessé de se consumer en efforts, changeant son point de vue à mesure que la discussion démontrait l'inanité de ses vues, édifiant une théorie nouvelle à chaque contestation, mais ne pouvant parvenir à étayer solidement une doctrine chancelante, et qui s'affaissait de plus en plus entre ses mains.

Ainsi, la découverte principale de Claude Bernard, celle qui avait fait sa gloire, sera, nous en avons la ferme conviction, non avenue pour la postérité.

Après son travail sur la fonction glycogénique du foie, on cite de Claude Bernard sa découverte de la fonction digestive du pancréas. Dans un mémoire resté célèbre, il a voulu prouver que le pancréas est le seul organe de l'émulsion des



corps gras ; il a voulu établir que le suc pancréatique est seul chargé d'opérer division des graisses, qui doit précéder et faciliter leur absorption par les vaisseaux chylifères.

Ce mémoire valut à Claud Bernard, en 1846, le grand prix de physiologie expérimentale de l'Académie des sciences. Mais les critiques ne manquèrent pas tout aussitôt à la théorie du rôle exclusif du pancréas dans la digestion des graisses. M. Colin (d'Alfort) fit, en 1857, l'expérience suivante. Il plaça dans le canal pancréatique d'un chien, à l'aide d'une opération fort adroite, une canule, qui conduisait hors de l'intestin de l'animal le suc sécrété par le pancréas. Or, malgré l'absence du suc pancréatique, le chyle continua de présenter l'aspect laiteux ; et la digestion s'effectuant toujours normalement, l'animal se portait parfaitement bien. Je me souviens avoir vu à l'École d'Alfort ce même chien, que mon excellent et savant ami M. Colin avait conservé, et qu'il appelait *Pancréas*, en souvenir des services que cet intéressant animal avait rendus à la physiologie expérimentale. *Pancréas* était plein de gaieté et de vivacité, en dépit de sa fistule abdominale.

Cette expérience, qui a été répétée par d'autres physiologistes, prouve suffisamment que le suc pancréatique ne peut prétendre exclusivement au privilège d'émulsionner les graisses, et que le suc intestinal, comme on le savait avant Claude Bernard, concourt, avec le suc pancréatique, à l'émulsion, c'est-à-dire à la digestion des graisses dans l'intestin.

Les expériences du professeur du Collège de France sur les fonctions du nerf grand sympathique et sur son rôle comme influençant directement la circulation du sang, de la lymphe et du chyle dans les vaisseaux qui se distribuent aux viscères de l'abdomen et de la poitrine, sont de meilleur aloi. Elles vivront dans la science, moins peut-être par elles-mêmes que grâce au grand développement que lui ont donné les physiologistes qui les ont reprises et étendues.

Les expériences de Claude Bernard sur l'action spéciale de certains poisons, du curare en particulier, dont il a fait une étude si minutieuse, vivront également dans la science, mais elles ne constituent que des faits particuliers, sans généralisation utile.

Voilà, il nous semble, à quoi l'on doit réduire les découvertes de Claude Bernard. Cela est peu, on en conviendra, pour un savant qui a eu si longtemps entre les mains tous

les moyens de recherche et d'investigation qu'un expérimentateur puisse désirer ; qui, disposant des laboratoires de la Sorbonne et du Collège de France, étant partout obéi comme un maître, se trouvait armé de toutes les forces vives du travail en ce qui concerne la physiologie expérimentale. Cela est peu, comparé aux découvertes des hommes de génie qui ont précédé Claude Bernard dans la même carrière, des Bichat, des Flourens, des Magendie, des Longet.

Tout le monde sait que, depuis vingt ans la science allemande nous a distancés dans les études physiologiques. Ce sont les idées allemandes qui règnent dans nos Facultés. C'est de l'Allemagne que nous est arrivée l'histologie, qui trône partout dans les livres, dans les cours et même dans les hôpitaux. Ce sont les livres traduits de l'allemand qui sont en honneur pour l'étude de la physiologie ; et de mauvais Manuels allemands sont le *Vade mecum* de nos étudiants en médecine. Cette prépondérance de la science d'outre-Rhin, qui accuse indirectement la décadence de la physiologie française, on ne peut en rendre responsable que le savant qui a eu pendant vingt ans la mission de diriger en France cette partie de la médecine, et qui, préoccupé uniquement de ses travaux personnels et de son éternelle *glycogénie*, nous a laissé envahir par la science étrangère, sans songer un moment ni à l'arrêter, ni à la réfuter, ni à la combattre.

Nous n'avons rien dit encore de la philosophie scientifique, de la doctrine médicale de Claude Bernard. C'est qu'il est, à vrai dire, à peu près impossible de l'apprécier. Claude Bernard rejetait le principe vital admis par les animistes modernes et les vitalistes, et pourtant il proclamait qu'il y a autre chose dans l'homme que la matière. Il reconnaissait l'existence d'une idée suprême, directrice et souveraine, mais il ajoutait aussitôt que c'est là une conception qui ne doit pas sortir du domaine intellectuel, pour réagir sur les phénomènes physiologiques. Il admettait un principe vital, mais à la condition de l'annihiler. Il le reconnaissait comme réalité existante, mais il lui refusait la moindre intervention dans les phénomènes de la vie. Il en faisait comme un factionnaire immobilisé dans sa guérite, et qui ne prend aucune part aux actions qui se passent près de lui. Personne assurément ne comprendra une telle manière de raisonner. Pour ne vouloir être ni matérialiste, ni vitaliste, Claude Bernard s'annihilait au point de vue doctrinal. Dans les sciences et dans la philosophie, comme dans la vie domestique, il faut qu'une porte soit ouverte ou fermée.

Nous terminerons cette Notice en rapportant les titres des principaux ouvrages de Claude Bernard. Ces ouvrages sont :

1849. — *Thèse pour le doctorat ès sciences*, contenant le développement de sa découverte de la fonction glycogénique du foie, mémoire très curieux à lire aujourd'hui, et dont on parle peu, attendu qu'il ne subsiste à peu près rien de ce qui est développé dans cette thèse.

1854. — *Recherches expérimentales sur le grand sympathique et sur l'influence que la section de ce nerf exerce sur la chaleur animale.*

1855-1856. — *Leçons de physiologie expérimentale appliquée à la médecine.*

1856. — *Mémoire sur le pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs.*

1857. — *Leçons sur les effets des substances toxiques et médicamenteuses.*

1858. — *Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux.*

1859. — *Leçons sur les propriétés physiologiques et les altérations pathologiques des liquides de l'organisme.*

1860. — *Leçons et expériences physiologiques sur la nutrition et le développement.*

1865. — *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale.*

1869. — *Rapport sur les progrès de la physiologie dans notre siècle, adressé au Ministre.* Ce travail fait partie de l'ensemble des rapports demandés par M. Duruy à propos de l'Exposition universelle de 1867. Tout le monde sait que le rapport de Claude Bernard sur *les progrès de la physiologie au dix-neuvième siècle* est uniquement consacré au développement des propres découvertes de Claude Bernard.

1871. — *Leçons de pathologie expérimentale.*

1875. — *Leçons sur les anesthésiques et sur l'asphyxie.*

1876. — *Leçons de physiologie générale.*

1876. — *Leçons sur la chaleur animale, sur les effets de la chaleur et sur la fièvre.*

1877. — *Leçons sur le diabète.*

1878. — *La science expérimentale.* (Recueil d'articles publiés en différentes revues.)

Citons encore un grand nombre de notes et mémoires disséminés dans plusieurs recueils scientifiques, tels que les

*Comptes rendus de l'Académie des sciences et de la Société de biologie, les Archives générales de médecine, la Revue des Deux-Mondes, la Revue scientifique, etc.*

Delafosse.

Un savant laborieux et modeste, qui a laissé des travaux nombreux et estimés, Gabriel Delafosse, né à Saint-Quentin en 1796, est mort à Paris, le 13 octobre 1878, à l'âge de quatre-vingt-trois ans, des suites d'une longue maladie, qui le retenait chez lui depuis près de deux ans.

Ancien élève de l'École normale supérieure, Gabriel Delafosse était devenu professeur de minéralogie à la Faculté des sciences de Paris, à l'École normale et au Muséum d'histoire naturelle.

Delafosse a publié divers ouvrages très-estimés sur diverses branches de l'histoire naturelle des corps minéraux, en particulier sur la cristallographie.

Dès le début de ses études, c'est-à-dire encore élève à l'École normale, il eut le bonheur d'être distingué par Haüy, le célèbre créateur de la cristallographie, et il devint le collaborateur de ce savant pour la seconde édition de son *Traité de Minéralogie*.

Il remplit pendant vingt-quatre ans les modestes fonctions d'aide-naturaliste au Jardin des Plantes.

Rédacteur de nombreux articles pour le *Journal de Férussac* et le *Dictionnaire d'histoire naturelle* de d'Orbigny, il a publié plusieurs mémoires importants, dont les principaux sont :

*Sur l'électricité des minéraux* (1818). — *Observations sur la méthode générale du Rév. W. Whewell pour calculer les angles des cristaux* (1825). — *Recherches relatives à la cristallisation considérée sous les rapports physiques et mathématiques* (1840). — *Mémoire sur une relation importante qui se manifeste en certains cas entre la composition atomique et la forme cristalline* (1848). — *Mémoire sur le pléiomorphisme des espèces minérales* (1851). — *Sur la structure des cristaux et ses rapports avec les propriétés physiques et chimiques* (1856). — *Sur la véritable nature de l'hémiédrie et sur ses rapports avec les propriétés physiques des cristaux* (1857).

En 1858, parut son *Nouveau cours de minéralogie*, ouvrage remarquable, qui, outre la description des espèces minérales,

offre le résumé des idées professées par l'auteur sur la cristallographie et les causes probables de l'hémipédie.

A la suite de l'Exposition de 1867, Delafosse fut chargé par le Ministre de l'Instruction publique de rédiger le *Rapport sur les progrès de la minéralogie*.

Delafosse a successivement ou simultanément rempli diverses fonctions. En 1822, il obtint la place de conservateur des collections minéralogiques de la Faculté des sciences, et il fut autorisé à suppléer Beudant dans sa chaire de minéralogie. Quatre ans plus tard, il rentra, comme maître de conférences, à l'École normale, et ne quittait cette situation qu'en 1857, pour obtenir la chaire de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. Dans l'intervalle, en 1841, à la mort de Beudant, il avait été nommé titulaire de la chaire de la Sorbonne.

C'est en 1857 qu'il fut appelé à l'Institut.

En 1875, arrivé à l'âge de la retraite, il quitta ses deux chaires, qui furent attribuées, l'une à M. Des Cloizeaux, l'autre à M. Friedel; mais les deux grands établissements scientifiques auxquels il avait appartenu tinrent à le conserver comme professeur honoraire. Il termina sa vie au Jardin des Plantes. Il est mort dans la maison de Buffon.

Delafosse a écrit plusieurs ouvrages d'enseignement fort estimés, parmi lesquels nous citerons : Un *Précis élémentaire d'histoire naturelle*; des *Notions élémentaires d'histoire naturelle* en trois volumes; des *Leçons d'histoire naturelle*, faisant partie du cours complet d'éducation pour les filles. Son *Nouveau cours de minéralogie*, en trois volumes, présente un tableau complet de la science. Le premier volume est une exposition des propriétés générales des minéraux; les deux autres sont l'histoire des espèces. L'auteur fait preuve d'un tact extraordinaire pour éliminer les espèces minérales fausses et mal définies.

#### Bienaymé.

Bienaymé, le statisticien type, le représentant le plus autorisé de la science des nombres appliquée aux différentes branches de la science, des arts, de l'administration et de la justice, est mort à Paris, en octobre 1878.

Né à Paris, le 28 août 1796, Bienaymé fut reçu à l'École polytechnique en 1815; mais l'École ayant été licenciée en 1816, son avenir fut mis en question, et il vécut de traductions

faites pour le *Moniteur*. Il devint, en 1818, répétiteur de mathématiques à l'École de Saint-Cyr. En 1820, il quitta cette école, pour entrer dans l'administration des finances, et il parvint, en 1834, au grade d'inspecteur général. Plusieurs ministres, notamment Humann et le baron Louis, lui confièrent des travaux importants.

A partir du moment où Bienaymé fut attaché au ministère des finances, il dirigea ses études vers la statistique et le calcul des probabilités. Il présenta à l'Académie des sciences, dans les années 1834 et 1835, deux mémoires, l'un *Sur la probabilité des résultats moyens des observations*, l'autre *Sur la durée de la vie en France depuis le commencement du dix-neuvième siècle*.

Mis à la retraite à la suite de la révolution de 1848, Bienaymé ne s'occupa plus que de science. Il fut appelé à professer à la Sorbonne le calcul des probabilités, mais seulement à titre provisoire, car Lamé devint titulaire de cette chaire.

Le 5 juillet 1852, Bienaymé fut élu membre libre de l'Académie des sciences, en remplacement de Marmont. Il soutint contre Cauchy une discussion sur les différences qui distinguent la méthode des moindres carrés d'un mode d'interpolation proposé par cet illustre géomètre, et il sut augmenter, dans le débat, la grande opinion que l'on avait de son mérite.

C'est comme rapporteur de la commission pour le prix de statistique que Bienaymé a pris une part importante aux travaux de l'Académie des sciences. Pendant vingt-trois années, il a examiné avec un soin minutieux et apprécié avec une autorité incontestée les ouvrages soumis à cette Académie. L'ensemble de ses rapports forme une œuvre considérable, qui sera toujours consultée avec fruit.

