



MUSÉE RÉTROSPECTIF

DU GROUPE V

ÉLECTRICITÉ

(APPAREILS. — LIVRES. — MANUSCRITS. — AUTOGRAPHES)

A L'EXPOSITION UNIVERSELLE INTERNATIONALE
DE 1900, A PARIS

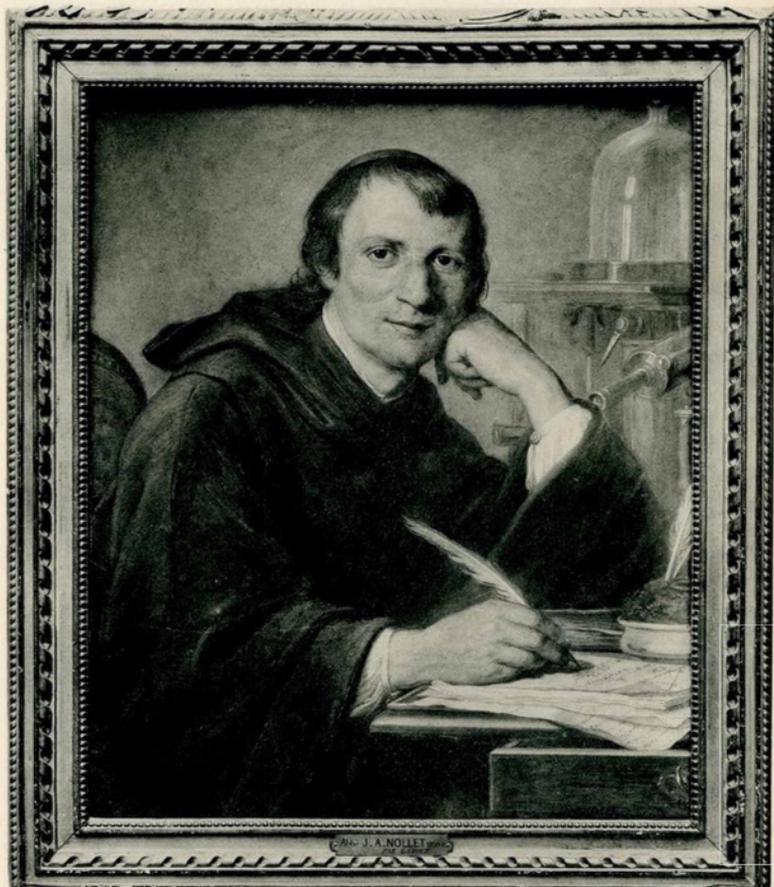


RAPPORT

DU

COMITÉ D'INSTALLATION





Phototypie Berthaud, Paris

*Portrait de l'abbé J.-A. Nollet (1700-1770),
d'après le pastel original de La Tour, ayant appartenu à S. A. I. Madame la Princesse Mathilde.*

MUSÉE RÉTROSPECTIF

DU GROUPE V

ÉLECTRICITÉ

(APPAREILS. — LIVRES. — MANUSCRITS. AUTOGRAPHES)

A L'EXPOSITION UNIVERSELLE INTERNATIONALE
DE 1900, A PARIS

RAPPORT

DU

COMITÉ D'INSTALLATION



Exposition universelle internationale
de 1900

SECTION FRANÇAISE

Commissaire général de l'Exposition :

M. Alfred PICARD

Directeur général adjoint de l'Exploitation, chargé de la Section française :

M. Stéphane DERVILLÉ

Délégué au service général de la Section française :

M. Albert BLONDEL

Délégué au service spécial des Musées centennaires :

M. François CARNOT

Architecte des Musées centennaires :

M. Jacques HERMANT

COMITÉ D'INSTALLATION DU GROUPE V

Bureau.

Président : M. MASCART (Eleuthère), G. O. ✱, Membre de l'Institut, Directeur du Bureau Central Météorologique, Professeur au Collège de France.

Secrétaire : M. BOULHET (André), ⚙️, Co-gérant de la Société Christoffe et C^{ie}.

Membres.

MM. MOISSAN (Henri), C. ✱, I. ⚙️, Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine.
FONTAINE (Hippolyte), O. ✱, Ingénieur Électricien, Administrateur de la Société Gramme.

RAYMOND (Léonard), C. ✱, Administrateur honoraire des Postes et des Télégraphes.

D'ARSONVAL (le D^r Arsène), O. ✱, Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, Professeur au Collège de France.

HOSPITALIER (Edouard), Ingénieur des Arts et Manufactures, Professeur à l'École municipale de physique et de chimie de la ville de Paris.

GALL (Henri), Administrateur Délégué de la Société d'Electrochimie.

HARLÉ (Emile), ✱, ancien Ingénieur des Ponts et Chaussées, Constructeur Electricien.

GUILLEBOT DE NERVILLE (Ferdinand), ✱, Inspecteur, Ingénieur des Télégraphes, Professeur à l'École professionnelle supérieure des Télégraphes.

CHAPERON (Charles), ✱, Ingénieur des Arts et Manufactures, Chef de division à la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée.

Architecte.

M. Tournaire (Albert), Architecte des installations du Groupe V

COMITÉ DU MUSÉE RÉTROSPECTIF

MM. DEPREZ (Marcel), O. ✱, Membre de l'Institut, Professeur d'Electricité industrielle au Conservatoire national des Arts et Métiers, Professeur au Collège de France.

LAUGEL (Auguste), ✱, Administrateur de la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée.

BEQUEREL (Henri), ✱, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'histoire naturelle.

GROSJEAN (Albert), Directeur de la Société Leclanché et C^{ie}.

PETSCHÉ (Albert), ✱, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Directeur de la Société Lyonnaise des eaux et de l'éclairage.



MM. VIOLLE (Jules), O. ✱, Membre de l'Institut, Professeur du Cours de physique appliquée aux arts, au Conservatoire national des Arts et Métiers.

BAUDOT (Emile), O. ✱, Ingénieur des Télégraphes.

WILLOT (Joseph), ✱, Inspecteur général des Postes et des Télégraphes, Membre du Comité technique électrique.

GERMAIN (Pierre), Inspecteur du matériel des Postes et des Télégraphes.

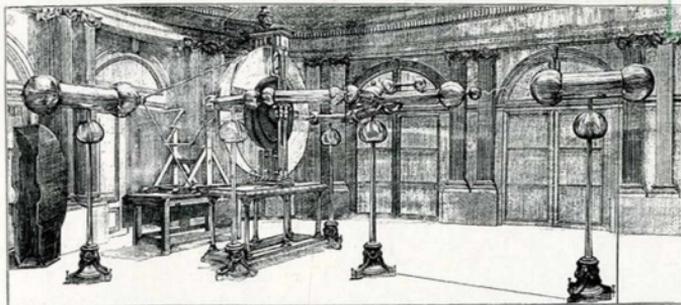
SARTIAUX (Eugène), O. ✱, Ingénieur, Chef des Services électriques de la Compagnie du Chemin de fer du Nord.

JOSSE (Hippolyte), Conseil technique des Services du contentieux de l'Exposition Universelle de 1900.

Rapporteur du Musée rétrospectif.

M. SARTIAUX (Eugène).





Machine électrique du Muséum de Teyler à Haarlem, construite sur les indications de Van Marum, en 1784.

(Gravure extraite des œuvres de Van Marum, 1785.)
(Collection de M. E. Sartiaux.)

INTRODUCTION



Porte d'entrée du Musée.

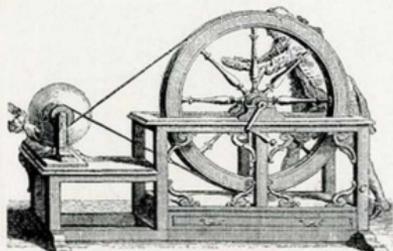
Ce volume contient la nomenclature des appareils, livres et manuscrits qui ont figuré au Musée rétrospectif du groupe V (Electricité) à l'Exposition universelle de 1900.

Ce Musée a démontré la part prise, depuis trois cents ans, par les savants et industriels français, dans les études de l'électricité et ses applications.

Les nombreuses découvertes faites principalement depuis moins d'un demi-siècle, préparées d'ailleurs par des travaux remarquables de l'abbé Nollet, Coulomb, Pouillet, Ampère, Arago, Masson, Breguet, Foucault, les Becquerel, Planté, Gramme, etc., etc., ont eu une heureuse influence sur l'accroissement si rapide de l'industrie électrique dans le monde entier.

Faute de place, de temps et même d'argent, le Comité s'est vu contraint, à regret, de limiter le nombre des appareils à exposer. Il a été possible, néanmoins, avec l'obligeant concours des savants, des constructeurs français et des établis-

sements scientifiques et pédagogiques de France, de rassembler une collection des plus remarquables : elle est aujourd'hui acquise en grande partie, pour les appareils, à l'Ecole Supérieure d'Electricité, grâce à la générosité de ceux, très nom-



Machine électrique de l'Abbé Nollet, construite en 1747.
(Extrait de l'*Essai sur l'électricité des corps*,
par l'Abbé Nollet, 1746.)
(Collection de M. E. Sartiaux.)

breux, qui nous ont aidé à la réunir, et elle est destinée à constituer un Musée de l'Electricité qui n'existait pas en France.

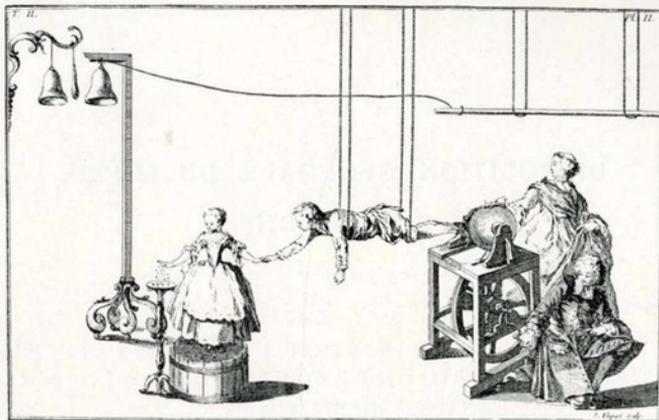
L'utilité d'une telle institution paraît indiscutable si on envisage surtout les services qu'elle doit rendre aux savants et aux industriels, et les avantages qui en résulteront pour l'instruction même des élèves des Ecoles et des Facultés.

Le Comité d'Installation se fait un devoir de remercier très vivement tous ceux qui ont contribué à la formation du Musée rétrospectif en consentant à prêter ces précieuses reliques. Ils ont ainsi permis aux nombreux visiteurs de l'Exposition d'apprécier le concours, très considérable, apporté par la France dans le développement de l'électricité, tant au point de vue scientifique qu'industriel. Enfin, M. Sarriau, Chef du service des Musées Centennaux de l'Exposition de 1900, a bien voulu me prêter le concours de son expérience pour la confection et le choix des clichés contenus dans ce rapport, et je lui en adresse, au nom du Comité, et en mon nom personnel, nos bien vifs remerciements.

E. SARTIAUX.



Machine électrique statique
reproduite au revers d'un jeton du service de l'artillerie (1754).
(Collection de M H Sarriau.)



Transmission de l'étincelle électrique à travers les corps humains et carillon électrique.
(Expériences et Observations de Watson, 1748.)
(Collection de M. E. Sartiaux.)

**SAVANTS FRANÇAIS DONT LES NOMS ONT FIGURÉ
DANS LES CARTOUCHES DU SALON DU MUSÉE RÉTROSPECTIF
DE L'ÉLECTRICITÉ**

DEFAY (Charles)	1698-1739	MASSON (Antoine)	1806-1860
NOLLET (l'abbé Antoine).	1700-1770	BREGUET (Louis).	1808-1883
DALBART (Thomas).	1703-1779	REGNAULT (Henri)	1810-1878
ROMAS (Jacques DE).	1713-1776	GAUGAIN (Jean).	1811-1881
LE MONNIER (Charles)	1715-1799	ACHARD (Ferdinand).	1813-1893
COULOMB (Charles).	1736-1806	FROMENT (Paul).	1815-1865
HAÛY (l'abbé René)	1743-1822	JAMIN (Jules).	1818-1886
CHARLES (Alexandre)	1746-1825	ARCHEREAU (Henri).	1819-1893
BIOT (Jean-Baptiste)	1774-1862	FIZEAU (Hippolyte).	1819-1896
AMPÈRE (André).	1775-1836	FOUCAULT (Jean).	1820-1868
PELTIER (Athanasie)	1785-1845	BEQUEREL (Edmond).	1820-1891
ARAGO (François).	1786-1853	GOUNELLE (Eugène).	1821-1863
BEQUEREL (Antoine-César)	1788-1878	LISSAJOUS (Jules).	1822-1880
POUILLET (Claude)	1791-1868	VERDET (Emile).	1824-1866
DESPREZ (César).	1792-1863	CARRÉ (Ferdinand).	1824-1900
PÉCLET (Jean).	1795-1857	BLAVIER (Edouard).	1826-1887
RUMKORFF (Henri)	1803-1877	PLANTÉ (Gaston).	1855-1889
CHRISTOFLE (Charles).	1805-1863	GAULARD (Lucien)	1850-1888



DISPOSITION GÉNÉRALE DU MUSÉE RÉTROSPECTIF



Le Musée du Groupe V (Electricité) était installé au premier étage du Palais de l'Electricité; il occupait une superficie d'environ 150 mètres carrés, formant un salon carré autour duquel étaient disposées des vitrines.

Deux des côtés de ces vitrines renfermaient les livres, les manuscrits et les autographes, méthodiquement classés, par ordre chronologique; dans les côtés opposés étaient réunis les appareils de petites dimensions. Les autres occupaient le milieu du salon. Chaque vitrine était surmontée de cartouches dans lesquels avaient été inscrits les noms des savants et ingénieurs français dont la liste est reproduite à la page précédente.

Le public accédait dans le salon par deux portes monumentales garnies de tentures et de lampes électriques disposées au-dessus des frontons, le tout formait une décoration d'ensemble très heureusement appliquée à la circonstance.

Nous devons constater, avec une certaine satisfaction, que les nombreux visiteurs s'arrêtaient avec plaisir devant ces remarquables collections qui évoquaient les souvenirs les plus glorieux pour la Science et l'Industrie françaises, en même temps qu'elles présentaient un intérêt considérable au point de vue historique.





