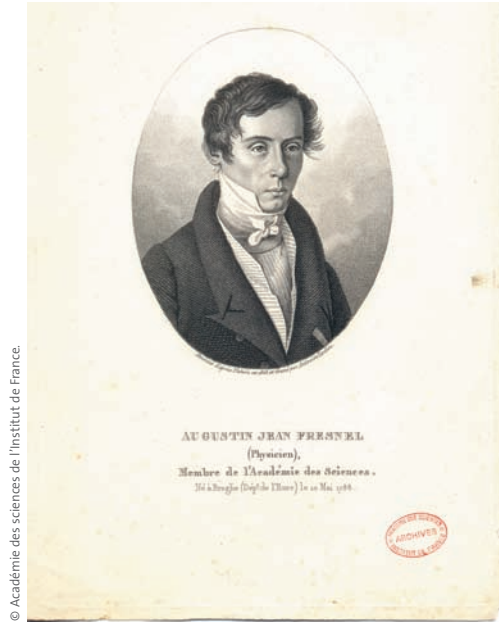


Histoire des sciences

Augustin Fresnel (1788-1827)

Jean-Claude Boudenot

Thalès, 91767 Palaiseau (jean-claude.boudenot@thalesgroup.com)



© Académie des sciences de l'Institut de France.

Louis de Broglie avait, dans son bureau de secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, un très beau buste d'Augustin Fresnel. Par-delà le temps, les destins de ces deux grands physiciens français se sont croisés. Après un siècle de suprématie de la théorie corpusculaire de la lumière, Fresnel a imposé, au début du XIX^e siècle, la théorie ondulatoire. Un nouveau siècle plus tard, de Broglie montrera que les particules elles-mêmes, comme les électrons, sont également des ondes. Cette convergence scientifique expliquerait, à elle seule, l'admiration de Louis de Broglie pour Fresnel. Mais il y a plus, les destins de leurs familles se sont également croisés. Augustin Fresnel est né le 10 mai 1788 à Broglie, en Normandie. Son père, Jacques Fresnel, architecte, s'occupait de la rénovation du château du Maréchal Victor François de Broglie, l'un des glorieux ancêtres du futur père de la mécanique ondulatoire. C'est d'ailleurs là, à Broglie, que Jacques Fresnel rencontra sa future femme, Augustine Mérimée. Ils eurent quatre fils. Lorsque l'on prononce le nom de Mérimée, on pense au célèbre écrivain Prosper Mérimée : ce dernier était, en effet, le cousin germain d'Augustin Fresnel.

Nous sommes à la période de la Révolution et, en 1790, la famille se retire dans son village d'origine, Mathieu, près de Caen. Augustin ne se montre pas précoce : dans sa notice académique sur son ami Fresnel, François Arago rapporte

qu'à huit ans Augustin savait à peine lire, mais il précise qu'il se livrait à des expériences si réussies que ses camarades l'appelaient « l'homme de génie ». Le système éducatif laissé par la Révolution était heureusement très libéral ; les Écoles Centrales, créées en 1795, et qui deviendront en 1802 les lycées, mettaient l'accent sur les choses de la nature, les langues vivantes et les mathématiques. Augustin entre à l'École Centrale de Caen à l'âge de 13 ans et a la chance d'avoir un professeur hors du commun, dont la modestie et la gentillesse n'avaient d'égal que le talent. Il s'agit de M. Quesnot, qui envoya plusieurs dizaines de ses élèves sur les bancs de l'École Polytechnique.

En 1804, alors qu'il n'a que seize ans et demi, notre futur physicien entre à la jeune, mais déjà prestigieuse École Polytechnique. L'élite de la science française, y enseigne : les professeurs de Fresnel ne sont autres que Fourier, Poisson, Monge, Lacroix ou Legendre ! Sorti dans le corps des Ponts et chaussées, Fresnel poursuivra toute sa vie son métier d'ingénieur. Son premier poste l'emmène en Vendée, où il travaille à l'édification de La Roche-sur-Yon, puis il est ensuite muté à Nyons en vue d'établir une route allant de l'Italie à l'Espagne. Ses activités ne lui plaisent guère, il indique lui-même : « Je ne trouve rien de si pénible que d'avoir à mener des hommes, et j'avoue que je n'y entends rien du tout. » C'est presque par hasard, après avoir lu en 1814 un mémoire de Biot sur la polarisation de la lumière, qu'il se met à réfléchir sur la nature des phénomènes lumineux et à réaliser ses premières expériences.

