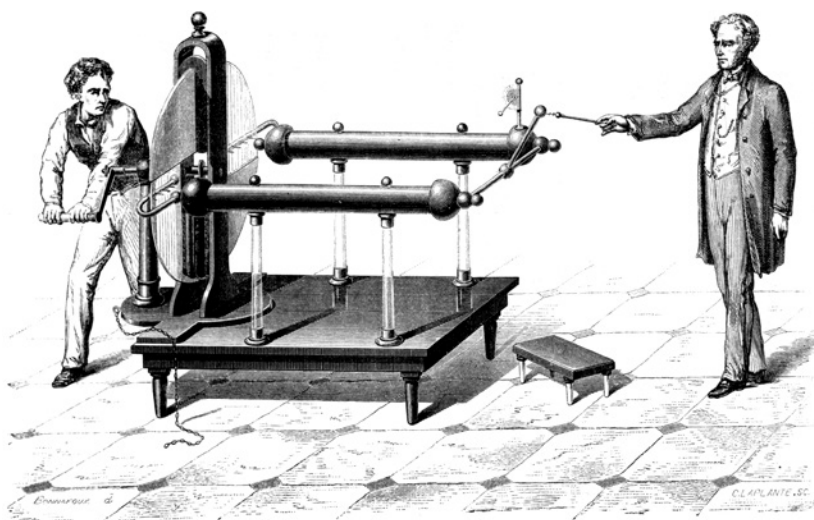


Il était une fois l'électricité



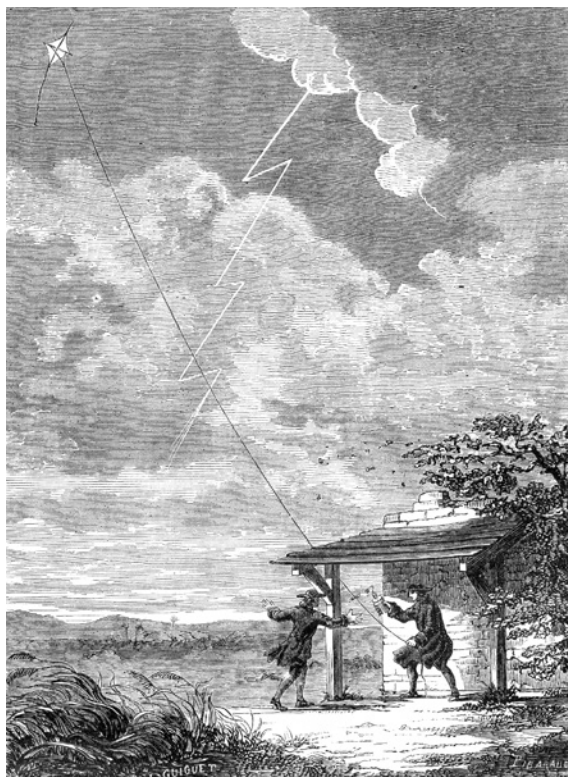
Conception et rédaction : Stéphane Fischer, Musée d'histoire des sciences
Mise en page et relecture : Corinne Charvet, Muséum d'histoire naturelle
Photographies : Gilles Hernot, Musée d'histoire des sciences; Philippe Wagner,
Muséum d'histoire naturelle
Impression : Centrale municipale d'achat et d'impression, Ville de Genève
© MHS octobre 2007, réédition 2020
ISSN 2673-6586

*Couverture : Machine électrique à plateau de verre
Les phénomènes de la physique, Guillemin, Paris, 1869.
Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences*

Une histoire de l'électricité racontée par les instruments du Musée d'histoire des sciences

L'histoire de l'électricité débute durant l'Antiquité, avec la découverte des propriétés attractives de l'ambre frottée, et continue de s'écrire aujourd'hui encore avec plusieurs thèmes d'actualité: moteurs électriques, batteries rechargeables, panneaux solaires, etc.

Ce petit carnet se propose de retracer les grandes lignes de la saga électrique à travers quelques objets phares des collections, présentés dans les vitrines ou conservés dans les réserves.



Expérience du cerf-volant électrique par Franklin en 1752

Merveilles de la science, Figuier, Paris, 1867. Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences

Produire, mesurer, stocker les charges électriques

Une machine à étincelles

Les Grecs avaient remarqué qu'en frottant de l'ambre (*elektron* en grec) on pouvait attirer des brins de paille, des plumes ou d'autres objets légers. Au 16^e siècle, le même phénomène est observé quand on frotte du verre ou de la résine. Au 17^e siècle naissent les premières machines et au 18^e siècle, elles se perfectionnent. Des manivelles permettent de faire tourner des grands disques de verre contre des coussins de cuir. Par frottement, le verre s'électrise. Les charges sont récupérées sur des collecteurs en laiton. Il suffit alors d'en approcher une pointe métallique pour faire surgir une étincelle. Au 19^e siècle, ce sont d'énormes décharges que déclenchent de nouvelles machines capables de fournir plusieurs milliers de volts.



Machine électrique à plateau en verre

MHS 54

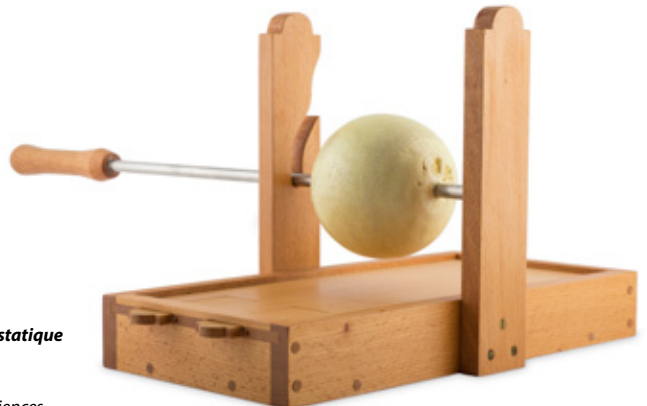
Bois, laiton, verre, 18^e siècle (?)