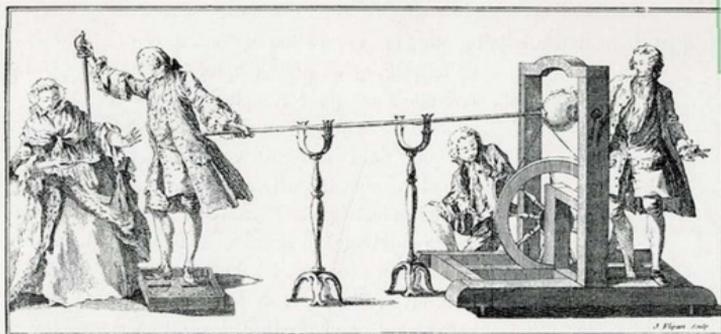
PREMIÈRE PARTIE

APPAREILS



ULTIMATE VIRTUAL MUSEUM

ALPHABET



Inflammation de l'esprit-de-vin par une étincelle électrique.
(Expériences et Observations de Watson, 1748.)
(Collection de M. E. Sartiaux.)

CHAPITRE PREMIER

Electro-statique



La première étincelle électrique tirée du corps humain en 1745.
(Expériences et Observations de Watson, 1748.)
(Collection de M. E. Sartiaux.)

La première manifestation de l'électricité fut découverte par Thalès de Milet, philosophe grec, six cents ans avant notre ère. L'ambre (en grec *ἤλεκτρον*) frottée, attirait les corps légers. Ce phénomène resta oublié jusqu'au dix-septième siècle. Gilbert découvrit alors que, par le frottement, beaucoup de corps acquéraient la même propriété attractive que l'ambre.

En 1776, Achard put attirer des corps légers avec un morceau de glace refroidie à 20° sous zéro et frottée avec de la laine.

Otto de Guericke, qui construisit la première machine électrique, fit faire un grand pas à l'électricité, en observant que l'attraction des corps est immédiatement suivie d'une répulsion.

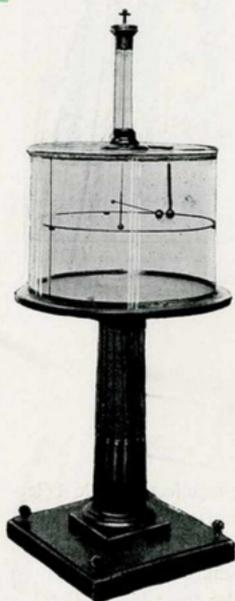
Il était réservé à Coulomb de déterminer les lois de ces phénomènes, en 1785. Dans les premières machines

électriques, le frottement était produit par la pression des mains. C'est à Winckler, de Leipzig, qu'on doit l'emploi des coussins adaptés aux machines pour remplacer les mains.

Nairne, célèbre médecin anglais, préconisa l'emploi de l'électricité comme agent physiologique et imagina le traitement appelé franklinisation ou bain électrique. Ce traitement consistait à placer le sujet sur un tabouret isolant et à le mettre en relation avec une machine électrique. C'est afin de pouvoir électriser le sujet positivement ou négativement, que Nairne inventa la machine à cylindre qui porte son nom et qui fournit les deux électricités.

L'emploi des machines électriques, au point de vue thérapeutique, fut abandonné par Cavallo et Mauduyt qui préféraient la pile de Volta, d'invention toute récente à leur époque.

L'électrisation au moyen des machines, dites statiques, a été reprise en 1877 par M. Vigouroux à la Salpêtrière. De nos jours, l'électro-statique ne forme plus une branche distincte de l'électricité, elle se trouve tout naturellement rattachée aux courants de très haute tension, dont elle n'est qu'un cas particulier, celui d'un débit nul ou extrêmement faible.



Balance de Coulomb (1785).
(N° 3.)



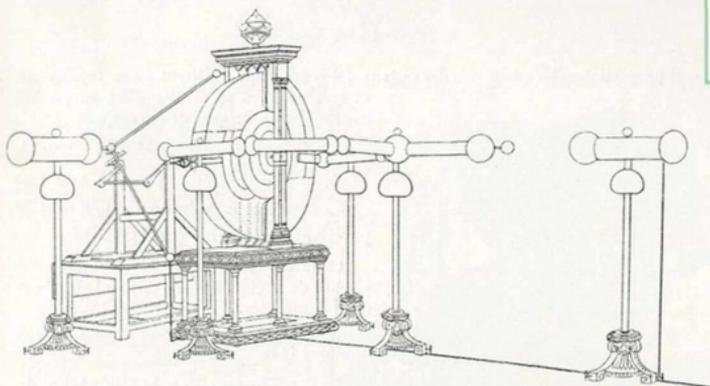


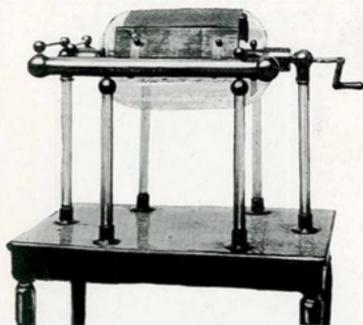
Schéma de la machine électrique du Muséum de Teyler, à Haarlem, construite sur les indications de Van Marum en 1784. (Extrait du livre de Van Marum, 1785.)
(Collection de M. E. Sartiaux.)

Description des appareils.

1 Jouet destiné à montrer les expériences du carreau étincelant temple lumineux à colonnes avec distributeur tournant (1750).

Ce jouet, qui provient d'une ancienne collection d'appareils de démonstration pour la physique, est une forme de l'expérience électrique du « carreau étincelant ».

(Collection du Lycée Henri IV.)



Machine de Nairne.
(N° 2.)

2. — Machine électrique à cylindre, de Nairne, donnant en même temps les deux électricités (1774).

Cette machine a été construite pour le médecin anglais Nairne et sur ses indications, en vue d'électriser par franklinisation certains malades.

(Collection du Laboratoire de physique de la Faculté de Médecine de Paris.)

3. — Balance de Coulomb, ayant servi à démontrer les lois des attractions et des répulsions électriques (1785).

Cet instrument, construit par Coulomb, était destiné à vérifier « que les attractions et les répulsions électriques sont inver-

sement proportionnelles aux carrés des distances des corps qui s'attirent ou se repoussent, et qu'elles sont proportionnelles au produit des charges électriques de ces corps. »

(Collection du Muséum d'histoire naturelle.)

4. — Machine électrique de Van Marum, donnant à volonté de l'électricité positive ou négative (1797).

Cette machine, construite à Haarlem, ne permet de recueillir que l'une ou l'autre des deux électricités.

(Collection du Laboratoire d'enseignement de la Sorbonne.)

5. — Electroscopie à pile sèche de Zamboni, à papier d'étain et bioxyde de manganèse (1812).

Cette pile a été étudiée en vue de fournir une faible énergie pendant de longues années. Bien que datant de 1812, le modèle exposé faisait encore tourner l'aiguille sans qu'on ait touché à la pile.

(Collection du Laboratoire d'enseignement de la Sorbonne.)

6. — Photomètre de Masson, basé sur l'éclairement intermittent d'un



Buste de CHARLES (Alexandre), par Houdon (1746-1826).

(Collection du Conservatoire national des Arts et Métiers.)

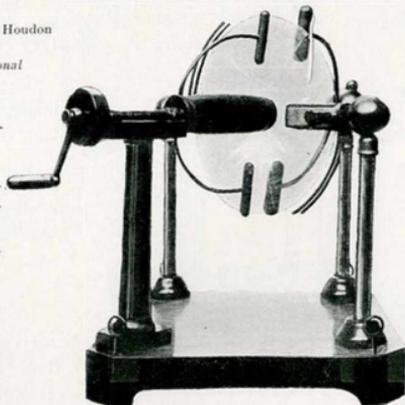
disque tournant devant un exposeur à étincelles (1844).

Cet appareil était destiné à mesurer le pouvoir éclairant des étincelles électriques.

(Collection de l'École Centrale des Arts et Manufactures.)

7 — Machine à cylindre de Pécelet, pour l'étude du développement de l'électricité par le frottement (1846).

Cette machine a permis à Pécelet de démontrer que le cylindre



Machine de Van Marum.
(N° 4.)

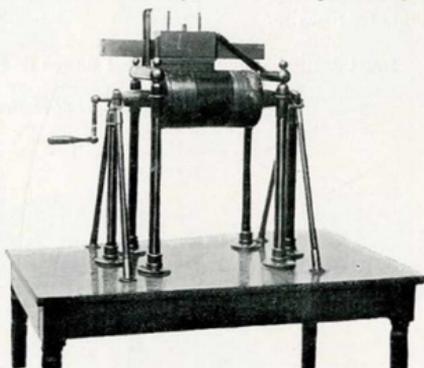
de verre se charge d'électricité positive ou d'électricité négative, suivant que sa température est plus élevée ou plus basse que celle du coussin.

(Collection du Laboratoire de l'Ecole normale supérieure.)

8. — Petite machine électrique de Pécelet, pour étudier et mesurer le débit de l'électricité dans les différents gaz (1846).

Pécelet a découvert qu'avec certains gaz tels que l'hydrogène, par exemple, cette machine ne donnait pas d'électricité, et il en a conclu que l'hydrogène était un gaz conducteur de l'électricité.

(Collection de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures.)

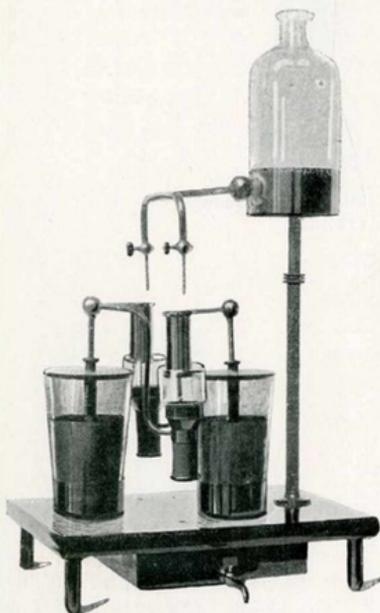


Machine à cylindre de Pécelet.
(N° 7.)

9. — Deux paires de spirales de Verdet, pour l'étude des phénomènes d'induction électrostatique de premier ordre et des ordres supérieurs (1851).

L'expérience des spirales de Verdet réalise le premier embryon de la télégraphie sans fil, en permettant la transmission des ondes électriques à travers l'espace.

(Collection du Laboratoire de l'Ecole normale supérieure.)



Machine électrique de lord Kelvin.
(N° 10.)

10. — Machine électrique de lord Kelvin, fournissant l'électricité par l'écoulement de l'eau (1860).

Cette machine était destinée à démontrer que le travail de la pesanteur, agissant sur des gouttes d'eau tombant à travers des cylindres métalliques, se transforme en électricité.

(Collection du Collège de France.)

11. — Jouet destiné à montrer les effets de la foudre maison qui s'écroute.

Jouet destiné à démontrer l'utilité des paratonnerres pyramides qui se brisent.

Jouet destiné à démontrer la nécessité de la continuité du circuit d'un paratonnerre navire.

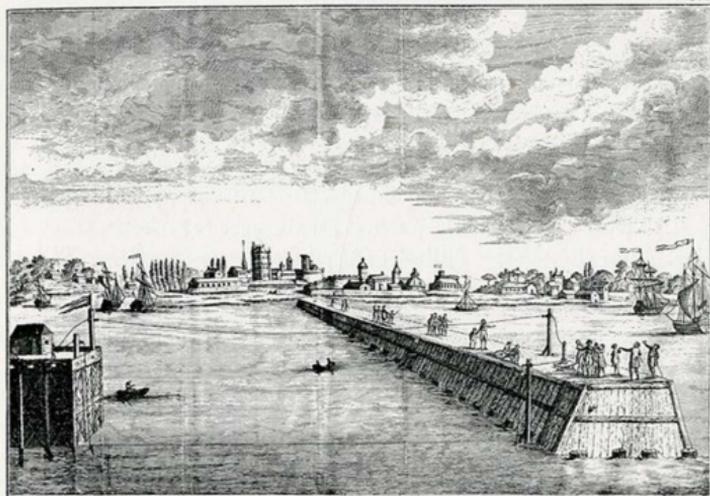
Jouet destiné à montrer l'aspect du feu de Saint-Elme.

(Collection du Laboratoire de physique de la Faculté de Médecine de Paris.)



Jouets destinés à démontrer l'utilité des paratonnerres.
(Pyramides qui se brisent.)

(N° 11.)



Expériences sur le passage du galvanisme à travers une partie de l'Océan,
faites à Calais, par Aldini, le 27 février 1794.
(Extrait de l'Essai théorique et expérimental sur le Galvanisme, par Jean Aldini, 1804.
(Collection de M. E. Sartiaux.)

CHAPITRE II

Télégraphie



Récepteur à cadran de Breguet
(1848).
(N° 14.)

Depuis les temps les plus reculés on connaît l'art de communiquer à distance par l'échange de signaux conventionnels. Ces signaux consistaient principalement, soit en torches allumées qu'on agitait de certaines façons, soit en objets, visibles de loin, et dont on variait l'orientation, etc.

Le télégraphe aérien des frères Chappe représente le type le plus perfectionné du système de télégraphie par signaux optiques. Ceux-ci étaient observés au moyen de lunettes puissantes, ce qui permettait d'éloigner d'une dizaine de kilomètres les divers postes intermédiaires d'une ligne. Adopté par la Convention, en 1793, le télégraphe aérien fut employé couram-

ment en France, jusqu'en 1839; on pouvait transmettre une dépêche de Paris à Lille, en deux minutes, malgré l'emploi de plus de vingt postes intermédiaires.

Actuellement le télégraphe aérien est encore utilisé dans les sémaphores de nos côtes, pour l'échange de dépêches avec les navires.

Dès 1774, Lesage avait essayé de réaliser la télégraphie électrique.

Son système se composait d'une machine électrostatique, placée au poste de départ. Ce poste était relié à celui d'arrivée par vingt-quatre fils isolés, aboutissant à vingt-quatre électroscopes distincts. Chaque électroscope correspondait à une lettre de l'alphabet, chaque aiguille déviait lorsqu'on reliait son circuit à la machine électrostatique, au poste de départ.

Les difficultés d'isolation n'ont pas permis de transmettre, avec ce procédé, des signaux à une distance un peu grande.

