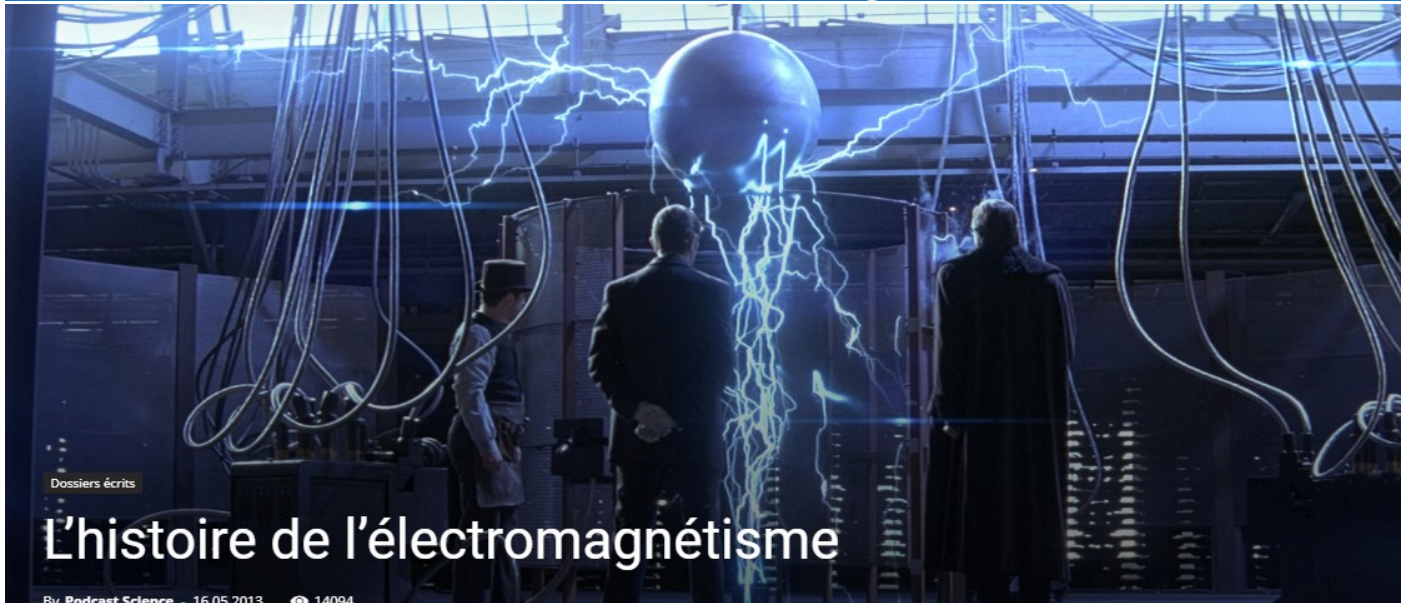


Histoire de l'électromagnétisme



Les phénomènes électriques et magnétiques sont connus depuis l'antiquité. On savait que l'ambre frottée attirait les corps légers et que certaines pierres étaient attirées par les objets en fer. Mais les connaissances de l'époque ne permettaient pas de différencier ces deux phénomènes.

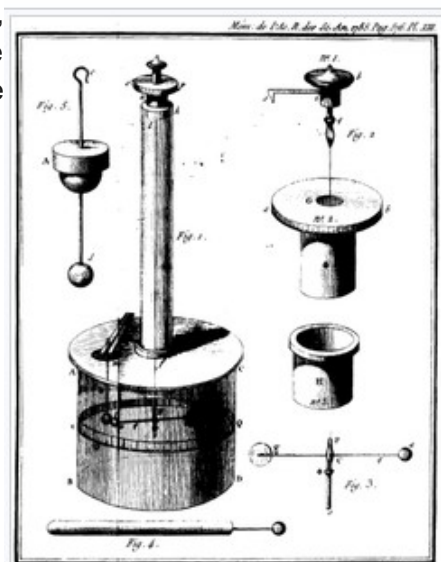
C'est William Gilbert (1544-1603) médecin anglais à la cour d'Élisabeth Ière qui le premier, par ses expériences, différencie ces deux forces mystérieuses. De 1600 à 1740, l'expérimentation n'est que qualitative mais les savants de l'époque ont réussi à mettre au point des générateurs fournissant des tensions de 50 à 70 000 V.



Des expériences spectaculaires mettant en jeu les phénomènes électriques sont montrées dans les salons.

En 1777 Charles Augustin Coulomb habile expérimentateur, montra que la valeur de la force électrostatique exercée par une sphère électrisée sur une autre était inversement proportionnelle au carré de la distance entre les deux sphères.

