

Introduction historique à l'optique

L'optique est principalement l'ensemble des phénomènes perçus par l'oeil. La cause de ces phénomènes, la lumière, a été étudiée très tôt dans l'histoire des sciences, au point que tous les principes sur les queles reposent l'optique géométrique et l'optique ondulatoire sont connus depuis le 19^{ème} siècle.

En 1905, l'optique a subi une révolution avec le **photon**, particule introduite par Einstein pour interpréter l'effet photoélectrique.

Les lois de la réflexion de la lumière par un miroir étaient connues des Grecs, mais celles de la réfraction ne furent établies qu'en 1621 par Snell (Snellius); Descartes les a retrouvées en 1637.

En 1657, Fermat retrouve ces lois, à partir d'un principe selon lequel la lumière met un temps minimal pour aller d'un point à un autre.

L'aspect ondulatoire apparaît en 1665, quand Hooke a émis l'idée que la lumière est une vibration de haute fréquence qui se propage; cette idée a été développée par Huygens et Young au début du 19-ème siècle.

En 1818, Fresnel fait une synthèse des idées d'Huygens et d'Young pour expliquer la diffraction.

Après avoir construit la théorie électromagnétique (1876), Maxwell conclut que la lumière est une onde électromagnétique à une fréquence $\nu \sim 5 \cdot 10^{14}$ Hz qui se propage dans le vide à la vitesse $c \approx 3 \cdot 10^8$ m/s. Maxwell précise, aussi, que l'onde est **transversale**, c'est-à-dire que les grandeurs vectorielles qui la caractérisent, champ électrique \vec{E} et champ magnétique \vec{B} , sont perpendiculaires à la direction de propagation. La seule chose restée inexplicée a été l'émission de la lumière par les atomes. Le 20ème siècle

donne une réponse avec l'aspect corpusculaire de la lumière et la théorie quantique de l'émission: les atomes excités par suite de collisions se désexcitent en émettant des photons.

Si ν est la fréquence de l'onde, l'énergie des photons est $\varepsilon = h\nu$ et leur quantité de mouvement $p = \frac{h\nu}{c}$ ($h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J·s est la constante de Planck).

Les grands noms de l'optique

René Descartes (1596 – 1650)

Philosophe, mathématicien et physicien français. En 1637 il a publié un essai, "Dioptrique", dans lequel figure la loi de la réfraction.

Albert Einstein (1879 – 1955)

Physicien allemand, naturalisé suisse, puis américain; il est considéré, avec Newton, comme le plus grand physicien de tous les temps. En optique, ses contributions sont: l'interprétation de l'effet photoélectrique, (pour laquelle il a reçu le prix Nobel en 1921), l'interprétation de l'expérience de Michelson – Morley par l'extension du principe de la relativité et l'interprétation de l'émission stimulée.

Il est surtout connu pour la théorie de la relativité restreinte (1905) et généralisée (1916). Son influence en cosmologie est considérable.

Pierre Fermat (1601 – 1665)

Mathématicien et physicien français; sa contribution en optique est le principe variationnel qui donne la trajectoire effectivement suivie par la lumière se propageant dans un milieu isotrope quelconque.

Joseph Fraunhofer (1787 – 1827)

Opticien allemand; il a étudié la diffraction sur les réseaux qu'il a fabriqué lui-même et a utilisé en astronomie pour obtenir le spectre du Soleil.

Hippolyte Fizeau (1819 – 1896)

Opticien français; il fut le premier à mesurer la vitesse de la lumière par une expérience de laboratoire; il montra expérimentalement, dès 1850, que la composition des vitesses dans le cas de la lumière se propageant dans un milieu liquide en mouvement, n'était pas de nature newtonienne. Il découvrit la possibilité de mesurer le diamètre apparent des étoiles et étendit au cas de l'optique l'effet Doppler, c'est-à-dire le décalage de fréquence mesuré par un observateur en mouvement par rapport à la source.

