

LE SPECTRE DU RAYONNEMENT ÉLECTROMAGNÉTIQUE

Les ondes électromagnétiques couvrent un large domaine de fréquences ou de longueurs d'onde, et peuvent être classées d'après leur source principale. Cette classification n'a pas de limites très précises puisque différentes sources peuvent produire des ondes dans des domaines de fréquence qui se recouvrent.

La classification usuelle du spectre électromagnétique est la suivante :

(1) **Les ondes radio.** Leurs longueurs d'onde vont de quelques kilomètres à 0,3 m. Leur domaine de fréquence s'étend de quelques Hz jusqu'à 10^9 Hz. L'énergie des photons va de pratiquement 0 à 10^{-5} eV. Les ondes qui sont utilisées pour les transmissions radio et la télévision sont produites par des dispositifs électroniques, essentiellement des circuits oscillants.

(2) **Les micro-ondes.** Les longueurs d'onde des micro-ondes vont de 0,3 m à 10^{-3} m. Leur domaine de fréquence s'étend de 10^9 Hz à 3×10^{11} Hz. L'énergie des photons va de 10^{-5} eV à 10^{-3} eV. Ces ondes sont utilisées dans les radars et d'autres systèmes de communication, les téléphones cellulaires, les fours à micro ondes, et aussi dans l'analyse de détails très fins des structures atomiques et moléculaires. Elles sont également produites par des dispositifs électroniques. La région des micro-ondes est également désignée par le sigle UHF (ultra-hautes fréquences par rapport aux fréquences radio).

(3) **Le spectre infrarouge.** Celui-ci couvre les longueurs d'onde de 10^{-3} m à $7,8 \times 10^{-7}$ m. Le domaine de fréquence s'étend de 3×10^{11} Hz à 4×10^{14} Hz et l'énergie des photons va de 10^{-3} eV à environ 1,6 eV. Ces ondes sont produites par les molécules et les corps chauds. Elles ont de nombreuses applications dans l'industrie, la médecine, l'astronomie.

(4) **Le spectre visible ou lumière.** C'est une bande étroite formée par les longueurs d'onde auxquelles notre rétine est sensible. Il s'étend en longueur d'onde de $7,8 \times 10^{-7}$ m à $3,8 \times 10^{-7}$ m et en fréquence de 4×10^{14} Hz à 8×10^{14} Hz. L'énergie des photons va de 1,6 eV à 3,2 eV. La lumière est produite par les atomes et les molécules par suite des réajustements internes des mouvements de leurs composants, principalement des électrons. Il n'est pas nécessaire d'insister sur l'importance de la lumière dans notre existence.

La lumière joue un rôle si important qu'une branche spéciale de la physique appliquée, appelée *optique*, lui est consacrée. L'optique s'occupe des phénomènes lumineux aussi bien que de la vision et comprend la conception des instruments d'optique. En raison des similitudes dans le comportement des régions ultra-violettes et infrarouges du spectre, le domaine de l'optique les inclut actuellement en plus du spectre visible. Les différentes sensations que la lumière produit sur l'oeil, que l'on nomme *couleurs*, dépendent de la fréquence ou de la longueur d'onde du rayonnement électromagnétique.

La sensibilité de l'oeil dépend également de la longueur d'onde de la lumière, elle est maximum pour les longueurs d'onde voisines de $5,6 \times 10^{-7}$ m. En raison de la relation qui existe entre la couleur et la fréquence ou la longueur d'onde, une onde électromagnétique de longueur d'onde ou de fréquence bien définie est aussi appelée *onde monochromatique* (de *monos*: un; *chromos*: couleur).

La vision est le résultat des signaux transmis au cerveau par deux éléments se trouvant dans la membrane appelée rétine qui tapisse le fond de l'oeil. Ces éléments sont les *cônes* et les *bâtonnets*. Les cônes sont les éléments actifs en présence d'une lumière intense, comme celle qui existe durant le jour. Les cônes sont sensibles à la couleur. Les bâtonnets par contre sont capables d'agir sous une très faible illumination, comme celle d'une chambre obscure; ils sont insensibles à la couleur.

