



AUGUSTIN JEAN FRESNEL
(Physicien),
Membre de l'Académie des Sciences.
Né à Broglie (Dépt. de l'Eure) le 10 Mai 1788.

AUGUSTIN FRESNEL

Il y a cent cinquante ans mourait, à l'âge de trente-neuf ans, Augustin Jean Fresnel.

La Rédaction des Annales a jugé à propos de commémorer cette disparition en reproduisant, avec l'aimable autorisation de l'auteur et de l'éditeur qu'elle remercie bien vivement, un texte de M. Louis de Broglie extrait de son livre "Physique et Microphysique", paru en 1947 aux éditions Albin Michel.

La Rédaction a également pensé qu'il serait agréable à ses lecteurs de posséder la reproduction d'un portrait de Fresnel, qu'on trouvera en encarté.

AUGUSTIN FRESNEL

(Extrait du livre de M. Louis de Broglie
mentionné à la page précédente)

Dès la plus haute Antiquité, les phénomènes où la Lumière intervient ont nécessairement attiré l'attention des hommes, car ils jouent un rôle essentiel dans toute leur vie. Aussi la question de la nature de la Lumière a-t-elle déjà préoccupé les philosophes de la Grèce et de Rome. L'histoire des théories de la Lumière a été depuis lors celle d'une longue lutte entre deux conceptions adverses : la conception corpusculaire et la conception ondulatoire. La première, à laquelle déjà se ralliait Lucrèce, assimile l'émission de la lumière à la projection par la source de petits corpuscules en mouvement rapide, tandis que la seconde voit dans la lumière une ondulation se propageant dans l'espace, plus ou moins analogue à ces rides que le jet d'une pierre dans un bassin provoque à la surface de l'eau. Le XVIII^e siècle fut pour la science de la Lumière, pour l'Optique, une époque de grands progrès. Le Hollandais Snell et surtout notre grand Descartes énoncent les lois de la réfraction; Pierre de Fermat, magistrat géomètre, trouve le grand principe qui aujourd'hui encore forme la clef de voûte de toute l'optique géométrique. Si Descartes paraît avoir sur la nature de la Lumière des idées un peu confuses, par contre Christian Huygens développe pour la première fois à la fin du XVIII^e siècle la théorie ondulatoire de la Lumière. Dans un livre admirable de clarté, il énonce ces belles propositions qui sous le nom de construction d'Huygens ou de principe d'Huygens figurent encore dans tous les traités d'optique. Le premier, il

étudie et interprète les phénomènes de double réfraction du spath d'Islande découverts peu auparavant par le Danois Erasme Bartholin. Mais Huygens ne parvint pas à expliquer certains faits fondamentaux comme la propagation rectiligne de la lumière et son opinion en faveur de la théorie des ondulations fut contrebalancée par l'opinion opposée du grand Newton. Celui-ci, auteur de découvertes expérimentales mémorables dans le domaine de l'optique telles que la décomposition de la lumière blanche par le prisme ou la production des anneaux colorés qui portent son nom, fut toujours favorable à l'explication corpusculaire qui portait à cette époque le nom de théorie de l'émission. Cependant il ressentit lui-même l'insuffisance de cette hypothèse en ce qui concerne l'interprétation des anneaux colorés et il développa une théorie un peu hybride où la conception des corpuscules s'amalgame à certaines idées ondulatoires, la théorie des accès, tentative bâtarde, mais cependant très intéressante car on peut y voir comme une première ébauche de notre actuelle Mécanique ondulatoire. Malgré quelques voix discordantes dont celle du grand géomètre Euler, l'image corpusculaire de la lumière resta en faveur pendant toute la durée du XVIII^e siècle : pendant cette époque, les connaissances expérimentales sur la lumière firent d'ailleurs peu de progrès.

Le début du XIX^e siècle fut au contraire marqué en optique par de belles découvertes expérimentales. Toute une catégorie nouvelle de phénomènes, ceux d'interférences, de diffraction et de polarisation est alors soigneusement étudiée. Dès le XVII^e siècle le Père Grimaldi, professeur à Bologne, avait pu observer des franges de diffraction, mais leur nature exacte lui avait échappé. Les anneaux de Newton sont un cas typique de phénomène d'interférences et c'est pour les interpréter que l'illustre auteur de la théorie de la Gravitation, pressentant qu'une telle interprétation serait nécessairement de nature ondulatoire, avait développé cette théorie des accès dont j'ai

