



Chapitre de physique

**Modèle
ondulatoire de la
lumière**



Compétences :

- Utiliser une échelle de fréquences ou de longueurs d'onde pour identifier un domaine spectral.
- Citer l'ordre de grandeur des fréquences ou des longueurs d'onde des ondes électromagnétiques utilisées dans divers domaines d'application (imagerie médicale, optique visible, signaux wifi, micro-ondes, etc.).
- Utiliser l'expression donnant l'énergie d'un photon.
- Exploiter un diagramme de niveaux d'énergie en utilisant les relations $\lambda = c / \nu$ et $\Delta E = h\nu$.
- *Obtenir le spectre d'une source spectrale et l'interpréter à partir du diagramme de niveaux d'énergie des entités qui la constituent.*

I) Dualité onde - particule

1) Modèle ondulatoire

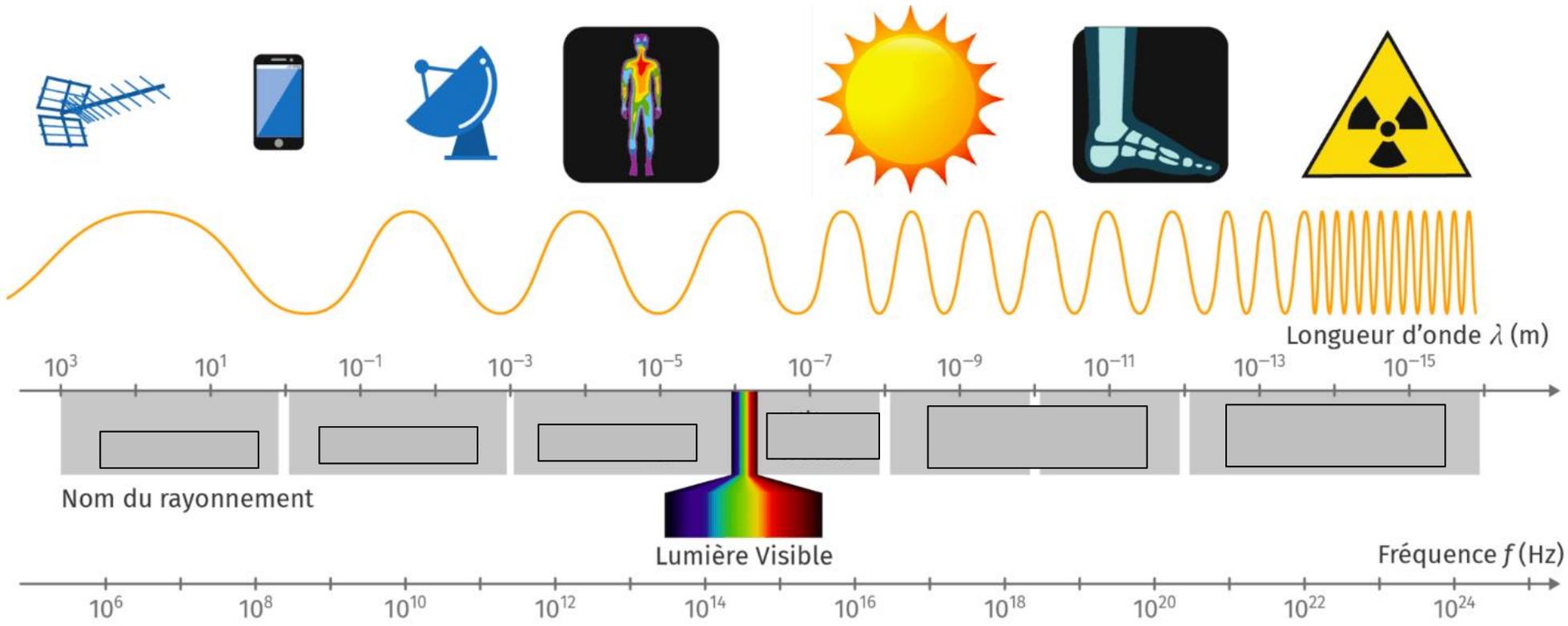
Une onde électromagnétique monochromatique est caractérisée par:

