



# CHAPITRE 18 : MODÈLES ONDULATOIRES ET PARTICULAIRES DE LA LUMIÈRE

L'expression « dualité onde-corpuscule » se rapporte, en physique, à un concept qui permet d'expliquer certaines observations liées à l'interaction matière-rayonnement. Selon ce concept, les objets peuvent présenter à la fois des propriétés d'ondes et de corpuscules. La dualité onde-corpuscule est à la base de la mécanique quantique.

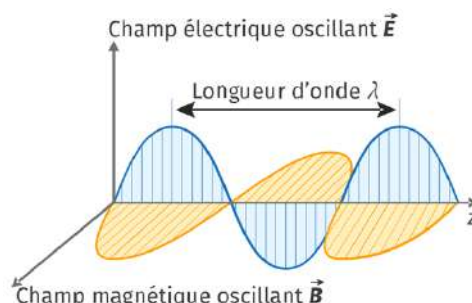
En 1924, Louis de Broglie (1892-1987) a l'idée de généraliser le principe de dualité onde-corpuscule à tous les objets microscopiques : électrons, protons, etc. Une idée qui lui vaudra le prix Nobel de physique en 1929.



## MODÈLE ONDULATOIRE

Dans le **modèle ondulatoire**, la lumière est considérée comme une onde électromagnétique et est caractérisée par sa **fréquence  $\nu$**  (en Hz) ou par sa **longueur d'onde  $\lambda$**  (en m). Elle transporte donc de l'énergie mais pas de matière et contrairement aux ondes mécaniques, les ondes électromagnétiques peuvent se propager dans le vide.

Comme pour les ondes mécaniques, on peut relier la période ou la fréquence d'un rayonnement électromagnétique à sa longueur d'onde dans le vide :

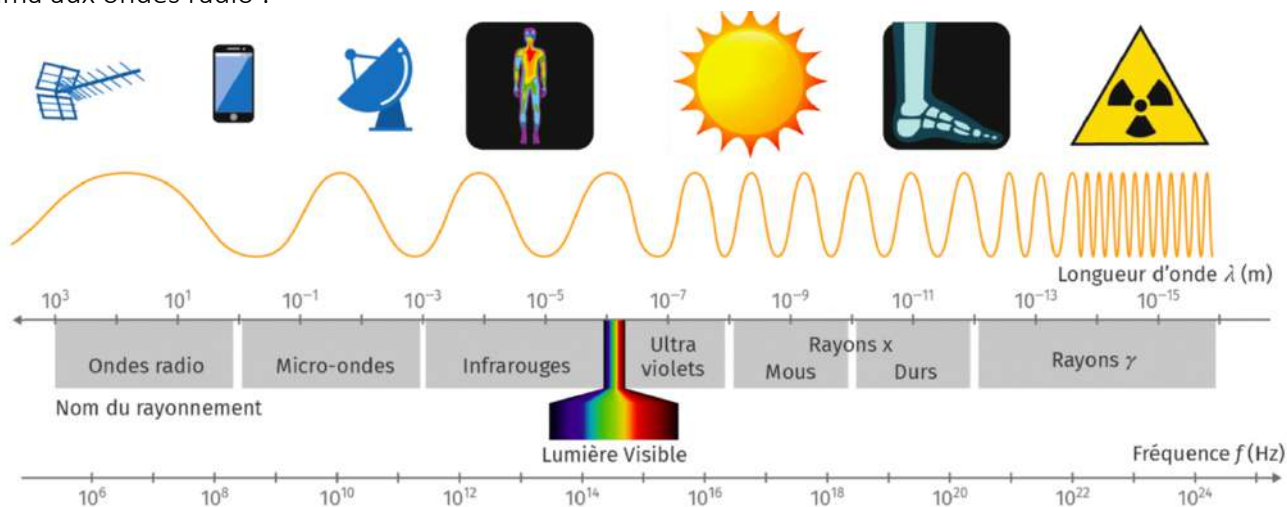


$$\text{en m} \longrightarrow \lambda = c \cdot T = \frac{c}{\nu} \begin{matrix} \longleftarrow \text{en m.s}^{-1} \\ \longleftarrow \text{en Hz} \\ \longleftarrow \text{en s} \end{matrix}$$

Remarque :

- La fréquence d'une radiation est indépendante du milieu de propagation
- La longueur d'onde, quant à elle, dépend du milieu

Le spectre des ondes électromagnétiques est divisé en différents domaines qui s'étendent des rayons gamma aux ondes radio :



## MODÈLE PARTICULAIRE

En 1905, Albert Einstein postule que les transferts d'énergie entre matière et lumière sont quantifiés.

Ces transferts d'énergie se font uniquement par paquets d'énergie, appelés **photons**.

La lumière est alors modélisée par un déplacement de particule sans masse, les photons ; c'est le **domaine particulaire** de la lumière.

L'énergie  $\Delta E$  d'un photon ne dépend que de la fréquence du rayonnement monochromatique qui le transporte ou de sa longueur d'onde dans le vide :

$$\text{en J} \longrightarrow \Delta E = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$  (constante de Planck)  
 $\nu$  en  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$   
 $\lambda$  en  $\text{m}$   
 $\nu$  en  $\text{Hz}$

Max Planck (1858-1947)



Physicien allemand lauréat du prix Nobel de physique en 1918 pour ses travaux sur la théorie des quanta. Il est l'un des fondateurs de la physique quantique.