parlé tout à l'heure. Ce fut le médecin anglais Thomas Young qui, dans des travaux publiés de 1801 à 1807, établit indubitablement l'existence des interférences lumineuses, c'est-à-dire de ces phénomènes en apparence paradoxaux où, suivant l'expression d'Arago, de la lumière ajoutée à de la lumière peut produire de l'obscurité. Presque contemporaines des expériences d'Young, sont en France celles de Malus qui, en 1808, découvre la polarisation par réflexion, puis celles d'Arago et de Biot sur les corps biréfringents, sur la lumière polarisée par les lames de quartz et sur la polarisation chromatique. Toute une jeune équipe de savants français du plus grand talent prépare ainsi le chemin pour l'œuvre capitale qui va bientôt surgir : celle d'Augustin Fresnel. Si Young est incontestablement celui qui a définitivement établi l'existence des interférences pressentie par Newton, c'est à Fresnel que revient la gloire d'avoir su en donner une interprétation définitive et d'avoir à cette occasion construit d'un seul jet, en reprenant et en complétant l'œuvre inachevée d'Huygens, le magnifique édifice de la théorie ondulatoire de la Lumière. Si Malus, Arago, Biot ont prolongé les découvertes de Bartholin et d'Huygens en approfondissant les propriétés des corps biréfringents et celles de la lumière polarisée, c'est encore à Fresnel qu'il appartient d'avoir fait rentrer tous ces phénomènes dans la théorie générale ondulatoire de la lumière en y introduisant la notion de transversalité des vibrations lumineuses.

Augustin Fresnel est né à la veille de la Révolution dans le village de Normandie qui, depuis le début du XVIII^e siècle, portait le nom de l'auteur de ce livre. Cette coïncidence, assurément curieuse, n'est pas fortuite. Sous le règne de Louis XVI, le Maréchal Victor-François de Broglie s'était retiré dans sa terre de Normandie : pour l'aider dans l'administration de ses biens, il avait appelé auprès de lui M. François Mérimée, ancien avocat au Parlement de Rouen et juriste distingué.

M. François Mérimée ne pensait sans doute guère à cette époque que sa descendance allait fournir à la France un de ses plus illustres littérateurs et un de ses plus glorieux savants. Et cependant il allait bien en être ainsi. Le fils de François Mérimée, Léonor Mérimée, devait, en effet, devenir Directeur de l'École des Beaux-Arts et Professeur de dessin à l'École Polytechnique et avoir la gloire d'être le père du grand Prosper Mérimée. Mais François Mérimée avait aussi une fille, Augustine, sœur de Léonor Mérimée et par suite tante de l'illustre auteur de *Carmen* : en 1785, cette jeune fille épousa un architecte de Caen, M. Jacques Fresnel, qui était venu à Broglie pour diriger quelques réparations que le vieux Maréchal faisait faire à son château. De cette union naquirent plusieurs enfants et c'est ainsi que le second d'entre eux, Augustin, vit le jour dans le village de Broglie le 18 mai 1788.

Augustin Fresnel, dont les trois frères furent aussi des hommes distingués, fut élevé pendant la révolution dans la maison familiale que possédait son père à Mathieu, petit village du Calvados. Sa santé était délicate et, contrairement à Ampère, ce ne fut aucunement un enfant prodige : rien ne semblait présager pour lui une carrière particulièrement brillante. Cependant devenu à 13 ans élève d'une école à Caen, il y montra des dispositions pour les mathématiques et, en 1804, il fut reçu à l'École Polytechnique qui était alors un centre d'études remarquable pour les mathématiques, mais où l'enseignement de la Physique était assez peu développé. Sorti de l'École Polytechnique dans le corps des Ponts et Chaussées, Fresnel est alors envoyé à Nyons dans la Drôme et son activité y est absorbée par des constructions de routes et des besognes administratives. Sa correspondance montre d'ailleurs qu'à cette époque ses connaissances en Physique étaient peu étendues. En 1814, il a 26 ans et rien ne fait encore présager le rôle qu'il va jouer.