En 1850, il trouva une occasion d'employer pour l'intérêt du pays ses connaissances en statistique. Dans un rapport lu au Sénat, le 26 avril 1864, M. Dumas, parlant de l'organisation qu'il avait donnée à la caisse des retraites pour la vieillesse, fondée pendant son ministère, dit qu'il avait consulté les travaux et qu'il s'était assuré le concours « d'un honorable membre de l'Académie des sciences, M. Bienaymé, dont l'Europe connaît la compétence en ces matières ». Les tarifs calculés par Bienaymé ont permis d'introduire dans les opérations de la caisse de la vieillesse un équilibre presque complet.

Divers travaux de Bienaymé témoignent de son érudition pour les langues vivantes et mortes.

Bienaymé était correspondant de l'Académie des sciences de Saint-Petersbourg et de la Commission centrale de statistique de Belgique. En France, il appartenait à plusieurs sociétés savantes et littéraires.

#### Félix Boudet.

Ce qui caractérisait Félix Boudet, c'était son double dévouement à la science et au bien. Sa vie entière fut consacrée à la culture de la chimie et au développement des fondations utiles à l'humanité.

Né à Paris, le 22 mai 1806, Félix Boudet se plaça de bonne heure à la tête de la pharmacie du carrefour de la Croix-Rouge, qu'avait illustrée Deyeux, et que son père avait longtemps dirigée. Les deux thèses de Félix Boudet pour obtenir le grade de docteur ès sciences et de pharmacien sont célèbres dans la science. C'est dans la première qu'il consigna son étude chimique de l'action de l'acide azotique, ou hypo-azotique, sur les huiles, action qui s'accompagne de la formation d'un corps nouveau, l'*élaïdine*, ce qui donne le moyen de distinguer les mélanges d'huile d'olive et d'huile de graines. Poutet, pharmacien à Marseille, avait le premier fait connaître cette réaction; mais Boudet l'étudia d'une manière approfondie, et en fit la base de toute une méthode pour l'examen de la pureté des huiles.

Dans la seconde thèse Félix Boudet étudia le sérum du sang, et il signale dans ce liquide l'existence de plusieurs substances nouvelles.

Tout en dirigeant son officine, Félix Boudet enrichissait la pharmacie théorique et pratique de différents travaux; de sorte qu'à l'époque où l'École de pharmacie de Paris fut englobée dans l'Université, Félix Boudet fut institué professeur agrégé de cette école, avec Buignet, Henry, Goble et M. Chatin. Il fut nommé, en 1846, chevalier de la Légion d'honneur.

En 1849, il céda sa pharmacie à un agrégé de l'école de pharmacie, Edmond Robiquet, mon bon et cher camarade, qu'une mort soudaine devait enlever peu de temps après.

En 1852, il fut nommé membre du Conseil d'hygiène, et il fut appelé, en 1856, à l'Académie de médecine, ce qui réalisait son vœu le plus ardent.

Dès ce jour, il se consacra à une série de travaux marqués au coin de l'utilité pratique.

Parmi les plus importants de ces travaux, il faut citer les belles recherches qu'il fit avec M. Boutron, sur *les eaux potables*. Dans ce mémoire Boutron et Boudet font connaître une méthode d'analyse des eaux basée sur l'emploi d'une solution alcoolique de savon. Cette méthode avait été déjà indiquée par l'anglais Clarke, mais elle devenait entre les mains de Boudet et Boutron un moyen suffisamment exact pour la pratique de doser la chaux, les oxydes terreux et même l'acide carbonique des eaux potables.

Nous rappellerons, pour donner une idée des services rendus par cette méthode, qui est connue sous le nom d'*hydrotimétrie*, que c'est grâce à elle que Belgrand, ainsi que nous l'avons dit plus haut, c'est-à-dire dans la Notice nécrologique que nous avons consacré à cet éminent ingénieur, put suffire à la tâche d'analyser jour par jour les eaux du bassin de Paris et des bassins environnants, et de comparer, pendant des années entières, ces eaux entre elles. L'hydrotimétrie a donc été le guide dans les recherches considérables qui ont eu pour résultat de doter Paris de sa magnifique distribution actuelle d'eaux potables.

Boudet entra lui-même dans l'examen de la question des eaux de Paris. En 1855, il adressait au préfet de police un rapport très intéressant sur ce sujet, à propos des travaux de MM. Mille et Belgrand, et depuis cette époque il ne cessa de s'occuper de l'étude des eaux potables. Après avoir éclairé l'administration sur le système *artériel* de Paris, comme M. Dumas a spirituellement appelé l'aménagement et la distribution de l'eau saine et aérée destinée à l'alimentation de la ville, il s'attacha, soit seul, soit en commun avec M. Gérardin, à en étudier le système *veineux*, c'est-à-dire le liquide altéré et privé d'oxygène, qui, jeté dans la Seine à Clichy et à Saint-Denis, constitue pour les riverains, même à de grandes distances, un foyer permanent et redoutable d'infection et d'insalubrité.

Obeissant à l'esprit philanthropique qui l'animait sans cesse, Félix Boudet se consacra avec ardeur à l'hygiène de l'enfance. Il appela avec beaucoup d'énergie l'attention de l'Académie de médecine sur la question de la mortalité des enfants en nourrice, ce qui amena à l'Académie, de 1856 à 1859, une discussion pleine d'intérêt sous tous les points de vue, et qui se rattachait à l'hygiène de l'enfance. Boudet établit dans cette discussion que la France est dans un état d'infériorité regret-



table eu égard aux autres nations pour tout ce qui touche les soins à donner à l'enfance. C'est alors qu'emporté par une ardeur juvénile, due à sa conviction passionnée, il s'écria : *La patrie est en danger !*

L'assemblée tout entière se sentit profondément émue de cette parole. Une commission permanente fut nommée. Boudet en obtint chaque année la présidence ; et il n'est pas douteux que si dans les sphères administratives un progrès notable a été réalisé dans la question des soins à donner à l'enfance, il en revienne une grande part à cette commission.

Thénard avait fondé la *Société de secours des amis des sciences*. Félix Boudet trouva là une belle occasion d'appliquer son zèle passionné pour le bien. Il devint le secrétaire et l'actif représentant de cette société, qui depuis vingt ans a rendu tant de services pour l'amélioration du sort des familles des savants pauvres. Si cette société est aujourd'hui si florissante, si elle peut répandre largement ses bienfaits, c'est à son secrétaire qu'elle le doit.

Félix Boudet avait éprouvé, en 1876, une attaque d'apoplexie, conséquence de ses fatigues multipliées. Sa passion pour l'étude et pour le bien n'en avait pas été ralentie, et l'on peut en citer une preuve touchante. Peu de jours avant sa mort, alors que sa parole et sa main étaient impuissantes à traduire toute sa pensée, la chaleur de son cœur subsistait tout entière ; car, pénétré des secours inattendus que les travaux de M. Pasteur peuvent apporter à l'art de guérir, il remettait à M. Dumas, sous le voile de l'anonyme, une somme de six mille francs, pour l'auteur de l'application la plus heureuse des nouvelles théories à la médecine et à la chirurgie.

Félix Boudet est mort le 12 avril 1878. Peu d'hommes ont laissé sur la terre autant de bons exemples, et semé autant de bien.

#### Leymerie.

Un géologue d'un grand renom dans le midi de la France, A. Leymerie, est mort à Toulouse, le 6 octobre 1878.

Né à Paris, le 23 janvier 1801, Leymerie s'adonna de bonne heure à l'étude des sciences. Il entra à l'École polytechnique ; mais, porté par un goût prononcé vers le professorat, il renonça aux carrières dont l'École polytechnique lui ouvrait l'entrée,

et il fit ses débuts à Paris dans l'enseignement, comme professeur libre. Après cinq années passées dans cette situation, il accepta le poste de professeur au collège de Troyes, où il enseigna les mathématiques et la physique, en même temps qu'il était chargé des cours municipaux de géométrie et de mécanique appliquées aux arts.

Après six années de professorat au collège de Troyes, Leymerie fut appelé à la direction de la célèbre école Lamartinière de Lyon. Il conserva pendant quatre années la direction de cette école, qui fut loin de déchoir entre ses mains. Il contribua puissamment, au contraire, à la maintenir dans une situation prospère, et même à accroître son renom. Dans un remarquable mémoire, lu devant l'Académie des sciences de Lyon, sous forme de discours de réception à cette Académie, il exposa ses idées sur la meilleure direction à donner à l'enseignement de l'école Lamartinière. Il entra, en même temps, dans des considérations aussi justes qu'élevées sur l'enseignement général des sciences.

L'enseignement supérieur réclamait les hautes aptitudes de Leymerie. Après avoir passé à Paris sa thèse de docteur ès sciences naturelles, il fut chargé, en 1840, de la chaire de géologie et de minéralogie à la Faculté des sciences de Toulouse.

Leymerie a professé la géologie et la minéralogie pendant trente-huit ans dans cette Faculté, en même temps qu'il entreprenait d'importantes recherches dans le domaine de la géologie.

Les Pyrénées ont été le sujet des travaux constants de Leymerie. Cette région était devenue son étude de prédilection. Nombre de découvertes furent le résultat de ses incessantes explorations et courses à travers les montagnes de la chaîne pyrénéenne.

C'est ainsi que Leymerie put accomplir son œuvre capitale, la *Carte géologique de la Haute-Garonne*, à laquelle il a consacré vingt années de recherches. Pendant son séjour à Troyes, il avait publié la *Statistique géologique et minéralogique du département de l'Aube*.

Si la géologie était la science favorite de Leymerie, la minéralogie ne fut point délaissée par lui. Il publia successivement son *Traité de minéralogie*, en deux volumes, et un *Abrégé* du même ouvrage, destiné à l'enseignement élémentaire.

La médaille d'or fut décernée à Leymerie dans une des réunions solennelles qui se tiennent à la Sorbonne, à Paris, et dans lesquelles des prix sont accordés aux sociétés savantes

provinciales dont les mémoires ont paru le plus remarquables.

En 1873, il fut élu membre correspondant de l'Académie des sciences de Paris, dans la section de minéralogie.

Après tant d'efforts et de recherches, Leymerie aurait pu se reposer. Mais son activité d'esprit et de volonté réclamait un nouvel aliment. Après avoir donné la *Carte géologique de la Haute-Garonne*, il s'apprêtait à exécuter celle du département de l'Aude, et il explorait dans ce but les montagnes des Corbières. Dans le cours d'une excursion au milieu de ces montagnes, il contracta un refroidissement, qui amena une fluxion de poitrine mortelle.

Leymerie est donc, on peut le dire, mort au champ d'honneur, au champ d'honneur de la science, qui est aussi glorieux que celui des combats.

Leymerie était plein de douceur et de modestie. C'était un des savants dont la province s'honorait le plus. Sa perte sera difficilement réparée à la Faculté des sciences de Toulouse, tant pour la célébrité du savant que pour les qualités du professeur.

#### Le professeur Charles Anglada.

Le 5 mars 1878, la Faculté de médecine de Montpellier a perdu l'un de ses meilleurs professeurs, Charles Anglada, qui enseignait avec éclat la pathologie médicale, conformément aux idées doctrinales de cette ancienne et célèbre école.

Charles Anglada, né à Montpellier, le 28 octobre 1809, était fils d'un savant, Joseph Anglada, doublement professeur, car il occupait à la Faculté de médecine la chaire de médecine légale, et à la Faculté des sciences la chaire de chimie. C'est à Joseph Anglada que l'on doit la connaissance du véritable état du soufre dans les eaux sulfureuses des Pyrénées, et dans les eaux sulfureuses en général. C'est lui qui reconnut que le soufre se trouve dans ces eaux, non à l'état d'acide sulfhydrique, mais bien de sulfure de sodium.

On aurait pu croire que Charles Anglada, fils d'un chimiste, eût dirigé ses études vers la chimie; mais la médecine, et surtout la philosophie médicale telle que l'ont édifiée à Montpellier Barthez et Lordat, attirait exclusivement ses méditations. La médecine fut de bonne heure son seul et puissant objectif.

En 1841, Charles Anglada fut nommé sous-bibliothécaire de la Faculté de médecine de Montpellier. En 1849, il arrivait, par le concours, à l'agrégation, et en 1853 il était appelé par la Faculté à la chaire de pathologie médicale, qu'il a occupée jusqu'à sa mort.

Charles Anglada a été un professeur de premier ordre. Il rappelait par sa méthode et sa facilité d'élocution son maître Lordat. Il a excellé dans l'enseignement, parce qu'il aimait l'enseignement avec passion. Ses élèves étaient de sa part l'objet d'une sollicitude incessante. Sa vie était dressée, organisée, à leur intention exclusive. Il se fût reproché d'en détourner quelques instants dans une autre direction, de s'abandonner à un travail, à une pensée qui n'aurait pas eu pour but leurs progrès, leur instruction. Il n'abandonna sa chaire que vaincu par la maladie, après des luttes désespérées.

Charles Anglada a enrichi la littérature médicale de diverses productions d'une grande valeur. On lui doit, outre la publication du *Traité de toxicologie générale* de son père, Joseph Anglada, un ouvrage remarquable, son *Traité de la contagion*, en deux volumes, publiés en 1853, et un *Traité des maladies éteintes et des maladies nouvelles*, publié en 1869. Ce sont là ses deux œuvres capitales. L'importance des problèmes qu'elles soulèvent, la façon magistrale dont ces problèmes y sont envisagés et résolus, suffiraient à sauver de l'oubli le nom de leur auteur.