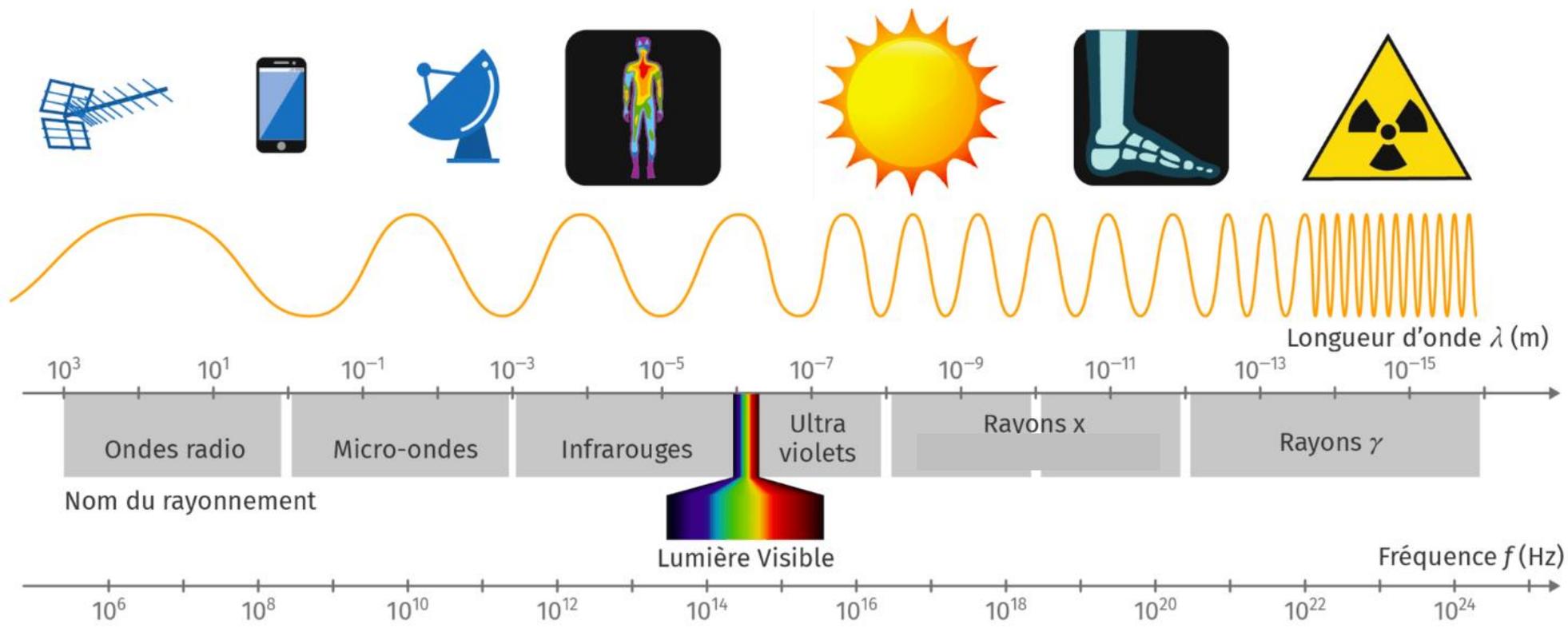
- sa longueur d'onde, notée λ (lambda), qui correspond à sa période spatiale. Elle s'exprime en mètre (m);

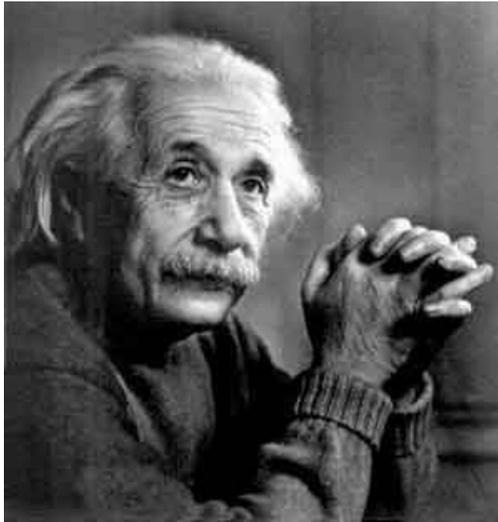
-sa fréquence, notée ν (nu) ou f , correspond à l'inverse de la période temporelle T .