Une Terre électrique

Au milieu du 17^e siècle, certains savants pensent que c'est l'électrisation qui est responsable de l'attraction terrestre. Pour le montrer, l'Allemand Otto von Guericke invente en 1663 la première machine électrostatique. Il frotte un globe en soufre représentant la Terre et le fait tourner au bout d'une tige. Il constate que le globe attire des petites plumes qui le suivent dans son mouvement, comme la Lune autour de la Terre.



Machine électrique d'Otto Guericke
Merveilles de la science, Figuiet, Paris, 1867.
Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences

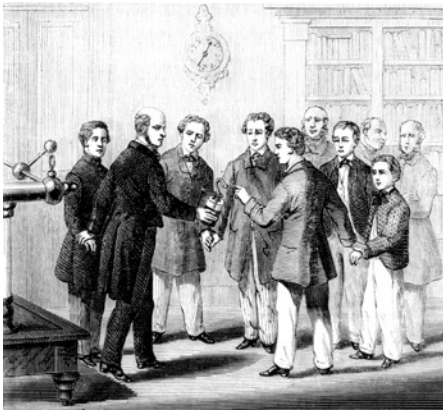


**Réplique de la machine électrostatique
de Otto von Guericke**
MHS 2755
Collection Musée d'histoire des sciences

Une bouteille douloreusement chargée

Au milieu du 18^e siècle, on cherche à électriser l'eau et, à Leyde en Hollande, un savant y travaille. Il met au contact d'une machine électrostatique une tige métallique plongeant dans une bouteille remplie d'eau. Distrait, il néglige de poser la bouteille sur un support isolant et la tient à la main. Au moment de retirer la tige avec l'autre main, il ressent une terrible décharge lui parcourir tout le corps. On est en 1746 et le premier condensateur, capable de stocker les charges, est né avec la bouteille de Leyde.

Séparées par le verre isolant, des charges opposées se sont accumulées, d'un côté sur la tige métallique, et de l'autre sur l'extérieur de la bouteille. Si l'expérimentateur touche les deux endroits à la fois, c'est son propre corps qui est alors le siège de la décharge.



Chaîne humaine électrique

Traité de physique, Ganot, Paris, 1866. Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences



Bouteille de Leyde

MHS 1508

Etain, laiton, verre, 18^e siècle

De l'air électrisé

A la fin du 18^e siècle, le Genevois Horace-Bénédict de Saussure (1740-1799) s'intéresse à tout ce qui concerne l'atmosphère. Pour mesurer l'électricité atmosphérique, il améliore un électromètre existant (muni de deux boules de sureau suspendues au bout de deux fils) en le dotant d'une antenne. Cette innovation rappelle le paratonnerre de Benjamin Franklin (1706-1790), inventé 15 ans plus tôt, et que Saussure avait aussi fait installer sur sa maison à Genève. Avant de penser à l'antenne pour son électromètre, il avait d'abord imaginé un long fil d'argent muni d'une boule de plomb, qu'il fallait lancer le plus haut possible afin d'effectuer la mesure.



Utilisation de l'électromètre
Voyage dans les Alpes, Saussure, Neuchâtel, 1803.
Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences



Electromètre
MHS 1174
Laiton, sureau, verre, Paul, Genève, 18^e siècle

Le courant électrique domestique

Un condensateur à répétition

Née autour de 1800, la première pile électrique va provoquer une révolution technologique. Dans une lettre à l'Académie Royale de Londres en avril 1800, l'Italien Alessandro Volta (1745-1827) présente lui-même son invention comme un appareil « capable de produire les mêmes effets que la bouteille de Leyde et dont la charge après chaque explosion se rétablirait d'elle-même ». Et il décrit son mode de fabrication : l'empilement alterné de disques de cuivre et de zinc, séparés par une matière poreuse imbibée d'eau salée ou acide. Quand on fait se rejoindre les extrémités de deux fils métalliques, respectivement mis au contact du premier et du dernier disque, des charges créées par la pile y circulent en boucle : le courant électrique continu est né.



Volta devant sa pile
Merveilles de la science, Figuier,
Paris, 1867. Bibliothèque du Musée
d'histoire des sciences



Pile de Volta
MHS 373
Bois, cuivre, zinc, verre, Volta, vers 1802

L'électricité décompose l'eau

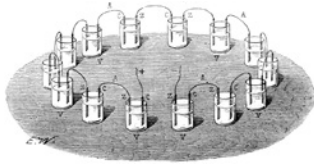
Au cours de l'année 1800, les Anglais William Nicholson (1753-1815) et Anthony Carlisle (1768-1840) plongent dans de l'eau minéralisée deux fils de cuivre reliés à une pile. Ils observent que d'un côté, le fil relié au disque d'argent de la pile produit une traînée de bulles, et que de l'autre il change de couleur. Ils recueillent dans un tube le gaz qui s'échappe et l'enflamment : c'est de l'hydrogène. Ils comprennent aussi que l'oxyde de cuivre qui s'est formé de l'autre côté vient de l'apparition d'oxygène. Grâce à la pile, ils viennent d'effectuer la première décomposition chimique de l'eau.