Nous passons sous silence beaucoup d'œuvres secondaires, qui pourtant touchent aux sujets les plus difficiles et les plus controversés de la pathologie.

Tous ceux qui ont connu le professeur de Montpellier étaient frappés des charmes de sa conversation, des grâces de son esprit, de la vivacité, de la spontanéité de ses réparties, de la richesse de son érudition, de la variété de ses souvenirs, de sa droiture, de sa loyauté, de sa probité scrupuleuse.

Il avait été nommé, en 1869, chevalier de la Légion d'honneur, et en 1870 le ministre de l'instruction publique lui faisait transmettre les palmes d'officier de l'instruction publique.

Le professeur Hirtz.

Le docteur Hirtz, professeur de clinique médicale à la Faculté de médecine de Nancy, ancien professeur de la Faculté de Strasbourg, est mort le 27 janvier, à Paris, à l'âge de 69 ans.

Le docteur Hirtz était un des représentants les plus éminents de l'école de Strasbourg. Il était un maître dans l'étude des maladies du cœur et des poumons. Constamment dévoué à une clientèle nombreuse, il n'a eu malheureusement que peu de temps pour écrire, et les seuls travaux qu'il ait laissés sont des modèles de littérature scientifique.

L'enseignement du professeur Hirtz avait jeté un grand éclat à Strasbourg. Lorsque cette ville nous fut enlevée par les malheurs de la patrie, la Faculté de médecine fut transportée à Nancy. Hirtz s'y rendit, mais il ne fit que de rares apparitions dans la nouvelle Faculté. Il s'était à peu près fixé à Paris, et était suppléé à Nancy par M. Bernheim.

La clinique de Hirtz était célèbre, même en Allemagne. Sa brillante et laborieuse carrière s'était passée presque tout entière à Strasbourg. Esprit fin et charmant, accessible et familier pour les élèves, médecin plein de tact, Hirtz était, on peut le dire, un professeur de clinique et un médecin accompli. Ses travaux sur le diagnostic de la *phthisie pulmonaire*, sur le diagnostic de la *pleurésie* (1836 et 1837) constituaient de réels progrès au temps où ils furent publiés. Les mémoires de thérapeutique qu'il a fait paraître depuis sur l'*aconit*, sur la *digitale*, sur le *véatrum viride*, etc., les nombreux travaux et les thèses qu'il a inspirées à ses élèves, ses recherches, plus récentes, sur la fièvre étudiée au point de vue de la température et des produits de désassimilation emportés avec les urines, forment un bagage scientifique des plus sérieux.

S'étant fixé à Paris, il avait posé sa candidature à l'Académie de médecine, qui aurait été heureuse de s'adjoindre un savant de cette valeur. Son caractère affable et bienveillant, sa modestie, lui avaient attiré l'estime et la confiance d'un grand nombre de ses confrères, et il prenait un rang élevé parmi les médecins consultants de Paris, lorsqu'une affection du larynx vint l'arrêter.

D'après des juges compétents, Hirtz avait un diagnostic sur et précis, une thérapeutique riche et variée. Bien que son collègue Stoltz fût en possession d'une brillante et fructueuse clientèle à Strasbourg, Hirtz n'avait pas hésité, quand vint l'année fatale, dans sa résolution d'adoption pour la France. Il trouva à Paris un accueil sympathique, auquel il fut sensible; mais rien n'avait pu le consoler de n'avoir pu continuer un enseignement qui était sa passion et sa vie.

## Le professeur Rameaux.

La Faculté de médecine de Nancy a perdu, le 8 mai 1878, un de ses maîtres les plus distingués et les plus estimés, Rameaux, professeur de physique médicale, ancien professeur de la Faculté de Strasbourg. Ses travaux sur l'air comprimé ont sauvé la vie à de nombreux ouvriers, lors de la construction du pont de Kehl sur le Rhin.

Tous les anciens élèves de Strasbourg se rappellent l'enseignement original de ce maître dévoué, qui a consacré tous ses instants à l'instruction de ses élèves et à la prospérité de la Faculté, tant à Strasbourg qu'à Nancy.

## Henri Gintrac.

L'inauguration, faite au mois de novembre 1878, de la nouvelle Faculté de médecine et de pharmacie de Bordeaux eut lieu sous la présidence de M. Chauffard, inspecteur général des Facultés de médecine. Le doyen, M. Henri Gintrac, était empêché, par les atteintes d'une maladie qui devait l'emporter bientôt, de présider cette assemblée solennelle.

Henri Gintrac était le fils du docteur Élie Gintrac, ancien professeur de l'École secondaire de médecine de Bordeaux, dont nous avons enregistré la mort l'année dernière, dans la *Nécrologie* de ce recueil.

Henri Gintrac commença ses études sous les yeux de son père, alors directeur de l'École de médecine de Bordeaux. Il les continua à Paris, où il obtint les conseils et l'amitié de Chomel. Il revint ensuite à Bordeaux, où il ne tarda pas à acquérir une des plus hautes situations médicales de la ville. Quand son père, épuisé par une longue carrière de travail et de dévouement, abandonna la chaire de clinique interne, qu'il occupait depuis de longues années, Henri Gintrac fut appelé à lui succéder. Un pareil héritage était lourd à porter, car Élie Gintrac avait donné beaucoup d'éclat à son enseignement. Mais Henri Gintrac avait des connaissances cliniques profondes et étendues, son jugement était droit, son diagnostic sûr et précis. Il égala son premier maître, et acquit bien vite une grande autorité. Ses leçons, toujours très-suivies, étaient pleines de charme et de savoir.

On doit à Henri Gintrac la publication d'un grand nombre de mémoires de médecine pratique dans les recueils scientifiques de Paris et de Bordeaux. Henri Gintrac a pris en outre une part active de collaboration à la rédaction du *Cours théorique et clinique de pathologie interne et de thérapeutique médicale* (9 vol. in-8°, Paris, chez Germer-Baillière, 1858-1869), publiés par son père, et écrit plusieurs articles dans le *Nouveau Dictionnaire de médecine et de chirurgie pratiques*.

Henri Gintrac prit une grande part à la création et à l'organisation de la nouvelle Faculté de médecine et de pharmacie de Bordeaux. Son activité, son caractère conciliant, permirent de résoudre sans conflit une foule de difficultés que soulevait la création de la nouvelle Faculté. Aussi était-il tout naturellement désigné pour occuper les fonctions de doyen.

On pouvait espérer qu'il exercerait longtemps ces importantes fonctions; mais la destinée en décida autrement. Déjà mortellement frappé au moment de l'inauguration de la Faculté, il succomba quelques jours après.

La ville de Bordeaux a ressenti un coup cruel à l'annonce de la mort d'Henri Gintrac. La Faculté de médecine s'est associée à ces regrets, et, pour perpétuer la mémoire de ceux qui ont préparé sa fondation et présidé à son organisation, elle a décidé de donner à son musée anatomo-pathologique le nom de *Musée Gintrac*. En outre, et comme un juste témoignage donné aux deux hommes de bien qui ont rendu de véritables services à l'enseignement dans la cité de Bordeaux, les professeurs de la nouvelle Faculté ont commandé à leurs frais un buste en marbre d'Élie Gintrac, premier doyen honoraire, et un portrait d'Henri Gintrac, premier doyen titulaire. Ces deux images seront placées dans la salle du conseil de la Faculté.

#### Le docteur Bazin.

Le docteur Bazin, une des plus grandes autorités de nos jours en fait de maladies cutanées, est mort à Paris, le 15 décembre 1878.

Né le 20 février 1807, Bazin a fondé sa réputation et parcouru toute sa carrière médicale à l'hôpital Saint-Louis, où il entra comme médecin en 1847. Il était élève d'Alibert et continua les traditions de ce maître à l'hôpital Saint-Louis. Ses leçons cliniques, ses publications, ses polémiques, l'avaient

placé au premier rang des dermatologistes. Il a passé en revue, dans sa longue carrière de praticien et de clinicien, toutes les affections de nos téguments, et laissé dans le traitement et la nature de ces affections beaucoup d'idées nouvelles, qu'il serait difficile de développer ici.

Indépendant par nature, Bazin n'appartenait ni à l'Académie, ni à la Faculté de médecine.

#### Le docteur Foville.

Le 22 juillet 1878, le docteur Foville, ancien médecin en chef de la maison de Charenton et de l'asile de Saint-Yon, à Rouen, est mort à Toulouse, dans un âge avancé. Ses nombreux travaux sur l'anatomie du cerveau et sur les maladies mentales ont compté pour beaucoup dans les progrès de la science contemporaine.

Dès les premières années de sa carrière, pendant son internat à la Salpêtrière, où il avait eu pour chefs de service Pariset, Rostan, Ferrus et Esquirol, Foville avait déjà fait des travaux importants sur la structure et les fonctions du système nerveux, notamment sur les localisations cérébrales.

Nommé, en 1825, à la recommandation d'Esquirol, médecin en chef de l'asile de Saint-Yon, que le département de la Seine-Inférieure venait de créer à Rouen, il plaça bientôt cet établissement au premier rang des asiles consacrés au traitement des aliénés, et il en fonda, en même temps, la réputation scientifique par des publications d'une haute valeur, entre autres par ses articles sur le *cerveau* et les *maladies mentales* insérés dans le *Dictionnaire de médecine et de chirurgie pratiques*.

En 1833, sa santé étant gravement altérée par des excès de travail, il dut se résigner à quitter Saint-Yon, et à voyager pendant quelques années. Attaché, comme médecin, au prince de Joinville, il fit partie d'une excursion scientifique en Afrique et en Amérique. A son retour à Paris, il reprit ses études sur le cerveau.

En 1840, à la mort d'Esquirol, il fut nommé médecin en chef de l'hospice de Charenton.

Révoqué, à la révolution de 1848, Foville se consacra, pendant vingt ans, aux soins de sa clientèle. Il est allé terminer sa vie à Toulouse, comme médecin consultant d'une maison de santé.



Foville a un nom classique dans la médecine des maladies mentales. L'un de ses fils, le docteur Achille Foville, est actuellement médecin en chef de l'asile de Quatre-Mares, à Rouen.

Le docteur Voillemier.

Voillemier, chirurgien des hôpitaux, en retraite depuis trois ou quatre ans, agrégé libre de la Faculté de médecine, membre de l'Académie de médecine (section de médecine opératoire), commandeur de la Légion d'honneur, a succombé, le 16 février 1878, aux suites d'une attaque d'apoplexie qui l'avait frappé quelques jours auparavant.

Voillemier fut reçu docteur en 1842; mais déjà, pendant son internat, il avait publié un mémoire sur *une épidémie de fièvre puerpérale*, qui avait appelé sur lui l'attention. Ses mémoires sur les *luxations du poignet* et sur les *fractures de l'extrémité inférieure du radius* ont eu beaucoup de retentissement parmi les chirurgiens. Il a également publié un ouvrage estimé sur les maladies des voies urinaires.

En 1844, il concourut à la Faculté de médecine pour l'agrégation en chirurgie, et il fut nommé. Bientôt après, le concours pour le Bureau central lui ouvrit la porte des hôpitaux, qu'il parcourut successivement, et il finit par arriver au poste de chirurgien de l'Hotel-Dieu. Il prit sa retraite en 1872.

Voillemier avait conquis une belle position de praticien, et il la devait autant à ses talents sérieux et appréciés de ses confrères qu'à son caractère aimable et à ses manières distinguées.

Les affections des voies urinaires étaient son principal sujet d'études. Il était très-instruit dans tout ce qui touchait ce genre d'affections pathologiques. Adroit de ses mains, très-habile opérateur, il était, en outre, parfaitement doué au point de vue de l'esprit. Il était mordant jusqu'au sang quand il s'agissait des hommes de sa profession qui sont sur la limite du charlatanisme.

Il avait autrefois l'habitude de faire visite, en tenue très simple, aux charlatans en renom, afin de se rendre compte par lui-même de leurs procédés. Un jour, simulant une maladie dont il n'avait pas le moindre vestige, il va voir un de ces guérisseurs, réputé très habile. Celui-ci l'examine avec soin, et reconnaît qu'il n'y a plus trace d'affection à l'extérieur, mais

que pourtant l'état des parties internes lui annonce qu'il y a menace d'accidents prochains. Et il remet au docteur Voillemier un flacon, dont le coût est de trente francs. Le docteur Voillemier trouve que c'est payer un peu cher sa curiosité scientifique, et objecte qu'il n'est pas en situation de faire ce sacrifice. Un débat a lieu entre le chirurgien et le charlatan, débat à la suite duquel le flacon reste entre les mains du chirurgien pour le prix de vingt francs. Le docteur Voillemier, à peine rentré chez lui, fit l'analyse du liquide contenu dans le flacon, et il trouva 1 gr. 50 de nitrate d'argent pour 100 grammes d'eau distillée, solution très capable, ajoute-t-il, de causer une maladie, au lieu d'en être le remède.

Le docteur Félix Roubaud.

Médecin et journaliste, rédacteur de la *France médicale* et fondateur de l'*Annuaire médical*, Félix Roubaud était essentiellement écrivain. Ses ouvrages portent tous un véritable cachet littéraire, et ce ne fut que par une fâcheuse dérogation à ses qualités natives qu'il se laissa égarer dans le poste de médecin d'eaux minérales.