Augustin Fresnel (1788 – 1827)

Opticien français; il reprend les expériences d'Young, les étend et propose, avec le physicien français Arago, l'interprétation ondulatoire de la lumière. Il a étudié également la diffraction à distance finie ainsi que la propagation de la lumière dans les milieux cristallins.

Denis Gabor (1900 – 1979)

Physicien anglais, d'origine hongroise, il a imaginé une méthode originale de reconstruction d'un front d'onde. Il montre qu'il est possible, en s'appuyant sur les phénomènes d'interférence, de restituer non seulement l'amplitude réelle d'une onde mais aussi sa phase. Cette invention, appelée holographie, lui valut le prix Nobel en 1971.

William Rowan Hamilton (1806 – 1865)

Mathématicien et physicien irlandais; enfant prodige puis étudiant génial, il impressionne, à 22 ans, l'Académie Royale d'Irlande en présentant

un exposé moderne sur la théorie des rayons lumineux. Ce travail a conduit en 1833 à une remarquable analogie entre l'optique et la mécanique. Cette synthèse débouchera sur la relation de Louis de Broglie et sur l'équation de Schrödinger en mécanique ondulatoire.

Christian Huygens (1629 – 1695)

Mathématicien, astronome et physicien hollandais; il fut à l'origine de la théorie ondulatoire de la lumière et, à ce titre, s'opposa à la théorie corpusculaire de Newton. Il interpréta la propagation rectiligne de la lumière dans les milieux isotropes en introduisant le concept de surface d'onde. Il découvrit avec les instruments d'optique qu'il mit lui-même au point (oculaire de lunette astronomique) les anneaux de Saturne ainsi que le satellite Titan.

James Clerck Maxwell (1831 – 1879)

Physicien britannique; en 1857 il a publié un article sur la constitution probable des anneaux de Saturne; il a établi les principaux résultats de la théorie cinétique des gaz.

Comme professeur d'université au King's College de Londres, il a travaillé sur l'électromagnétisme (chez lui, assisté par son épouse !); sa contribution décisive sur les équations de l'électromagnétisme date de 1876.

A Cambridge il a dirigé la construction du célèbre "Cavendish Laboratory".

Albert Michelson (1852 – 1931)

Physicien américain d'origine polonaise; expérimentateur de génie, il construit un interféromètre, devenu célèbre, pour mettre en évidence de très faibles différences des chemins optiques, ce qui permit d'établir expérimentalement l'invariance de la vitesse de la lumière dans le vide. Pour cette dernière contribution il reçut le prix Nobel en 1907.

Isaac Newton (1642 – 1727)

Mathématicien, astronome et physicien anglais; il est considéré, avec Einstein, comme le plus grand physicien de tous les temps. Influencé par Descartes et Aristote, il publie en 1687 une synthèse de la mécanique, “Principia mathematica”.

En optique, il s’opposa à Huygens et à Hooke, adeptes d’une théorie ondulatoire de la lumière.

Ses contributions dans l’optique sont exceptionnelles: il interprète la décomposition spectrale de la lumière à partir d’expériences conçues avec des prismes et montre que la couleur blanche est un mélange des différentes couleurs spectrales; il explique aussi la formation des images par des miroirs et suggère même la possibilité d’échanges entre lumière et matière.

John Strutt ou Lord Rayleigh (1842 – 1919)

Physicien anglais; ses contributions ont été décisives dans de nombreux domaines: la propagation du son, l’hydrodynamique, la théorie ondulatoire de la lumière, la vision des couleurs, la diffusion de la lumière (interprétation du bleu du ciel), le rayonnement du corps noir, etc.

Il succéda à Maxwell, en 1879, pour diriger le Cavendish Laboratory à Cambridge. Il obtint en 1904 le prix Nobel de physique pour la découverte de l’argon. Avec Maxwell et W. Thomson (Lord Kelvin) il est considéré comme l’un des trois plus grands physiciens britannique du 19ème siècle.