Elle s'exprime en hertz (Hz).

La longueur d'onde λ et la fréquence ν sont reliées dans le vide par l'expression : $\lambda = c / \nu$







«Je postule que toute lumière voyage par paquets d'énergie égaux à $h \cdot \nu$ »

2) Modèle particulière

La lumière est formée de corpuscules appelés photons qui possèdent une masse nulle, se déplacent dans le vide à la vitesse de la lumière et transportent un quantum d'énergie E tel que:

$$\Delta E = h \times \nu$$

joules (J)

constante de Planck
($h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$)

fréquence (en hertz, Hz)
de la radiation associée
au photon

Autres formulations :

$$\Delta E = h / T$$

période (en seconde)
de la radiation associée
au photon

$$\Delta E = h.c / \lambda$$

Vitesse de
la lumière

Longueur d'onde (en mètres)
de la radiation associée au
photon

II. La lumière: onde ou particule?

1. Insuffisance du modèle ondulatoire

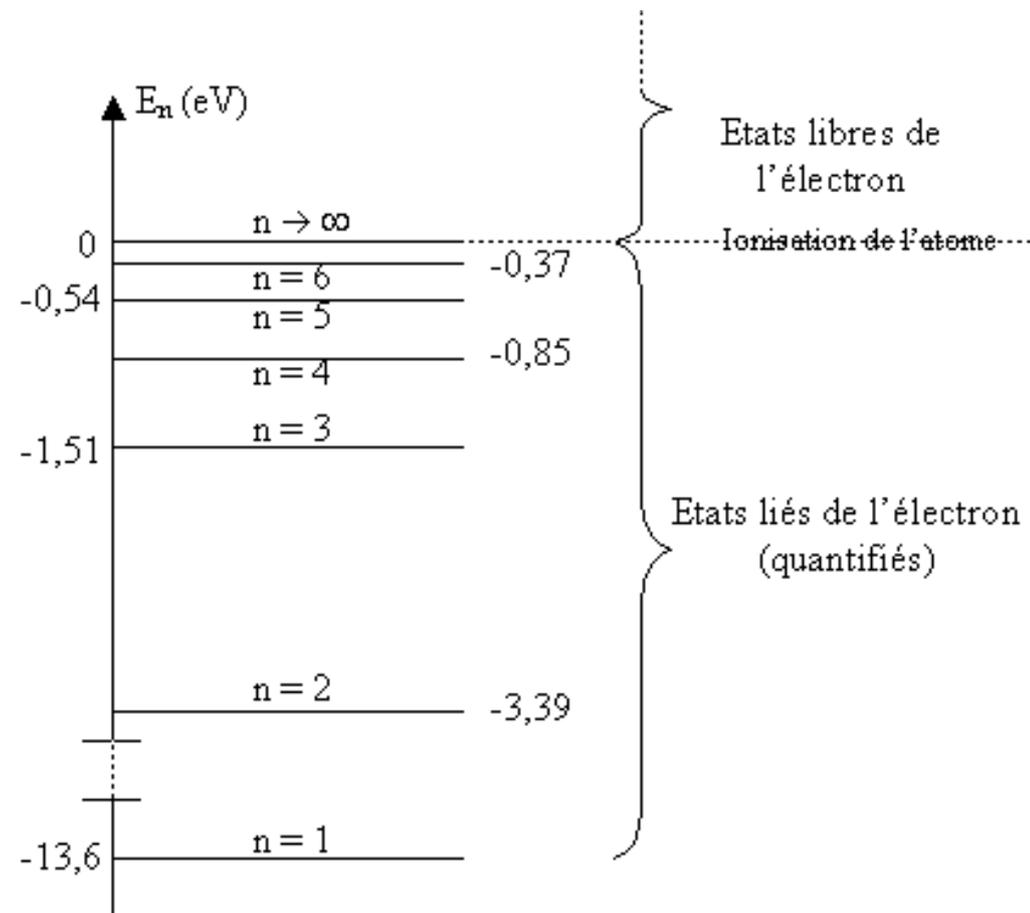
Le modèle ondulatoire de la lumière est indispensable pour étudier la propagation de la lumière mais insuffisant pour décrire les échanges d'énergie entre matière et lumière.