(5) **Les rayons ultra-violets.** Ils vont de $3,8 \times 10^{-7}$ m à environ 6×10^{-10} m en longueur d'onde et de 8×10^{14} Hz à environ 3×10^{17} Hz en fréquence. L'énergie des photons correspondants va de 3 eV à 2×10^3 eV. Ces ondes sont produites par des atomes et des molécules dans des décharges électriques. Leur énergie est de l'ordre de grandeur de l'énergie mise en jeu dans de nombreuses réactions chimiques, ce qui rend ainsi compte de beaucoup de leurs effets chimiques. Le soleil est une source très intense de rayonnement ultra-violet et c'est ce facteur qui est essentiellement responsable du brunissement de la peau

au soleil. Le rayonnement ultra-violet du soleil interagit également avec les atomes de la haute atmosphère, produisant ainsi de nombreux ions. Ceci explique pourquoi la haute atmosphère à des altitudes supérieures à 80 km est fortement ionisée. On l'appelle pour cette raison *l'ionosphère*. (quand certains micro-organismes absorbent des radiations ultra-violettes, ils peuvent être détruits à la suite des réactions chimiques produites par l'ionisation et la dissociation des molécules. Les rayons ultraviolets sont employés pour cette raison dans certaines applications médicales et certains procédés de stérilisation.

(6) **Les rayons X.** Cette partie du spectre électromagnétique s'étend de 10^{-9} m à environ 6×10^{-12} m en longueur d'onde ou entre 3×10^{17} Hz et 5×10^{19} Hz en fréquence. L'énergie des photons va de $1,2 \times 10^3$ eV à $2,4 \times 10^5$ eV. Cette partie du spectre électromagnétique a été découverte en 1895 par le physicien allemand W. Roentgen au cours de l'étude des rayons cathodiques. Les rayons X sont produits par les électrons les plus fortement liés des couches internes des atomes. Une autre source de rayons X réside dans le rayonnement de freinage (bremsstrahlung). Ceci représente en fait la méthode la plus commune de production de rayons X dans les tubes à rayons X commerciaux. Un faisceau d'électrons accéléré par un potentiel de plusieurs milliers de volts, tombe sur une cible métallique appelée anticathode (en fait c'est la manière dont les rayons X ont été produits dans l'expérience originale de Roentgen). Les rayons X, en raison de la plus grande énergie de leurs photons, produisent des effets plus profonds sur les atomes et les molécules constituant les substances à travers lesquelles ils se propagent, et ionisent ou dissocient ainsi les molécules. Les rayons X servent au diagnostic médical car l'absorption relativement plus élevée des os par rapport aux tissus permet une « photographie » précise. Ils produisent également, par suite des processus chimiques qu'ils induisent, des dommages sérieux aux tissus et aux organismes vivants. C'est pour cette raison que les rayons X sont utilisés dans le traitement des cancers, dans la mesure où les rayons X semblent avoir tendance à détruire les tissus malades plus rapidement que les tissus sains. Il faut insister sur le fait que toute dose de rayons X détruit une fraction de tissu sain ; une exposition à une forte dose peut produire assez de destruction pour causer la maladie ou la mort.

(7) **Les rayons gamma.** Ces ondes électromagnétiques sont d'origine nucléaire. Elles recouvrent la limite supérieure du spectre des rayons X. Leurs longueurs d'onde s'étendent de 10^{-10} m à en dessous de 10^{-14} m ce qui correspond à un domaine de fréquence de 3×10^{18} Hz jusqu'à plus de 3×10^{22} Hz. Les énergies des photons vont de 10^4 eV jusqu'à environ 10^7 eV. Ces énergies sont du même ordre que celles mises en jeu dans les processus nucléaires et l'absorption de rayons γ peut donc produire des modifications à l'intérieur du noyau. Ces rayons sont produits par de nombreuses substances radioactives et sont présents en grande quantité dans les réacteurs nucléaires. Ils ne sont pas facilement absorbés par la plupart des substances mais leur absorption par les organismes vivants produit de très sérieux effets. Leur manipulation exige un lourd blindage de protection.

Vue d'ensemble des ondes électromagnétiques (longueurs d'ondes en μm)



