
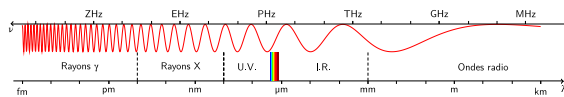


Spectre électromagnétique

 Pour les articles homonymes, voir [Spectre](#).

Le **spectre électromagnétique** est la représentation de l'ensemble de la gamme des **longueurs d'onde** du rayonnement électromagnétique. Il est à différencier du **spectre d'absorption** ou du **spectre d'émission** d'un objet. L'étude expérimentale des spectres est appelée **spectroscopie** ou **spectrométrie**, elle recouvre l'ensemble des procédés de décomposition, d'observation et de mesure des radiations en ondes monochromatiques.

Le spectre électromagnétique s'étend théoriquement de zéro à l'infini en fréquence (ou en longueur d'onde), de façon continue. Pour des raisons tant historiques que physiques, le spectre électromagnétique est divisé en divers domaines de fréquences, longueurs d'onde ou énergie. Il s'étend des plus basses fréquences des ondes radio au rayonnement gamma. Le spectre de la lumière visible correspond à un domaine très étroit du spectre électromagnétique complet, de 380 nm (violet) à 780 nm (rouge) en longueur d'onde environ. La figure ci-dessous donne les principaux domaines du spectre électromagnétique en termes de fréquence et longueur d'onde.



Domaines du spectre électromagnétique



Domaines détaillés du spectre

1 Histoire

Jusqu'au XIX^e siècle, la seule partie du spectre électromagnétique qui était connue était le **spectre visible** ou *spectre optique*. Si le phénomène d'arc-en-ciel était connu des premiers humains, ce n'est qu'au XVII^e siècle qu'Isaac Newton a mis en évidence le fait que la lumière blanche peut être décomposée en diverses couleurs. Le terme *spectre* fut par ailleurs employé pour la première fois en 1666 par Newton lui-même pour se référer au phénomène

par lequel un **prisme** de verre peut séparer les couleurs contenues dans la lumière du **Soleil**.

Ce n'est qu'en 1800 que **William Herschel** découvre de façon plutôt fortuite l'existence d'une radiation lumineuse non-visible, le **rayonnement infrarouge**. L'année suivante, le physicien allemand **Johann Wilhelm Ritter** prolonge le spectre électromagnétique connu du côté des courtes longueurs d'onde en mettant en évidence l'existence du **rayonnement ultraviolet**.

L'interprétation de la lumière comme la propagation d'une onde électromagnétique est due à **James Clerk Maxwell** dans les années 1860, qui prédit également l'existence d'ondes électromagnétiques de toutes les fréquences possibles, se déplaçant toutes dans le vide à la vitesse de la lumière c . Les travaux du physicien **Heinrich Hertz** permettent la découverte en 1886 des **ondes hertziennes**, dites aussi ondes radio, qui étendent encore le spectre électromagnétique en deçà de l'infrarouge dans le domaine des basses fréquences ou des grandes longueurs d'onde. Les expériences sur les tubes électroniques permettent à **Wilhelm Röntgen** de mettre en évidence l'existence d'un nouveau type de rayonnement, de plus courte longueur d'onde que l'ultraviolet, les **rayons X**.

La dernière portion du spectre électromagnétique, les **rayons gamma**, commence à être explorée au début du XX^e siècle avec les travaux de **Paul Villard** et **William Henry Bragg**.