Nicholson et Carlisle décomposent l'eau avec une pile de Volta
Merveilles de la science, Figuier, Paris, 1867. Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences

Des piles de toutes les formes

Après la première pile de Volta dite «à colonne», d'autres types de piles voient le jour. Quelles que soient leur forme, elles ont toujours deux pôles qui fournissent les charges (plaque, tige de métal ou de carbone), et une ou plusieurs matières conductrices (acide, sel chimique).

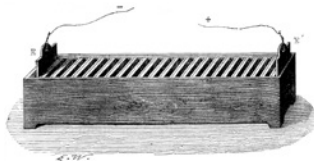


Pile à couronne

Volta l'aurait lui-même conçue. Des lames de cuivre et de zinc plongent dans des vases remplis d'acide sulfurique.

Merveilles de la science, Figuier, Paris, 1867.

Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences

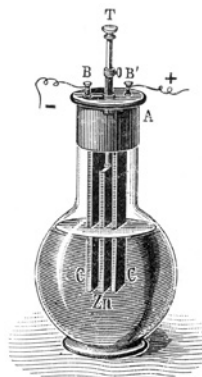


Pile à auge

Les auge ont des parois de cuivre et de zinc et sont remplies d'eau acidulée.

Merveilles de la science, Figuier, Paris, 1867.

Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences

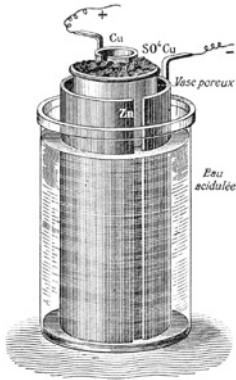


Pile-bouteille

Les pôles sont ici des plaques de carbone (le carbone est très bon conducteur) et une lame de zinc.

Merveilles de la science, Figuier, Paris, 1867.

Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences

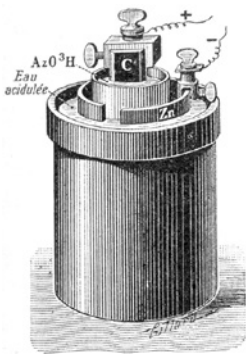


Pile de Daniell

Inventée par l'Anglais Daniell, cette pile, qui fonctionne au sulfate de cuivre, est une des premières à fournir un courant durable et régulier.

Merveilles de la science, Figuier, Paris, 1867.

Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences

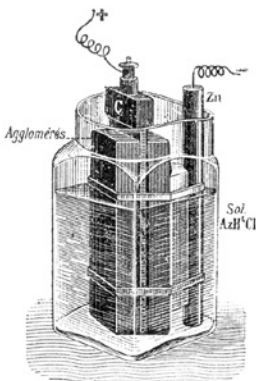


Pile de Bunsen

Apparue en 1843, suite aux travaux du chimiste allemand Robert Wilhelm Bunsen (1811-1899), cette pile a été très répandue. Elle comprend une anode en zinc baignant dans de l'acide sulfurique dilué et une cathode en carbone plongeant dans de l'acide nitrique. Les deux liquides sont séparés par un pot en céramique.

Merveilles de la science, Figuier, Paris, 1867.

Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences



Pile de Leclanché

Mise au point en 1877 par le Français Leclanché, cette pile à tiges de zinc et de carbone a alimenté les premières sonnettes électriques.

Traité de physique, Ganot, Paris, 1884.

Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences

L'électromagnétisme ou la naissance d'une nouvelle science

Electricité et magnétisme

En 1820, le Danois Hans Oersted (1777-1851) observe qu'un courant électrique produit par une pile provoque la déviation de l'aiguille d'une boussole placée à proximité. Poursuivant les travaux d'Oersted, le Français André-Marie Ampère (1775-1836) vérifie expérimentalement qu'un circuit parcouru par un courant électrique est capable d'attirer ou de repousser un autre circuit selon le sens des courants. Dans la foulée, il pose aussi les fondements théoriques de ce nouveau phénomène. Si l'électricité engendre le magnétisme, la réciproque est vraie aussi. En 1831, l'Anglais Michael Faraday (1791-1867) parvient à créer de l'électricité dans une bobine fermée en y déplaçant un simple aimant. Dorénavant, électricité et magnétisme constitueront les deux facettes d'une nouvelle science: l'électromagnétisme.

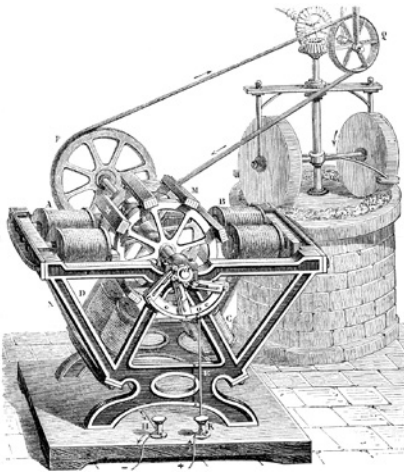


Oersted découvre les effets magnétiques du courant

*Merveilles de la science, Figuier, Paris, 1867.
Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences*

L'électricité transformée en mouvement

En 1821, Michael Faraday, s'inspirant des travaux d'Oersted et d'Ampère, invente un premier modèle rudimentaire de moteur électrique constitué par un fil conducteur vertical qui tourne autour d'un aimant lorsqu'il est parcouru par un courant. Cependant, les moteurs électriques ne connaissent pas un succès immédiat. Alimentés par des piles, ils ne sont guère puissants et restent avant tout des instruments de démonstration. Ce n'est que vers 1870, avec l'apparition des dynamos et de génératrices plus puissantes, qu'ils trouveront enfin des applications industrielles.