En 1900 Max Planck affirma que l'énergie d'un rayonnement de fréquence  $\nu$  est quantifiée : sa valeur est un multiple d'une quantité élémentaire d'énergie  $h\nu$  où  $h$  est une constante.

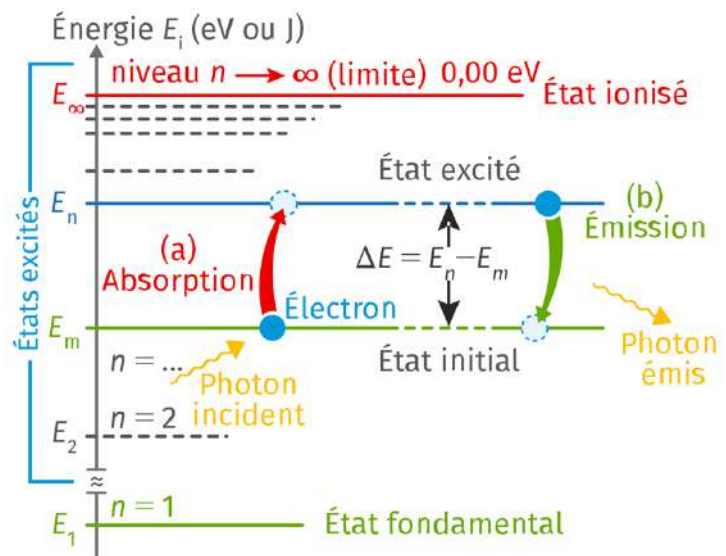
## L'INTERACTION LUMIÈRE-MATIÈRE

En 1913, Niels Bohr (1885-1962) développe la théorie suivante : un atome ne peut exister que dans des états bien définis, chaque état étant caractérisé par un **niveau d'énergie**. L'énergie d'un atome est **quantifiée** : elle ne peut prendre que des valeurs **discrètes, caractéristiques** de l'atome.

Lorsque l'atome est à son niveau le plus bas, on dit qu'il est dans son état **fondamental**. Sinon on dit qu'il est dans un état **excité**.

### ✧ Émission et absorption de lumière

En passant d'un état excité d'énergie  $E_{\text{sup}}$  à un niveau d'énergie plus faible  $E_{\text{inf}}$ , un atome **émet** un photon d'énergie  $\Delta E = E_{\text{sup}} - E_{\text{inf}}$ .



Niveaux d'énergie d'un atome

Un atome dans un état d'énergie  $E_{\text{inf}}$  peut **absorber** un photon d'énergie  $\Delta E$  ssi il possède un niveau d'énergie supérieure  $E_{\text{sup}}$  tel que  $E_{\text{sup}} - E_{\text{inf}} = \Delta E$ .

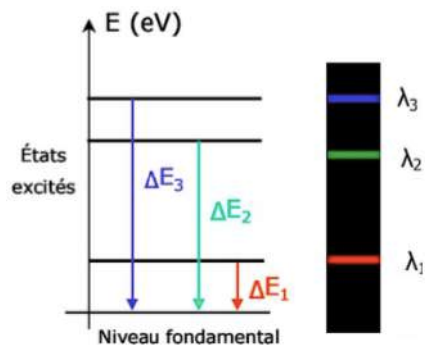
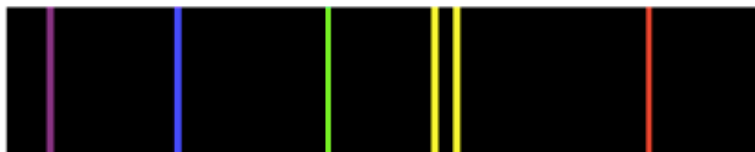
L'énergie échangée  $|\Delta E|$  par l'atome possède exactement une valeur égale à la différence des niveaux d'énergie  $|\Delta E| = |E_n - E_m|$ .

**Transition** : passage d'un électron d'un niveau d'énergie à un autre. Elle est représentée par une flèche.

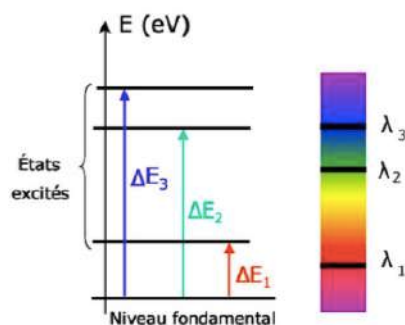
**État fondamental** : état stable de plus faible énergie de l'atome

Dans les **spectres d'absorption et d'émission** de cet atome, on pourra observer, respectivement, une raie sombre et une raie lumineuse de longueur d'onde.

- Spectre de raies d'émission : spectre discontinu constitué d'un nombre limité de radiations.



- Spectre de raies d'absorption : Lorsqu'un gaz à basse pression et à basse température est traversé par de la lumière blanche, le spectre de la lumière transmise est constitué de raies noires se détachant sur le fond coloré du spectre de la lumière blanche : c'est un spectre de raies d'absorption.



Ex : 5, 7, 11, 19, 23, 27 p 370 → 377

Ex supplémentaires : 10, (14, 15 ou 16), 17, 26, 28 p 370 → 376