La lumière présente à la fois un aspect ondulatoire et corpusculaire.

2. Quantification des niveaux d'énergie

Afin d'interpréter le spectre d'émission de raies de l'atome d'hydrogène, en 1913 Niels Bohr construit le modèle des couches électroniques de l'atome.

Un électron sur une couche électronique donnée possède une énergie déterminée.



Ces couches correspondent à des niveaux d'énergie bien définis E_1 , E_2 , E_3 etc. Il s'agit de valeurs **discontinues (ou discrètes)**, et non de valeurs continues.

L'énergie d'un atome est donc quantifiée : elle ne peut prendre que quelques valeurs bien précises.

Etat fondamental

Lorsque tous les électrons de l'atome sont dans les couches les plus proches du noyau, **l'énergie de l'atome est minimale**. On dit que l'atome est dans son **état fondamental**. Son énergie est alors notée E_1 (ou E_0). C'est l'état le plus stable, celui de plus basse énergie.

Etat excité

Lorsqu'un atome se trouve à un **niveau d'énergie supérieur au niveau fondamental** (car on lui a apporté de l'énergie), on dit qu'il est **excité**.

Quand son énergie devient très grande l'atome est **ionisé**.

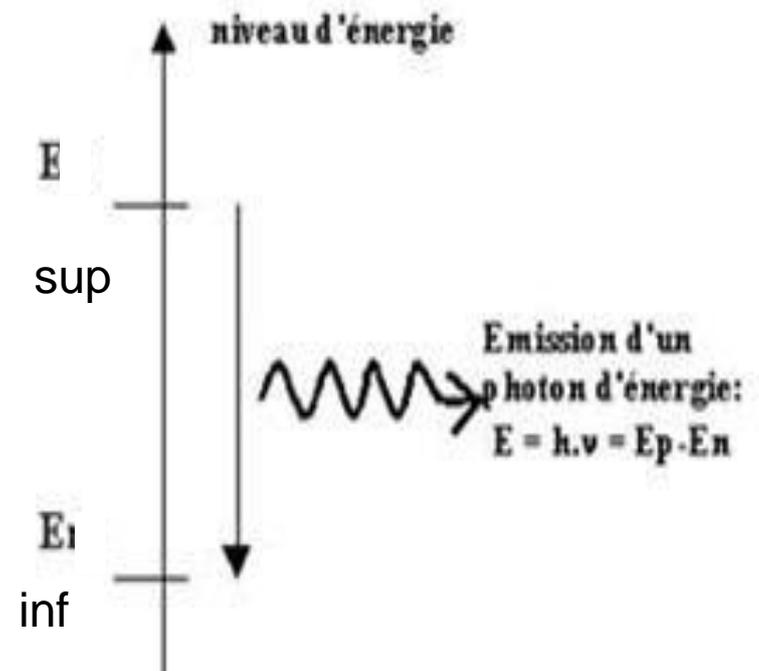
a) émission d'un photon

Lorsque l'atome passe d'un état d'énergie E_p élevé à un niveau d'énergie E_n plus faible, il libère une énergie égale à $E_p - E_n$. On dit que l'atome se désexcite.

Ce phénomène s'accompagne de l'émission d'un photon.

Le photon émis a pour énergie :