Avant de fonder, avec Simonet, la *France médicale*, Félix Roubaud avait collaboré à plusieurs journaux. Le journalisme était sa vocation, son aptitude, son talent, qu'il eut le tort de négliger ou de méconnaître peut-être, ce qui le poussa à ambitionner d'autres situations pour lesquelles il était moins préparé.†

Né à Grasse, le 8 octobre 1820, fils et petit-fils de médecins, Roubaud suivit naturellement l'honorable carrière où l'avaient précédé deux des siens. Il fut reçu docteur à Paris, en 1844, à l'âge de vingt-quatre ans.

Roubaud ne se borna pas à être un médecin actif et militant; il devint, sans peut-être le vouloir lui-même, mais entraîné par la force des choses, un médecin homme de lettres.

Il écrivait nettement, clairement, agréablement même, sans recherche ni apprêt. Nous citerons en première ligne ses ouvrages spéciaux sur la médecine, tels que son *Mémoire sur les hôpitaux*, son *Traité sur la stérilité* en deux volumes in-8; les *Cures de petit-lait en Suisse, en Allemagne, dans le Tyrol et la Styrie*, deux ou trois volumes sur les eaux minérales de France en général, et en particulier sur les eaux de Pougues, dont il fut nommé inspecteur en 1859.

Son petit volume intitulé *Théophraste Renaudot* est écrit

avec grâce, esprit et vivacité. Il appartenait, en effet, à un médecin qui fut journaliste lui-même de juger sérieusement et en connaissance de cause le médecin, célèbre pendant les règnes de Louis XIII et de Louis XIV, qui fut le père du journalisme français.

Félix Roubaud était un homme droit et éclairé, qui avait su garder, malgré ses soixante ans, toute sa jeunesse et toute sa verdeur. Peu de mois avant sa mort, dans un banquet de la presse scientifique, il nous charmait par la vivacité de son esprit et la franche gaité qu'il déployait volontiers lorsqu'il se sentait au milieu de collègues et d'amis.

Il était bienveillant et indulgent, ne courant pas après l'épigramme, en émoussant au contraire la pointe, quand elle venait sous sa plume ou sur ses lèvres.

#### Le docteur Alfred Donné.

Lorsque, nouveau docteur, fraîchement débarqué de ma Faculté de Montpellier, je commençais, en 1844, à me perfectionner à Paris dans l'étude de la physiologie et de la chimie, je suivais avec beaucoup d'assiduité le cours de microscopie et d'anatomie que faisait à l'École pratique le docteur Alfred Donné, alors passionnément voué à l'étude du microscope appliqué aux liquides et solides du corps humain. Je me liai vite avec ce savant aimable, à l'esprit fin et distingué, qui, en même temps qu'il poursuivait ses recherches anatomiques, rédigeait le feuilleton scientifique du *Journal des Débats*. Il avait pour aide et collaborateur dans ses recherches Léon Foucault, qui devait bientôt singulièrement dépasser son maître et son ami.

En effet, la carrière du docteur Donné, qui s'annonçait brillante, ne répondit pas aux promesses du début. Bien que gendre de M. de Sacy, rédacteur en chef du *Journal des Débats*, Donné ne réussit pas à obtenir à Paris de position qu'il jugeât à la hauteur de son mérite, et il se résigna à accepter le poste de recteur de l'Académie de Strasbourg. Il passa de là à l'Académie de Montpellier, où se sont écoulées les plus belles années de sa vie.

À l'époque de la guerre franco-allemande, Donné fut à demi révoqué de son poste de recteur de l'Académie de Montpellier par le gouvernement de la défense nationale. Et pourtant, par un deuil funeste, il avait cruellement payé sa dette à son

pays : son fils unique avait été tué pendant la guerre. Il fut promptement rétabli dans son poste, et il ne prit sa retraite qu'en 1876, avec le titre d'inspecteur général honoraire de l'Université.

Le docteur Alfred Donné est mort à Paris, le 9 mars 1878, à peu près oublié de notre génération médicale et scientifique.

On ne peut contester au docteur Donné d'avoir été, avec le docteur Mandl, le propagateur, en France, des études microscopiques appliquées à l'économie animale, genre d'investigations aujourd'hui si en honneur. On lui doit le *lactoscope*, instrument qui permet de reconnaître à la simple vue le degré de richesse butyreuse du lait.

Alfred Donné a publié plusieurs ouvrages. Son *Cours de microscopie* est la rédaction des leçons que nous avons suivies pendant deux ans à l'École pratique. Ses *Conseils aux mères sur l'allaitement*, ses *Leçons d'hygiène*, sont de très-estimables productions.

#### Lamy.

Chimiste industriel d'un grand mérite, gendre de M. Kuhlmann, de Lille, Claude Lamy est mort à Lille, laissant un vide qui sera difficilement rempli dans l'industrie chimique.

Né dans une commune du Jura, le 15 juillet 1820, Claude Lamy était entré, en 1842, à l'École normale, où il devint le condisciple de MM. Pasteur et Lissajous. Il se dirigea, comme eux, vers les sciences physiques. Il sortit, en 1845, de l'École normale, après avoir subi avec succès les épreuves difficiles du concours de l'agrégation des lycées. On l'envoya alors professer la physique et la chimie à Limoges, puis à Lille, où s'est écoulée une grande partie de sa vie.

Son enseignement dans ce dernier lycée, clair et substantiel à la fois, ayant été bientôt apprécié au dehors, il fut nommé professeur de l'un de ces cours municipaux restés célèbres à Lille. Ces cours forment en effet une sorte de Faculté industrielle, qui avait été fondée en 1823, et illustrée par l'enseignement de trois savants de cette grande ville, correspondants tous trois de l'Académie des sciences : M. Kuhlmann, le physicien Delezenne et le botaniste Lestibouois.

Ces occupations multiples n'éteignaient pas chez Lamy le désir de la recherche scientifique. En 1851, la Faculté des sciences de Paris recevait de lui deux thèses de doctorat sur

les importants phénomènes de la sursaturation et sur une belle substance organique qu'il avait retirée des végétaux inférieurs. Aussi, lorsque, en 1854, une Faculté des sciences vint remplacer les cours municipaux de Lille, Lamy fut-il choisi comme premier titulaire de la chaire de physique. Peu de temps auparavant, il entra dans la famille de M. Kuhlmann, qui avait su apprécier à leur valeur les qualités sérieuses de son cœur et de son esprit.

Ce mariage imposait à Lamy le devoir de diriger ses études vers les applications industrielles.

Tous les chimistes savent que c'est à Lamy que l'on doit la découverte d'un métal nouveau, le *thallium*, déjà entrevu en 1861 par Crookes dans les dépôts de sélénium du Hartz. Lamy, par un travail des plus remarquables, établit que le thallium est un métal que sa densité considérable et ses autres propriétés physiques rapprochent du plomb, tandis que ses propriétés chimiques le placent à côté des métaux alcalins.

Le grand travail sur le thallium et sur ses nombreux composés a occupé Lamy pendant plusieurs années. C'est une œuvre achevée, qui se range, par l'exactitude et l'abondance des détails, à côté des plus belles monographies chimiques que l'on ait jamais écrites sur les corps simples.

La monographie du thallium avait placé Lamy très haut dans l'estime des chimistes. En 1865, le Conseil de l'École centrale des arts et manufactures l'appelait à la chaire de chimie industrielle de cette école, qu'il a occupée avec un succès toujours croissant jusqu'en 1878, époque à laquelle il ressentit les graves atteintes du mal qui l'a emporté.

#### Huzard fils.

Malgré son nom de Huzard fils, l'ancien trésorier de la *Société d'encouragement* et de la *Société d'agriculture* était un vieillard de quatre-vingt-cinq ans. On lui conservait ce nom en souvenir de son père, qui fut un des vétérinaires les plus connus du temps des guerres du premier Empire, et auquel il avait succédé dans diverses fonctions.

Huzard fils appartenait à toutes les Sociétés d'agriculture et d'art vétérinaire. Il était, en outre, membre de l'Académie de médecine, du Conseil supérieur d'hygiène et de salubrité, du Conseil d'administration de la Société d'encouragement, et officier de la Légion d'honneur.

Il avait fait, pendant sa jeunesse, plusieurs travaux concernant l'élève du cheval et l'agriculture ; mais son principal mérite c'était la tenue des fonds et des livres de la *Société d'agriculture*, dont il fut trésorier depuis 1836 jusqu'en 1877.

La *Société d'agriculture* s'est plu, trois fois, à donner à Huzard fils des témoignages de l'estime toute particulière qu'il lui inspirait. Ce fut d'abord quand M. Chevreul, président de cette société, lui remit, dans une séance publique solennelle, la médaille commémorative de sa cinquantaine académique. Ce fut encore quand la même société voulut se réunir autour de lui, dans un banquet qui lui fut offert pour lui montrer qu'il avait dans cette même société comme une famille. Ce fut enfin quand il crut, à cause de son grand âge, devoir abandonner ses fonctions de trésorier perpétuel, après quarante ans de gestion, et qu'il reçut les unanimes et chaleureux applaudissements des membres de la Société, après les éloges que lui donnait la commission des fonds, en rendant compte de l'état prospère où il laissait nos finances. « La Société centrale d'agriculture m'a comblé, disait-il à M. J. Barral, secrétaire de la Société centrale d'agriculture, dans la suprême visite que ce dernier lui faisait, au nom de la Société ; je m'en vais de cette vie, content de l'affection que j'ai recueillie. »

#### Fordos.

Fordos, chimiste et pharmacien des hôpitaux, est mort à Paris, dans les derniers jours de juin 1878.

Vice-président de la *Société chimique* de Paris, Fordos a rendu d'importants services à la photographie. Il fut, avec Gélis, l'inventeur d'un produit connu sous le nom de *sel d'or de Fordos et Gélis* (hyposulfite double d'or et de sodium), qui fut employé pendant longtemps pour la dorure des plaques daguerriennes, et qui sert également pour le virage des épreuves sur papier. On lui doit aussi des observations très intéressantes sur l'avantage que présente la substitution du chlorure d'or double au chlorure d'or acide.

#### Ferdinand Hoefler.

Un savant, Allemand d'origine, mais devenu Français de bonne heure, le docteur Ferdinand Hoefler, est mort, en 1878, à Brunoy (Seine-et-Oise) qu'il habitait depuis longues années.

Le docteur Ferdinand Hoefler était né en 1811 à Dœchitz, dans la Thuringe. Il vint à Paris, y fut reçu docteur en 1840, et y publia de nombreux travaux. Il fut pendant plusieurs années secrétaire de Cousin.

Il avait débuté par des publications de médecine pure. Son mémoire sur les *effets thérapeutiques du platine* avait attiré sur lui l'attention. Cependant il se consacra bientôt, d'une manière exclusive, aux travaux d'érudition.

La *Biographie générale* publiée chez Firmin Didot fut exécutée sous la direction de Ferdinand Hoefler. Cette entreprise achevée, il accepta le travail qui lui fut proposé, à la librairie Hachette, de rédiger, dans la collection des volumes historiques exécutés sous la direction de M. V. Duruy, l'histoire de diverses sciences. En quelques années, il publia l'*Histoire de la Physique et de la Chimie*, — l'*Histoire de la Botanique*, — l'*Histoire de la Zoologie*, — l'*Histoire de l'Astronomie*.

Au moment de sa mort, il s'occupait d'achever la traduction des œuvres de Kepler.

Ferdinand Hoefler était très versé dans la connaissance des langues anciennes et modernes, et son érudition était considérable. Mais il avait, comme écrivain, le défaut de son origine, à savoir, la confusion et la sécheresse. Il écrivait en allemand, tout en redigeant ses livres en français.

#### Malaguti.

F. M. Malaguti, correspondant de l'Institut, chimiste d'un grand mérite, doyen et professeur de chimie à la Faculté des sciences de Rennes, est mort dans cette ville, le 26 avril 1878, à l'âge de 76 ans.

M. Dumas a publié dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* la notice suivante, qui suffit à faire bien connaître le savant chimiste, Italien d'origine, Français par le cœur et par les services qu'il a rendus, dans notre pays, à la science et à l'industrie.

« M. Malaguti, dit M. Dumas, né à Bologne en 1802, venu en France à la suite des événements de 1831, était devenu Français par sa naturalisation, par ses sentiments et par son mariage. Il avait su se concilier les plus fermes et les plus nombreuses affections, autant par ses rares talents que par la dignité de sa vie et la sûreté de son commerce.

« Admis avec Pelouze dans le laboratoire particulier de

Gay-Lussac, il ne tarda point à se faire connaître par des travaux personnels, qui lui méritèrent toute la confiance de M. Alex. Brongniart. Placé en 1840 comme chimiste à la manufacture de Sèvres, il contribua très-activement à l'établissement de la méthode précise qui en dirige les opérations. Plus tard, en 1850, nommé professeur de chimie à la Faculté des Sciences de Rennes, puis doyen de cette Faculté et recteur de cette Académie, il remplit ces diverses fonctions avec la même autorité.

« M. Malaguti était l'un des meilleurs professeurs de l'Université ; ses Traités de Chimie et ses leçons de Chimie agricole ne restaient pas dans les mains des seuls étudiants de Rennes : ils obtenaient partout le succès le plus sérieux, en raison de leur clarté, de leur précision et de la solidité des doctrines auxquelles l'auteur s'était attaché.

« De nombreux mémoires sur les sujets les plus variés, appartenant à la Chimie minérale, à la Chimie organique, à l'Agriculture et à la Géologie, ont été présentés à l'Académie par M. Malaguti et lui avaient mérité le titre de Correspondant. Il avait succédé à Laurent en 1855.