2 Grandeurs physiques caractéristiques

2.1 Présentation

Les quatre **grandeurs physiques** utilisées pour décrire un rayonnement électromagnétique monochromatique sont :

- la **fréquence**, notée f ou ν , qui s'exprime en **Hertz** (Hz) dans le SI
- la **période**, notée T , qui s'exprime en unités de temps (en secondes (s) dans le SI)
- la **longueur d'onde** dans le vide (ceci est toujours sous entendu par la suite), notée λ , qui s'exprime en unités de longueur (en mètres (m) dans le SI)
- l'**énergie des photons**, notée E , qui s'exprime en **joules** (J) dans le SI, mais aussi couramment en

électron-volt (1 eV = 1,60217653×10⁻¹⁹ J)

2.2 Relations

Pour une propagation de la lumière dans le vide on passe d'une grandeur à l'autre par les relations suivantes :

- $\nu = \frac{1}{T}$
- $\lambda = c \cdot T = \frac{c}{\nu}$
- $E = h \cdot \nu = \frac{h}{T} = \frac{h \cdot c}{\lambda}$

Dans ces relations,

h est la constante de Planck : $h \approx 6,62606957 \times 10^{-34}$ J·s
 $\approx 4,1343359 \times 10^{-15}$ eV·s

c est la vitesse de la lumière dans le vide $c = 299\,792\,458$ m·s⁻¹ (cette valeur est *exacte*, du fait de la définition actuelle du mètre).

2.3 Utilisation

Pour caractériser les ondes radio et la lumière, on utilise habituellement la longueur d'onde. À partir des rayons X, les longueurs d'ondes sont rarement utilisées : comme on a affaire à des particules très énergétiques, l'énergie correspondant au photon X ou γ détecté est plus utile. Cette énergie est exprimée en électron-volt (eV), soit l'énergie d'un électron accéléré par un potentiel de 1 volt.

Les photons de lumière visible les plus énergétiques (violet) possèdent une énergie 3 eV. Les rayons X couvrent la gamme 100 eV à 100 keV. Les rayons γ sont au-delà de 100 keV. Des photons γ de plus de 100 MeV (100 000 000 eV) émis par un quasar ont été détectés.

3 Domaines du spectre électromagnétique

On découpe habituellement le spectre électromagnétique en divers domaines selon la longueur d'onde et le type de phénomène physique émettant ce type d'onde.

- Ondes radioélectriques ou ondes hertziennes : Oscillations d'électrons au sein d'un circuit électrique comme une antenne.
- Micro-ondes : Oscillations d'électrons au sein de composants électriques spécifiques (comme une diode Gunn par exemple), rotation moléculaire.
- Téraherz (domaine sub-millimétrique, limite micro-ondes / infrarouge lointain) : niveaux de vibration de molécules complexes.

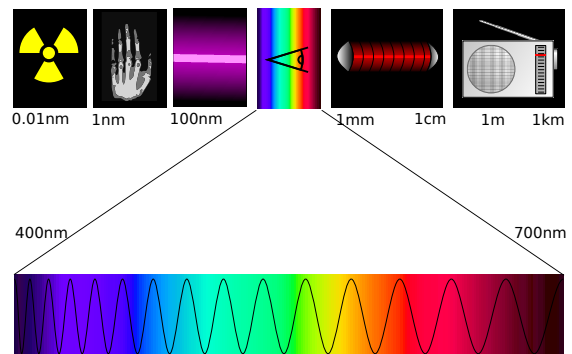
- Infrarouge : Oscillations de particules, vibration moléculaire, transitions d'électrons de valence au sein d'atomes ou de molécules.
- Lumière visible : Transitions d'électrons de valence de haute énergie, qui ont la particularité d'être détectées par l'œil humain.
- Ultraviolet : Transitions d'électrons de valence d'atomes ou de molécules de plus haute énergie encore, et donc non observables par l'œil humain.
- Rayons X : Transitions d'électrons des couches profondes au sein d'un atome, accélération ou décélération (*bremssstrahlung*) d'électrons libres de haute énergie.
- Rayons gamma : transitions au sein du noyau atomique, souvent émis lors de la désexcitation de noyaux-fils issu de la désintégration radioactive d'un noyau instable, de façon spontanée ou sous l'effet d'une accélération au sein d'un accélérateur de particules.