Coulomb est toutefois surtout connu pour les expériences historiques qu'il a réalisées à l'aide d'une **balance de torsion** appelée « **balance de Coulomb** » pour déterminer la force qui s'exerce entre deux charges électriques (**loi portant son nom**).

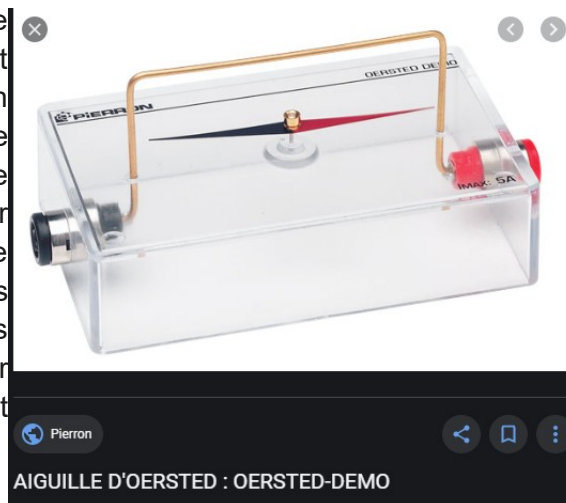


La balance de torsion de Coulomb (gravure des *Mémoires de l'Académie des Sciences*), 1784).

Lorsque, en 1820, un professeur de physique de l'université de Copenhague, Hans Christian Ørsted, annonça qu'il venait d'observer qu'un fil parcouru par un courant électrique provoquait la déviation d'une aiguille aimantée placée à proximité, il ne se doutait probablement pas qu'il ouvrait ainsi la voie à l'électromagnétisme, qui allait devenir l'un des piliers de la physique du XIXe siècle. Certes, on soupçonnait déjà qu'existait une relation de cousinage entre les phénomènes électriques et magnétiques, ne serait-ce que parce que l'on savait qu'un orage, dont la nature électrique avait été établie par Benjamin Franklin pouvait perturber le fonctionnement des boussoles. Mais une telle influence n'avait jamais pu être mesurée de façon rigoureuse et reproductible.

Au début du XIXe siècle, l'édifice théorique de cette branche de la physique était constitué de deux piliers bien séparés : l'électrostatique d'une part, la magnétostatique d'autre part. L'électrostatique décrivait les interactions entre corps chargés électriquement, la magnétostatique celles entre corps aimantés. Les deux domaines présentaient bien certaines similitudes, par exemple la propriété pour les objets étudiés de se repousser ou de s'attirer, mais ils semblaient recouvrir des phénomènes de natures distinctes : un aimant et un corps électrisé ne s'attirent pas ; un corps électrisé est soit chargé positivement, soit chargé négativement, tandis qu'un aimant contient toujours deux pôles inséparables, même lorsqu'on le casse en deux.

Une semaine après l'exposé d'Ørsted, André Marie Ampère donna l'explication de ce que celui-ci avait observé. Il prit comme objet élémentaire le fil conducteur parcouru par un courant électrique (ou, plus exactement, une portion infime de ce fil) et ramena le problème du magnétisme à celui de l'interaction entre fils électriques. Si un fil est susceptible d'agir sur un aimant, c'est parce qu'un aimant est au fond lui-même équivalent à une multitude de boucles de courants élémentaires. Ampère trouvait ainsi la clé de l'ensemble des phénomènes magnétiques observés, mettant le doigt sur l'origine commune des phénomènes magnétiques et



électriques : le magnétisme résulte simplement de la présence de courants électriques, c'est-à-dire de déplacements de charges électriques .

La compréhension de ce lien entre électricité et magnétisme fut renforcée par les travaux de Michael Faraday. Fasciné par l'expérience d'Ørsted, celui-ci n'eut de cesse de démontrer l'effet inverse, c'est-à-dire l'induction par un aimant d'un courant électrique au sein d'un fil conducteur. Il y parvint en 1831, découvrant que l'effet ne se produit que si l'aimant est animé d'un mouvement par rapport au fil. Ce nouveau phénomène, l'induction électromagnétique, allait jouer un rôle considérable dans le développement de l'électricité industrielle.

Faraday réveilla ensuite un vieux débat de la physique : la question de l'action instantanée à distance. L'idée que l'interaction entre deux corps ne dépend que de leur nature propre et de la distance qui les sépare, non du milieu qui les sépare, heurte le sens commun puisqu'elle ne dit rien sur la façon dont l'interaction se propage d'un corps à l'autre. Faraday croyait à l'idée d'une propagation " de proche en proche ". Cette conception était étayée par un fait expérimental qu'il contribua à élucider : les quantités de charges qui s'accumulent à la surface de deux conducteurs placés en regard l'un de l'autre et séparés par un milieu diélectrique, c'est-à-dire isolant, dépendent non seulement de la distance séparant les deux conducteurs, mais aussi de la nature du milieu intermédiaire.