« Les couleurs employées en céramique, l'analyse du kaolin, la recherche du plomb et de l'argent dans l'eau de la mer, l'association de l'argent aux minerais métalliques, la production de la pyrite dans les terrains d'alluvion, l'étude des chaux hydrauliques, ont été l'occasion de travaux restés classiques de la part de M. Malaguti seul ou avec la collaboration de M. Durocher, son collègue à Rennes.

« Entré dans la carrière au moment où la théorie des substitutions excitait les plus vives contradictions, M. Malaguti, par de nombreuses recherches de Chimie organique, contribua dans une large mesure à la faire accepter. Ses études sur les éthers chlorés sont restées comme un modèle. La précision et la clarté qui se font toujours remarquer dans ses Mémoires de Chimie organique assignent à M. Malaguti une place d'élite parmi les savants qui ont contribué à donner à cette branche de nos connaissances sa forme actuelle. »

Jules Barse.

Jules Barse, chimiste, est mort à Neuilly, à l'âge de soixante-six ans. De 1840 à 1855, Jules Barse avait été appelé comme expert, dans plusieurs procès criminels, à côté d'Orfila. Il avait



fait sur les poisons des travaux qui furent fort remarquables en leur temps.

Il avait collaboré au *Guide de l'Expert toxicologiste* avec Chevalier et publié seul le *Manuel de la cour d'assises dans les questions d'empoisonnement*.

---

Le P. Secchi.

Le directeur de l'Observatoire de Rome est mort dans cette ville, peu de temps après l'illustre Le Verrier, et succombant à la même maladie, à un cancer de l'estomac. Il n'était âgé que de 60 ans.

Ce qui a rendu célèbre le directeur de l'Observatoire romain, c'est la série de ses travaux sur la constitution du Soleil. Les deux volumes qu'il a publiés, en français et en italien, sur cette importante question, forment un monument durable, résumant l'ensemble des travaux dont cet astre a été l'objet jusqu'à ce jour.

Le P. Secchi s'est beaucoup occupé de météorologie. A l'Exposition de 1867, il avait obtenu une grande médaille d'honneur pour un *météorographe* de son invention. C'est à son initiative personnelle que sont dues la construction de l'Observatoire du mont Pie IX et l'Association des spectroscopistes italiens.

Secchi était né à Reggio, près de Modène, le 29 juin 1818, d'une honorable famille. Il commença ses études chez les Jésuites, et se distingua de bonne heure par son aptitude pour les littératures italienne, latine et grecque. Il entra à quinze ans dans l'ordre des Jésuites. Ce fut à partir de ce moment qu'il manifesta un goût tout particulier pour les mathématiques et la physique. Il fut alors chargé par les Pères de Jésus d'enseigner les mathématiques, successivement au Couvent des nobles, au Collège romain et au Collège du Couvent de Lorette.

En 1847, il fut envoyé en Angleterre, au collège de Stonyhurst. C'est là qu'il fut ordonné prêtre. Peu de temps après, c'est-à-dire en 1848, la révolution italienne l'obligea à se rendre en Amérique. Il enseigna les mathématiques élémentaires au collège de Georgetown, où les Jésuites venaient de fonder un Observatoire.

C'est à cette époque et sous la direction du P. Curley, qu'il

commença à cultiver plus particulièrement l'astronomie. Il rentra, en 1850, en Europe et à Rome. Ses progrès dans l'astronomie furent tellement rapides, qu'après la mort du P. de Vico, ce fut le P. Secchi qui fut appelé à le remplacer comme directeur de l'Observatoire et professeur d'astronomie au Collège romain.

En 1852, il fonda l'Observatoire actuel, qu'il organisa surtout en vue de l'étude de la physique céleste, et qu'il dota de plusieurs beaux instruments, entre autres de son admirable *météorographe*, qui lui valut le premier prix à l'Exposition de 1867, et qui excitait l'admiration des visiteurs par la régularité de sa marche. Rien de pareil n'a paru à l'Exposition de 1878, dans les deux modestes pavillons consacré à la météorologie.

Le P. Secchi était correspondant de l'Académie des sciences de Paris, et membre de la Société royale de Londres. Toutes les sociétés savantes italiennes avaient tenu à honneur de le posséder. Il fit partie de nombreuses commissions scientifiques, et principalement de la commission internationale du mètre qui se réunit à Paris.

Ses principaux ouvrages, sans compter les nombreux mémoires qu'il a laissés, sont : la *Mesure de la base trigonométrique exécutée sur la voie Appienne en 1854*, — le *Tableau physique du système solaire*, — l'*Unité des forces physiques*, — le *Soleil*, dont une magnifique édition a paru à Paris, chez Gautier-Villars, etc.

Outre ses travaux d'astronomie physique, le P. Secchi a laissé beaucoup d'observations météorologiques faites à son *météorographe enregistreur*.

L'estime dont il jouissait en Italie était si grande que, lors de l'arrêté d'expulsion des Jésuites du Collège romain, en 1873, on fit une exception en sa faveur.

Le P. Secchi est mort à Rome, le 28 février 1878. Sa mort a été un deuil public pour l'Italie, qui a honoré sa dépouille mortelle de magnifiques funérailles.

Lorsque la mort est venue le surprendre, le P. Secchi terminait un ouvrage sur les *Étoiles*, destiné à la *Bibliothèque scientifique internationale* de M. Germer Baillière. Cet ouvrage, où l'on trouve exposés l'ensemble de ses recherches et les idées philosophiques que lui avaient inspirées ses longues études des corps célestes, a paru au mois de novembre 1878, en deux volumes, in-8°. Bien que son titre indique seulement les *Étoiles*, c'est, en réalité, un résumé complet d'astronomie

physique, car il traite aussi des *nébuleuses*, qui se transforment plus tard en étoiles, et du *Soleil*, qui est une véritable étoile, la plus rapprochée de nous. On y trouve une histoire générale du développement des astres. Écrit dans un style agréable pour les gens du monde, ce volume est enrichi d'un grand nombre de gravures dans le texte et d'une vingtaine de planches en couleur.

Dans une carrière scientifique de 28 ans à peine, le savant jésuite a donc fourni une très longue série d'importants travaux. Quand on songe au nombre de découvertes qu'il a su réaliser dans cette période, on ne sait ce qu'il faut le plus admirer de l'énergie et de l'activité de l'homme ou de la sagacité de l'observateur.

Le P. Secchi, joignait d'ailleurs au tempérament d'un véritable astronome les plus précieux dons du cœur. Il ne comptait que des amis parmi ceux qui avaient pu être ses rivaux. Le Verrier était un des grands admirateurs de l'illustre directeur et professeur du Collège romain.

#### Ernest Quetelet.

Fils du secrétaire perpétuel (Adolphe Quetelet) de l'Académie royale des sciences de Bruxelles, Ernest Quetelet eut sous les yeux en naissant le spectacle et l'exemple de la science et du travail. Ses études scolaires furent très sérieuses : le latin, le grec, l'histoire, lui devinrent familiers de bonne heure.

Dès qu'il eut achevé ses humanités, il s'adonna aux mathématiques, qui jusqu'alors l'avaient peu occupé. Bientôt il fut à même de se présenter aux examens de l'École militaire. Reçu le second de sa promotion, Ernest Quetelet compta parmi les meilleurs élèves que l'École eût produits. Nommé sous-lieutenant et plus tard lieutenant du génie, il mit à profit ses loisirs de garnison pour étudier les langues modernes.

Directeur de l'Observatoire de Bruxelles, Adolphe Quetelet avait eu toujours pour but d'attacher à l'Observatoire son fils, pour qui l'état militaire ne devait être qu'un état passager. En 1859, Ernest Quetelet fut nommé aide-astronome. Quoique ce poste fût bien peu rétribué, il refusa de se charger d'un autre emploi, et jusqu'à la fin de sa vie il n'a cessé de montrer le plus complet désintéressement.

Le premier soin de l'aide-astronome de l'Observatoire de Bruxelles fut de se familiariser avec la pratique des instruments,

ainsi qu'avec les méthodes d'observation et de calcul. Il lisait en même temps les auteurs classiques ; car l'astronomie, comme la littérature, a ses grands écrivains. La connaissance des langues lui fut ici particulièrement utile. Elle lui servit à se tenir au courant des travaux qui se font dans les divers pays.

Le 15 décembre 1863, Ernest Quetelet fut élu membre de l'Académie royale des sciences de Bruxelles. Les recueils de cette compagnie renferment de nombreux mémoires, notes et rapports d'Ernest Quetelet, traitant de l'astronomie, de la météorologie et du magnétisme.

A l'Observatoire de Bruxelles, Ernest Quetelet menait de front les recherches sur ces trois branches ; mais c'est surtout l'astronomie qui l'occupait. Il avait entrepris un vaste catalogue des étoiles animées de mouvements propres. Deux ou trois années étaient encore nécessaires pour que ce grand travail fût achevé. Il avait cependant employé vingt ans à réunir les observations de ce catalogue, fruit d'observations célestes assidues et minutieuses.

Il n'a pas été donné à ce laborieux savant de terminer son œuvre. Une maladie de cœur l'a emporté, avant l'âge, au mois de septembre 1878.

Ernest Quetelet laisse deux enfants, auxquels incombe de continuer la tâche glorieuse de leur père et de leur aïeul.

#### Le professeur Joseph Henry.

Un physicien américain à qui l'on doit d'importantes découvertes, et diverses publications scientifiques qui ont rendu son nom populaire en Amérique, Joseph Henry, est mort à New-York, le 13 mai 1878, à l'âge de quatre-vingts ans. Il était né à Albany dans l'État de New-York, le 19 décembre 1797.

Né de parents pauvres, il ne reçut d'autre instruction que celle de l'école primaire ; mais, poussé par la vocation, il travailla seul, et fit de tels progrès qu'il était nommé en 1824 professeur à l'Académie d'Albany.

En 1831, il produisait le premier appareil magnéto-électrique que l'on ait vu en Amérique, appareil bien incomplet à la vérité, mais qui consacrait l'application d'un principe très important. Pendant la même année, il publiait dans l'*American Journal of Science* un article sur l'électro-magnétisme qui eut un très grand retentissement.

Vers 1832, à l'époque où la construction du télégraphe électrique commençait à occuper les esprits, Joseph Henry s'adonna avec ardeur à l'application de l'électro-magnétisme aux signaux télégraphiques. Mais il fut devancé ou singulièrement dépassé par Samuel Morse. Henry s'arrêta, tandis que Morse, continuant son œuvre, donna au monde son télégraphe, qui est encore en usage. Dans le procès qui eut lieu à propos des brevets de Morse, le professeur Henry démontra la part qu'il avait dans l'invention, mais sans jamais chercher à déprécier les travaux de son rival.

Pendant plusieurs années le professeur Henry se livra tout entier à ses études. En même temps que le professeur Forbes d'Édimbourg, il fit une belle découverte sur l'électricité, et pour la faire connaître, il partit pour l'Europe, où il eut des entrevues avec les plus habiles électriciens de France et d'Angleterre.

Pendant cette même année, Joseph Henry fut nommé professeur de philosophie naturelle à *Princeton College* dans le New-Jersey. Il consacra ses premières leçons à la démonstration des applications du télégraphe électrique.

Pendant les cinq années que le professeur Henry resta à Princeton, il écrivit, pour les journaux et les revues de son pays, des articles sur l'électricité, en même temps qu'il entretenait une correspondance suivie avec Wheatstone et d'autres savants qu'il avait rencontrés dans son voyage en Europe.

En 1849, il fut élu président de l'*Association nationale américaine de New-Jersey pour l'encouragement des sciences* et en 1861 président de l'Académie. Vers cette époque, il publia un livre sur l'*Electricité et le magnétisme*, qui résume une partie de ses articles précédemment publiés. Quand le *Smithsonian Institut* fut fondé, grâce à la générosité d'un ami de la science, M. Smithson, le professeur Henry en fut nommé secrétaire. Il occupa ce poste important jusqu'à sa mort.

#### Petermann.

Le célèbre géographe allemand Auguste Petermann est mort, le 25 septembre 1878, à l'âge de cinquante-six ans.

Né à Bleicharode, dans l'Eichsfeld, entre le plateau de la Thuringe et le massif du Hartz, Auguste Petermann fut envoyé au gymnase de Nordhausen, la ville voisine. Il montra, dès ses premières études, un goût si prononcé pour la géographie

et surtout pour le dessin des cartes, que sa mère dut renoncer au projet qu'elle avait de le vouer à la théologie.

Le célèbre géographe Karl Wilhelm Berghaus, chargé, en 1836, de diriger l'École royale de géographie de Potsdam, ayant entrepris son grand *atlas physique*, appela auprès de lui, en 1849, Auguste Petermann, alors âgé de dix-sept ans. Pendant les six années qu'il resta dans cette institution, Petermann se perfectionna dans la cartographie. Il s'initia, en même temps, à la littérature géographique ancienne et moderne. C'est alors qu'il fit la connaissance d'Alexandre de Humboldt, sous la direction duquel il dessina la carte de l'Asie centrale, où les massifs de montagnes sont, pour la première fois, nettement figurés d'après les données de l'époque, interprétées par l'illustre savant.

Comme ami et collaborateur de Berghaus, il fut appelé, en 1845, à Édimbourg, où Keith Johnston préparait l'édition anglaise du *Physical Atlas*. En compagnie de son ami H. Lange, Petermann y travailla pendant près de deux ans, et plusieurs des cartes de l'atlas furent son œuvre personnelle.