Le découpage détaillé en bandes de fréquence selon les normes de l'IUT se trouve dans le paragraphe "Usages et classification" ci-dessous.

4 Spectre lumineux

Article détaillé : Spectre visible.

La lumière blanche peut se décomposer en arc-en-ciel à



Le domaine visible du spectre électromagnétique

l'aide d'un prisme ou d'un réseau de diffraction. Chaque « couleur spectrale » de cette décomposition correspond à une longueur d'onde précise ; cependant, la physiologie de la perception des couleurs fait qu'une couleur vue ne correspond pas nécessairement à une radiation de longueur d'onde unique mais peut être une superposition de radiations monochromatiques. La spectrométrie étudie les procédés de décomposition, d'observation et de mesure des radiations en ondes monochromatiques.

5 Usages et classification

Les définitions des bandes mentionnées dans le tableau sont les suivantes (normalisation internationale effectuée par l'UIT, sauf pour la bande THF) ; elles sont aussi communément désignées par leur catégorie de longueur d'onde métrique. Dans le tableau ci-dessous, les longueurs d'onde sont calculées avec l'approximation courante : $c = 3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

6 Spectre d'émission

Article détaillé : [spectre d'émission](#).

Des atomes ou molécules excités (par exemple par chocs) se dés excitent en émettant une [onde électromagnétique](#). Celle-ci peut se décomposer en une superposition d'ondes sinusoïdales (monochromatiques) caractérisées par leurs longueurs d'onde. Le spectre est constitué par l'ensemble des longueurs d'ondes présentes. On peut le matérialiser à l'aide d'un prisme de décomposition de la lumière en un ensemble de lignes, les [raies spectrales](#), qui correspondent aux différentes [longueurs d'ondes émises](#). Pour plus de précision, on peut également représenter ce spectre comme un graphe de l'intensité lumineuse en fonction de la longueur d'onde.

L'observation du spectre d'émission de l'hydrogène se fait au moyen d'un tube Geissler qui comporte deux [électrodes](#) et de l'hydrogène sous faible [pression](#). Les électrodes sont soumises à une différence de potentiel de 1 000 V. L'important [champ électrique](#) accélère les ions présents qui, par chocs, excitent les atomes d'hydrogène. Lors de leur dés excitation, ils émettent de la lumière qui est analysée par un [spectroscope](#). Dans tous les cas on observe (dans le visible) le même spectre composé de 4 raies ([spectres de raies](#)) aux longueurs d'ondes : 410 nm, 434 nm, 486 nm, 656 nm.

Niels Bohr interprétera alors l'émission de lumière par l'émission d'un [photon](#) lorsque l'atome passe d'un niveau d'énergie à un autre. Le spectre d'émission de n'importe quel élément peut être obtenu en chauffant cet élément, puis en analysant le rayonnement émis par la matière. Ce spectre est caractéristique de l'élément.

7 Spectre d'absorption

Article détaillé : [spectre d'absorption](#).

Le principe est exactement le même que celui du spectre d'émission : à un niveau d'énergie donné correspond une longueur d'onde. Mais au lieu d'exciter de la matière (par exemple en la chauffant) pour qu'elle émette de la lumière, on l'éclaire avec de la lumière blanche




(donc contenant toutes les longueurs d'ondes) pour voir quelles longueurs d'ondes sont absorbées. Les niveaux d'énergie étant caractéristiques de chaque élément, le spectre d'absorption d'un élément est exactement le complémentaire du spectre d'émission. On s'en sert notamment en astrophysique : par exemple, pour déterminer la composition de nuages gazeux, on étudie leur spectre d'absorption en se servant des étoiles se situant en arrière-plan comme source de lumière. C'est d'une manière générale le but de la spectrographie d'absorption : identifier des éléments inconnus (ou des mélanges) par leur spectre.