Mais Faraday, peu à l'aise en mathématiques, ne parvint pas à formaliser de façon rigoureuse son intuition. Cette tâche fut accomplie par William Thomson (le futur Lord Kelvin) et surtout James Clerk Maxwell. Dans le but de décrire l'influence dans l'espace environnant de la présence de charges électriques fixes ou en mouvement, ce dernier précisa les concepts de champ électrique et de champ magnétique, qui caractérisent en quelque sorte " l'état électromagnétique " d'un point quelconque de l'espace. En 1864, il obtint neuf équations fondamentales (qu'on est depuis parvenu à réduire à quatre). Cette théorie très élégante permettait – résultat capital – de calculer la vitesse de propagation des phénomènes électriques et magnétiques, si grande que l'on n'avait pas pu la mesurer jusqu'alors.

Ce fut un jeune Allemand, Heinrich Hertz, élève de l'un des grands physiciens de l'époque, Hermann von Helmholtz, qui paracheva le triomphe de la théorie de Maxwell. Ensuite, il vérifia expérimentalement la prédiction fondamentale de la théorie de Maxwell, c'est-à-dire que les ondes électromagnétiques se propagent à la vitesse de la lumière. A l'aide d'un dispositif électrique qu'il avait mis au point, il produisit en 1887 des ondes électromagnétiques de grande longueur d'onde, les ondes hertziennes, dont il put mesurer la vitesse de propagation et vérifier qu'elle s'identifiait bien avec celle de la lumière. Après qu'il eut démontré expérimentalement que ces ondes pouvaient être réfléchies ou réfractées, tout comme la lumière il devint clair que celle-ci ne se distinguait plus en rien de celles-là : la nature électromagnétique de la lumière était établie, jetant un éclairage nouveau sur les équations de Maxwell. Au moyen de quatre équations relativement simples, on unifiait non seulement l'électricité et le magnétisme, mais on ramenait à la nouvelle branche ainsi formée l'ensemble de l'optique. Jamais, dans l'histoire de la physique, un ensemble aussi restreint de lois n'avait suffi à rendre compte d'une telle diversité de phénomènes.

La théorie fut encore améliorée en 1895 par le physicien hollandais Hendrik Antoon Lorentz, après qu'on eut découvert la particule porteuse de la charge électrique (négative) élémentaire : l'électron .

La théorie de Maxwell demeure la théorie de base du champ d'applications le plus fécond qu'elle ait ouvert : celui des télécommunications hertziennes. Inauguré par la découverte des ondes du même nom, ce domaine se développa rapidement, à la fin du XIX^{ème} siècle, grâce à la mise au point d'émetteurs et de récepteurs de plus en plus perfectionnés. En 1895, le Russe Aleksandre Popov réalisa en laboratoire la première transmission de signaux Morse par voie hertzienne. La télégraphie sans fil (T.S.F) était née. Six ans plus tard, l'Italien Guglielmo Marconi reliait par cette même voie le continent européen au continent américain. Grâce aux progrès technologiques de la première moitié du XX^{ème} siècle (en particulier à l'apparition et au développement des tubes électroniques), il devint bientôt possible de transporter à

distance le son, puis l'image. La capacité des ondes hertziennes à se réfléchir lorsqu'elles rencontrent un obstacle fut pour sa part à l'origine de l'invention dans les années 30 d'un moyen de détection très efficace : le radar.



Télégraphie sans fil de Guglielmo Marconi



Cette antenne radar longue portée, connue sous le nom ALTAIR, est utilisée pour détecter et pister les objets spatiaux en conjonction avec le système anti-missiles balistiques sur le site Ronald Reagan Test Site localisé principalement sur l'atoll Kwajalein des Îles Marshall.

Questions:

- 1- Rechercher l'étymologie des mots *électricité* et *magnétisme*.
- 2- Définir sommairement les phénomènes d'électrostatique et de magnétisme? Préciser leur(s) similitude(s) et leur(s) différence(s).
- 3- Décrire les expériences qui ont permis de en mettre en évidence le lien existant entre l'électricité et le magnétisme.
- 4- Quels sont les différents physiciens cités dans le texte ? Rechercher leur biographie.
- 5- Quelles sont les applications de l'électromagnétisme citées dans le texte ? En connaissez vous d'autres ? Si oui lesquelles ?
- 6- Construire une frise chronologique permettant de retracer l'histoire de l'électromagnétisme