En 1847, il se rendit à Londres, où il fonda un établissement pour l'exécution et la vente des cartes. L'entreprise, après des commencements difficiles, eut du succès et servit surtout à multiplier les relations du jeune savant. Il fut mis en rapport avec la Société royale géographique de Londres, et l'*Athenæum* le chargea de la rédaction de sa partie géographique. Outre plusieurs cartes originales, il publia, en collaboration avec Th. Milner, un petit atlas physique de poche, qui donnait plusieurs cartes nouvelles et ingénieusement conçues.

Petermann fut, en 1851, l'un des fondateurs de la Société orientale allemande.

De 1854 à 1855, il fit un voyage en Palestine, à Bagdad et en Perse, dont il a publié la relation.

En 1867, il accepta la gérance du consulat de Prusse à Jérusalem, pour continuer ses études sur les Samaritains.

Petermann a fondé, en 1854, l'importante revue géographique intitulée *Communications (Mittheilungen) de Petermann*, qui en est à ce moment à son vingt-quatrième volume.

Quoiqu'il eût fait plusieurs voyages, Petermann était surtout un géographe de cabinet. Avec une science immense et une critique profonde, il dirigeait les travaux des géographes, faisait des plans d'explorations lointaines, et savait dégager la vérité et rectifier les erreurs contenues dans les récits

des voyageurs. On le vit, par exemple, lorsque la nouvelle des dernières découvertes de Livingstone arriva en Europe, établir scientifiquement par la critique ce que Stanley devait vérifier plus tard sur place, à savoir que le Lualaba, découvert par Livingstone, ne pouvait pas être une des sources du Nil et devait être la source du Congo.

Ce rôle de « leader » des explorations est l'un des côtés caractéristiques de l'existence de Petermann. Moins érudit que Vivien de Saint-Martin et Kiepert pour les questions de géographie ancienne, il était, plus que personne, bien et complètement renseigné sur la géographie actuelle, ses progrès, les explorations et les explorateurs.

En résumé, Petermann a rendu à la géographie moderne des services d'une haute portée, et son nom tiendra une grande place dans l'histoire de cette science.

#### Fox Talbot.

L'inventeur de la photographie sur papier et l'un des premiers créateurs de la photographie, Fox Talbot, est mort en Angleterre, le 17 septembre 1877. Nous trouvons dans le *Bulletin de la Société de photographie* une notice intéressante sur cet inventeur, peu connu en France, et qui a pris pourtant une grande part à l'invention d'un art merveilleux.

« On ne sait à quelle époque, dit l'auteur de cette notice biographique, M. Perrot de Chaumieux, remontent les premières recherches de Fox Talbot, ni comment il a été amené à porter son esprit ingénieux sur ce genre d'étude. On dit qu'émerveillé de l'effet produit par la chambre obscure qu'on employait déjà pour dessiner, il avait voulu en fixer les images; mais quand on voit que ses premiers essais ont lieu précisément sans chambre noire, on se demande si ce ne sont pas plutôt le Mémoire et les épreuves présentées au mois de décembre 1827, par Niepce, à la Société royale de Londres, qui ont décidé ses recherches, en lui montrant que le problème n'était pas insoluble.

« Quoi qu'il en soit, on sait que vers 1835 il avait repris les études de Wedgwood et Davy et qu'il obtenait par contact des épreuves négatives de feuilles, de dentelles et autres objets analogues, en les appliquant sur un papier enduit de chlorure d'argent et exposant le tout à la lumière. C'était un premier pas, mais il y avait encore bien du chemin à parcourir pour

arriver à la fixation de l'image produite dans la chambre noire. Ses épreuves, comme celles de ses illustres devanciers, Wedgwood et Davy, étaient fugitives, car il ne savait pas les fixer : tout au plus retardait-il leur disparition par une immersion dans une solution de chlorure de sodium. S'il s'en était tenu là, on pourrait dire qu'il n'avait fait que répéter d'une façon plus agréable les expériences de Scheele, relatées dans le célèbre ouvrage de ce savant : *le Traité de l'air et du feu*, 1777.

« Ce que nous pouvons dire cependant, c'est que cette manière de procéder, cette obtention d'images négatives, lui donna l'idée de recommencer l'expérience à l'aide de cette épreuve et d'arriver ainsi au procédé de tirage que nous connaissons tous.

« Il continuait silencieusement ses recherches, lorsque, au mois de janvier 1839, le bruit se répandit dans le monde des sciences et des lettres qu'un peintre français, Daguerre, avait trouvé le moyen de fixer, d'une façon complète, l'image produite par la chambre noire. On ignorait les moyens employés, mais les résultats ne laissaient aucun doute. Surpris par cette annonce et ne voulant pas passer pour un plagiaire, M. Talbot présenta un grand nombre d'épreuves à une réunion de l'Institut royal, et le 31 janvier 1839 il lisait à la Société Royale un Mémoire sur ce sujet. Les épreuves étaient obtenues directement et par une exposition prolongée à la chambre noire.

« Au mois d'août 1839, Daguerre divulguait le secret de ses manipulations : on savait alors qu'il faisait apparaître une image invisible au moyen de vapeurs mercurielles. Est-ce la connaissance de ce fait ? Est-ce une inspiration personnelle ? Nul ne peut le dire ; mais dès 1840, au mois de septembre, M. Talbot faisait savoir qu'on pouvait, à l'aide de l'acide gallique, faire apparaître sur un papier imprégné d'iode d'argent l'image invisible produite par l'exposition à la chambre noire. M. Biot communiquait ces résultats, en 1840, à l'Académie des Sciences.

« Quoique cette découverte semble bien personnelle à M. Talbot, elle lui fut contestée par M. Reade, qui soutenait avoir le premier constaté les propriétés révélatrices de l'acide gallique. La suite des temps a donné raison à M. Talbot, car nous ne sachions pas que M. Reade ait fait faire de bien grands progrès à cette science que, selon lui, il aurait pour ainsi dire créée. Il n'en est pas de même de M. Talbot, comme nous allons le voir.



« Ce procédé sur papier, appelé par son auteur *calotype*, eut peu de succès d'abord. Cela s'explique : on n'avait pas de papier spécialement préparé, les taches étaient fréquentes, si fréquentes qu'elles semblaient inhérentes au procédé lui-même. D'un autre côté, la finesse, la pureté, la beauté des épreuves daguerriennes étaient telles, que le procédé calotype passa inaperçu, et il fallut le talent et les écrits de M. Blanquart-Evrard pour lui redonner, en 1847, l'importance qu'il méritait.

« On sait quels succès ce procédé a obtenus entre les mains habiles des Blanquart-Evrard, des Legray, des Baldus, etc. ; car c'était toujours le même procédé, et les modifications que chacun lui apportait n'en altéraient en rien le principe. Grâce à ces maîtres dans l'art photographique, la calotypie régna un moment en maîtresse, et il fallut les merveilleuses propriétés du collodion pour la détrôner.

« En 1852 et 1853, M. Talbot fit connaître un procédé de gravure au moyen de la gélatine bichromatée. Il recouvrait une plaque d'acier de gélatine bichromatée, l'exposait sous un cliché ; puis, après l'avoir débarrassée du sel non altéré par la lumière, il la recouvrait d'un grain de résine et faisait mordre à l'aide du perchlorure de fer. Le mordant pénétrait la gélatine partout où la lumière n'avait point agi, et l'on obtenait ainsi une planche que l'on pouvait tirer en taille douce. Ce procédé fort ingénieux n'a donné que des résultats incomplets, et si, dans les moyens nouveaux dont nous admirons tous les jours les résultats, la gélatine bichromatée tient toujours le premier rang, il faut bien reconnaître qu'elle doit être utilisée d'une façon toute différente.

« Jusqu'ici nous n'avons parlé de M. Talbot que comme inventeur de procédés de photographie et nous avons indiqué quels étaient ses droits à partager avec Niepce et Daguerre la gloire d'avoir doté le monde de ce puissant moyen d'instruction scientifique et artistique. Il nous reste à dire que là ne se bornaient pas ses études. M. Talbot était un antiquaire distingué. En 1839, il publiait un ouvrage intitulé : *Hermès ou recherches sur les antiquités classiques*. La même année voyait son ouvrage sur les *Illustrations de l'antiquité du livre de la Genèse*. En 1846, il donnait un livre sur les *Etymologies anglaises*.

« M. Talbot était né en 1800, et nous venons de voir que, si sa carrière a été longue, elle a été une des mieux remplies. Ce savant illustre et modeste repose au cimetière de Lacock, lieu de résidence de sa famille, une des plus illustres du pays. »

William Stokes. — Dalzell. — Robert de Mayer. — Ehrmann, Curoni. — Maes et Crespel. — Montgomerie. — Priès.

Annonçons encore, parmi les savants étrangers, la mort, en Angleterre, de William Stokes, chirurgien célèbre de Dublin, élève et ami de Graves et l'un des praticiens les plus renommés du royaume uni ; — en Écosse, du savant botaniste Nicol-Alexander Dalzell, ancien conservateur des forêts à Bombay, qui avait publié en 1861, sous le titre de *Flore de Bombay*, l'ouvrage descriptif le plus complet que l'on connaisse sur les plantes des régions occidentales de l'Inde. Plus de deux cents espèces nouvelles ont été découvertes par M. Dalzell. — En Allemagne, on a eu à regretter la mort de Robert de Mayer, auteur de la découverte de l'équivalent mécanique de la chaleur, décédé à Heilbronn le 20 mars, et celle de Charles Ehrmann, ancien professeur de la Faculté de médecine de Strasbourg, mort le 20 juin à l'âge de quatre-vingt-six ans à Strasbourg, et qui fut un des praticiens les plus répandus de l'Allemagne.

En Italie, il faut signaler la mort de Giarlio Curoni, géologue estimé et membre de l'*Institut lombard des sciences et des lettres*. — En Belgique on a annoncé la mort de MM. Maes et Crespel, les deux savants belges chargés par l'Académie de Belgique d'une exploration à l'intérieur de l'Afrique. Le *Moniteur belge*, organe du gouvernement, a dit, à propos de la mort de ces deux savants : « La perte de nos braves et malheureux compatriotes, qui ont donné leur vie pour une noble cause, n'arrêtera pas l'exécution des projets de l'Association internationale africaine ; mais leur mort causera de profonds regrets à tous ceux qui pu apprécier leurs éminentes qualités. »

Signalons encore la mort du colonel anglais Montgomerie, qui s'était rendu célèbre par ses explorations scientifiques dans l'Inde et dans l'Asie centrale, et qui avait consacré neuf années à faire des levés topographiques dans les monts Himalaya, jusqu'aux frontières du Thibet, enfin celle de Priès, naturaliste suédois.

FIN.

# TABLE DES MATIÈRES

## ASTRONOMIE.

Principaux faits astronomiques de 1878. — Petites planètes. — Comètes. — Étoiles filantes. — Éclipses. — L'éclipse du 29 juillet et les résultats de l'observation de ce phénomène céleste.....	1
Le passage de Mercure sur le Soleil, le 6 mai 1878. — Utilité de l'observation des passages de Mercure sur le Soleil. — Parallaxe. — Planète intramercurielle. — Particularités relatives à l'observation du passage du 6 mai 1878. — Ses résultats. — Passages antérieurs. — Observations du passage de 1878 faites en Amérique et en Europe.....	8
Les planètes intramercurielles. — Travaux de Le Verrier sur les planètes intramercurielles. — Calculs de 1859. — Travail de 1876. — Confirmation de l'existence de la planète intramercurielle par l'observation du passage d'un astre sur le Soleil pendant l'éclipse solaire du 29 juillet 1878 faite à New-York.....	16
Les satellites de la planète Mars. — Observations nouvelles sur ces astres. — Existence probable d'un essaim d'astéroïdes autour de Mars.....	22
Détermination de la longitude entre Paris et Alger.....	24
La lumière zodiacale de la lune.....	24
Recherches nouvelles de M. Montigny sur la scintillation des étoiles.....	26
Le cercle méridien donné à l'Observatoire de Paris par M. Bischoffshcim.....	28
L'Observatoire de Meudon et les découvertes d'astronomie physique dues à la photographie.....	32
Un cratère nouveau dans la lune.....	36
Création d'un Musée astronomique à l'Observatoire de Paris... ½	37

## MÉTÉOROLOGIE.

La prétendue influence de la lune sur le temps. — Mémoire de M. Faye sur la nullité d'action physique de notre satellite à l'égard de la terre .....	38
Étude des grands mouvements de l'atmosphère, par M. F. Hébert.....	48
La théorie des cyclones de M. Faye et le tornado d'Ercildoun..	51
La trombe de Canton. — Dix mille victimes.....	56
Trombes dans le département de la Vienne et en Alsace.....	58
Observations sur les nuages, faites en ballon par M. Gaston Tissandier.....	61
Variations de la pression atmosphérique à différentes altitudes, constatées à l'Observatoire du Puy de Dôme, pendant les bourrasques de l'hiver 1877, par M. Alluard.....	63
Incendie d'un clocher par la foudre.....	65
La commission météorologique de Vaucluse et l'observatoire projeté au mont Ventoux.....	67
L'observatoire Secchi, au mont Stelvio.....	68