8 Notes et références

9 Voir aussi

9.1 Articles connexes

- [Onde](#)
- [Propagation des ondes](#)
- [Onde radio](#)
- [Propagation des ondes radio](#)
- [Radiométrie](#)
- [Couleur](#)
- [Efficacité lumineuse spectrale](#)

-  Portail de la physique
-  Portail des couleurs
-  Portail de l'optique

10 Sources, contributeurs et licences du texte et de l'image

10.1 Texte

- **Spectre électromagnétique** *Source* : http://fr.wikipedia.org/wiki/Spectre_électromagnétique?oldid=107909448 *Contributeurs* : Shaihlud, Looxix, Fab97, Orthogaffe, Ellisllk, Cdang, HasharBot, Orthank, Grum, Dhenry, Lucronde, Syno, Verdy p, JPaul, Marc Mongenet, MedBot, Lagaffe, Oblic, Phe-bot, JB, Papy77, Leag, Erasmus, Bob08, Viccmackey, Mcannac, Seb35, RobotE, Zetud, David Berardan, Gzen92, Puill, RobotQuistnix, ComputerHotline, YurikBot, Poppy, Eskimbot, Jerome66, Colton, Sylveno, Syntex, MelancholieBot, Tatoute, Gijom, Xofc, Esprit Fugace, Hilarion, Euterpia, Pld, Freddo, Saglio, Sonusfaber, Rhadamante, Thijs !bot, Sguerin, Avillilui, JAnDbot, Haltpub, PimpBot, Salebot, VolkovBot, Hugo2504, Gz260, David89, OKBot, Dhatier, GLec, Michco, Enogael, BOTarate, Davgrps, Golmote, BodhisattvaBot, F1jmm, LaaknorBot, Luckas-bot, Amirobot, ABACA, Papatt, MauritsBot, Xqbot, RibotBOT, Rubinbot, AStarBot, TobeBot, Audrey Azura, Frakir, Esnico30, EmausBot, Ediacara, Hlm Z., ChuispastonBot, Grelot-de-Bois, Ellande, MerllwBot, OrlodrimBot, PaNo38, Tufugo, Pano38, Harry cot, Benjamin ABEL, Lucquessoy, StarusBot, Astrophysique09, Addbot, Foudebassans, Etoiledusept et Anonyme : 43

10.2 Images

- **Fichier:Disambig_colour.svg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3e/Disambig_colour.svg *Licence* : Public domain *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Bub's
- **Fichier:Domaines du spectre électromagnétique.svg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f0/Domaines_du_spectre_%C3%A9lectromagn%C3%A9tique.svg *Licence* : CC-BY-SA-3.0 *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Benjamin ABEL
- **Fichier:Domaines du spectre électromagnétique 14122013.JPG** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/aa/Domaines_du_spectre_%C3%A9lectromagn%C3%A9tique_14122013.JPG *Licence* : CC-BY-SA-3.0 *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Etoiledusept
- **Fichier:Eight-colour-wheel-2D.png** *Source* : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/dc/Eight-colour-wheel-2D.png> *Licence* : Public domain *Contributeurs* : ? *Artiste d'origine* : ?
- **Fichier:Logo_physics.svg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cc/Logo_physics.svg *Licence* : CC-BY-2.5 *Contributeurs* : ? *Artiste d'origine* : ?
- **Fichier:Question_book-4.svg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/64/Question_book-4.svg *Licence* : CC-BY-SA-3.0 *Contributeurs* : Created from scratch in Adobe Illustrator. Originally based on Image:Question book.png created by User:Equazcion. *Artiste d'origine* : Tkgd2007
- **Fichier:Refraction_of_daylight_through_a_prism.jpg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/60/Refraction_of_daylight_through_a_prism.jpg *Licence* : CC-BY-SA-3.0 *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : T.Voekler
- **Fichier:Spectre.svg** *Source* : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fc/Spectre.svg> *Licence* : CC-BY-SA-3.0 *Contributeurs* : Inconnu *Artiste d'origine* : Tatoute and Phrood

10.3 Licence du contenu

- Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0