Ce furent les événements politiques de 1815 qui changèrent

le cours de la carrière du jeune ingénieur. Ennemi du régime Napoléonien et partisan de la monarchie libérale, Fresnel s'était franchement rallié à la première Restauration et avait conservé son poste à Nyons, mais lors du retour de l'île d'Elbe, il manifeste sa réprobation en allant se joindre à l'armée du duc d'Angoulême qui tentait d'arrêter la marche foudroyante de Napoléon sur Paris. Cette attitude lui valut d'être destitué de ses fonctions d'ingénieur des Ponts et Chaussées par le Gouvernement des Cent Jours. Placé sous la surveillance de la haute police, il dut quitter Nyons et obtint l'autorisation d'aller rejoindre sa mère qui, devenue veuve, habitait toujours le village de Mathieu. Pour s'y rendre, Fresnel passe par Paris, il reprend contact avec les milieux scientifiques, se lie d'amitié avec Arago et va s'enfermer dans sa province en emportant avec lui livres et renseignements lui permettant de se mettre au courant des récents progrès de la Physique. Et le voilà qui dans sa retraite forcée, prend connaissance des travaux d'Young et médite sur la nature de la lumière. Il sent l'insuffisance de la théorie corpusculaire des Newtoniens et devine que la conception des ondes lumineuses pourra seule rendre compte des interférences déjà bien étudiées par Young et de ce phénomène encore mal connu de la diffraction, où la lumière, cessant de se propager en ligne droite, se montre capable de contourner des obstacles. Dans son village normand, il se monte un laboratoire de fortune et parvient à observer les franges qui se manifestent sur les bords de l'ombre d'un corps opaque. Il trouve l'interprétation du phénomène par la théorie des ondes et adresse à l'Académie des Sciences deux notes contenant le résultat de ses premières recherches. Cependant Waterloo est venu interrompre le deuxième règne de Napoléon et la seconde Restauration réintègre Fresnel dans les Ponts-et-Chaussées, lui donnant d'abord un poste à Rennes, puis un autre à Paris.

Les travaux de Fresnel avaient attiré l'attention des milieux

scientifiques de la capitale sur la question des interférences et de la diffraction de la lumière. A l'Académie des Sciences, les plus hautes autorités Laplace, Poisson, Biot... étaient encore partisans de la théorie de l'émission et souhaitaient pouvoir écarter les explications ondulatoires soutenues par Fresnel. Biot, en particulier, s'efforçait de douer les corpuscules de lumière de propriétés compliquées et artificielles lui permettant de rendre compte de la polarisation. En mars 1817, l'Académie décide de mettre au concours pour le Grand Prix des sciences mathématiques l'étude expérimentale et théorique des phénomènes de diffraction, sans doute avec le secret espoir que la théorie de l'émission sortirait victorieuse de cette épreuve. Encouragé par Arago et Ampère, Fresnel se décide à concourir et écrit à cette intention un mémoire sur la diffraction, portant pour épigraphe « *Natura simplex et fecunda* », mémoire qui est resté justement célèbre dans l'histoire de l'Optique. Non seulement, il y fait connaître de nouveaux résultats d'expériences décrivant entre autres le dispositif qui est resté connu sous le nom de « miroirs de Fresnel », mais il reprend toute la théorie ondulatoire des phénomènes d'interférences et de diffraction et pour prévoir les franges brillantes dont celle-ci provoque l'apparition à l'intérieur de l'ombre géométrique, il introduit les fameuses « intégrales de Fresnel ».

L'admirable travail du jeune ingénieur fut d'abord jugé avec quelque sévérité par la commission de l'Académie chargée d'examiner les mémoires présentés au concours, car cette commission était formée en majorité par des partisans de la théorie de l'émission. L'un de ses membres, l'illustre géomètre Poisson, crut sans doute confondre Fresnel en démontrant que les méthodes de calcul préconisées par l'audacieux physicien conduisaient à prévoir un maximum d'intensité lumineuse au beau milieu de l'ombre géométrique d'un écran circulaire, conclusion que Poisson considérait comme suffisante pour faire rejeter comme absurde toute la théorie de

Fresnel. Mais Fresnel riposta en faisant l'expérience imaginée par Poisson et en montrant que les prévisions du calcul fait par l'illustre géomètre, si paradoxales qu'elles pussent paraître, correspondaient exactement aux faits observables. Dès lors, la partie était gagnée par le champion des ondes et, sur un rapport très élogieux d'Arago, l'Académie des Sciences lui décerna le prix mis au concours.

Le mémoire de Fresnel avait été composé en 1818. Le prix lui fut donné en mars 1819. Dix-huit mois seulement ont séparé cette grande date qui marque la consécration du génie de Fresnel et le triomphe de la théorie ondulatoire de la Lumière des semaines décisives de septembre 1820 où allait s'affirmer le génie d'Ampère et se constituer la science moderne de l'Électricité. Avais-je tort de dire que, dans l'histoire de la physique, cette période fut d'un incomparable éclat ?