Moteur électrique de Froment

*Traité de physique, Ganot, Paris, 1884.
Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences*

Modèle de moteur électrique

MHS 69

Acier, cuivre, laiton, 19^e siècle



Le mouvement transformé en électricité

En 1831, l'incontournable Michael Faraday démontre qu'il est possible de créer un courant électrique dans une bobine fermée lorsqu'on y introduit et ressort rapidement un aimant. C'est la découverte du principe de l'induction qui est à la base du fonctionnement des génératrices de courant dont les premiers modèles sont construits dès 1832. Une manivelle permet de faire tourner une bobine de fil devant un aimant, ou à l'inverse, un aimant devant une bobine de fil. Dans les deux cas, le but poursuivi est de provoquer une variation de champ magnétique près des bobines pour y engendrer du courant électrique. Dès la seconde moitié du 19^e siècle, les génératrices de courant sont progressivement remplacées par des dynamos plus puissantes équipées d'électroaimants et souvent mises en mouvement par des machines à vapeur.



Dynamo électrique

MHS 207

Acier, bois, cuivre, fer, laiton, Bréguet, Paris, 19^e siècle

Les effets magnétiques du courant

Après l'invention de la pile, les savants ressentent très vite le besoin de mesurer ce mystérieux fluide continu. Vers 1820, ils mettent au point des galvanomètres dont le principe repose sur les effets magnétiques du courant. Une aiguille aimantée mobile est placée au centre d'une bobine de fil parcourue par le courant à mesurer ; lorsqu'il circule, celui-ci engendre un champ magnétique qui fait dévier l'aiguille de sa position d'équilibre ; la déviation est proportionnelle à l'intensité du courant. Les premiers ampèremètres mesurant l'intensité du courant en « ampères » n'apparaissent que vers la fin du 19^e siècle.



Galvanomètre

MHS 229

Acier, cuivre, laiton, verre, 19^e siècle

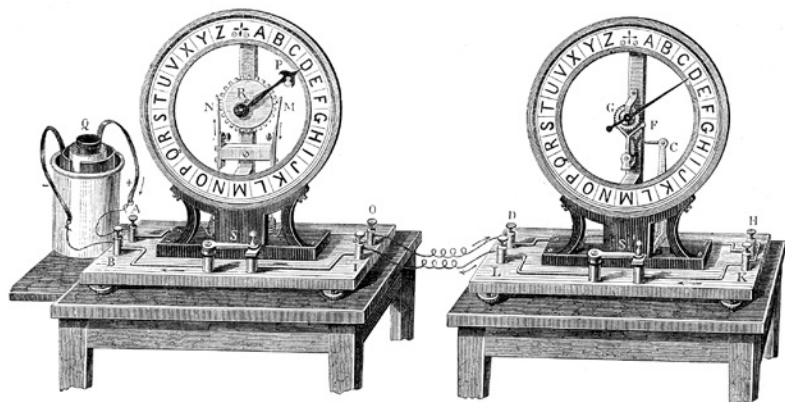
Des signaux électriques pour communiquer à distance

Transmettre des signaux

Le télégraphe est sans doute une des premières réussites pratiques et économiques liées à l'invention de la pile. Un premier essai de télégraphie à cadran muni de cinq fils transmetteurs a lieu en Angleterre en 1837. En 1844, l'Américain Samuel Morse (1791-1872) révolutionne l'histoire de la télégraphie en inventant un code attribuant à chaque lettre une combinaison de traits et de points. Un simple interrupteur relié à une batterie suffit désormais pour envoyer des signaux électriques. Au 19^e siècle, le développement du télégraphe est étroitement lié à celui du chemin de fer. Les premiers messages télégraphiques servent d'ailleurs essentiellement à avertir de l'arrivée d'un train ou d'un problème technique.



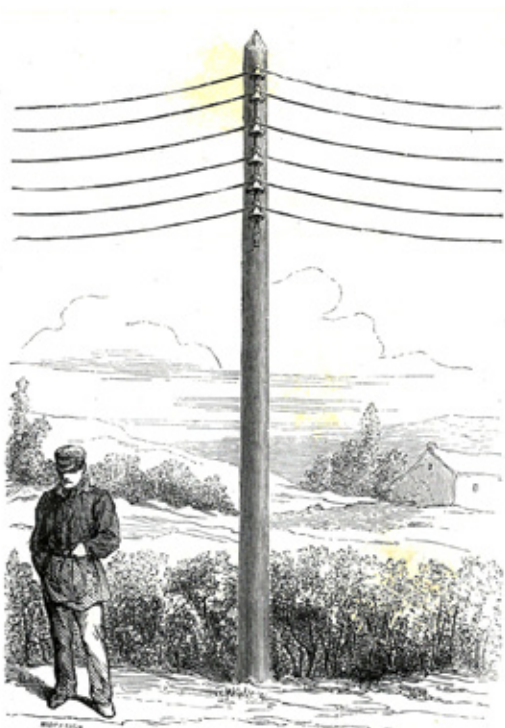
Télégraphe à cadran
MHS 221
Bois, cuivre, laiton, 19^e siècle



Télégraphe à cadran

Traité de physique, Ganot, Paris, 1884.

Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences



Poteau télégraphique

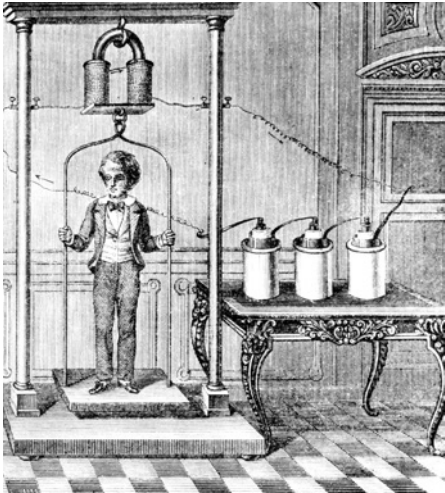
Louis Figuier, Merveilles de la science, T.2, Paris, 1868.

Bibliothèque du MHS

Fig. 83. — Poteau télégraphique.

L'électroaimant, cœur du télégraphe

Une bobine de fil enroulée autour d'une tige de fer se comporte comme un aimant lorsqu'elle est parcourue par un courant électrique. Quand le courant est interrompu, elle perd aussitôt son aimantation. Tel est le principe de fonctionnement de l'électroaimant, au cœur de nombreuses innovations technologiques du 19^e siècle dont la télégraphie. Dans les récepteurs morse, les électroaimants transforment des signaux électriques en des combinaisons de traits et de points inscrits sur des rubans enregistreurs. Ils permettent aussi de synchroniser l'aiguille du cadran récepteur avec celle de l'émetteur dans les télégraphes alphabétiques.



Electroaimant soulevant un expérimentateur

Traité de physique, Ganot, Paris, 1884.

Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences



Electroaimant

MHS 2543

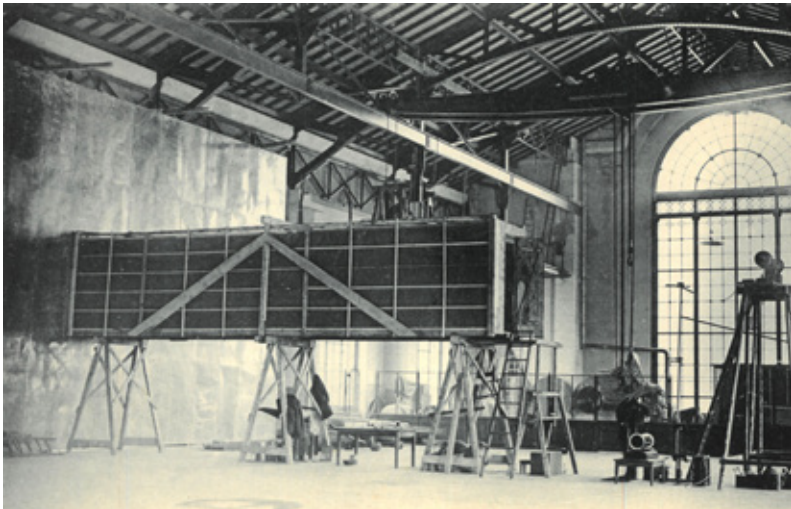
Bois, cuivre, fonte, laiton, Max Kohl, Allemagne, 19^e siècle

Des ondes radio invisibles

Vers 1880, le physicien allemand Heinrich Hertz (1857-1894) découvre expérimentalement les ondes radio, un type d'ondes électromagnétiques particulier dont l'existence avait été postulée vingt ans plus tôt par le physicien écossais James Clerck Maxwell (1831-1879).

Les ondes sont produites par un oscillateur, un système constitué d'une bobine d'induction dont les décharges électriques engendrent des étincelles entre deux tiges métalliques. En se plaçant à une certaine distance de l'oscillateur, les ondes sont détectées par un résonateur (récepteur) constitué par un anneau en fer interrompu par un petit espace dans lequel apparaissent des étincelles de différentes tailles. Les grandes correspondent aux ventres des ondes et les courtes à leurs nœuds.

Les expériences de Hertz seront reprises et approfondies en 1889 par deux savants genevois, Edouard Sarasin (1843-1917) et Lucien de la Rive (1834-1924).

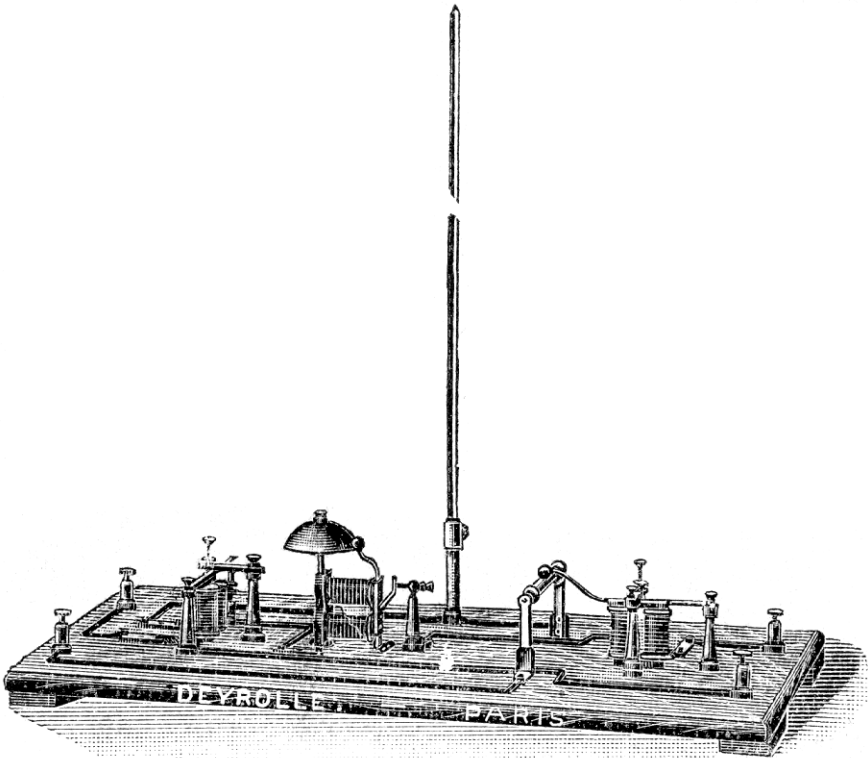


Réplication des expériences de Hertz par Sarasin et de la Rive dans le bâtiment des forces motrices à Genève en 1889