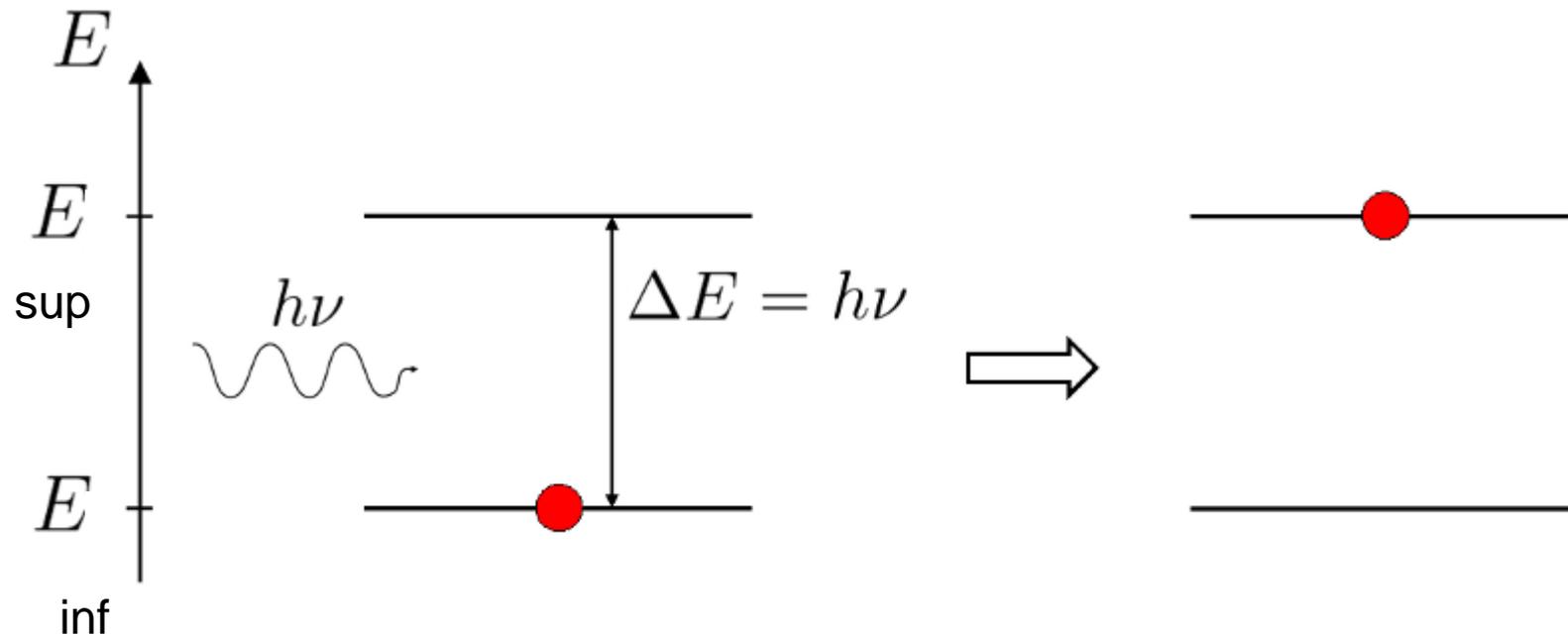
$$\Delta E_{\text{photon}} = (E_{\text{sup}} - E_{\text{inf}}) = h \times \nu$$

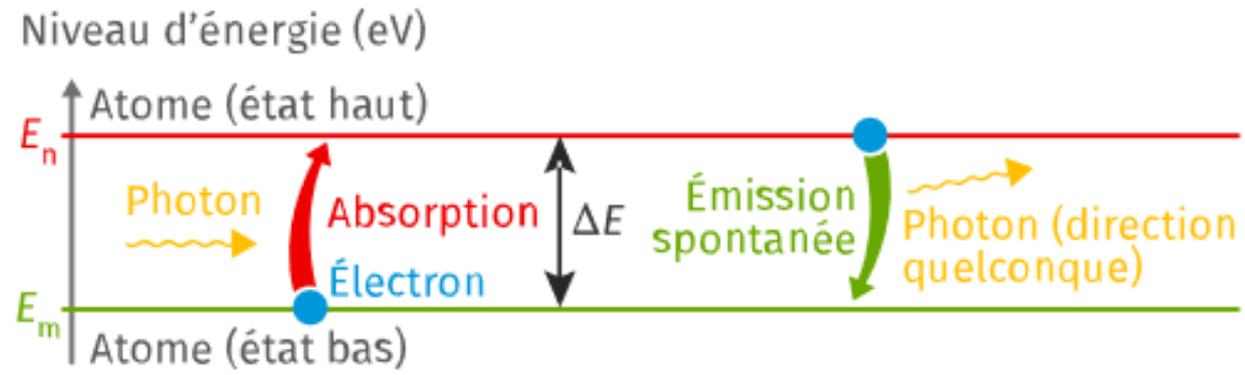


b) absorption d'un photon

Pour qu'un photon soit absorbé par un atome, il faut qu'il apporte l'énergie juste nécessaire à la transition électronique de n à p . Autrement dit l'énergie du photon est :