En 1811, Semmerring remplaça la machine électrostatique par une pile, et les électroscopes par des voltamètres. Le voltamètre dans lequel on observait un dégagement de gaz, indiquait la lettre que le poste de départ avait voulu transmettre. Dès 1810, Ampère avait déjà indiqué l'emploi de l'aiguille aimantée déviée par un courant électrique.

L'appareil Morse, imaginé en 1838, était admis en Amérique bien qu'il fût alors à l'état rudimentaire. Son emploi, en Europe, date de 1850. En France la télégraphie électrique est, en réalité, de 1845. Elle fut adoptée sur les instances d'Arago, qui fit accepter et appliquer l'appareil Foy-Breguet, entre Paris et Rouen. Le programme d'essai imposait que les aiguilles du récepteur devaient reproduire les indications du télégraphe aérien avec le même code de signaux.

Le télégraphe à cadran vint bientôt remplacer le précédent. Les transmissions étaient bien un peu plus lentes, mais se faisaient en langage clair et au moyen d'un seul conducteur, le télégraphe Foy-Breguet en exigeait au contraire deux, ce qui rendait son installation doublement coûteuse.

Le besoin de garder trace des signaux fugitifs fournis par les télégraphes à aiguilles fit adopter l'appareil Morse, malgré l'inconvénient d'un nouveau code à mettre en vigueur. Depuis, les exigences ont continuellement augmenté, suscitant les inventions les plus inattendues. On trouva le moyen de faire imprimer les dépêches en lettres ordinaires par l'appareil récepteur. L'écriture courante, les croquis, etc., furent même reproduits à distance, dès 1870, au moyen d'appareils autographiques dont le premier est celui de Caselli.

La télégraphie sous-marine commençait également à se développer, et maintenant le globe terrestre est sillonné de milliers de kilomètres de fils télégraphiques et de câbles sous-marins. Les distances séparant les divers postes augmentant de plus en plus, les lignes devenaient très coûteuses à établir. Afin de les utiliser le mieux possible, on imagina d'abord les appareils télégraphiques rapides, puis, comme couronnement de cette œuvre, la télégraphie multiple. Celle-ci permet

à un certain nombre de postes différents de transmettre et de recevoir simultanément leurs dépêches en n'employant qu'un seul fil.

M. Mercadier a présenté à l'Exposition universelle de 1900 un système de télégraphie multiple, permettant de desservir, par un seul fil, jusqu'à vingt-quatre postes différents travaillant en même temps, et chacun dans des conditions de rapidité exceptionnelles.

Il semble difficile de dépasser de tels résultats.

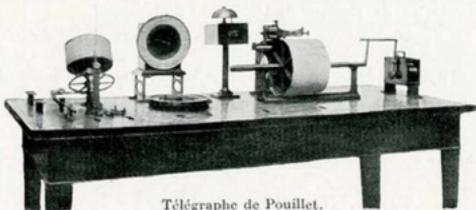
La télégraphie électrique sans fil vient de faire récemment son apparition, ouvrant encore une voie nouvelle pleine de promesses. Nul ne peut prévoir où le génie humain s'arrêtera dans l'art de correspondre à distance.

Description des appareils.

12. Télégraphe écrivant de Pouillet, construit par Froment (1845).

Ce télégraphe est un ensemble complet intéressant transmetteur, récepteur, sonnerie, etc., qui précéda l'introduction en France de l'appareil télégraphique Morse.

(Collection du Conservatoire national des Arts et Métiers.)



Télégraphe de Pouillet.
(N° 12.)

13. — Récepteur Morse à style et à relais, de Breguet (1847).

Ce récepteur Morse diffère de l'appareil ordinaire, en ce que l'impression des signes se fait par un style qui les grave sur la bande de papier.

(Collection du Sous-Secrétariat d'Etat des Postes et des Télégraphes.)



Récepteur Morse-Breguet.
(N° 13.)

14. — Récepteur à cadran très ancien, de Breguet (1848).

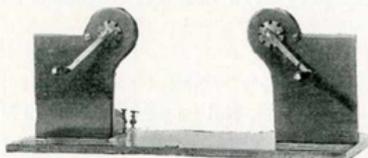
Cet appareil est basé sur le même principe que le récepteur français à deux indicateurs, désigné à l'article 17.

(Collection du Sous-Secrétariat d'Etat des Postes et des Télégraphes.)

15. Manipulateur à cadran très ancien, de Breguet (1848).

Ce manipulateur est un interrupteur de courant basé sur le même principe que le manipulateur à cadran français, désigné au numéro 16.

(Collection du Sous-Secrétariat d'Etat des Postes et des Télégraphes.)



Manipulateur Breguet.
(N° 16.)

16. — Manipulateur à deux indicateurs Breguet, premier modèle (1850).

Cet appareil était destiné à transmettre électriquement les signaux correspondants à ceux de l'indicateur du télégraphe aérien de Chappe.

(Collection du Sous-Secrétariat d'Etat des Postes et des Télégraphes.)

17. — Récepteur français à deux indicateurs Breguet (1850).

Appareil permettant de transmettre électriquement les soixante-quatre combinaisons données par les signaux du télégraphe de Chappe.

(Collection du Sous-Secrétariat d'Etat des Postes et des Télégraphes.)

18. — Récepteur et manipulateur français à deux indicateurs réunis sur la même planchette, de Breguet (1850).

Poste complet disposé pour transmettre et recevoir électriquement les signaux de Chappe.

(Collection du Sous-Secrétariat d'Etat des Postes et des Télégraphes.)

19. — Essai de manipulateur pour télégraphe à signes, par Breguet (1850).

Cet appareil représente l'étape intermédiaire entre le télégraphe électrique à signes et le télégraphe à vingt-six lettres ; l'un et l'autre dus à Breguet.

(Collection du Conservatoire national des Arts et Métiers.)



Récepteur et manipulateur Breguet.
(N° 18.)

20. Télégraphe de Pouget-Maisonneuve, genre Morse, à papier électro-chimique (1852).

Ce télégraphe avait été étudié par l'inventeur en vue des transmissions à très grande distance.

(Collection de M. Badiguet.)

21. Appareil français à deux indicateurs sans mouvement d'horlogerie, de Pouget-Maisonneuve (1855).

Cet appareil était destiné à fournir, par la transmission électrique, les mêmes signes que le télégraphe aérien de Chappe.

(Collection du Sous-Secrétariat d'Etat des Postes et des Télégraphes.)

22. — Trois potelets garnis des différents types d'isolateurs, successivement employés pour les lignes télégraphiques françaises (1855 à 1884).

Ces divers modèles d'isolateurs représentent les étapes successives par lesquelles ont passé les isolateurs pour la construction des lignes télégraphiques.

(Collection du Sous-Secrétariat d'Etat des Postes et des Télégraphes.)

23. — Manipulateur français à cadran, modèle en cuivre (1857).

Cet appareil est une simplification du premier modèle du manipulateur à deux indicateurs de Breguet.

(Collection du Sous-Secrétariat d'Etat des Postes et des Télégraphes.)

24. — Récepteur Morse à pointe sèche de Digny, à poids et à relais (1858).

Cet appareil ne diffère de celui décrit au n° 13 que par le poids moteur qui commande le mouvement d'horlogerie et par les dispositions générales des organes qui sont plus abordables.

(Collection du Sous-Secrétariat d'Etat des Postes et des Télégraphes.)

25. — Ancien appareil récepteur français transformé en télégraphe musical, de Sudre (1860).

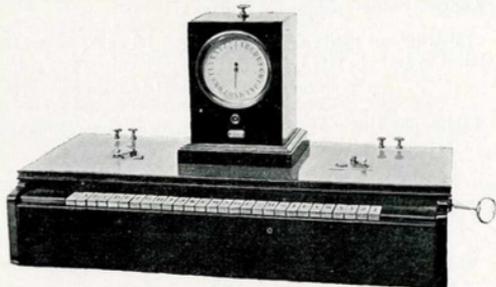
Ce télégraphe avait pour but, dans l'esprit de son inventeur, d'utiliser les connaissances des télégraphistes habitués à transmettre et à recevoir des dépêches par l'émission ou l'audition des notes de clairon ou de trompette.

(Collection du Sous-Secrétariat d'Etat des Postes et des Télégraphes.)



Buste de G. FROMENT
(1815-1895).

(Collection du Conservatoire national des Arts et Métiers.)



Appareil à cadran et à clavier, de Froment.

(N° 26.)

26. — Appareil à cadran et à clavier, de Froment (1860).

Cet appareil était destiné à faciliter la transmission des lettres de l'alphabet, grâce à l'emploi d'une touche par lettre.

(Collection du Sous-Secrétariat d'Etat des Postes et des Télégraphes.)

27 — Tableaux d'échantillons de câbles comprenant les types de câbles télégraphiques employés par l'Etat français, depuis 1861 jusqu'à nos jours.

Ces tableaux donnent les spécimens de câbles souterrains et de câbles sous-marins.

(Collection du Sous-Secrétariat d'Etat des Postes et des Télégraphes.)



Appareil Caselli.
(N° 28.)

28. — Appareil autographique de Caselli (1863).

L'appareil autographique de Caselli était destiné à permettre de reproduire exactement, et à distance, l'écriture cursive, les dessins, etc.

(Collection du Sous-Secrétariat d'Etat des Postes et des Télégraphes.)

29. — Appareil autographique de Meyer (1866).

Le transmetteur de cet appareil diffère de celui de Caselli par l'emploi d'un pinceau métallique au lieu du style. Dans le récepteur, le style est remplacé par un cylindre à nervure hélicoïdale.

(Collection du Sous-Secrétariat d'Etat des Postes et des Télégraphes.)

30. — Appareil autographique de Lenoir (1867).

La caractéristique de cet appareil est dans le mécanisme régulateur chargé d'assurer le synchronisme des cylindres transmetteur et récepteur.

(Collection du Sous-Secrétariat d'Etat des Postes et des Télégraphes.)

31 — Appareil autographique d'Arlincourt (1872).

L'appareil d'Arlincourt dérive de l'appareil Caselli, il en diffère par le régulateur avec lequel on obtient une marche plus régulière et un synchronisme plus parfait.

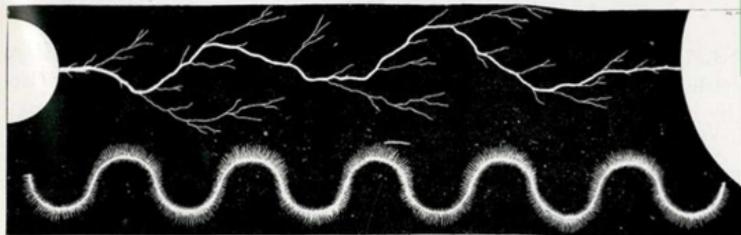
(Collection du Sous-Secrétariat d'Etat des Postes et des Télégraphes.)

32. — Télégraphe Hughes multiple ayant pour base un mécanisme compensateur de Munier (1883).

Cet appareil était destiné, dans l'esprit de l'inventeur, à mettre en relations successives les divers postes devant travailler simultanément sur le même fil de ligne.

(Collection de M. Munier.)





Anneaux et courbures obtenus avec la machine électrique de Van Marum en 1784.

(Extrait du deuxième volume de Van Marum
sur les *Expériences faites par le moyen de la machine électrique de Teyler.*)

(Collection de M. E. Sartiaux.)

CHAPITRE III

Téléphonie

La transmission des sons articulés était connue des anciens. Leurs procédés n'avaient rien d'électrique et la transmission ne pouvait s'effectuer qu'à petite distance.

Un des plus anciens téléphones est, sans contredit, celui à ficelle avec cornet métallique fermé d'un bout par une membrane en parchemin. Charles Bourseul annonça le premier, en 1854, que le problème de la téléphonie à longue distance serait résolu au moyen de l'électricité.

Il prévoyait même que les appareils à employer seraient très simples, il entreprit, sur ce sujet, de longues recherches, mais celles-ci, bien que n'ayant pas complètement abouti, montrèrent toutefois la voie à suivre. En 1860, Reiss imagina un dispositif très simple permettant la transmission des sons musicaux à une distance quelconque. Une membrane vibrante servait à interrompre le courant d'une pile. Ce courant, après avoir traversé un conducteur de grande longueur, actionnait un électro-aimant dont l'armature, formée d'une mince membrane en fer, reproduisait tous les mouvements de la première.

Pendant quinze ans le téléphone chantant de Reiss ne subit que des modifications peu importantes. Aux courants périodiquement interrompus qui permettent la reproduction des sons musicaux, il fallait substituer les courants ondulatoires, seuls capables de reproduire la parole.

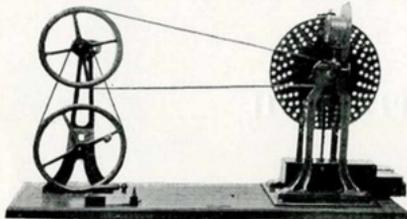
En 1863, M. Clérac reprenait les travaux de Du Moncel. Celui-ci avait décou-

vert, dès 1856, que, lorsqu'on fait varier la pression existant entre deux pièces métalliques en contact, on observait de notables changements de résistance électrique à ce contact.

M. Clérac trouva que le charbon, encore plus que les métaux, jouissait de cette propriété.

Il construisit un rhéostat en charbon dont on faisait varier la résistance par la pression. Les découvertes de Du Moncel et de Clérac contiennent le germe de l'invention du microphone. Il fallait que l'invention de ce dernier fût précédée par celle du téléphone.

C'est en 1876 que deux Américains, Graham Bell à Boston, et Elisa Gray à



Radiophone de Mercadier (1881).
(N° 37.)

Chicago, firent connaître, le même jour, le téléphone reproduisant la parole au moyen de courants électriques ondulatoires. Ces courants prenaient naissance dans une bobine entourant un aimant devant lequel vibrait une membrane en fer mince.

Le téléphone Bell était arrivé, dès 1877, à la forme que

nous connaissons ; il faisait la même année une sensationnelle apparition en Europe.

L'appareil Bell servait aussi bien de transmetteur que de récepteur. Les courants développés étant de très faible intensité, la résistance du conducteur limitait la distance à laquelle on pouvait correspondre. Edison eut immédiatement l'idée d'emprunter l'énergie électrique à la pile et de la transformer en courants ondulatoires de haute tension au moyen de la bobine d'induction. Il employait comme transmetteur un téléphone à charbon, utilisant ainsi la découverte de Clérac. Son récepteur était analogue à celui de Bell. Le transmetteur Edison ne comprenait qu'une seule pastille de charbon, plus ou moins comprimée par une membrane.