Sur la paroi de gauche est installé le grand miroir métallique destiné à réfléchir les ondes radio. Au centre se trouve la galerie d'observation soutenue par des chevalets dans laquelle sont déplacés les résonateurs. Sur la droite, on distingue une bobine d'induction reliée à l'oscillateur (générateur d'ondes) sur la structure en bois. Archives des sciences physiques et naturelles, tome 28, 1893. Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences.

La transmission sans fil

L'invention de la transmission sans fil (TSF) est l'aboutissement d'une suite de travaux menés par de nombreux savants. D'abord Faraday découvre l'induction, puis Maxwell, son élève, pose les fondements théoriques de l'électromagnétisme, assimilant la lumière à une onde. Viennent ensuite l'Allemand Hertz, qui vérifie expérimentalement l'existence de ces ondes, et le Français Edouard Branly (1844-1940), qui met au point le premier récepteur d'ondes radio à base de limaille de fer. Finalement, c'est l'Italien Guglielmo Marconi (1874-1937) qui parvient, dès 1895, à transmettre des signaux morse sur plus de deux kilomètres par voie aérienne sans recourir au moindre fil télégraphique terrestre !

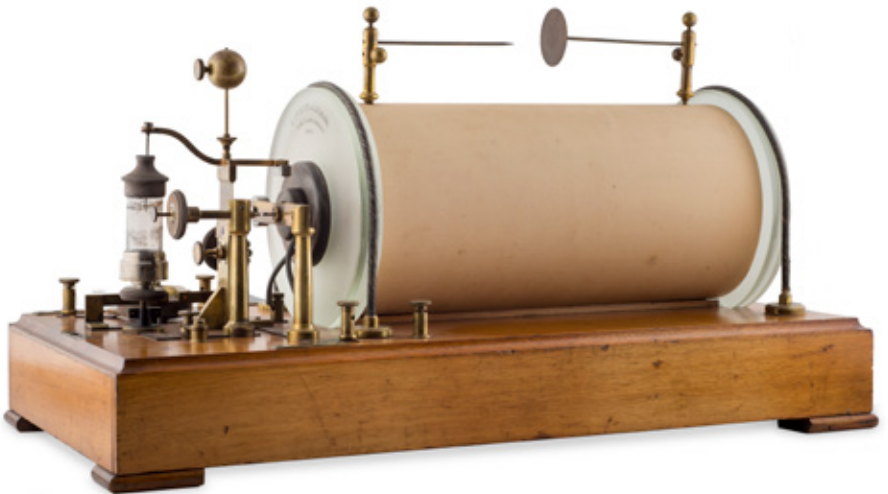


Appareil T.S.F. de démonstration
Physique générale expérimentale, Deyrolle, Paris, 1936

La bobine d'induction

Apparue au milieu du 19^e siècle, la bobine d'induction a joué un rôle important dans plusieurs découvertes scientifiques majeures de cette époque: rayons X, décharges lumineuses dans les gaz raréfiés, transmission des ondes radio, etc.

La bobine est un instrument qui permet de produire des décharges électriques de haute tension (plusieurs dizaines de milliers de volts) à partir d'une source de courant initial de basse tension. La bobine est constituée d'un cylindre de fer autour duquel sont entourées deux bobines, la primaire (fils de grande section et peu de spires) et la secondaire (fils de petite section et beaucoup de spires). Le courant continu introduit dans la première bobine est interrompu périodiquement par un interrupteur, ce qui engendre des courants induits de haute tension dans la seconde bobine.



