

## 1e S - Chap 05 – Lumière et énergie : Le photon

### I ) Aspect corpusculaire de la lumière

#### 1) Insuffisance du modèle ondulatoire :

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

Pour interpréter ces propriétés, les physiciens ont été amenés à postuler que les échanges d'énergie entre matière et lumière ne peuvent pas prendre des valeurs quelconques.

#### 2) Energie lumineuse :

**Définition:** Une radiation lumineuse de fréquence  $\nu$  (nu) est associée à un quantum d'énergie contenant une énergie :  $E = h \times \nu$  avec  $h$  : constante de Planck :  $h = 6,62606957 \times 10^{-34}$  J.s

**Exemple :** Calculer l'énergie des photons pour une radiation de fréquence  $\nu$  de  $6,00 \times 10^{14}$  Hz (lumière bleue)  $E = h \times \nu = 6,63 \times 10^{-34} \times 6,00 \times 10^{14} = 3,98 \times 10^{-19}$  J

Convertir en eV (  $1\text{eV} = 1,60 \times 10^{-19}$  J)  $E = 3,98 \times 10^{-19} / 1,60 \times 10^{-19} = 2,49$  eV

**Remarque :** La longueur d'onde (**wavelength**)  $\lambda$  de la radiation et sa fréquence  $\nu$  sont liées par la relation  $\lambda = c \times T = c / \nu$  d'où  $\nu = c / \lambda$  et  $E = h \times c / \lambda$

On peut considérer que le quantum d'énergie est porté par une particule appelée **photon**.

La structure de la lumière est à la fois ondulatoire et corpusculaire

### II ) Niveaux d'énergie :

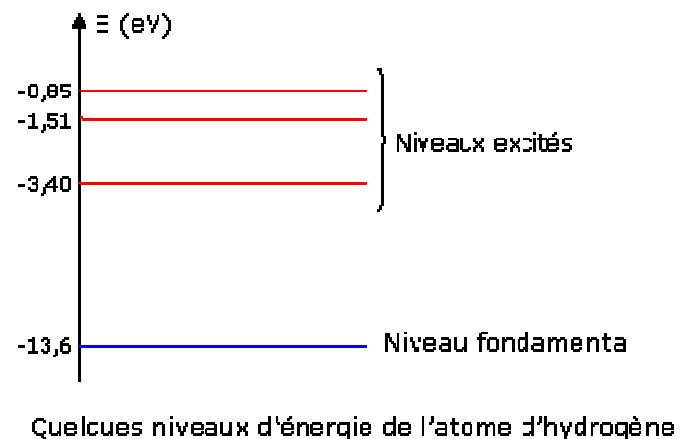
#### 1) Les différents niveaux d'énergie d'un atome :

**Postulat:** L'énergie d'un atome ne peut prendre que des valeurs discrètes appelées **niveaux d'énergie** : elle est **quantifiée**.

**Définition:** Le niveau d'énergie le plus faible d'un atome correspond à son état stable. Il est appelé état fondamental.

Les niveaux d'énergie plus élevés que l'état fondamental correspondent à un état excité de l'atome.

**Remarques :** Les états excités sont instables (durée de vie  $\approx 10^{-8}$ s).  $1\text{eV} = 1,6 \times 10^{-19}$  J

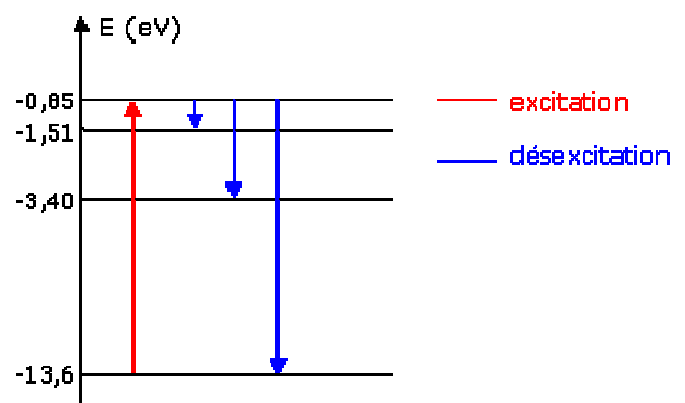


#### 2) Transitions atomiques

**Définition :** Le passage d'un niveau d'énergie  $E_1$  à un autre  $E_2$  est appelé transition.

Si  $E_1 < E_2$ , ( $\Delta E = E_2 - E_1 > 0$ ) l'atome reçoit de l'énergie du monde extérieur (il subit une excitation).

Si  $E_1 > E_2$ , ( $\Delta E = E_2 - E_1 < 0$ ) l'atome fournit de l'énergie au monde extérieur (il subit une désexcitation).



### III ) Interprétation des spectres de raies

#### 1) Spectres atomiques

Le spectre d'une lumière de lampe à vapeur de mercure est un spectre d'émission de raies



Si on envoie la lumière blanche à travers une cuve contenant du gaz mercure, on obtient une lumière dont le spectre est un spectre d'absorption de raies



Spectre d'absorption du mercure.

La position des raies noires correspond à celle des raies colorées. On en déduit que:

Un atome absorbe la lumière qu'il est capable d'émettre.