## PHYSIQUE.

La liquéfaction du gaz oxyde de carbone et du gaz oxygène. — Importance de cette découverte au point de vue théorique. — Moyens employés par M. Cailletet pour obtenir la liquéfaction de l'oxygène. — La même expérience faite à Genève par M. Raoul Pictet. — Appareil employé par M. Raoul Pictet pour liquéfier l'oxygène. — Liquéfaction du gaz hydrogène et du gaz azote, et liquéfaction de l'air .....	69
L'oxygène liquide, l'hydrogène liquide et solide. — Nouvelle expérience de M. Raoul Pictet .....	79
Emploi du chlorure de méthyle pour la production de basses températures.....	81
L'éclairage électrique en 1878.....	83
Perfectionnement à l'éclairage sous-marin. — La lumière Drummond appliquée à l'éclairage du fond des eaux. — La lampe électrique sur le casque du plongeur.....	87
Nouvelle méthode pour obtenir les dépôts métalliques par l'électricité .....	89
Une nouvelle pile électrique : la combustion du charbon créant un courant voltaïque.....	90
Pile au peroxyde de manganèse.....	91
Singuliers effets de la foudre.....	92

Rocherche des mines de fer au moyen de la boussole magnétique.....	93
Gravure sur verre par l'électricité.....	94
Le <i>polyscope</i> , instrument pour l'éclairage des cavités profondes. Son emploi dans l'examen de l'âme des canons.....	96
Lampe électrique pour l'éclairage des poudrières.....	97
Sur les variations de l'intensité de la pesanteur dans un même lieu.....	98
Manière de produire facilement les systèmes <i>laminaires</i> de Plateau.....	99
Dessin à la chambre claire.....	101

## MÉCANIQUE.

Le téléphone, le microphone et le phonographe.....	103
Le téléphone employé comme galvanoscope.....	123
Le téléphone à bord du <i>Desaix</i> . — Le téléphone appliqué aux manœuvres sous-marines des scaphandriers.....	124
Le ballon captif de la cour des Tuileries.....	125
Utilisation industrielle de la chaleur solaire. — L'appareil Mouchot à l'Exposition de 1878.....	130
Les horloges pneumatiques de Vienne.....	140
Un nouveau moteur utilisant l'effet du vide atmosphérique....	145
Les chutes du Niagara; essai de substitution, fait à Buffalo, de l'air comprimé à la puissance de la vapeur comme force motrice.....	146
L'électricité appliquée à l'allumage des becs de gaz. — Curieuses dispositions du système électrique expérimenté à Londres.....	147
La ventilation du bâtiment <i>le Calvados</i> appliquée à d'autres navires.....	149
L'embrayeur électrique appliqué aux machines à vapeur, par M. Aug. Trève.....	151
Les signaux électriques à cloches.....	153
Détermination directe en mer de la route d'un navire.....	155
Les signaux de brouillard. — Résultat des expériences faites en Angleterre pour comparer les différents procédés qui ont été proposés jusqu'à ce jour pour signaler la présence des navires en temps de brume.....	157
Le canon blindé.....	160
Nouveaux affûts de canon : l'affût Labrousse et l'affût Montcrieff.....	162
Les câbles aériens employés comme moyen de transport. — Résultat de l'essai de ce mode de transport fait à Kütchengarten, dans le Hanovre.....	164

Le nouveau marteau-pilon du Creusot.....	166
Planchette du perspecteur.....	168
Nouveau cercle à calcul.....	169
L'abatage des arbres par la vapeur.....	170
La télégraphie en Chine.....	171

## CHIMIE.

Les équivalents chimiques des corps simples reconnus des multiples de l'un d'entre eux. — Nouvelles études de M. Dumas sur les équivalents chimiques. — La présence de l'oxygène dans l'argent métallique expliquant les erreurs commises dans les anciennes déterminations des équivalents chimiques.....	172
<i>Leçons sur la philosophie chimique</i> , par M. Dumas.....	177
Le gallium.....	179
Deux nouveaux métaux, le <i>philippium</i> et le <i>decipium</i> .....	182
L'acide persulfurique.....	185
La fabrication artificielle des pierres précieuses. — Le rubis, le saphir et le corindon, produits par la voie chimique. — Procédés employés pour cette reproduction, par MM. Frémy et Feil.....	186
Le diamant artificiel : recherches de J.-N. Gannal sur la production artificielle du diamant par la décomposition du sulfure de carbone.....	191
Reproduction artificielle de l'orthose.....	193
Reproduction du quartz par la voie sèche.....	195
Composition des gaz qui sortent des foyers métallurgiques.....	196
Minerais de bismuth.....	198
Découverte d'un gisement important de plomb argentifère dans l'État de Colorado.....	198
Découverte en Prusse d'un nouveau gisement de sels de potasse.....	199
Origine géologique de l'acide borique dans les <i>lagoni</i> de la Toscane.....	201
Les cours d'eau souterrains décelés par des matières salines ou des substances tinctoriales jetées dans les rivières et fleuves.....	203
Le procédé photographique dit aux <i>émulsions sèches</i> .....	206
Emploi du chlorure de méthyle pour la production économique de basses températures et pour la fabrication de matières tinctoriales.....	207
Nouveau réactif pour l'alcool.....	209
Méthode pour reconnaître la falsification des vins.....	210
Procédé pour reconnaître les vins plâtrés.....	212
Moyens de reconnaître les falsifications du beurre.....	214
Recherches chimiques sur la transformation de la caséine du lait en fromage.....	217

## ART DES CONSTRUCTIONS.

Le chemin de fer aérien de New-York; son état actuel. — Mode de construction de la voie. — Avantages et inconvénients de ce système de transport.....	220
Projet d'un chemin de fer souterrain à Paris.....	226
Expériences sur la traction des tramways faites en 1878.....	227
Le phare d' <i>Ar-Men</i> . — Conditions extraordinaires dans lesquelles s'effectue la construction de ce phare. — État des travaux en 1878.....	229
État actuel du service des phares en France.....	231
L'éclairage des phares par l'électricité, en Angleterre.....	233
Le tunnel sous la Manche.....	234
Les barrages du Furens et les inondations de la Loire. — Le barrage de Rochetaillée. — Le barrage du <i>Pas-du-Riot</i> .....	236
Les travaux du tunnel du mont Saint-Gothard.....	239
Un chemin de fer à travers le Sahara.....	243
Le canal d'irrigation du Rhône.....	244
Le canal de la Marne à la Saône.....	245
Le dessèchement du lac Fucin en Italie.....	246
Puits artésiens.....	251
Le plus grand tunnel de l'Amérique.....	251
Le plus grand pont du monde.....	252
Les chemins de fer en Europe.....	253
Disposition nouvelle du blindage des navires cuirassés, permettant de diminuer l'épaisseur du revêtement métallique.....	254
Le navire cuirassé <i>le Tourville</i> .....	255
Bélier-torpille.....	257

## HISTOIRE NATURELLE.

Le Vésuve en novembre et décembre 1878.....	258
Un nouveau volcan dans l'Amérique centrale.....	259
Curieux effets d'une éruption volcanique de l'île de Tauna (Océanie).....	260
Tremblement de terre au Vénézuéla.....	261
Tremblement de terre le 28 janvier 1878 à Paris et dans le nord de la France.....	262
Tremblement de terre dans les Alpes le 7 juin 1878.....	264
Un nouveau lac au pied des Apennins.....	265
L'expédition scientifique française au Pérou et en Bolivie. — Collections rapportées par M. Wiener. — L'ascension de l' <i>Mli-</i>	

<i>mani</i> faite par ce voyageur. — Particularités physiques de cette ascension.....	256
Production artificielle et imitation de la formation des chaînes de montagnes sur un globe, d'après le principe des soulèvements, par M. de Chancourtois.....	270
Le Mammouth du Musée d'histoire naturelle de Lyon.....	272
Un nouveau reptile fossile.....	274
Ce qu'il y a dans les phosphorites du Quercy. — Animaux fossiles découverts par M. Filhol dans les phosphorites. — Faune géologique de ces masses.....	276
Sphérules magnétiques analogues à celles des poussières atmosphériques dans les roches appartenant aux anciennes périodes géologiques.....	275
Les cèdres submergés dans les marais de New-Jersey.....	279
Les plantes carnivores. — Expériences faites par M. Ch. Martins sur l'alimentation du <i>Drosera rotundifolia</i> par des matières animales déposées sur les feuilles.....	280
Observations de M. Paul Bert sur les causes des mouvements périodiques des fleurs et des feuilles.....	283
Nouvelles observations sur le lait de l'Arbre à la vache, par M. Boussingault.....	286
La préparation du curare chez les Indiens du Brésil, par M. Jobert.....	289
Un poulpe monstre.....	293
Acclimatation du castor en Écosse.....	293
L'élevage des autruches au Cap de Bonne-Espérance.....	295
Acclimatation, dans les eaux douces de la France, de la truite américaine, et emploi du froid pour le transport des œufs de ce poisson.....	297
Acclimatation d'un poisson chinois.....	298
Élevage et engraissement mécanique des poulets au Jardin d'acclimatation.....	299
Le chant des souris.....	300
L'homme le plus âgé du monde.....	301

## MÉDECINE ET PHYSIOLOGIE.

Recherches de M. Pasteur sur les causes de la maladie charbonneuse. — Le <i>charbon</i> paraît dû à l'infection du sang par des organismes microscopiques, les bactériidies. — Application de ces faits à la médecine et à l'hygiène publique. — La surveillance à Paris des viandes charbonneuses. — Le microscope appliqué à la recherche des bactériidies dans les viandes réputées charbonneuses. — La viande des animaux morts du charbon peut-elle inoculer cette maladie?.....	302
---	-----



La <i>théorie des germes</i> de M. Pasteur et ses applications à la médecine et à la chirurgie. — Expériences nouvelles de M. Pasteur .....	307
Traitement des plaies par l'occlusion pneumatique, par M. Jules Guérin.....	311
Un larynx artificiel. — L'ablation du larynx et son remplacement par un tube vocal artificiel.....	313
Application du microphone à la chirurgie.....	316
L'élongation des nerfs comme moyen thérapeutique.....	317
La crampe des employés du télégraphe.....	318
Nouvelle méthode de traitement de la colique de plomb et des phénomènes généraux du saturnisme chronique.....	320
La mort par le chloroforme, prévenue au moyen du nitrite d'amyle.....	322
L'ébullition de l'eau potable préservant de la dysenterie sur les navires .....	323
La <i>pression barométrique</i> , par M. Paul Bert.....	324
Sur les effets anesthésiques du protoxyde d'azote.....	327
Effets sur l'organisme vivant de l'oxyde de carbone introduit en faibles proportions dans l'atmosphère.....	329
L'eau de mer pulvérisée.....	330

## AGRICULTURE.

Marche envahissante du phylloxéra. — Situation en 1878. — Les remèdes au mal : Submersion et insecticides. — Le sulfure de carbone, son efficacité reconnue. — Fabrication en grand du sulfure de carbone dans les ateliers de Marseille, sous la direction de la Compagnie du chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. — Instructions publiées par la Compagnie du chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, pour l'usage du sulfure de carbone. — Les vignes américaines. — Études de M. G. Planchon sur les divers plants américains. — Mesures administratives pour combattre le phylloxéra. — Arrêtés publiés en décembre 1878 par le Ministre de l'agriculture et du commerce relativement à la destruction du phylloxéra.....	332
Nouvelles observations sur les vins tournés du midi de la France, par M. Armand Gautier.....	350
La photographie des vins.....	351
La cause de la maladie des pommes de terre.....	352
Moissonneuse-lieuse .....	353
Explication scientifique et agronomique des effets des irrigations pratiquées dans le midi de la France, par M. Barral... ..	354
L'agriculture de la Corse et la <i>malaria</i> . — Avantages, pour la culture, de l'assainissement des terres basses de la Corse....	335

Présence du fer dans le blé et dans les autres plantes alimentaires.....	361
De la tavelure des fruits.....	362
Emploi du sulfure de carbone contre les ravages des vers blancs et autres insectes ou animaux rongeurs.....	364
Influence de l'acide arsénieux sur la nutrition des animaux de ferme.....	364
Les tourteaux de palmier employés à la nourriture du bétail..	368
Richesse chevaline du monde.....	370
Le commerce de la viande fraîche importée d'Amérique.....	371
Le vin d'orange.....	376

## ARTS INDUSTRIELS.

La catastrophe de la rue Béranger, à Paris. — Quelques renseignements sur les fulminates. — Composition chimique et degré de force explosive des fulminates. — Procédé de fabrication du fulminate de mercure employé dans la confection des amorces. — La composition des <i>amorces-canon</i> de M. Blanchon. — Dangers de la préparation et de la conservation des fulminates. — Explosion de fabriques d'amorces....	377
Explosion du feu grisou en Angleterre.....	385
Explosions constatées dans les moulins à farine. — Causes de ces accidents. — Phénomènes analogues observés dans les ateliers de pulvérisation de la racine de garance. — Mémoire de M. Galloway sur les explosions observées dans les mines de houille exemptes de grisou. — Remarques de M. Simonin. — La catastrophe du puits Jabin (1876) expliquée par une cause de ce genre. — Conclusions sur la cause des explosions des moulins à farine.....	386
La combustion spontanée du charbon en mer et la ventilation des cales des navires. — Résultats de l'enquête faite en Angleterre sur les causes de l'incendie en mer des navires chargés de houille.....	393
Importance et étendue des bassins houillers en Chine. — État actuel de l'exploitation de la houille en Chine.....	395
Le jaugeage des vins et des spiritueux au moyen du poids et de l'aréomètre.....	397
La poudre comprimée.....	399
Une carrière de pierre lithographique en Afrique.....	401
Fabrication d'une conserve alimentaire à l'usage des chevaux en temps de guerre.....	402
Le verre trempé; état de cette industrie en 1878.....	403
Fabrication des caractères typographiques en verre trempé....	406
Utilisation des laitiers des hauts fourneaux — Fabrication des	

briques avec les laitiers de forge. — Préparation avec les laitiers de forge d'une substance (la laine minérale) destinée à garantir les chaudières à vapeur .....	408
Le chauffage des maisons par la vapeur.....	410
Nouveau procédé de nickelage.....	411
Applications nouvelles du papier à différents usages industriels. — Le papier employé pour les tuyaux de cheminée, pour les parquets et pour le doublage des navires.....	412
Solidification du pétrole.....	414
La plume magique.....	414
La plume électrique d'Edison.....	415
Tissu de-coton parcheminé.....	417