Le microphone de Hughes, à contacts multiples, donna la solution complète du problème de la transmission de la parole à très grande distance.

C'est à partir de 1881, avec Ader, Paul Bert, d'Arsonval, Berthon, etc., que la téléphonie industrielle a pris le colossal développement que l'on connaît, développement qui a tant contribué à modifier les conditions d'existence de la vie moderne.

Parmi les découvertes toutes récentes relatives à la téléphonie, on peut citer, comme la plus importante, celle de Poulsen. Cet inventeur enregistre la parole

à distance et permet de la reproduire ensuite autant de fois qu'on veut. L'appareil de Poulsen se compose simplement d'un fil d'acier se déplaçant longitudinalement devant un petit électro-aimant embroché sur la ligne téléphonique. La parole est, en fait, enregistrée magnétiquement dans le fil d'acier. En faisant défiler de nouveau celui-ci devant l'électro-aimant, il se développe dans ce dernier des courants ondulatoires identiques à ceux qui ont produit l'enregistrement. Ces courants agissent sur un téléphone ordinaire tout comme s'ils provenaient de la source initiale.

Les recherches se poursuivent en ce moment, relativement à la téléphonie sous-marine, et du côté de la téléphonie multiple. Il s'agit, pour résoudre le premier problème, de vaincre les difficultés relatives aux effets de capacité des câbles sous-marins. Le second problème a pour objet de permettre la transmission simultanée, et par un seul fil, de plusieurs conversations distinctes.

Ces questions si difficiles seront probablement résolues avant peu, elles constituent le progrès de l'avenir.

Description des appareils.



Microphone Bourseul.
(N° 33.)

33. — Microphone Bourseul, essais primitifs (1854).

Cet appareil représente le point de départ de la téléphonie entrevue par Bourseul.

(Collection du Sous-Secrétariat d'Etat des Postes et des Télégraphes.)

34. Tableau des échantillons de câbles comprenant les types de tous les câbles téléphoniques utilisés depuis vingt ans (1870 à 1900).

La fabrication des câbles téléphoniques est passée par des étapes qui ont amené à reconnaître la nécessité de remplacer, par des câbles isolés au papier, les câbles isolés avec de la gutta-percha, dans lesquels la capacité électrostatique est trop élevée.

(Collection de la Société Industrielle des Téléphones.)

35. Récepteurs Bell ayant servi aux premières expériences de téléphonie à longue distance, entre Paris et Tours (1879).

Ces deux appareils sont les deux premiers téléphones magnétiques qui aient été introduits et expérimentés en France en 1879.

(Collection de M. Lainnet.)

36. — Trois modèles d'étude du récepteur téléphonique Ader, à surexcitation (1879 à 1882).

Les récepteurs téléphoniques Ader sont basés sur l'emploi d'une membrane mince et de petit diamètre recouverte d'un anneau de fer doux, le tout placé devant le pôle d'un aimant puissant dont l'action sur la membrane est renforcée par la présence de l'anneau.

(Collection de M. Gimé.)

37 Radiophone complet avec deux piles au sélénium, de Mercadier (1881).

Le radiophone est basé sur l'éclairement continu ou intermittent du sélénium; les variations du rayon lumineux sont capables d'affecter un téléphone dont la hauteur du son dépend du nombre d'intermittences des rayons lumineux tombant sur le sélénium.

(Collection de M. Mercadier.)

38. — Première étude de Jack-Kniffe, simple et double fil, pour bureaux centraux (1881).

Le Jack-Kniffe est un appareil qui permet de relier entre eux les divers abonnés d'un poste central téléphonique.

(Collection de la Société Industrielle des Téléphones.)

39. — Transmetteur, forme récepteur, de P Bert et d'Arsonval, microphone avec charbons armés et aimant (1881).

Ce système de transmetteur repose sur l'emploi de charbons munis d'armatures en fer-blanc, et placées devant un aimant permanent.

(Collection de M. Gimé.)

40. — Modèle de téléphone Ducouso, à noyaux de fer doux, avec deux enroulements (1882).

Ce modèle de téléphone a été créé pour obtenir une grande puissance, tout en employant des aimants découpés à l'emporte-pièce dans de la tôle d'acier.

(Collection de M. Gimé.)

41. — Appareil télégraphique, avec accessoires et claviers, commandant les quatre séries d'ouvertures du système optique de Mercadier (1882).

Cet appareil ressemble beaucoup au radiophone, mais il fonctionne sans courant. Le sélénium est remplacé par une lame de mica recouverte avec du noir de fumée sur laquelle tombent les rayons intermittents.

(Collection de M. Mercadier.)

42. — Premières études du microphone Berthon (1883).

Le microphone Berthon est basé sur l'emploi de granules très fins en charbon, empirochés entre deux plaques.

(Collection de la Société Industrielle des Téléphones.)

43. Premières études du transmetteur Ader vertical à deux membranes pour grande distance (1883).

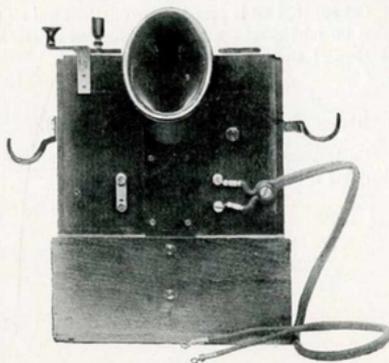
Ce microphone est formé de deux membranes vibrantes en sapin, qui portent les charbons en forme de prismes et de cylindres.

(Collection de la Société Industrielle des Téléphones.)

44. — Appareil Berthon-Ader combiné des anciens bureaux centraux (1883).

Le but de cet appareil était de munir les agents téléphonistes d'un poste portatif comprenant à la fois le microphone et le récepteur.

(Collection de M. Gimé).



Transmetteur Ader.
(N° 43.)

45. Télémicrophone Mercadier (1885).

Cet appareil réunit le microphone et le téléphone, ce qui permet de l'utiliser à la fois comme transmetteur et comme récepteur.

(Collection de M. Mercadier.)

46. — Etudes de magnéto d'appel pour abonnés (1886).

Ces magnéto de formes différentes ont été imaginées pour remplacer la pile d'appel chez les abonnés aux réseaux téléphoniques.

(Collection de la Société Industrielle des Téléphones.)

47. Poste de P Bert et d'Arsonval, récepteur Aubry (1886).

Ce poste est caractérisé par l'emploi d'un microphone à planchette verticale, dans lequel la pression des charbons est plus parfaite et peut être réglée.

(Collection de M. Gimé.)

48. Transmetteur Roulez, premier modèle 1887

La partie principale de ce transmetteur microphonique est constituée par des coupelles contenant des fragments de filaments de lampes à incandescence.

(Collection de M. Gimé.)

49. Transmetteur Maiche, modèle 1889.

La membrane vibrante de ce microphone est disposée sur une sorte de pupitre qui renferme la bobine d'induction. Sur cette membrane est fixée une grille constituée avec des crayons de charbon, libres dans des blocs de même matière.

(Collection de M. Gimé.)

50. Transmetteur Gimé, modèle 1892.

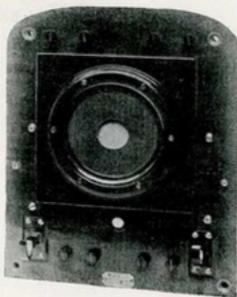
Cet appareil est le premier transmetteur qui ait mérité le qualificatif de « haut parleur ». C'est un microphone à billes de charbon enfermées dans un triangle fait de prismes en charbon et en bois.

(Collection de M. Gimé.)

51. — Transmetteur Bourseul (1893).

Ce transmetteur vertical est formé d'une caisse sonore renfermant un système de charbons à contacts imparfaits.

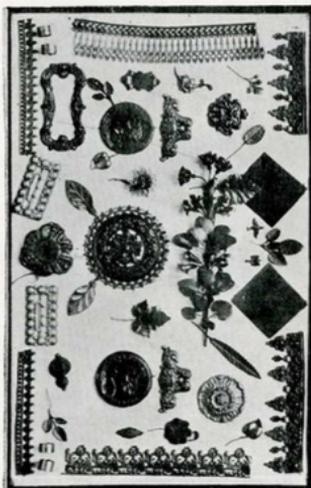
(Collection du Sous-Secrétariat d'Etat des Postes et des Télégraphes.)



Transmetteur Ader.
(N° 51.)

CHAPITRE IV

Electro-chimie



Spécimens de dépôts électro-chimiques,
de A.-C. Becquerel (1842-1845).
(N° 61.)

L'électro-chimie, ou science des relations existant entre l'électricité et la chimie, a pris naissance avec la découverte de la pile par Volta, en 1799.

Carlisle et Nicholson, en décomposant l'eau par la pile, réalisèrent en 1800 la première application de l'électro-chimie. En 1806, Davy, au moyen d'une pile de deux mille éléments, décomposait les corps alcalino-terreux et isolait de nouveaux métaux : le potassium, le sodium, etc. A. Becquerel, en 1829, perfectionnait la pile en imaginant le modèle à deux liquides, connu sous le nom de pile Daniel. Longtemps, cette pile constitua l'unique source d'électricité employée pour les opérations électro-chimiques. Les lois qui régissent celles-ci furent définitivement établies par Faraday, en 1832.

C'est en 1837, que Jacobi, en Russie, et Spencer, en Angleterre, découvrirent la galvanoplastie.

Cette application prit un développement extraordinaire malgré le prix de revient, encore élevé, de l'énergie électrique. G. Planté, en 1860, réalisa le premier accumulateur électrique industriel, ou pile secondaire. Cet instrument, très employé de nos jours, mit dix ans pour parvenir à occuper la place qu'on lui connaît, il fallut que Gramme eût inventé sa machine, en 1870, fournissant ainsi à l'industrie un moyen de se procurer le courant électrique à un prix moins élevé.

Depuis cette époque, l'électro-chimie s'est développée de plus en plus.



BECQUEREL (Antoine-César) (1788-1878).
(D'après une estampe de la Bibliothèque nationale.)

tions de l'électro-chimie. Cette branche de l'industrie absorbe à présent la majeure partie de l'énergie électrique produite actuellement. Cette énergie est principalement empruntée aux chutes d'eau, qui ont acquis de ce chef une importance et une valeur considérables.

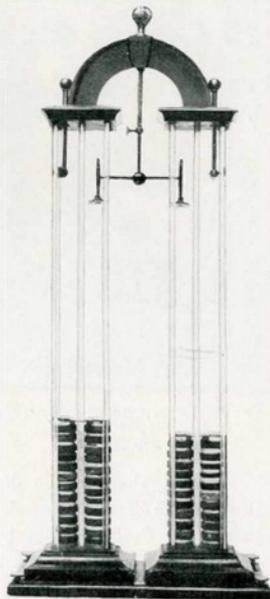
Description des appareils.

32. — Pile de Volta à double colonne (1799).

Cette pile est formée de rondelles de cuivre, de zinc et de drap imbibées d'eau acidulée, rangées tou-

Elle est maintenant mise à contribution pour de nombreuses applications, et notamment pour purifier électrolytiquement un grand nombre de métaux. D'autres métaux, parmi lesquels il convient de citer principalement l'aluminium, se préparent uniquement par voie électro-chimique.

L'invention du four électrique, dont l'application s'est généralisée à la suite des remarquables travaux de M. Moissan, en 1893, a largement contribué aux applica-



Pile de Volta.
(N° 52.)

jours dans le même ordre. Le modèle exposé diffère du modèle primitif en ce que les rondelles de drap ont été remplacées par des godets de porcelaine.

(Collection du Conservatoire national des Arts et Métiers.)

53. Pile de Volta, modèle horizontal (1810).

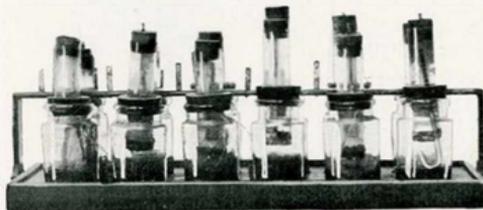
Les colonnes élémentaires de cette pile sont horizontales et les rondelles métalliques sont séparées par des bouts de tubes de verre formant réservoirs que l'on remplit par le trou ménagé sur un point du diamètre.

(Collection du Conservatoire national des Arts et Métiers.)

54. Tubes à actions électro-chimiques lentes, production électro-chimique des minéraux par A.-C. Becquerel (1827).

Ces tubes constituent d'intéressants spécimens d'actions électro-chimiques lentes.

(Collection de M. H. Becquerel.)



Piles à deux liquides.
(N° 55.)

sur les piles à un seul liquide. Elles sont le point de départ de la pile de Daniel.

(Collection de M. H. Becquerel.)

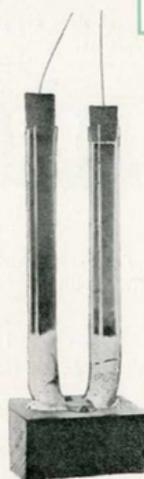
56. — Pile thermo-électrique au bismuth, de Pouillet, douze éléments reliés en tension (1831).

Le modèle exposé sert à Pouillet pour établir expérimentalement les lois des courants, lois découvertes en même temps, au moyen du calcul, par Ohm.

(Collection du Laboratoire d'enseignement de la Sorbonne.)

57. — Aiguilles thermo-électriques de A.-C. Becquerel (1835-1841).

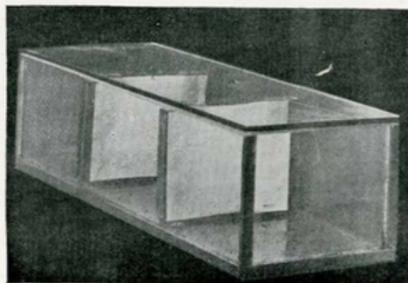
Ces aiguilles ont servi à A.-C. Becquerel.



Pile à deux liquides.
(N° 55.)

55. Trois modèles des premières piles à deux liquides imaginées par A.-C. Becquerel (1829).

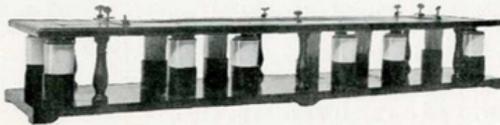
Ces piles réalisent un perfectionnement très important



Pile à deux liquides.
(N° 55.)

querel, dans ses recherches avec M. Breschet, sur la température des animaux et des végétaux.