Bobine d'induction

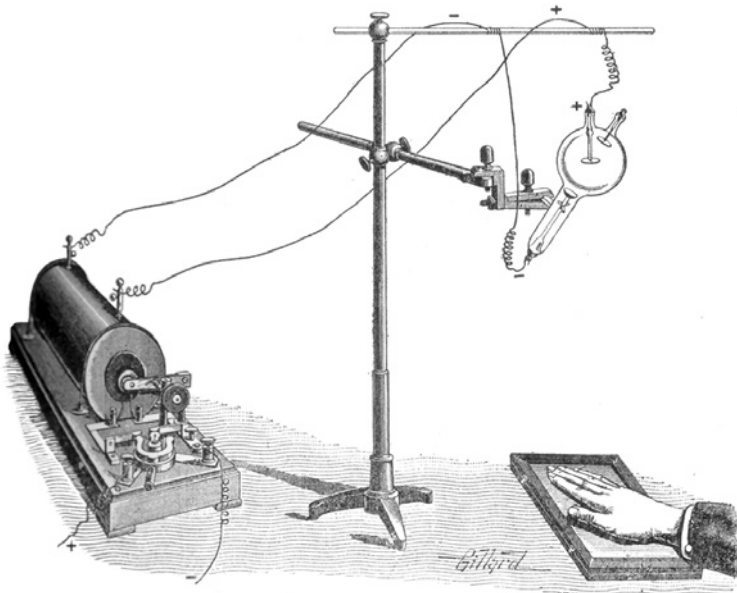
MHS 75

Bois, cuivre, ébonite, 19^e siècle

Des effets lumineux et thérapeutiques de l'électricité

De l'étincelle aux rayons X

Depuis le 18^e siècle, les savants étudient au moyen de machines électriques les effets des décharges dans des tubes contenant des gaz raréfiés. Ils observent que leurs couleurs dépend de la nature des gaz. En augmentant la qualité du vide dans le tube, les scientifiques remarquent, au cours du 19^e siècle, que les lueurs laissent la place à des rayons invisibles qui impriment une couleur verte à la paroi en verre où ils se projettent. En 1887, l'Anglais William Crookes (1832-1919) démontre que ces rayons proviennent de la borne négative du tube nommée cathode. D'où leur appellation de rayons cathodiques. C'est en étudiant ce rayonnement que le physicien allemand Wilhelm Röntgen (1845-1923) découvre, en 1895, une nouvelle sorte de rayons capables de traverser la matière et d'impressionner une plaque photographique qu'il baptise rayons X.



Dispositif de radiographie

A travers l'électricité, Dary, Paris, 1901. Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences

L'électricité pour soigner

Constatant que les décharges électriques suscitent des palpitations et une accélération du pouls, certains médecins (ou charlatans...) ont très vite eu l'idée d'utiliser les premières machines électrostatiques à des fins médicales, par exemple pour favoriser la circulation du sang ou la cicatrisation des plaies.

A Genève, le physicien Jean Jallabert (1712-1767) réussit à redonner l'usage d'un avant-bras paralysé à un patient après un traitement électrique de trois mois. Au cours du 19^e siècle, des expérimentateurs tentent de remettre en vie des cadavres en leur appliquant un courant engendré par une forte pile.

Le médecin français Guillaume Duchenne (1806-1875), considéré parfois comme le père de l'électrothérapie moderne, utilise l'électricité (de faible intensité) produite par une petite machine à induction portable pour explorer les différents faisceaux musculaires du corps humain. En appliquant localement les électrodes à certains endroits du corps, il parvient à stimuler la contraction de muscles bien précis.



Machine électro-magnétique pour électrothérapie

MHS 916

Bois, cuivre, fer, laiton, Deleuil, Paris, vers 1865.

Les savants et les unités de mesure

Des savants électriciens évoqués dans les pages précédentes ont donné leur nom à des unités de mesure dont certaines sont encore utilisées couramment aujourd'hui.

Ampère (A)

Unité de mesure de l'intensité du courant, ou autrement dit, de la quantité d'électricité qui passe par seconde à travers la section d'un fil conducteur.

Farad (F)

Unité de mesure de la capacité électrique d'un condensateur pour un potentiel donné.

Hertz (Hz)

Unité de mesure de la fréquence d'une onde. Elle définit le nombre d'oscillations de l'onde par seconde.

Maxwell (Mx)

Ancienne unité de mesure du flux magnétique. Elle n'a plus cours aujourd'hui.

Oersted (Oe)

Ancienne unité de mesure de l'intensité du champ magnétique. Aujourd'hui, l'Oersted n'est plus considéré comme une unité de mesure officielle.

Volt (V)

Unité de mesure de la tension (ou différence de potentiel électrique). La tension peut être comparée à la différence d'altitude entre deux points d'un cours d'eau.

Watt (W)

Bien que non évoqué dans ce carnet, le Watt est une unité familière utilisée pour la mesure de la puissance électrique. L'Anglais James Watt ne s'occupa pas d'électricité, mais se consacra à l'amélioration de la machine à vapeur.

Pour en savoir plus

Beltran Alain. *La fée électricité*. Découvertes Gallimard. Paris, 1991.

Blondel Christine. *Histoire de l'électricité*. Explora Pocket sciences, Paris, 1994.

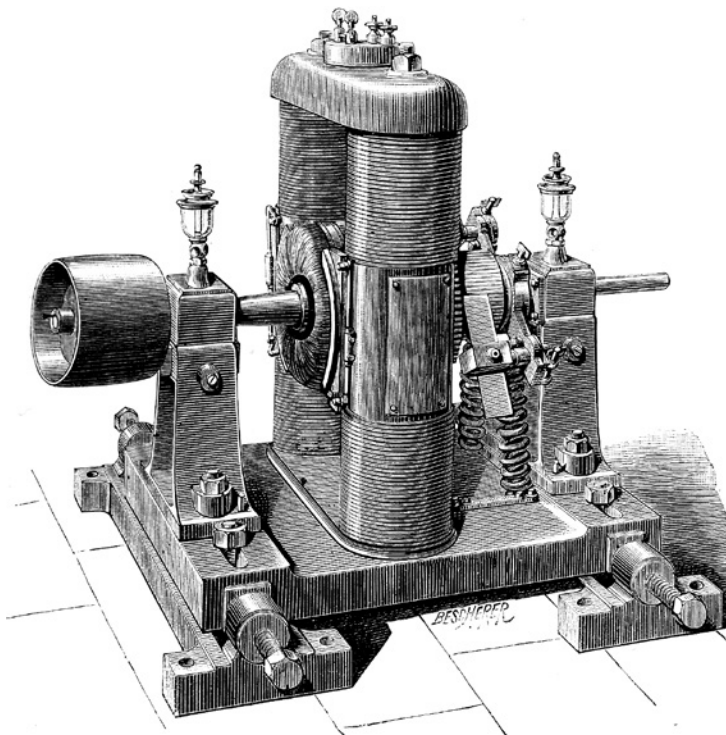
Carré Patrice Alexandre. *Du tam-tam au satellite*. Explora Pocket sciences. Paris, 1991.