Je ne suivrai pas en détail la fin de la carrière, si brève hélas !, d'Augustin Fresnel. Sa grande œuvre en Physique pure dans les années qui suivirent 1818 fut l'étude et l'interprétation des phénomènes de polarisation. Poursuivant avec Arago de nombreuses expériences restées classiques sur les propriétés de la lumière polarisée, il arrive peu à peu à la conviction que ces propriétés ne peuvent s'interpréter que par l'hypothèse suivante : la vibration lumineuse a lieu entièrement dans un plan perpendiculaire à la direction où la lumière progresse ; autrement dit cette vibration est transverse. En 1821, il énonce publiquement cette hypothèse et en fait des applications dans un mémoire sur la théorie des lames minces cristallines présenté par Arago à l'Académie des Sciences le 4 juin 1821. Dès lors, toutes les propriétés de la lumière deviennent claires pour lui et en deux années, de 1821 à 1823, il crée toute la science de l'Optique cristalline qui, depuis, n'a plus subi de modifications essentielles. L'optique cristalline ramène toute la propagation de la lumière à travers les cristaux à la construction de la surface d'onde indiquée par Fresnel

dans un autre travail fondamental, travail d'une si grande beauté que Laplace, cependant longtemps partisan de la théorie de l'émission, dut lui-même en reconnaître la valeur. Rien ne résiste plus alors aux admirables analyses de Fresnel : la rotation du plan de polarisation de la lumière dans les corps doués de pouvoir rotatoire est ramenée par lui à une inégale vitesse de propagation des vibrations circulaires droites et gauches et, en 1823, dans un mémoire « sur les modifications que la réflexion imprime à la lumière polarisée », il donne les formules aujourd'hui classiques qui permettent de prévoir l'intensité des faisceaux lumineux réfléchis ou transmis par une surface transparente. Une œuvre si vaste et si nettement marquée par le sceau du génie finit par faire tomber toutes les oppositions. En 1823, Fresnel vient s'asseoir dans les rangs de l'Académie des Sciences aux côtés de ses amis Ampère et Arago et son élection marque le triomphe de la théorie ondulatoire sur celle de l'émission. Huit années avaient suffi à Fresnel pour élever une œuvre impérissable. Malheureusement, sa santé n'avait pas bien résisté à un travail qui fut vraiment excessif. Il ne faut pas oublier qu'il appartenait toujours au corps des Ponts-et-Chaussées, qu'il avait à s'occuper à ce titre de questions techniques et qu'il réalisa, dans cette même période l'invention des phares lenticulaires qui aurait suffi à elle seule à rendre son nom célèbre. Tant de travaux accomplis en si peu d'années eurent raison de sa faible résistance physique. A partir de 1823, la phtisie le menace et il doit progressivement diminuer son activité. Il voit avec mélancolie la maladie mettre une fin prématurée à sa splendide carrière de savant. « J'aurais encore tant de choses à faire » disait-il tristement à un de ses amis. Mais le mal était inexorable et il mourut à 39 ans à Ville-d'Avray le 14 juillet 1827. Ainsi s'effaça prématurément cette noble et mélancolique figure qui fait si glorieusement pendant à celle du grand Ampère. Newton parlant de son jeune ami et collaborateur Cotes, lui aussi mort à

la fleur de l'âge, disait : « Si Cotes avait vécu, nous saurions quelque chose. » Paraphrasant ce mot célèbre, Arago dans son éloge de Fresnel terminait en disant : « Quoique Fresnel ait peu vécu, nous savons quelque chose. »

Depuis Fresnel, la théorie de la Lumière a subi encore bien des transformations. Réalisant une magnifique synthèse qui réunit l'œuvre d'Ampère à celle de Fresnel, Maxwell en assimilant la vibration lumineuse à une vibration électromagnétique a fait de l'Optique une branche de la théorie électromagnétique générale. Puis, chose plus inattendue encore, la découverte des phénomènes de Quanta a conduit à réintroduire la notion de corpuscule dans nos idées relatives à la lumière sous une forme d'ailleurs très différente de l'ancienne théorie de l'émission. Mais ce qu'il y avait d'essentiel dans l'œuvre de Fresnel est resté intact : si de nouvelles ailes se sont ajoutées à l'édifice, le bâtiment qu'il avait construit est demeuré debout. Certes la Mécanique ondulatoire contemporaine a profondément modifié le sens physique des ondes de Fresnel, mais en étendant le champ des applications en Physique des calculs fondés sur la conception des ondes, elle a considérablement augmenté la portée des admirables méthodes qu'avait créées ce clair génie.

*
**