(Collection de M. H. Becquerel.)



Pile thermo-électrique au bismuth.
(N° 56.)

des courants électriques résultant de l'action chimique produite par les rayons de diverses réfrangibilités.

(Collection de M. H. Becquerel.)

59. — Grand plateau en galvano de cuivre, fait par Jacobi (1840).

60. Première pièce dorée par M. Ch. Christoffe (*un revolver*) (1842).

61 Dépôt de métal sur verre; métallisation complète d'une carafe, découpée et gravée ensuite, par M. Ch. Christoffe (1844).

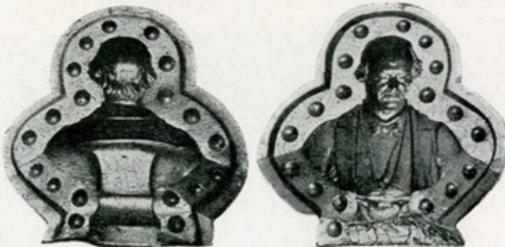
62. — Métallisation de la vannerie, cafetière faite en porcelaine et entourée de vannerie métallisée, par Ch. Christoffe (1845).

63. — Métallisation de feuillage naturel faite par M. Christoffe (1845).

64. Vide-poche, feuille de chou, décoré de plantes, feuillage, insecte, recouvert de cuivre galvanique, exécuté par le capitaine d'artillerie Piedallu dans le^l laboratoire de MM. Christoffe et C^o (1846).



Métallisation de feuillage.
(N° 63.)



Moule ronde bosse de J.-B. Dumas.
(N° 67.)

plomb, procédé G. Planté, chimiste-électricien, attaché au laboratoire de MM. Christoffe et C^o de 1862 à 1866.

58. — Actinomètre électro-chimique de Ed. Becquerel (1839).

Cet appareil a servi à Ed. Becquerel pour l'étude du spectre solaire au moyen

du spectre solaire au moyen

des courants électriques

réfrangibilités.

(Collection de M. H. Becquerel.)

59. — Grand plateau en galvano de cuivre,

fait par Jacobi (1840).

60. Première pièce dorée par M. Ch. Christoffe

(*un revolver*) (1842).

61 Dépôt de métal sur verre; métallisation

complète d'une carafe, découpée et gravée ensuite,

par M. Ch. Christoffe (1844).

62. — Métallisation de la vannerie, cafetière

faite en porcelaine et entourée de vannerie

métallisée, par Ch. Christoffe (1845).

63. — Métallisation de feuillage naturel faite

par M. Christoffe (1845).

64. Vide-poche, feuille de chou, décoré de

plantes, feuillage, insecte,

recouvert de cuivre galvanique, exécuté par

le capitaine d'artillerie Piedallu

dans le^l laboratoire de

MM. Christoffe et C^o

(1846).

65. — Sceau gravé

avec incrustation sur

fer, de M. Christoffe

(1850).

66. Moule ronde

bosse de J.-B. Du-

mas, avec armature en

plomb, procédé G. Planté,

chimiste-électricien,

attaché au laboratoire de

MM. Christoffe et C^o

de 1862 à 1866.

67 Moule ronde bosse de J.-B. Dumas, avec armature en platine, procédé Lenoir (1864).



Vide-poche recouvert de cuivre galvanique.
(N° 64.)

68. — Coupe de 0^m,13 en galvano de fer, faite par Jacobi (1865).

69. — Buste de J.-B. Dumas, en galvano de cuivre, fait par MM. Christoffe et C^{ie} (1865).

Cette collection résume l'histoire des débuts de la galvanoplastie et les travaux remarquables de Christoffe, Jacobi, Lenoir.

En outre, Planté, en employant le plomb comme armature intérieure au lieu du platine dont le prix était et est encore très élevé, rendit à cette industrie un service incomparable pour la reproduction des objets en ronde bosse.

(Collection de MM. Christoffe et C^{ie}.)

70. — Dépôts de fer, de nickel, de cobalt, de platine et d'oxydes divers, par A.-C. Becquerel (1842-1845).

Ces pièces sont des spécimens de dépôts électro-chimiques pouvant servir de couche protectrice ou comme effet de décoration.

(Collection de M. H. Becquerel.)

71. — Couple thermo-électrique de Pouillet, avec barreaux de bismuth (1846).

Cette pile est semblable à celle désignée au N° 56, mais ne comprend qu'un élément. Le barreau de bismuth est en forme d'U renversé, dont l'une des extrémités plonge dans la glace et l'autre dans l'eau chauffée par un brûleur à gaz.

(Collection du Lycée Louis-le-Grand.)

72. — Appareils construits par Ed. Becquerel et employés dans les recherches de MM. Ed. Becquerel et Ed. Fremy, sur les actions chimiques des étincelles (1852).

Le premier de ces appareils est un véritable interrupteur manœuvré à travers la paroi du tube de verre; le second



CHRISTOFFE (Charles)
(1805-1863).

(Collection de la Maison Christoffe.)

a servi à Ed. Becquerel pour démontrer que l'oxygène peut être complètement transformé en ozone.

(Collection de M. H. Becquerel.)

73. Pile au sulfate de plomb de Ed. Becquerel (1860).

Cette pile est à dépolarisant solide. Celui-ci est constitué par du sulfate de plomb mélangé avec du chlorure de sodium gâché avec du plâtre.

(Collection du Muséum d'histoire Naturelle.)

74. — Couple secondaire à lames de plomb, de G. Planté (1860).

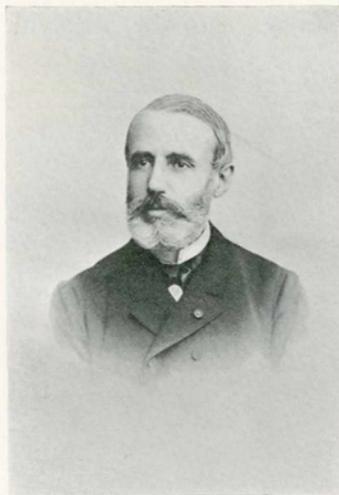
Ce couple est un des premiers éléments imaginés et construits par G. Planté ; c'est aussi le premier accumulateur industriel.

(Collection du Conservatoire national des Arts et Métiers.)

75. — Série de tableaux ayant appartenu à M. G. Planté (1860-1868).

Ces tableaux représentent des souvenirs historiques relatifs à divers essais faits par G. Planté ; le plus intéressant est celui qui renferme les deux premières lames de plomb traitées par Planté et qui ont été le point de départ de son invention de l'accumulateur.

(Collection de M. Francis Planté.)



PLANTÉ (Gaston) (1835-1889).

(D'après une photographie appartenant à M. Francis Planté.)



Couple secondaire de Planté.
(N° 74.)

76. — Œuf électrique de M. Berthelot pour la synthèse de l'acétylène (1862).

77. — Appareil de M. Berthelot pour la synthèse de l'acide cyanhydrique (1868).

78. Appareil de M. Berthelot à préparer l'ozone (1876).

79. — Appareil de M. Berthelot pour la fixation de l'azote atmosphérique et de l'hydrogène par l'effluve (1876).

80. — Fixation de l'azote atmosphérique par l'électricité à faible tension, de M. Berthelot (1877).

81. — Appareil de M. Berthelot pour la synthèse persulfurique par l'effluve (1878).

82. — Appareil de M. Berthelot pour la fixation de l'argon de l'air (1899).

Les longs et persévérants travaux de M. Berthelot sont remarquables par les résultats obtenus et par l'extrême simplicité des appareils qui ont servi pour y arriver. Parmi ceux-ci il faut citer la fixation de l'azote atmosphérique en matières assimilables pour les plantes. Cette expérience montre comment se développent les végétaux et le rôle que joue l'électricité atmosphérique dans ce développement.

(Collection de M. Berthelot.)

83. — Pile thermo-électrique formée de sulfure de cuivre et de maillechort, imaginée par Ed. Becquerel et construite par Ruhmkorff (1866).

Les soudures paires de cette pile sont chauffées par une rampe à gaz et les soudures impaires se refroidissent à l'air.

(Collection du Muséum d'histoire Naturelle.)

84. — Trois modèles d'éléments Leclanché, à vase poreux (1876).

Ces différents modèles d'éléments sont les premiers que Leclanché ait construits, ils sont à vase poreux.

(Collection de M. Leclanché.)

85. — Pile thermo-électrique de Clamond, au fer et à alliage de zinc et d'antimoine (1878).

Cette pile est le modèle original construit par Clamond et offert à M. Jamin. Elle est constituée par des couronnes horizontales en alliage de zinc-antimoine auxquelles sont soudées deux lames de fer. L'intérieur est chauffé par un fort brûleur à gaz.

(Collection de M. Leclanché.)

86. — Élément d'intercommunication des trains, dit modèle « Chope », de Leclanché (1878).

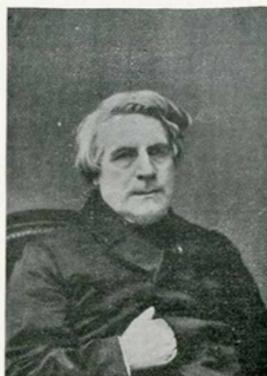
Cet élément est une autre forme de la pile Leclanché, de dimensions réduites à vase en verre cylindrique. Il a été créé spécialement pour être utilisé dans les trains de chemins de fer.

(Collection de M. Leclanché.)

87. — Accumulateur original de Faure (1880).

Le principe de cet accumulateur est basé sur l'emploi de plaques de plomb recouvertes à l'avance d'une pâte à base de minium (oxyde de plomb), qui permettent une formation plus rapide et une plus grande capacité.

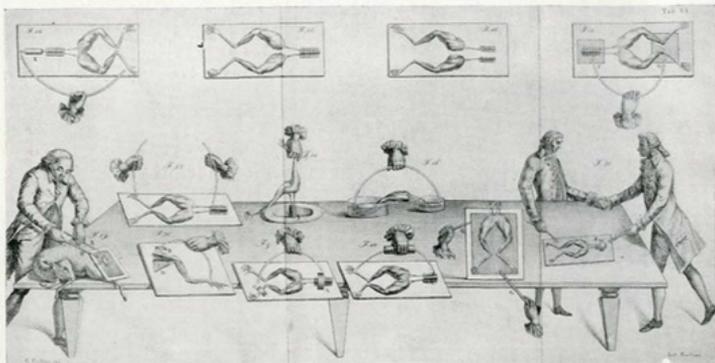
(Collection de M. Abdank-Abakanowicz.)



RUHMKORFF (Henri) (1803-1877).

(D'après une photographie appartenant à M. Carpentier.)

88. — Élément Leclanché, à charbon extérieur et à zinc intérieur (1880).



Expériences de Galvani sur les grenouilles. (Extrait des *Œuvres* de Galvani.)
(Collection de M. E. Sartiaux.)

Cet élément diffère de l'élément primitif Leclanché par l'emplo, d'un cylindre creux en charbon, au milieu duquel est un vase poreux contenant le zinc.

(Collection de M. Leclanché.)



Élément Leclanché.
(N° 88.)

89. — Bloc de lampe « Soleil » disposé pour réaliser un four électrique, de M. Clerc (1881).

Les blocs de chaux de la lampe « Soleil » constituaient un véritable petit four électrique; l'arc se produisait entre des charbons disposés à l'intérieur des blocs.

(Collection de M. Clerc.)

90. — Élément Leclanché, à disques, forme pile de Volta, disposition d'Arsonval (1883).

Cette pile est constituée par un mélange dépolarisant moulu en forme de disques empilés les uns sur les autres, et séparés par des disques de feutre imbibés d'une solution de sel ammoniac; le zinc est enfilé au milieu des rondelles.

(Collection de M. Leclanché.)

91 — Série d'échantillons de soudure électrique de métaux préparés au début de cette application de l'électricité. Une barre de fer et deux tableaux de tiges métalliques diverses (1884).

La soudure électrique obtenue par l'arc permet de souder avec une homogénéité parfaite les divers métaux.

(Collection de M. Abdank-Abakanowicz.)

92. Élément Leclanché à plaques dites à « agglomérés » (1885).

Cet élément est un perfectionnement du modèle « Chope » indiqué à l'article 86. C'est la forme définitive adoptée par la pile à « agglomérés ».

(Collection de M. Leclanché.)

93. — Plaques positive et négative de l'accumulateur E. Reynier (1885).

Le modèle de plaques est constitué par un feutrage obtenu en comprimant, sous forme de plaques, des fils de plomb extrêmement fins. La plaque positive reçoit, en outre, sur ses deux faces une feuille de plomb mince percée de trous.

(Collection de M. A. Reynier.)

94. — Modèle primitif de l'accumulateur zinc-cuivre de Commelin-Desmazures, type du sous-marin *le Gymnote* (1887).

Les électrodes de cet accumulateur sont constituées, pour la plaque positive, par une toile métallique de cuivre empâtée d'oxydure de cuivre et, pour la plaque négative, par une tôle de fer recouverte d'un dépôt électrolytique de zinc.

(Collection de M. E. Commelin.)

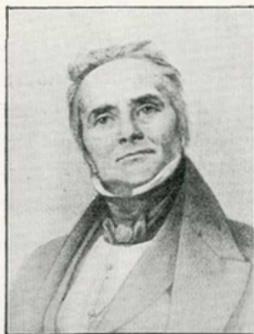


Accumulateur Commelin-Desmazures.

(N° 94.)

CHAPITRE V

Appareils de mesures



PELTIER (J.-C.-A.) (1785-1847).
Collection du Bureau Central Météorologique.)

Nul progrès sérieux, en dehors des effets de hasard, ne peut être effectué dans une science si l'on ne sait mesurer les diverses quantités physiques qui interviennent dans les phénomènes qu'elle étudie.

Le premier appareil de mesure électrique a été en réalité la balance de Coulomb (1715). Cette balance servit à déterminer les lois des attractions et des répulsions électriques. Plusieurs savants ont du reste employé la balance de Coulomb dans des recherches délicates.

Le voltamètre, imaginé en 1800 par Nicholson, peut aussi être considéré comme un des premiers appareils de mesure électrique. Le voltamètre à argent est encore employé de nos jours dans les

recherches de précision.

L'invention du galvanomètre suivit de très près la découverte d'Ørsted relative à l'action des courants sur l'aiguille aimantée (1820). Perfectionné par A. Becquerel et par d'autres savants, le galvanomètre est resté le principal instrument de mesure électrique.