#### 2) Interprétation des spectres de raies

Lorsqu'un atome passe d'un niveau d'énergie  $E_i$  à un niveau d'énergie  $E_f$ .

Pour interpréter les spectres de raies, on utilise les hypothèses suivantes :

- les échanges d'énergie entre un atome et la lumière se font par quanta d'énergie

<p>Il y a émission de lumière lorsque, après avoir été excité, l'atome subit une transition d'un niveau d'énergie <math>E_i</math> à un niveau d'énergie inférieur <math>E_f</math></p>	<p>Un atome peut absorber de l'énergie lumineuse, il subit alors une transition d'un niveau d'énergie <math>E_i</math> à un niveau d'énergie supérieur <math>E_f</math></p>
<p style="text-align: center;">émission d'un photon</p>	<p style="text-align: center;">absorption d'un photon</p>

- la quantité (quantum) d'énergie  $\Delta E$  associée à une radiation lumineuse dépend de la fréquence  $\nu$  de la radiation  $\Delta E = E = h \times \nu = E = h \times c / \lambda$

Au cours d'une transition, un atome ne peut émettre ou absorber qu'un seul quantum d'énergie lumineuse. Ces quanta ont certaines valeurs discrètes et par conséquent, les longueurs ont aussi des valeurs particulières.

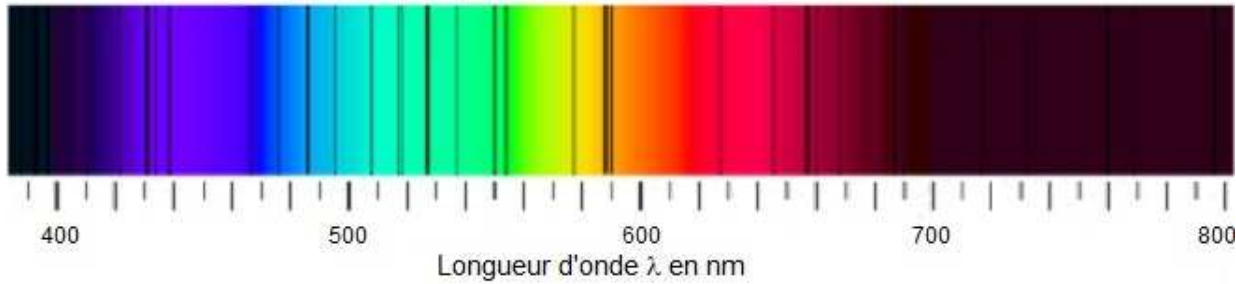
Les radiations associées aux quanta d'énergie lumineuse émis correspondent aux raies du spectre d'émission.

Les radiations associées aux quanta d'énergie lumineuse absorbés correspondent aux raies du spectre d'absorption.

Les quanta d'énergie étant les mêmes, les longueurs d'ondes des raies du spectre d'émission et celles des raies du spectre d'absorption sont identiques.

### 3) Spectre d'une étoile :

Le spectre du Soleil est constitué par le spectre de la lumière blanche appelé fond continu auquel s'ajoute des raies noires d'absorption ( $\approx 20\ 000$  raies).

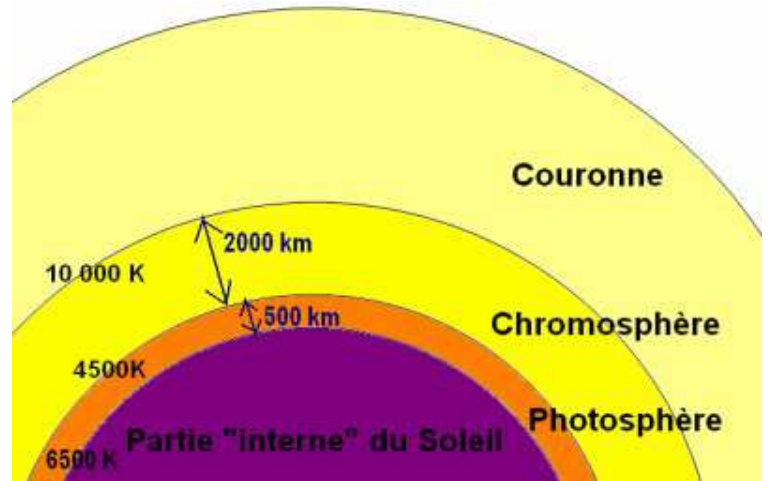


Le fond continu est émis par la photosphère

Les raies noires sont dues à l'absorption de radiations par la chromosphère.

En étudiant la position ( $\lambda$ ) de ces raies noires, on peut en déduire la composition de la chromosphère. On y retrouve les raies du spectre de l'hydrogène à 434, 486 et 656 nm.

La **photosphère** émet le rayonnement visible que nous observons depuis la Terre. Couche constituée de plasma, partiellement transparente. Environ 500 km d'épaisseur, température moyenne de 5785 K.



La **chromosphère** est beaucoup moins brillante que la photosphère, d'épaisseur relativement faible (environ 2000 km), et la température croît avec l'altitude (évolution inverse que dans la photosphère) de 4300 K à 50000 K environ.