Malheureusement, Augustin n'a que peu de temps à consacrer à la question qui le passionne. Mais des événements politiques vont venir changer la situation, pour le plus grand bénéfice de la physique. Lorsque, le 1^{er} mars 1815, Napoléon, après s'être échappé de l'île d'Elbe, débarque à Golfe-Juan, Fresnel s'engage à côté des Bourbons pour lui barrer la route. Peine perdue, c'est le début des Cent-jours et la sanction ne se fait pas attendre, Fresnel est destitué de son poste d'ingénieur du corps des Ponts. Il bénéficie toutefois, grâce à un préfet, d'un traitement de faveur : il est envoyé dans le village de son enfance, à Mathieu. Il y passe quelques mois et se livre pleinement à ses recherches sur la théorie de la lumière. « N'ayant pas à ma disposition,

Le 29 juin 2007, a été inaugurée l'avenue Fresnel en présence d'Arnold Migus, Directeur général du CNRS, de Xavier Michel, Directeur de l'École Polytechnique, de Bertrand Demotes-Mainard, Directeur de Thalès Research & Technology France et de Jean-Louis Martin, Directeur de l'Institut d'Optique Graduate School.

Cette avenue, située sur le campus de l'X de Palaiseau, passe devant le centre de recherche de Thalès et l'Institut d'Optique Graduate School, pour conduire à l'une des entrées de l'École Polytechnique. Cette inauguration est l'occasion de rappeler quelques éléments de la vie et de l'œuvre de ce grand physicien.

Figure 1 : Portrait d'Augustin Fresnel.



Figure 2 : Inauguration de l'avenue Fresnel. De gauche à droite : Jean-Louis Martin, Bertrand Demotes-Mainard, Arnold Migus et le Général Xavier Michel.

En savoir plus...

- 1 • *François Arago*, Notice biographique d'Augustin Fresnel, lue à l'Académie des sciences, le 26 juillet 1830.
- 2 • *Augustin Fresnel*, Œuvres complètes, Paris 1866-1876 (voir en particulier l'introduction d'Émile Verdet).
- 3 • *Jules Jamin*, Discours prononcé au nom de l'Académie des sciences à l'inauguration du monument de Fresnel à Broglie, le 14 septembre 1884.
- 4 • *Émile Picard*, Discours prononcé lors de la cérémonie du centenaire de la mort d'Augustin Fresnel à la Sorbonne, le 27 octobre 1927.
- 5 • *Hendrik Antoon Lorentz*, Discours prononcé lors de la cérémonie du centenaire de la mort d'Augustin Fresnel à la Sorbonne, le 27 octobre 1927.
- 6 • *Louis de Broglie*, Un grand physicien français, Augustin Fresnel, Discours prononcé lors de la cérémonie du centenaire de la mort d'Augustin Fresnel à la Sorbonne, le 27 octobre 1927, archives de l'Académie des sciences.
- 7 • Les cahiers de *Science & Vie*, N°5, octobre 1991.
- 8 • *J. & V. Rosmorduc, F. Dutour*, Les révolutions de l'optique et l'œuvre de Fresnel, Ed. Vuibert, 2004.

raconte t-il, pendant mes premiers essais, de lentille plus forte, j'eus recours à un globule de miel que je déposai sur un petit trou pratiqué dans une feuille de cuivre. Éclairé par ce globule, le fil de fer dont je mesurais les franges en produisait encore de fort nettes, même lorsqu'il n'était plus qu'à un centimètre du point lumineux. » Ce sont ces expériences de fortune qui vont faire renaître la théorie ondulatoire de la lumière. Fresnel publie deux notes à l'Académie des sciences qui sont remarquées, en particulier, du déjà célèbre François Arago. Après la chute de Napoléon à Waterloo, Fresnel retrouve son poste d'ingénieur, mais il n'aura alors de cesse de continuer ses recherches en optique. Grâce à l'influence d'Arago, il est d'ailleurs nommé à Paris.