En 1830, Pouillet faisait connaître les boussoles des sinus et des tangentes. Il n'y a que peu d'années que ces appareils ont disparu des laboratoires pour y être remplacés par des instruments plus perfectionnés.

La balance électro-magnétique de A. Becquerel, construite en 1837, est restée le type des instruments de précision, la balance étant un des plus sensibles dont on puisse disposer. En 1846, Pouillet créait la première résistance étalon. Celle-ci était constituée par une colonne de mercure, ce procédé de réalisation des résistances étalons a toujours été conservé depuis.

Les instruments de mesures électriques industriels ont été créés au fur et à mesure du développement des applications de l'électricité.

Ils sont actuellement très nombreux et appropriés nécessairement aux besoins les plus divers.

Les compteurs d'énergie électrique occupent une place importante parmi les instruments de mesures modernes. Ils ont été créés peu après l'établissement des stations centrales édifiées pour fournir l'énergie électrique comme cela se passait pour le gaz et l'eau.



Unité de résistance établie par Pouillet (1846).
(N° 101.)

La création des compteurs d'électricité a demandé aux inventeurs des efforts considérables, chaque perfectionnement étant immédiatement suivi d'exigences nouvelles.

Parmi les instruments modernes que l'on pouvait voir à l'Exposition Universelle, les voltmètres et les ampèremètres tenaient une place prépondérante.

Il y a lieu de remarquer que, malgré leur nombre, ces instruments se limitaient à très peu de types. La plupart étaient fondés sur le principe du galvanomètre à cadre, mobile dans le champ d'un aimant permanent. Ce genre de galvanomètre a été imaginé par MM. Deprez et d'Arsonval en 1881. En dehors de son développement si rapide, il n'est guère possible de prévoir ce que peut devenir l'industrie des instruments de mesures électriques.

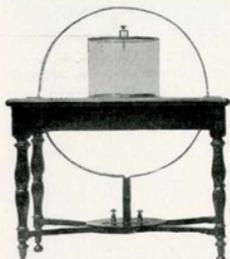
Cette industrie suit pas à pas les progrès et les développements de l'électricité, elle s'y trouve, et doit continuer de s'y trouver, intimement liée.

Description des appareils.

95. — Première boussole des tangentes, de Pouillet (1830).

Cet instrument, imaginé par Pouillet, présente un grand intérêt historique, car il lui servit dans ses célèbres expériences sur les lois des courants.

(Collection de l'École Centrale des Arts et Manufactures.)



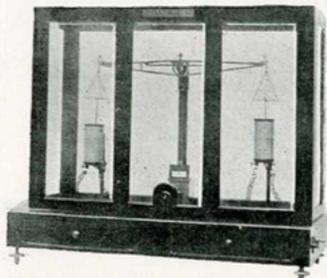
Boussole des tangentes de Pouillet.
(N° 95.)

96. — Câble thermo-électrique de A.-C. Becquerel, ayant servi à mesurer les températures à différentes profondeurs dans le lac de Genève (1835).

Ce câble, à deux conducteurs, a servi à A.-C. Becquerel pour mesurer, à une profondeur de 104 mètres dans le lac de Genève, la température de l'eau.

(Collection de M. H. Becquerel.)

97 Thermomètre thermo-électrique de A.-C. Becquerel (1835-1858).



Balance électro-magnétique de A.-C. Becquerel.
(N° 98.)

Cet appareil montre une des dispositions de la méthode thermo-électrique de compensation, imaginée par A.-C. Becquerel, et appliquée spécialement aux observations météorologiques.

(Collection de l'École des Ponts et Chaussées.)

98. Balance électro-magnétique de A.-C. Becquerel (1837).

Cette balance constitue la base des instruments de mesure électro-magnétiques.

Les constructeurs modernes emploient encore ce genre d'instrument avec de légères modifications.

(Collection du Conservatoire national des Arts et Métiers.)

99. — Galvanomètre à deux cadres, de A.-C. Becquerel, avec microscope (1837).

Ce galvanomètre a servi à A.-C. Becquerel dans ses nombreuses études. Il est le précurseur du galvanomètre à deux cadres, de lord Kelvin.

(Collection de M. H. Becquerel.)

100. — Galvanomètre de Nobili, construit par Ruhmkorff (1840).

Ce galvanomètre de Nobili ne présente comme particularité que ses dimensions inusitées. C'est un appareil dont les déviations devaient être aperçues à distance par un auditoire.

(Collection du Laboratoire d'enseignement de la Sorbonne.)



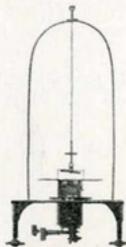
FIZEAU (H.) (1819-1896).

(D'après une photographie appartenant à M. Cornu.)

101. — Unité de résistance au mercure, établie par Pouillet (1846).

L'unité de résistance au mercure, établie par Pouillet, constitue le couronnement de son travail sur les lois des courants.

(Collection du Conservatoire national des Arts et Métiers.)



Galvanomètre de Pécelet.
(N° 103.)

102. — Machine à mesurer la vitesse de l'électricité, de Fizeau et Gounelle (1850).

Cette machine, véritable bijou de mécanique de précision, a été construite par Froment. Elle était destinée à mesurer la vitesse de l'électricité.

(Collection du Sous-Secrétariat d'Etat des Postes et des Télégraphes.)

103. Galvanomètre ayant servi à Pécelet (1851).

Ce galvanomètre, du genre Nobili, tire son intérêt de l'emploi fréquent qu'en fit le savant Professeur de l'Ecole Centrale, lors de ses nombreuses recherches.

(Collection de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures.)

104. Unité de résistance de Siemens (1860).

L'unité de résistance de Siemens est en fil métallique; c'est un des premiers étalons, dit « secondaire ».

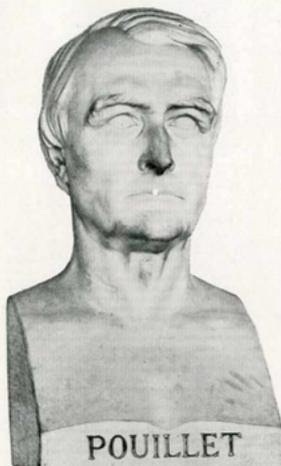
(Collection du Lycée Henri IV.)

105.— Boussole des sinus, de Pouillet (1870).

Cet instrument a été imaginé par Pouillet en même temps que la boussole des tangentes pour mesurer l'intensité des courants.

(Collection de M. Leclanché.)

Types des premiers compteurs d'énergie électrique, construits et utilisés en France de 1882 à 1897



(1791-1868).

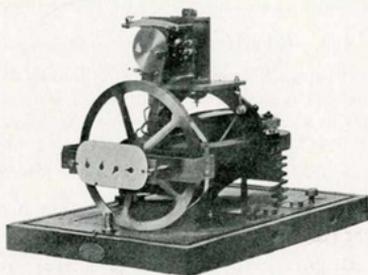
(Collection du Conservatoire national des Arts et Métiers.)

- 109. Compteurs Aubert.
- 110. Compteurs Frager, de divers types.
- 110. Compteur Bouckaert.
- 112. Compteur Lebois.
- 113. Compteur Meylan-Rechniewski.
- 114. — Compteur Richard.
- 115. Compteurs Cauderay.
- 116. — Compteur Brillié, à ressort.
- 117. — Compteur Brillié, à aimants.
- 118. — Compteur Jacquemier.

106. Compteur Borel et Paccaud.

107. — Compteur Ferranti.

108. — Compteur Nicolas.



Compteur wattmètre de Clerc.

(N° 127.)

119. Compteur Garnot.

120. Compteur Desruelles et Chauvin.



Appareil pour la détermination
de l'ohm légal.
(N° 129.)

ou utilisés en France. Le nombre relativement restreint des systèmes actuellement employés est une preuve que ce genre d'instrument de mesure est rapidement arrivé au degré de perfection actuel et qui suffit amplement aux besoins industriels.

Tous les types de compteurs créés successivement ont présenté le caractère d'une grande ingéniosité. Les plus anciens étaient relativement compliqués, et c'est surtout vers la simplification des divers organes que les inventeurs ont dirigé leurs efforts. Les premiers compteurs étaient surtout des compteurs horaires; vinrent ensuite les ampèreheuremètres, puis enfin les wattheuremètres.

129. — Appareil ayant servi pour la détermination de l'ohm légal, accompagné de quatre cadres circulaires de divers diamètres (1883).

130. — Ohm légal au mercure, étalon prototype (1883).

Cet appareil est unique; il a servi pour les déterminations de l'ohm par la méthode d'induction. Ces mesures ont été exécutées, d'après la méthode de M. Mascart, par MM. de Nerville et Benoit. L'ohm étalon au mercure, qui accompagne l'appareil ci-dessus, est identique aux étalons prototypes conservés par le bureau des poids et mesures.

(Collection du Collège de France.)

131. — Galvanomètre enregistreur à arête de poisson, de M. Marcel Deprez (1883).

Ce galvanomètre est un des premiers appareils aperiodiques, il a donné naissance aux ampèremètres et voltmètres à aimant fixe et fer doux mobile, qui furent employés pendant de longues années.

(Collection de la Compagnie du Chemin de fer du Nord.)

121. — Compteur Schalleberger.

122. Compteur Duncan.

123. — Compteur Grassot.

124. — Compteur Marès.

125. Compteur Aron.

126. Compteur Brocq

(Collection de la Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines.)

127 — Premier modèle de compteur wattmètre, construit par M. Postel-Vinay, et imaginé par M. Clerc.

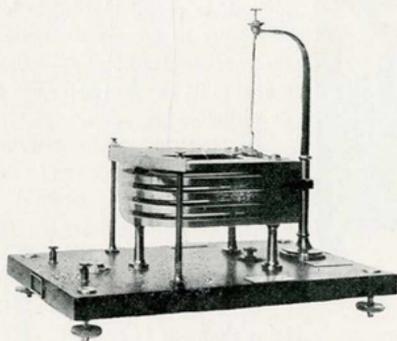
128. — Compteur horaire de M. Clerc.

(Collection de M. Clerc.)

132. — Grand galvanomètre Deprez-d'Arsonval, à déviation proportionnelle, ayant servi aux expériences de transport de force de Marcel Deprez, entre Creil et Paris (1883).

C'est surtout à cause des célèbres expériences que ce galvanomètre est intéressant. Le principe du cadre, mobile dans le champ d'un aimant permanent, est dû à la collaboration de MM. Deprez et d'Arsonval. Ce genre de galvanomètre est maintenant universellement employé.

(Collection de la Compagnie du Chemin de fer du Nord.)

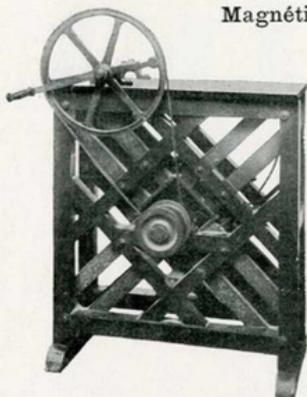


Grand galvanomètre Deprez-d'Arsonval.

(N° 132.)

CHAPITRE VI

Magnétisme et électro-magnétisme



Machine magnéto-électrique
de « l'Alliance » (1856).
(N° 143.)

La pierre d'aimant est un minéral de fer qui jouit de la propriété d'attirer le fer, ce minéral particulier se nomme Magnétite. Cette propriété était connue des Chinois depuis un temps immémorial et ils l'avaient appliquée à la construction de véritables boussoles.

Du temps de Théophraste, les Grecs avaient trouvé la pierre d'aimant en Lydie, près de la ville de Magnès. Jusqu'à la fin du dix-huitième siècle, on s'est borné à employer la pierre d'aimant pour réaliser des aimants artificiels ; on aimantait des barreaux d'acier avec la magnétite.

Les seules recherches importantes effectuées jusqu'alors sur le magnétisme ont trait aux variations séculaires du magnétisme terrestre. En 1785, Coulomb établit expérimentalement les lois des attractions et des répulsions magnétiques. L'étude de la distribution du magnétisme le long d'un barreau aimanté a été faite en 1876, par M. Jamin.

Ses expériences l'ont conduit à constituer les aimants artificiels en superposant des lames d'acier trempées et aimantées séparément. Ce procédé de construction des aimants permanents a été abandonné depuis.

L'électro-magnétisme, ou étude des actions existantes entre les aimants et les courants, date réellement des travaux d'Ørsted en 1819. On sait cependant que Romanosi, physicien italien, a signalé en 1804 que le galvanisme faisait dévier la boussole. Les lois de l'électro-magnétisme ont été établies par Ampère, en 1820, quelques mois après la découverte d'Ørsted. Une des premières applications de l'électro-magnétisme fut l'invention des machines d'induction, qui transforment directement l'énergie mécanique en énergie électrique.

La première machine de ce genre fut réalisée en 1832 sous la direction d'Amperè par Pixii, habile constructeur d'instruments scientifiques.

Malgré ses perfectionnements successifs, la machine d'induction ne donnait pas de courant continu. Il était réservé à Gramme de créer, en 1870, l'admirable dynamo grâce à laquelle l'électricité industrielle a pu prendre naissance.

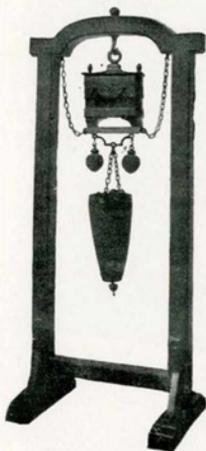
Le transformateur, dont l'emploi est si répandu de nos jours a été inventé et appliqué sous sa forme définitive par Gaulard, en 1883. Cet inventeur, reprenant la bobine d'induction imaginée par Masson en 1842, et perfectionnée par Ruhmkorff, réalisa le premier la distribution de l'énergie électrique à grande distance, en utilisant les courants alternatifs de haute tension. De nos jours les machines dynamos ont pris des proportions énormes, tant par leurs dimensions que par la quantité qui s'en construit.

Les moteurs à courants polyphasés sont venus, depuis 1891, compléter le merveilleux outillage actuel.

Ce court aperçu montre à quels résultats peut conduire une première découverte qui, au premier abord, pouvait paraître plus surprenante qu'utilisable.



Machine Gramme
à aimant Jamin (1873).
(N° 155.)



Aimant naturel.
(N° 133.)

Description des appareils.

133. — Grand aimant naturel portant 50 kilogrammes, et ayant appartenu à l'abbé Nollet, modèle richement orné (1745).