Dary Georges. *A travers l'électricité*. Paris, 1901.

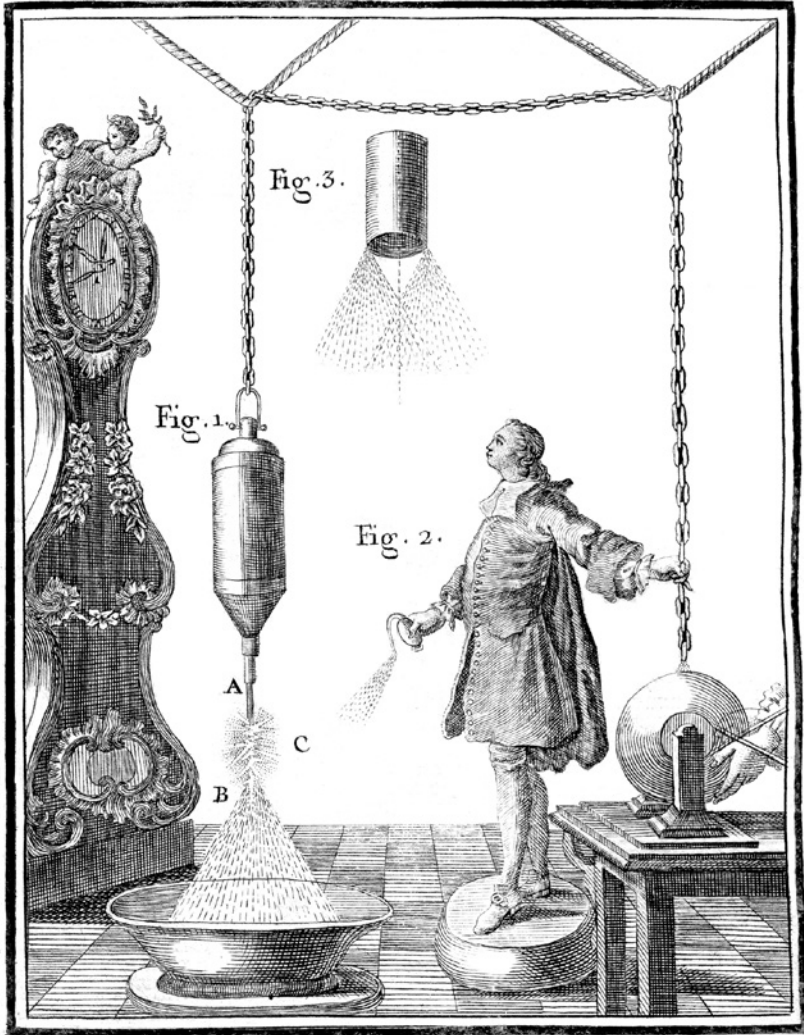
Figuier Louis. *Les merveilles de la science*. Paris, 1867.

Ganot Georges. *Traité de physique*. Paris, 1884.

Parker Steve *L'électricité*. Gallimard. Paris, 1993.



Machine dynamo-électrique de Bréguet
Merveilles de la science, Figuier, Paris, 1867



Expériences sur l'électricité statique

Recherches sur les phénomènes électriques, Abbé Nollet, Paris, 1753.

Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences

Les petits carnets du Musée d'histoire des sciences

Les collections du Musée racontées par des petits carnets thématiques.

Les parutions à ce jour:

- 1 Sous le ciel du Mont-Blanc: Sur les traces de Horace-Bénédict de Saussure (1740-1799), pionnier de la météorologie alpine. Juillet 2006, réédition 2020
- 2 Il était une fois l'électricité: Une histoire de l'électricité racontée par les instruments du Musée d'histoire des sciences. Octobre 2007, réédition 2020
- 3 L'heure au soleil: Description et usage des principaux types de cadrans solaires exposés au Musée d'histoire des sciences. Février 2008, réédition 2020
- 4 Voir l'infiniment petit: Des instruments du Musée d'histoire des sciences retracent les grandes étapes de la microscopie. Octobre 2008, réédition 2020
- 5 L'univers modélisé: Survol de quelques instruments du Musée d'histoire des sciences qui représentent le ciel et la terre. février 2009, réédition 2020
- 6 Scruter le ciel: Brève initiation à l'astronomie et présentation de quelques instruments du premier Observatoire de Genève. Février 2009, réédition 2020
- 7 Le cabinet Pictet: l'art d'enseigner la science par l'expérience. Août 2009, réédition 2020
- 8 Jean-Daniel Colladon, savant et industriel genevois. Février 2010.
- 9 Du pied au mètre, du marc au kilo: L'histoire des unités des poids et mesures évoquée par quelques objets emblématiques des collections du Musée d'histoire des sciences. Juin 2010, réédition 2020
- 10 Les débuts de la météorologie moderne. A paraître 2020.
- 11 Les tubes (et ampoules) du Musée d'histoire des sciences. A paraître 2020

Téléchargeables sur le site <http://institutions.ville-geneve.ch/fr/mhn/votre-visite/site-du-musee-dhistoire-des-sciences/parcours-permanent/>

**MUSÉE
D'HISTOIRE
DES SCIENCES
GENÈVE**

Villa Bartholoni
Parc de la Perle du Lac
Rue de Lausanne 128
1202 Genève
Tél: + 41 22 418 50 60
Ouvert tous les jours de 10 à 17h sauf le mardi
www.museum-geneve.ch
info@museum-geneve.ch

UN SITE DU
m **séum**
genève

ISSN 2673-6586