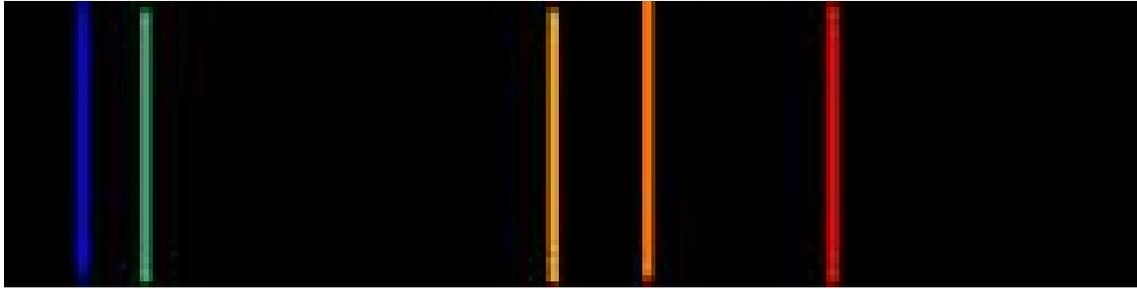
$$\Delta E_{\text{photon}} = (E_{\text{sup}} - E_{\text{inf}}) = h \times \nu$$





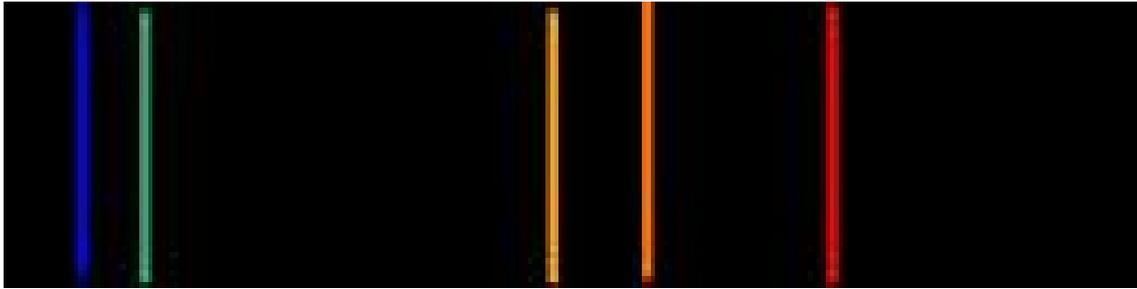
3) interprétation énergétique des spectres atomiques

Un atome peut subir des transitions électroniques en échangeant de l'énergie avec un rayonnement lumineux.

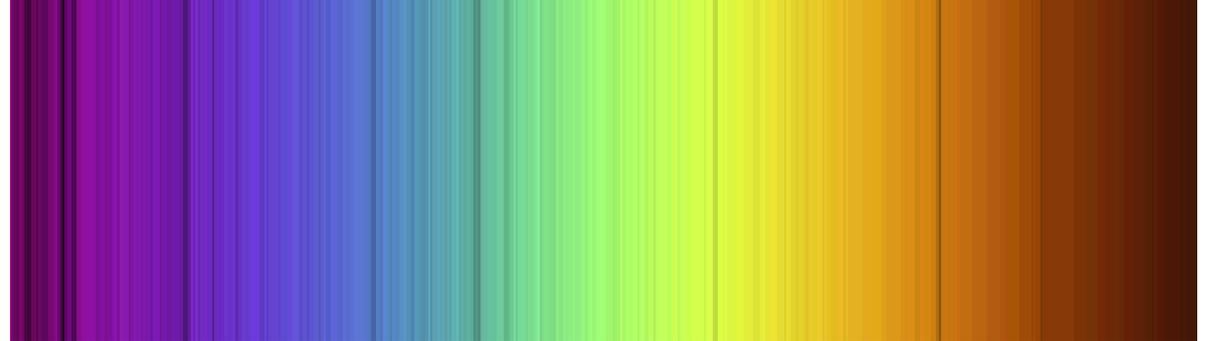


Chaque raie est due à une transition électronique particulière.
(spectre d'émission)

Un atome peut émettre de la lumière
(des photons).



Il peut en absorber.



Peut-il absorber n'importe quel photon ?