134. Pierre d'aimant montée avec armature (1740).

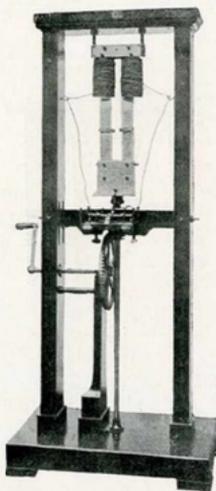
Ces deux remarquables objets sont fort curieux, surtout en raison de leur provenance ancienne et de leur richesse décorative.

A l'époque, les instruments de physique portaient toujours une ornementation soignée, et leur style est tout à fait caractéristique.

(Collection du Conservatoire national des Arts et Métiers.)

135. — Grande machine magnéto-électrique de Pixii, construite sous la direction d'Ampère, et munie d'un inverseur redresseur mécanique du courant (1832).

(Collection du Collège de France.)



Grande machine magnéto-électrique de Pixii.
(N° 135.)

136. — Machine magnéto-électrique de Clarke (1834).

(Collection du Conservatoire national des Arts et Métiers.)

137. Machine magnéto-électrique de Page première machine à fer tournant (1839).

Ces trois modèles ont marqué le premier pas dans la voie de la transformation de l'énergie électrique.

La machine de Pixii était la plus puissante construite à l'époque. Le collecteur à coquille n'était pas encore inventé, le courant était redressé par le jeu d'un inverseur à bascule. Les aimants tournaient dans cette machine; c'était une pièce lourde à entraîner.

Clarke eut l'idée de laisser les aimants fixes et de faire tourner seulement les bobines qui sont beaucoup plus légères; il appliqua à sa machine le redresseur à deux coquilles imaginé par Pixii.

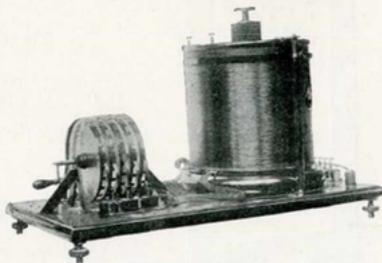
Dans la machine de Page, l'aimant est fixe ainsi que les bobines; les variations de flux nécessaires sont produites par la rotation de l'armature en fer doux fermant périodiquement le circuit magnétique de l'aimant.

(Collection de l'École Normale Supérieure.)

138. — Grande bobine de Masson avec interrupteur à roues, dites roues de Masson, modèle unique construit par Masson et Breguet, ayant inspiré la bobine de Ruhmkorff (1842).

Cette bobine est le seul exemplaire qui ait été construit, et qui inspira Ruhmkorff dans la création de sa célèbre bobine qui ne diffère de celle de Masson que par l'interrupteur à marteau remplaçant l'interrupteur à roues. On a offert des sommes considérables de l'exemplaire unique de la bobine de Masson.

(Collection du Lycée Louis-le-Grand.)



Bobine de Masson.
(N° 138.)

139. — Electro-moteur à axe horizontal, de G. Froment, avec commutateur (1843).

(Collection du Lycée Louis-le-Grand.)

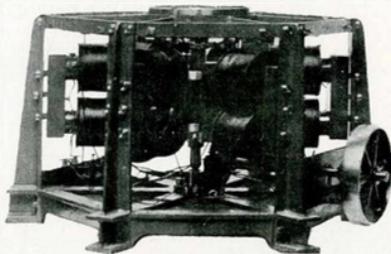
140. — Electro-moteur à axe vertical, de G. Froment (1845).

(Collection de M. Doignon.)

141. — Electro-moteur épicycloïdal à aimants fixes, de G. Froment (1847).

Les moteurs électriques de Froment furent, en réalité, les premiers moteurs électriques. Ils présentaient un inconvénient prohibitif, leur puissance n'augmentait pas avec leurs dimensions. Ce fait tient à ce que dans ce genre de moteur, le champ magnétique inducteur est périodiquement détruit après le passage de chaque élément de l'armature devant un pôle inducteur.

(Collection du Conservatoire national des Arts et Métiers.)

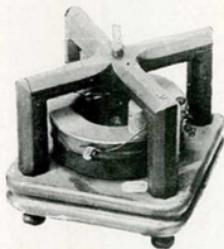


Electro-moteur épicycloïdal à aimants fixes.
(N° 141.)

142. — Quatre modèles d'électro-aimants circulaires et cuirassés de Nicklès (1852).

Les électro-aimants de Nicklès sont fort intéressants. Sans posséder les notions modernes sur le circuit magnétique, Nicklès était arrivé à la notion des électro-aimants cuirassés. Il trouva ainsi le moyen de donner aux électro-aimants la puissance maximum, par suite du minimum de réluctance donnée à leur circuit magnétique.

(Collection de la Faculté des Sciences de Nancy.)



Machine d'induction d'Ader.
(N° 144.)

143. — Petite machine magnéto-électrique de la Compagnie « l'Alliance » (1856).

Construite sur le modèle des anciens alternateurs pour l'éclairage électrique des phares, cette machine est identique au type Nollet. Elle comporte quatre séries d'aimants fixes devant les pôles desquels tournent les bobines sans fer de l'induit.

(Collection de la Société Internationale des Electriciens.)



Electro-aimant à interruptions rapides.
(N° 145.)

144. — Essai de machine d'induction, modèle exécuté par Ader (1857).

Cet essai d'Ader est un modèle dont l'induit est bobiné sur un anneau en bois. Cet anneau, mobile devant des aimants, fournissait un courant continu.

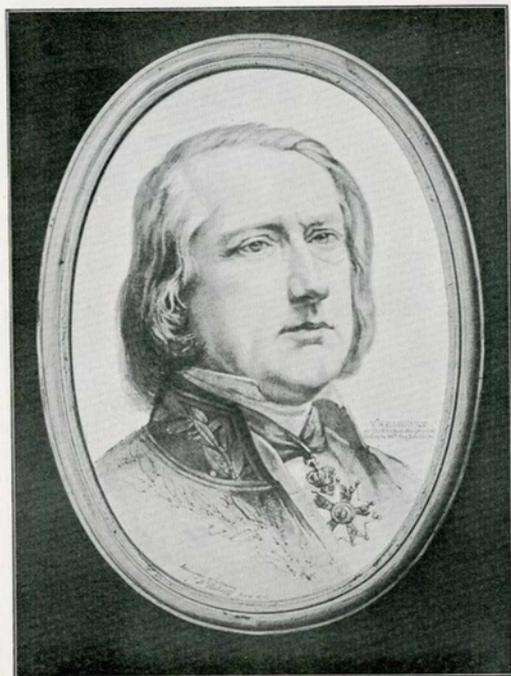
(Collection du Conservatoire national des Arts et Métiers.)

145. — Electro-aimant à interruptions rapides construit à Nancy, et monté pour piquer des dessins de broderie (1858).

L'électro-aimant à interruptions rapides était très employé à l'époque pour décalquer les

dessins de broderies. Ce genre d'appareil a été depuis réinventé par Edison et par d'autres inventeurs. A l'Exposition Universelle de 1900 beaucoup d'objets étaient gravés sous les yeux du public, par de petits burins actionnés par un électro-aimant du même genre, à interruptions très rapides.

(Collection de la Faculté des Sciences de Nancy.)



REGNAULT (Victor) (1810-1878).
Peinture sur faïence par Louis Robert.
(Manufacture Nationale de porcelaine de Sèvres.)

146. — Modèle de la machine du D^r Pacinotti, exécuté sous sa direction, d'après le modèle original (1860).

La machine du D^r Pacinotti est une reproduction très exacte de la machine primitive de ce savant. A ce titre, elle est très intéressante. Son insuccès fut causé par ce fait qu'elle était destinée à servir de moteur et, qu'à l'époque, les piles étaient la seule source d'énergie électrique.

(Collection du Conservatoire national des Arts et Métiers.)

147 — Electro-moteur de G. Froment, ayant servi à Regnault dans ses expériences sur la vitesse du son (1864).

Ce moteur ne diffère pas de ceux décrits aux articles numéros 139, 140, 141. Celui-ci servit à Regnault pour déterminer la vitesse du son dans l'air; il actionnait un chronographe.

(Collection du Collège de France.)

148. — Machine Gramme, d'étude, à courants alternatifs et à fer tournant (1865).

L'invention de cette machine est antérieure à celle de l'anneau Gramme. C'est une sorte de machine de Page, dont l'aimant est remplacé par un électro-aimant.

(Collection de la Société Gramme.)

149. — Premier anneau Gramme (1868).

Cet anneau est ce qui reste du premier anneau exécuté par Gramme. Il était constitué par un cylindre en tôle douce sur laquelle était enroulé un fil de cuivre isolé.

(Collection de la Société Gramme.)



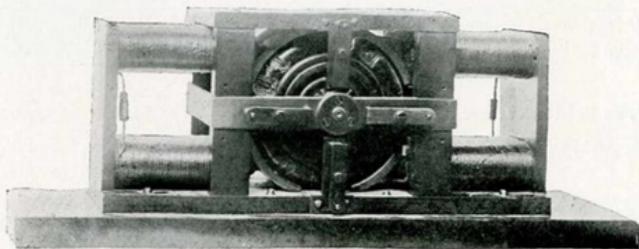
Deuxième anneau
de Gramme.
(N° 150.)

150. — Deuxième anneau Gramme (1870).

La différence entre cet anneau et le précédent réside dans ce que le bobinage, au lieu d'être continu, est formé d'un certain nombre de bobines distinctes et juxtaposées dont les extrémités sont reliées à des lames formant collecteur.

(Collection de la Société Gramme.)

151 — Première machine à quatre pôles construite par M. Gramme, et présentée à l'Institut (1871).



Première machine de Gramme.
(N° 151.)

Cette machine se compose de deux électro-aimants en fer à cheval, disposés en regard l'un de l'autre.

L'anneau est du type ci-dessus, et le collecteur est monté autour d'un noyau en bois.

(Collection de la Société Gramme.)

152. Machine Gramme, à manivelle, fabrication de l'inventeur (1872).

Cette machine est identique à celle décrite à l'article 155. Elle ne diffère que par un agencement plus commode de la commande.

(Collection de M. Ed. Bourdon.)

153. — Première machine Gramme pour l'électro-chimie, installée chez MM. Christoffe et C^{ie} (1872).

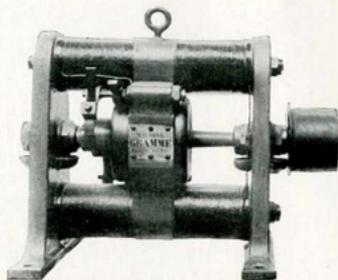
Les applications de la machine Gramme à la galvanoplastie furent les premières. Cette première dynamo, installée chez MM. Christoffe et C^{ie} en 1872, y fut utilisée pendant de nombreuses années.

(Collection de la Société Gramme.)

154. — Machine Gramme, type d'atelier (1873).

Cette machine industrielle a été l'un des modèles les plus répandus. Les électro-aimants inducteurs sont horizontaux et ont deux à deux leurs pôles de même nom en regard.

(Collection de la Société Gramme.)



Machine Gramme, type d'atelier.
(N° 154.)

155. — Machine Gramme à aimant Jamin, dite médicale (1873).

La particularité de cette machine de laboratoire est l'emploi d'un aimant Jamin formé de lames d'acier aimantées séparément.

(Collection de la Société Gramme.)

156. Machine Gramme à aimants d'Allevard (1874).

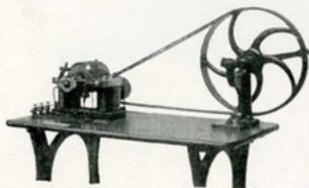
Cette machine est formée de quatre aimants en fer à cheval, en acier d'Allevard, trempés d'une façon particulière.

(Collection de la Société Gramme.)

157 — Petite machine dynamo-électrique de Lontin (1875).

Cette machine, destinée à des expériences de laboratoire, est formée d'un induit Siemens à deux navettes, mais ces deux navettes sont entre-croisées.

(Collection de l'Institut de physique de Montpellier, Hérault.)



Machine dynamo-électrique de Lontin.
(N° 157.)

158. — Machine Gramme pour faire les filés d'or (1876).

L'inducteur de cette machine est du type dit « cuirassé ». Elle fournit un courant de faible tension pour la galvanoplastie.

(Collection de la Société Gramme.)

159. — Machine Gramme à balais mobiles (1876).

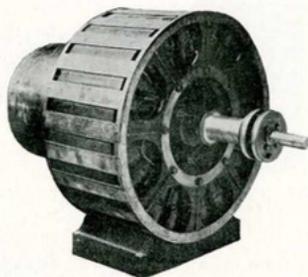
La caractéristique de cette machine est l'emploi de balais déplaçables pour faire disparaître les étincelles sur le collecteur.

(Collection de la Société lyonnaise de mécanique et d'électricité.)

160. — Inducteur Lontin, à pignon, pour machines à courants alternatifs (1876).

Cet inducteur est constitué par une étoile en fer à vingt bras tournant à l'intérieur d'un induit en forme d'anneau; c'est la première machine dans laquelle se trouvaient des amortisseurs, à l'insu de l'inventeur d'ailleurs.

(Collection de la Société Gramme.)

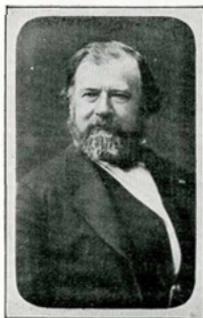


Inducteur Lontin, à pignon.
(N° 160.)

161. — Grand aimant feuilleté de Jamin, lui ayant servi

pour la détermination comparative des forces portantes (1876).

(Collection du Laboratoire d'enseignement de la Sorbonne.)



JAMIN (Jules) (1818-1885).
(D'après une photographie appartenant à M. Paul Jamin.)

162. — Aimant feuilleté de Jamin, modèle définitif, construit par Breguet (1876).

Ces aimants à lames d'acier superposées, trempées et aimantées séparément au préalable, constituent une époque transitoire dans la construction des aimants. On a reconnu depuis que, pour obtenir de grandes forces portantes, il était préférable de choisir des aciers spéciaux, massifs, et trempés d'une façon particulière.

(Collection du Conservatoire national des Arts et Métiers.)

163. — Appareil de Mouton, à contacts tournants, pour déterminer la forme des courbes de tension des bobines de Ruhmkorff (1876).