## L'EXPOSITION INTERNATIONALE UNIVERSELLE DE 1878

.....	419
-------	-----

## ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES.

Séance publique annuelle de l'Académie des sciences de Paris.	424
Séance publique annuelle de l'Académie de médecine de Paris..	424

## NÉCROLOGIE SCIENTIFIQUE.

Victor Regnault. A.-C. Becquerel. — Belgrand. — Claude Bernard. — Delafosse. — Bienaymé. — Félix Boudet. — Leymerie. — Charles Anglada. — Hirtz. — Rameaux. — Henri Gintrac. — Bazin. — Foville. — Voillemier. — Félix Roubaud. — Alfred Donné. — Lamy. — Huzard fils. — Fordos. — Ferdinand Hofer. — Malaguti. — Jules Barse — Le P. Secchi. — Ernest Quetelet. — Joseph Henry. — Petermann. — Fox Talbot. — William Stockes. — Dalzell. — Robert de Mayer. — Ehrmann. — Curoni. — Maes et Crespel. — Montgomerie. — Priès .....	524
---	-----



# INDEX ALPHABÉTIQUE

DES PRINCIPAUX NOMS D'AUTEURS CITÉS  
DANS CE VOLUME.

## A

Abbadie (d'), 98.  
Abbe, 4, 5.  
André, 9, 13.  
Angot, 9, 14.  
Alluard, 63-65.  
Arbey, 453.  
Armingaud, 467.  
Arsonval (d'), 123.

## B

Bagnis, 466.  
Barnett, 47.  
Barral, 354-356.  
Béclard, 468.  
Bert (Paul), 283-286, 324-329,  
439.  
Berthelot, 184.  
Bertrand, 466.  
Bischoffsheim, 28, 29.  
Blanchet, 454.  
Blum, 318.  
Boitel, 357-361.  
Bouchardat, 304.  
Boucher, 169.  
Bourseul (Ch.), 105.  
Boussingault, 286-289.  
Brierre, 300.  
Burg, 467.  
Bussard, 469.  
Bute (de), 294.

## C

Cadiat, 467.  
Caill, 452.  
Cailletet, 72-74, 78, 196-198.  
Carville et Duret, 467.  
Caspari, 465.  
Cassedébat, 469.  
Chancourtois (de), 270.  
Chantre, 272.  
Chardon, 206.  
Christian, 470.  
Coggia, 2.  
Colin, 444.  
Collardon, 239-242.  
Coquillon, 392.  
Cornu, 465.  
Cottenot, 1.  
Couty, 467.  
Cros, 116.  
Cyr, 471.

## D

Daresté, 468.  
Dauvergne, 471.  
Davioud et Bourdais, 422.  
Davis, 88.  
Deck, 444.  
Delafontaine, 182-184.  
Delahodde, 3.  
Delannoy, 471.  
Delpech et Billairel, 467.  
Denon de Gannes, 262.

Des Cloizeaux, 440.  
 Deslongchamps, 440.  
 Després, 367.  
 Devais, 469.  
 Devès, 244.  
 Dieulafait, 201-203.  
 Dislère, 466.  
 Douglas, 296.  
 Dounon, 323.  
 Draper, 6, 14.  
 Dubry de Thiersant, 298.  
 Duclaux, 218.  
 Dumas, 81, 174-177, 177-179.  
 Duponché, 243.  
 Durand-Claye, 246-250.

**E**

Edison, 84, 110, 117-122, 415.  
 Eliosof, 361.  
 Evans et Cic, 385.

**F**

Farcot, 433, 453.  
 Faye, 42-48, 51-56, 155, 157.  
 Feil, 187-190.  
 Ferrier, 467.  
 Figuier (P.), 380.  
 Filhol, 276.  
 Fix, 147-149.  
 Foster, 87.  
 Foulis, 313-316.  
 Fourcroy et Vauquelin, 379.  
 Frank (F.), 467.  
 Frank de la Robertsau, 370.  
 Fréminville, 465.  
 Frémy, 187-190.  
 Froment, 105.

**G**

Gaiffe, 91.  
 Gaillot, 21.  
 Gallipe, 466.  
 Galway, 388.  
 Gannal, 119-193.  
 Garnier (P.), 444.  
 Gasparin (de), 361.  
 Gaudry (A), 274.  
 Gaudain, 468.

Gautier, 350.  
 Germonière (de la), 264.  
 Giffard (Henry), 126-138.  
 Giffard (Paul), 453.  
 Grad, 237-239.  
 Graham-Bel, 107-110.  
 Grancher, 471.  
 Gray (E.), 106.  
 Gréhaut, 329.  
 Guérin (J.), 311-313.  
 Guilmet, 444.

**H**

Hall, 453, 465.  
 Hannover, 467.  
 Hautefeuille, 193-195.  
 Hébert, 48-51.  
 Heinh, 88.  
 Henry (Prosper), 2, 3.  
 Henry (Paul et Prosper), 465.  
 Hermann-Klein, 36.  
 Hôtel, 468.  
 Holden, 7.  
 Houdard, 397-399.  
 Houlmann, 445.  
 Houzeau, 466.  
 Howard, 379.  
 Hugues, 112.  
 Husson, 215-217.

**J**

Jablochkoff, 84, 90.  
 Jaillard, 214.  
 Janssen, 32-36.  
 Japy, 444.  
 Jacquemart, 209.  
 Jobert, 289-292.  
 Joly, 362.  
 Jolyet et Regnard, 367.  
 Jousset de Bellesme, 466.  
 Jungfleisch, 179-182.  
 Junod, 469.

**K**

Knopp, 204.  
 Koiting, 164-166.  
 Kopp, 365.  
 Krantz, 419, 422.  
 Krüpp, 160.

**L**

Labrousse, 163.  
 Lagardelle, 470, 471.  
 Laguerre, 465.  
 Lamey, 13, 23.  
 Lasègue et Regnault, 467.  
 Lecadre, 466.  
 Lecomte, 477.  
 Lecoq de Boisbaudran, 179-182.  
 Lefebvre, 263.  
 Légrand du Saulle, 470.  
 Lepage, 168.  
 Lepage et Patrouillard, 456.  
 Lewis-Swift, 2.  
 Lockyer, 9.  
 Lœwy, 24.  
 Loua, 466.  
 Luton, 471.  
 Luynes (de), 403.

**M**

Maher, 466.  
 Mallet, 365.  
 Mangon, 371-376.  
 Manouvriez, 466.  
 Mantegazza, 330.  
 Marinoni, 455.  
 Marti, 444.  
 Martin, 299.  
 Martins, 281-283.  
 Marty, 213.  
 Marvaud, 470.  
 Mayerhofer, 141-144.  
 Méguin, 467.  
 Méo, 7.  
 Meunier, Stan. et Gust. Tissandier,  
 277-279.  
 Moncel (du), 106, 263.  
 Montcharmont et Dumas, 406.  
 Moncrieff, 163.  
 Montigny, 26.  
 Mouchez, 13, 37.  
 Mouchot, 138-140, 439.  
 Mouret, 445.  
 Mousseron, 445.

**N**

Newal, 23.

Onimus, 318.  
 Oré, 467.  
 Orsel, 255.  
 Otto, 447.

**P**

Page, 105.  
 Palisa, 1, 2.  
 Palmieri, 256.  
 Parrot, 467.  
 Pasteur, 302-311.  
 Peligot, 464.  
 Pellerin, 101.  
 Perrier, 24.  
 Perrotin, 1, 13.  
 Peters, 2, 15.  
 Petrina, 105.  
 Peyraud, 467.  
 Picot, 467.  
 Pictet, 75-77, 79-81.  
 Pinard et Cessat, 439.  
 Planchon, 340-344.  
 Planté (G.), 95.  
 Ploix, 229.  
 Puech, 472.

**Q**

Quetelet, 466.

**R**

Ransome, 170.  
 Reclus, 471.  
 Regge, 145.  
 Reiss, 106.  
 Renault et Raynal, 305.  
 Reynier, 84.  
 Renard, 444.  
 Rendu (J.), 467.  
 Richthofen, 395.  
 Ritter, 352.  
 Rive (d la), 105.  
 Robert, 399.  
 Roché, 65.  
 Roger (Henri), 468.  
 Roth, 210-212.  
 Roux, 444.

Sainte-Marie, 439.  
 Salathée, 467.  
 Sanné, 467.  
 Sappey, 440.  
 Savalle, 452.  
 Schmidt, 36.  
 Schneider, 459.  
 Schulhof, 2.  
 Schuloff, 465.  
 Scott, 115.  
 Semnola, 320-322.  
 Serres, 13.  
 Sidot, 468.  
 Simonin, 391.  
 Smith, 387.  
 Stévérard, 445.  
 Stœcklin, 285.  
 Swift, 4.

## T

Tacchini, 13.  
 Tempel, 3.  
 Terquem, 99-101.  
 Testut, 467, 471.  
 Thalem, 93.  
 Thompson, 316.  
 Tissandier (G.), 61-63.  
 Toaldo, 39-41.

Topinard, 467.  
 Trève, 124, 151-153.  
 Trideau, 469.  
 Troost, 466.  
 Trouvé, 96, 97.  
 Trouvelot, 26.  
 Tyndall, 157-160.

## V

Varley, 107.  
 Vergnette-Lamotte (de), 351.  
 Verrier (Le) 11, 17, 18, 19, 20.  
 Vesque, 366.  
 Villarceau, 11.  
 Vincent, 81, 207-209.  
 Vital, 389.

## W

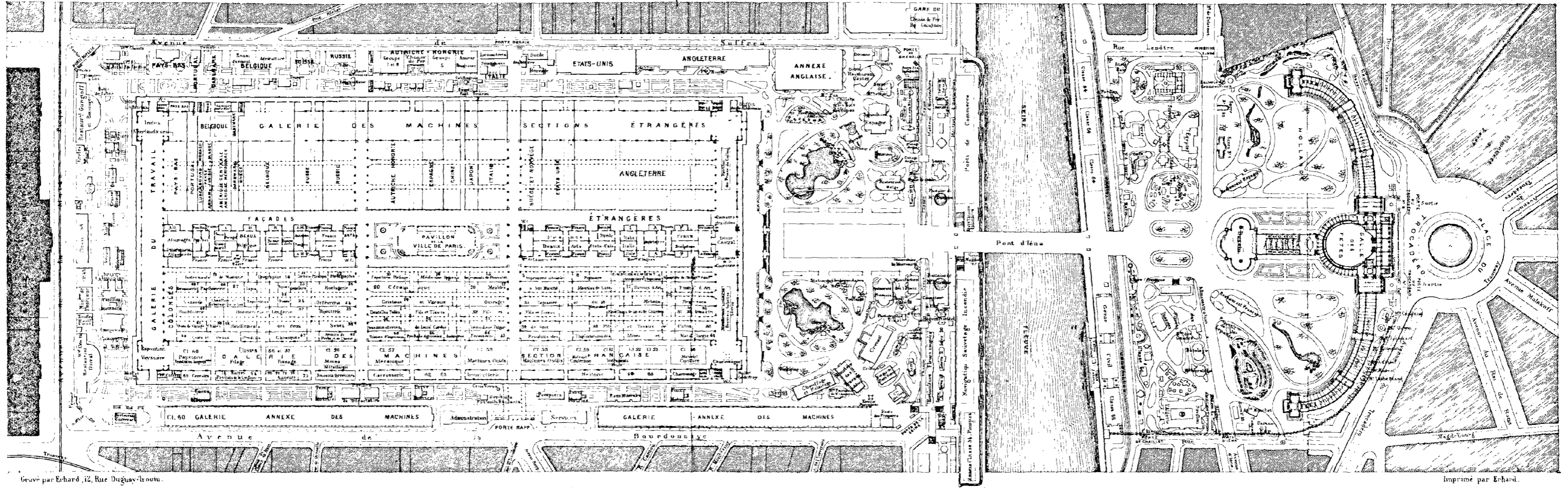
Watson, 2, 16, 21.  
 Wehyer et Richond, 448.  
 Werdermann, 85.  
 Wiener, 266, 439.  
 Windsor et fils, 453.  
 Winnecke, 3.  
 Wolf, 12, 28, 29, 368.  
 Wood, 408.  
 Wright, 89.

## Y

Young, 7.  
 Yvernès, 466.

FIN DE L'INDEX ALPHABÉTIQUE.





Gravé par Erhard, 12, Rue Duguay-Trouin.

Imprimé par Erhard.



---

PARIS. — TYPOGRAPHIE A. LAHURE  
Rue de Fleurus, 9

---