

La lumière, tout le monde sait ce que c'est !

Mais ce n'est pas si simple pourtant...

La lumière, est l'ensemble des rayonnements électromagnétiques perçus par l'œil. C'est par l'énergie qu'elle transporte que nous y sommes sensibles.

« *Electromagnétique* »... Cela signifie que la lumière interagit avec les charges et les courants électriques qui constituent et circulent dans la matière.

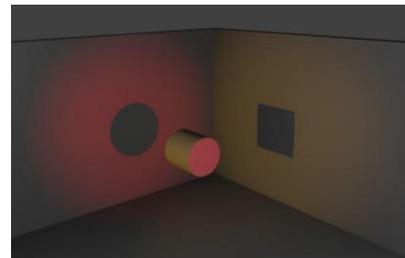
Les scientifiques utilisent plusieurs modèles pour décrire les *rayonnements* :

- comme des *ondes*, c'est-à-dire des oscillations périodiques dans le temps et dans l'espace,
- comme un flot de corpuscules, les *photons*.

C'est ce qu'on appelle *dualité onde-corpuscule* qui a pris corps à la suite des travaux de Max Planck, Albert Einstein et Louis de Broglie notamment.

Alors « onde *ou* corpuscule » ou bien « onde *et* corpuscule » ?

Ni l'un ni l'autre ! Ce sont deux descriptions, contradictoires en apparence, qualifiées de *complémentaires*. Chacune est mieux adaptée à certaines situations comme peut nous le faire comprendre l'analogie suivante: selon le point de vue, le cylindre ci-contre nous apparaît comme un disque ou un rectangle mais ce n'est ni « un disque *ou* un rectangle » ni « un disque *et* un rectangle »...



La lumière est donc un phénomène subtil, actuellement décrit par la *théorie quantique des champs*.

Caractériser la lumière

Les rayonnements électromagnétiques se propagent avec une *célérité* prodigieuse :

$$c=299\,792\,458\text{ m/s.}$$

Pour rendre compte de leur caractère dual on introduit de plus :

- en tant qu'onde

- * l'amplitude d'oscillation A
- * la période temporelle T et la période spatiale λ (« lambda », le « l » de l'alphabet grec, pour « longueur ») couramment appelée longueur d'onde.
- * la fréquence ν (« nu ») où $\nu = 1/T$



Naturellement $\lambda=cT$: la période spatiale est la distance parcourue par l'onde pendant une période temporelle. On a donc aussi $\lambda=c/\nu$.

- en tant que flot de photons

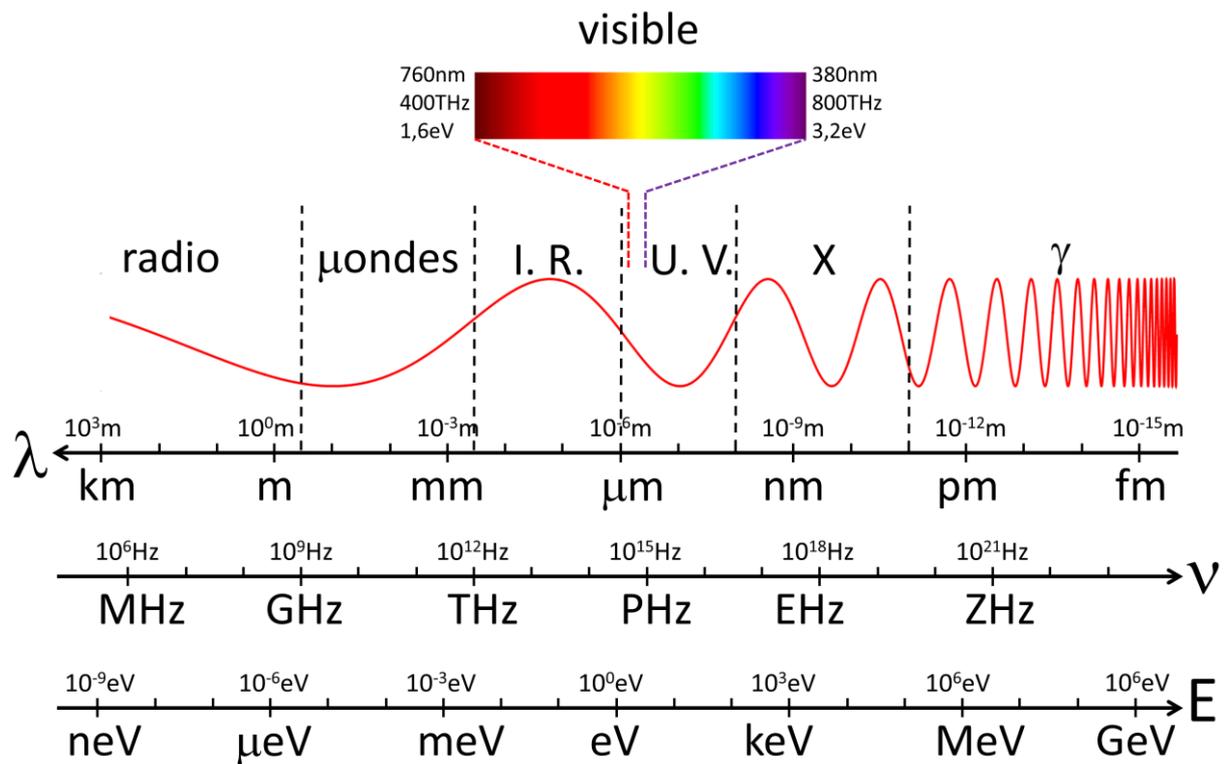
- * le flux ϕ de photons : c'est le nombre de photons qui traversent une surface de 1m^2 en 1s.
- * l'énergie E des photons