Cet appareil est le premier qui ait été imaginé pour déterminer la forme des courbes de courants alternatifs.

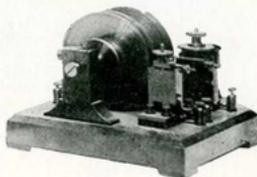
(Collection de l'École normale supérieure.)



Appareil de Mouton.
(N° 163.)

164. — Machine Gramme, à champ magnétique intérieur et extérieur de l'induit (1877).

Cette machine se caractérise



Appareil de Mouton.
(N° 163.)



par l'emploi de pôles inducteurs, se terminant par des pièces polaires embrassant l'induit à l'extérieur et à l'intérieur. Cet induit est nécessairement monté en porte à faux.

(Collection de la Société Gramme.)



Transformateur de Clerc. (N° 166.)

165. Machine Gramme ellipsoïdale d'une seule pièce, en fonte, courant continu (1878).

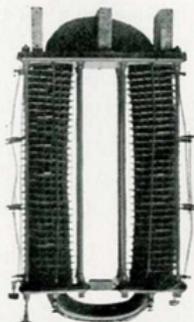
Cette machine est constituée par un bâti en fonte, fondu en une seule pièce, de forme elliptique, et auquel sont fixés radialement les noyaux polaires.

(Collection de la Société Gramme.)

166. Transformateur de Clerc, breveté un mois avant celui de Gaulard (1882).

Cet appareil n'est autre qu'une bobine d'induction, sans trembleur, constituée avec un faisceau de fil de fer entouré de deux bobines concentriques. Il a précédé en date le transformateur de Gaulard.

(Collection de M. Clerc.)



Transformateur de Gaulard. (N° 167.)

167. — Transformateur de Gaulard (1882).

Ce transformateur, appelé par l'inventeur « générateur secondaire », est le premier qui ait servi à effectuer industriellement une distribution par courants alternatifs de haute tension.

(Collection de la Société Internationale des Electriciens.)

168. Moteur Gramme cylindrique, demi-cheval (1882).

La forme de ce moteur est très ramassée; les inducteurs sont horizontaux, boulonnés sur deux flasques circulaires en fonte.

(Collection de la Société Gramme.)



GAULARD (Lucien) (1850-1888). (D'après une photographie appartenant à M. Colin-Delavaud.)

169. Moteur Gramme cylindrique, avec socle et transmission, par corde sans fin (1883).

Ce moteur a été disposé pour réaliser un appareil tournant à faible vitesse, et destiné à actionner directement certains outils.

(Collection de la Société Gramme.)

170. — Modèle réduit de la machine à anneau Gramme, ayant servi à M. Marcel Deprez pour les expériences de Creil (1883).

Ce modèle est la reproduction, en petit, de l'une des grandes dynamos, type Manchester, ayant servi aux expériences de transmission d'énergie entre Creil et Paris.

(Collection de M. Aron.)

171. — Premier type de la dynamo Rechiniewski, à inducteur feuilleté (1888).

Cette machine est une des premières construites avec un induit denté, en tôles isolées, et enroulé en tambour.

(Collection de l'École des Ponts et Chaussées.)



Dessin obtenu par la calcination sur le papier, de fil d'or, avec la machine électrique de Van Marum, en 1786.

(Extrait du deuxième volume de Van Marum sur les Expériences faites par le moyen de la machine électrique de Teyler, en 1784.)

(Collection de M. E. Sartiaux.)

CHAPITRE VII

Electro-dynamique. — Eclairage électrique



Brûleur Jamin.
(N° 365.)

Ampère découvrit en 1820 les actions qu'exercent les courants les uns sur les autres. Ces actions constituent l'électro-dynamique et obéissent à des lois indiquées par Ampère, l'année même de la découverte des phénomènes.

La table originale d'Ampère figurait au Musée Rétrospectif, munie de tous les accessoires dont se servit l'illustre savant dans ses recherches sur l'électro-dynamique.

Les recherches d'Ampère ont porté sur l'étude des courants constants, depuis, l'électro-dynamique s'est très notablement développée et s'est enrichie de nouveaux phénomènes relatifs principalement aux courants périodiques. La découverte de la rotation du champ magnétique résultant, développé par des courants polyphasés convenablement décalés les uns par rapport aux autres, a été particulièrement féconde au point de vue des applications industrielles.

L'éclairage électrique, si répandu de nos jours, a été réalisé pour la première fois par Davy. Il fit jaillir un arc entre deux cônes de charbon de bois reliés à la pile de 2000 éléments qui lui avait servi à préparer le potassium. La pile de Davy se polarisait rapidement et la durée de l'arc était faible.

Ces premiers essais, restés sans utilisation, furent repris en 1843 par Foucault.

Celui-ci employait la pile de Bunzen, et construisit le premier régulateur destiné à rapprocher les charbons au fur et à mesure de l'usure. Pendant un certain nombre d'années on perfectionna simplement le régulateur à arc, mais l'obligation d'emprunter l'énergie électrique à des sources onéreuses en limitait l'emploi.

A partir de 1861, les alternateurs magnéto-électriques permettaient d'alimenter économiquement les lampes à arc. Ce genre de machine fut longtemps employé dans les phares. C'est avec l'apparition de la machine Gramme que la lampe à arc prit véritablement une place importante dans l'industrie. Les foyers à arc étaient

trop puissants pour être employés à l'éclairage de petits espaces. L'idée de réaliser des foyers lumineux de petite puissance était poursuivie par de nombreux inventeurs. Jablockoff réussit à construire, en 1876, la bougie électrique qui n'est autre qu'un régulateur à arc sans aucun mécanisme.

Quelques années plus tard, en 1879, Reynier imaginait la lampe à incandescence à l'air libre. C'était en partie la solution de la division de la lumière électrique, division que la lampe à incandescence dans le vide devait réaliser complètement en 1880.

Edison, qui rendit industrielle la lampe à incandescence dans le vide, avait été précédé dans cette

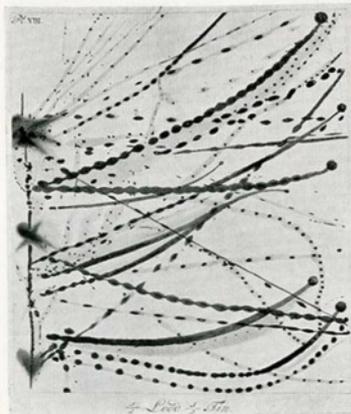


AMPÈRE (André) (1775-1836).
 (D'après une estampe de la Bibliothèque nationale.)

voie par plusieurs inventeurs parmi lesquels il faut citer particulièrement de Lodyguine. Celui-ci commençait ses travaux dès 1873 et, dès la même année, construisait une lampe à incandescence à filament de charbon, disposé dans une ampoule de verre.

Actuellement l'éclairage électrique est arrivé à un haut degré de perfection. On construit pour les phares des lampes à arc fournissant une intensité lumineuse de plusieurs millions de bougies.

Les lampes à incandescence ont vu leur consommation d'énergie diminuer notablement, et il semble qu'on est arrivé de ce côté à l'extrême limite, tout au moins avec la lampe à filament de charbon, cependant des progrès sont encore possibles dans cette voie. Les recherches se portent,



Dessin obtenu en calcinant, avec la machine électrique de Van Marum, un fil composé en parties égales de plomb et d'étain.

(Extrait du deuxième volume de Van Marum sur les Expériences faites par le moyen de la machine électrique de Teyler, en 1784.)

(Collection de M. E. Sartiaux.)

en effet, du côté des filaments en d'autres matières que le carbone (osmium, magnésie, etc.). C'est une voie dans laquelle on ne peut manquer de faire de nouveaux et intéressants progrès.

Description des appareils.

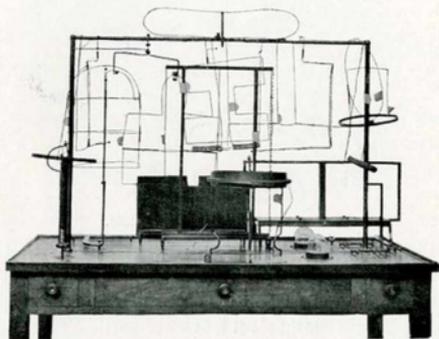


Table d'Ampère.
(N° 172.)

172. — Table d'Ampère, ayant servi à ce savant pour la démonstration des lois de l'électro-dynamique (1820).

La table d'Ampère, construite de ses mains, lui a servi pour démontrer les lois relatives aux actions réciproques des courants sur les aimants et des courants sur les courants.

Tous les accessoires de cette table datent de l'époque, sauf quelques-uns qui ont été depuis reconstitués d'après les manuscrits d'Ampère.

(Collection du Collège de France.)

173. — Appareil construit par Pixii, sous la direction d'Ampère, pour les premières expériences d'induction modèle à aimants concentriques (1832).

Cet appareil est un essai de machine magnéto-électrique à induit fixe et à aimants mobiles; le courant obtenu était sensiblement continu mais de très faible intensité.

(Collection du Collège de France.)

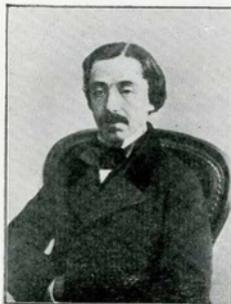
174. Lampe à arc primitive d'Archereau, premier régulateur à solénoïde (1849).

La lampe d'Archereau, construite par lui-même, comprenait comme organe de réglage un simple noyau de fer, mobile dans un solénoïde. La lampe Pilsen est le type moderne de ce régulateur, dans toute sa simplicité.

(Collection du Service des phares et balises.)

175. — Lampe à arc primitive de Foucault (1849).

Le régulateur de Foucault était relativement compliqué. Il comprenait deux méca-



FOUCAULT (Jean) (1820-1868).
(D'après une photographie appartenant à M. Pellin.)

nismes d'horlogerie indépendants. L'un servait à produire le rapprochement des charbons, et l'autre à produire leur écart. La lampe de Foucault a été longtemps le type des régulateurs des phares.

(Collection du Service des phares et balises.)

176. — Régulateur à arc différentiel, système Lacassagne et Thiers (1854).

Cette lampe est basée sur le principe de vases communicants remplis de mercure et reliés par un tube de caoutchouc qu'on écrase plus ou moins entre un électro-aimant et son armature.

(Collection du Conservatoire national des Arts et Métiers.)

177. — Echantillons de crayons sciés dans du charbon de cornue (1856).

L'emploi des charbons taillés dans le coke de cornue pour les lampes à arc a précédé celui des charbons moulés ; mais ceux-ci donnent une lumière plus belle et plus stable.

(Collection de M. E. Sartiaux.)



Lampe
de Foucault.
(N° 175.)

178. — Première lampe à arc de V Serrin, modèle d'étude (1856).

Dans cette lampe les porte-charbons sont solidaires ; le porte-charbon supérieur tend à descendre librement, entraînant avec lui le porte-charbon inférieur. Le porte-charbon supérieur est arrêté dans sa marche ou mis en route par un électro-aimant.

(Collection de M. Serrin.)

179. — Lampe à arc V Serrin, type définitif (1857).

Le porte-charbon supérieur de ce régulateur est moteur et actionne les mobiles d'un rouage commandé par l'armature d'un électro-aimant. Le porte-charbon inférieur est supporté par un parallélogramme articulé auquel est fixée l'armature de l'électro-aimant.

(Collection de M. Serrin.)



Lampe Serrin.
(N° 181.)

180. — Lampe à arc primitive, de Duboscq (1858).

La lampe de Duboscq, qui avait été le constructeur de Foucault, ne diffère de celle indiquée à l'article 175 que par quelques perfectionnements de détails.

(Collection du Service des phares et balises.)

181. — Lampe à arc de Serrin, modèle des phares (1859).

Ce régulateur est le même que celui indiqué à l'article 179. Il a été spécialement disposé pour l'éclairage des phares.

(Collection du Service des phares et balises.)

182. — Lampe à incandescence à charbon taillé dans un morceau de coke, de Lodyguine (1872).

Le charbon de cette lampe était placé dans un cylindre en verre fermé aux deux extrémités, le vide n'y avait pas été fait.

(Collection de M. de Lodyguine.)

183. — Lampe à incandescence à crayon de graphite supporté par des fils de fer soudés dans le verre, de Lodyguine, modèle préparé en 1873.

Le filament de cette lampe était suspendu dans le milieu de l'ampoule par des fils de fer soudés à celle-ci et au filament lui-même.

(Collection de M. de Lodyguine.)

184. — Lampe à incandescence, à charbon aggloméré, avec fils de platine soudés dans le verre, de Lodyguine (1873).

Le filament était obtenu dans cette lampe par des morceaux de bois carbonisés en vase clos; il était soudé dans l'ampoule à des fils de platine.

(Collection de M. de Lodyguine.)

185. — Lampe à incandescence de Lodyguine, brûlant dans un gaz inerte (1874).

La tige de charbon de cette lampe était placée dans une ampoule de verre rendue étanche. Il devenait incandescent dans un gaz inerte provenant de la transformation de l'oxygène de l'air en gaz carbonique.

(Collection de M. Maquaire.)

186. — Lampe Siemens (1875).

Ce régulateur est une lampe différentielle. Le porte-charbon supérieur descend sous son propre poids en actionnant un rouage d'horlogerie; le porte-charbon inférieur est fixe.

(Collection de la Société Gramme.)

187. — Echantillons des premiers charbons métallisés, imaginés par E. Reynier (1875).

Reynier avait eu l'idée, pour augmenter la durée des charbons de lampes à arc qui s'usaient rapidement, de les couvrir d'une pellicule métallique déposée galvaniquement. Ce procédé augmentait leur durée de 15 p. 100.

(Collection de M. A. Reynier.)

188. — Série des premiers essais de bougies électriques de Jablockoff (1876).

Les essais entrepris par Jablockoff sont représentés par un certain nombre de bougies dont les charbons sont séparés par diverses matières: verre, kaolin, amiante, etc. Ce n'est que lorsque cet inventeur eut employé le colombin qu'il put arriver à un résultat véritablement pratique.

(Collection de M. Guichard.)

189. — Lampe Carré (1876).

Dans cette lampe, les charbons se rapprochent sous l'action prépondérante du poids du porte-charbon supérieur. Un rouage commande le rapprochement des deux porte-charbons taillés en crémaillère.

(Collection de la Société Gramme.)