En mars 1817, sous la malicieuse impulsion du même Arago, l'Académie met au concours, pour l'attribution de l'un de ses grands prix, l'étude expérimentale et théorique de la diffraction. Encouragé par Arago et Ampère, Fresnel se résout à concourir. Le travail sera jugé par une commission composée de Laplace, Biot, Poisson (tous newtoniens convaincus), mais également d'Arago et de Gay-Lussac. Le mémoire de Fresnel, terminé en 1818, est un chef-d'œuvre et restera à jamais comme l'un de ceux qui ont le plus apporté à l'optique. Il fait connaître son dispositif, les fameux « miroirs de Fresnel », permettant de mettre en évidence les interférences, il introduit les « intégrales de Fresnel » permettant le calcul des figures de diffraction, bref, il démontre que la conception ondulatoire de la lumière permet seule d'interpréter l'ensemble des phénomènes d'interférence et de diffraction. Poisson, en grand mathématicien, remarque que l'on peut calculer, grâce au formalisme mis au point par Fresnel, l'intensité diffractée par un disque circulaire opaque éclairé par un point lumineux. Poisson montre que, d'après cette théorie, le centre de l'ombre de ce disque devrait être lumineux, ce qu'il juge absurde. Il voit ainsi là une preuve de l'échec de la théorie de Fresnel. Mais ce dernier, prévenu par Arago de l'argument de Poisson, fait l'expérience et trouve bien un point lumineux. La commission, par un vote unanime, lui accorde alors, en 1819, le grand prix.

Fresnel est conscient que son mémoire n'explique pas tout : « À la vérité, dit-il, la double réfraction et la polarisation n'ont pas encore été expliquées dans le système des ondulations, mais, ajoute-t-il, l'ont-elles été davantage dans celui de Newton ? » Le hasard veut que Fresnel, à partir de 1820, loue un logement dans la maison d'Ampère, rue des Fossés-Saint-Victor. C'est probablement Ampère qui le met sur la voie des ondes transverses. C'est à la même époque que notre physicien réalise, avec Arago, les si jolies et si fondamentales expériences d'interférence en

lumière polarisée. En 1823, Fresnel achève son second grand mémoire où l'on trouve la nature transverse des vibrations lumineuses. Il fonde, dans un état de perfection rarement atteint, l'optique cristalline. Polarisation circulaire et elliptique, couleurs des lames minces, propriétés optiques des matériaux bi-axes, formules de Fresnel donnant les proportions des lumières réfléchies et réfractées par les substances, sont quelques-uns des trésors que l'on trouve dans ce mémoire.

Sept ans, sept petites années seulement auront été nécessaires à Fresnel pour, suivant le mot de Lorentz, « fonder, presque dans sa forme actuelle, la science de l'optique ». En 1823 Fresnel est élu, à l'unanimité des suffrages (fait extrêmement rare), membre de l'Académie des sciences. En 1825, c'est la Société Royale de Londres qui l'accueille dans ses rangs au côté de Thomas Young.

Malgré une santé fragile, Fresnel poursuit de front ses travaux de recherche et ses occupations professionnelles. Attaché au service des phares et balises, il développe la fameuse lentille à échelon, bientôt appelée lentille de Fresnel, ainsi que les lampes à mèches concentriques ou les phares à éclipses. Dès 1823, la première lentille de Fresnel sera installée sur la tour de Cordouan, à l'entrée de la Gironde, et confèrera au phare une portée de 60 kilomètres. Mais en 1824, Fresnel a une attaque d'hémoptysie. En juin 1827 il est transporté à Ville-d'Avray pour bénéficier de l'air de la campagne. À cette époque, Arago apprend que la Société Royale de Londres a attribué à Fresnel sa plus grande distinction, la médaille Rumford. Il est chargé de la lui remettre. Fresnel est très faible. Il jette un coup d'œil sur la médaille, puis il dit à Arago :

« Je vous remercie d'avoir accepté cette mission ; je devine combien elle a dû vous coûter, car vous avez pressenti, n'est-ce pas, que la plus belle couronne est peu de chose, quand il faut la déposer sur la tombe d'un ami. » Peu de temps avant sa disparition, qui eut lieu huit jours plus tard, le 14 juillet 1827, Fresnel exprimait cet émouvant regret : « J'aurais désiré vivre plus longtemps, car je sens qu'il y a dans l'inépuisable carrière des sciences un grand nombre de questions d'utilité publique, dont peut-être j'aurais eu le bonheur de trouver le secret. »

Un buste de Fresnel se dresse dans son village natal, avec cette inscription : « La théorie de la lumière doit à cet émule de Newton une contribution essentielle. » Fresnel, le Newton français comme il a été parfois surnommé, ce grand polytechnicien, fondateur de l'optique moderne, ce grand ingénieur si motivé par les applications, méritait bien que l'avenue venant de l'École Polytechnique et passant entre l'Institut d'optique et le centre de recherche de Thalès porta son nom. C'est maintenant chose faite. ■