La dualité onde-corpuscule s'exprime dans la relation de Planck-Einstein $E=h\nu$, où h est la fameuse *constante de Planck*, véritable signature des phénomènes quantiques : elle associe une grandeur ondulatoire ν à l'énergie E du corpuscule associé, le photon ici.

Lumière visible, rayonnements invisibles

La gamme des rayonnements électromagnétiques se représente sous la forme du *spectre électromagnétique* dont l'œil n'est sensible qu'à une toute petite partie.



Le *spectre visible* couvre conventionnellement l'ensemble des longueurs d'onde comprises entre 380 nm (violet) et 760 nm (rouge). On distingue de part et d'autre de la partie visible :

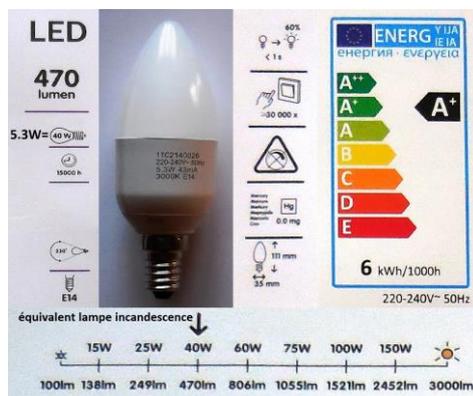
- du côté des grandes longueurs d'ondes : les infrarouges (IR), les micro-ondes puis les ondes radio
- du côté des petites longueurs d'onde : les ultraviolets (UV), les rayons X puis les rayons γ (« gamma »)

Eclairer, s'éclairer

L'éclairement E produit par un rayonnement électromagnétique est l'énergie qui traverse une surface de 1m^2 en 1s.

- du point de vue corpusculaire c'est très simple $E = \phi E$: c'est le produit du nombre de photons qui traversent la surface en 1s par l'énergie de chaque photon.

- du point de vue ondulatoire c'est plus compliqué... on montre qu'il est proportionnel à A^2 , l'amplitude d'oscillation au carré.



En tenant compte de la sensibilité de l'œil, la puissance lumineuse totale émise par une source s'exprime en *Lumen*. C'est désormais ce que l'on indique sur les emballages des ampoules en plus de la puissance électrique consommée, qui s'exprime en *Watt*. Les systèmes modernes, à LED ou fluo-compacts, ont un bien meilleur *rendement* que les anciennes ampoules à incandescence (ampoules à filament) : pour la même puissance lumineuse émise (470 lm dans l'exemple ci-contre) la consommation est moindre (5,3W au lieu de 40W).

Plus on s'éloigne de la source, plus cette énergie se dilue sur une grande surface et l'éclairement qu'elle produit diminue. L'éclairement sur une surface se mesure en *Lux* qui n'est autre que des lumens par mètres carrés. Par exemple, une nuit de pleine lune, l'éclairement au sol une nuit de pleine lune est de 0,5 lux et il atteint 100 000 lux en plein soleil.

