

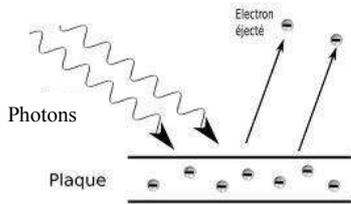
## Partie 3 – Chapitre 4 : transferts quantiques d'énergie

### 1. Qu'est-ce que la dualité onde/corpuscule ?

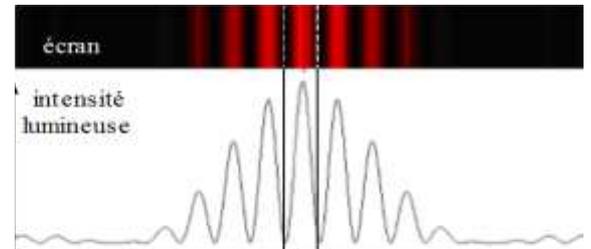
#### 1.1. La dualité onde/corpuscule de la lumière.

- La lumière n'est pas descriptible exclusivement en termes d'onde ou en termes de particules.

Dans certaines expériences, par exemple dans l'**effet photoélectrique**, la lumière se comporte comme une particule.



Dans d'autres expériences, la lumière **se comporte comme une onde**, par exemple dans l'expérience des **interférences lumineuses**.



- La lumière est un **objet quantique** : elle n'est ni une onde ni une particule, mais présente des comportements de l'une ou de l'autre, et parfois aucun des deux.

#### 1.2. La dualité onde/corpuscule de la matière.

- La matière a également le comportement d'une particule dans certaines circonstances et celui d'une onde dans d'autres situations.

- La relation de De Broglie associe à chaque particule en mouvement, une onde de matière de longueur d'onde  $\lambda$ .

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

- $p$  est la quantité de mouvement de la particule en  $\text{kg.m.s}^{-1}$ ,  $\lambda$  en m et  $h$  la constante de Planck :  $h = 6,63.10^{-34}$  J.s.

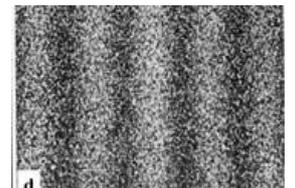
### 2. Aspect probabiliste de la physique quantique.

- Un objet quantique peut prendre différents états possibles. A chaque état est associé une probabilité.

Par exemple, dans l'expérience des interférences, on ne peut pas prévoir la position de l'impact d'un photon sur l'écran : celui-ci est aléatoire.



Mais, lorsque leur nombre est important, les photons respectent une loi probabiliste donnée par l'intensité de l'onde lumineuse.



- Les prévisions sur le comportement d'un objet quantique ne peuvent être que du type probabiliste.

### 3. Transferts quantiques d'énergie

Il existe trois types de transferts quantiques d'énergie :

Absorption d'un photon	Émission spontanée d'un photon	Émission stimulée d'un photon

## Partie 3 – Chapitre 4 : transferts quantiques d'énergie

### 3.1. Absorption et émission spontanée.

- La matière peut absorber ou émettre des rayonnements électromagnétiques.
- L'absorption d'un photon se produit quand un atome passe d'un état initial d'énergie  $E_{\text{bas}}$  vers un état d'énergie  $E_{\text{haut}}$  supérieure.
- Lorsque l'atome se désexcite, il passe d'un état excité d'énergie  $E_{\text{haut}}$  vers un état d'énergie inférieur, qui s'accompagne de l'émission spontanée d'un photon d'énergie  $E_{\text{photon}} = \Delta E = E_{\text{haut}} - E_{\text{bas}}$
- **La relation de Planck-Einstein** donne la fréquence de la radiation associée à ce photon.  
 $E_{\text{lum}}$  en J,  $\nu$  en Hz et  $h$  la constante de Planck :  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  J.s

$$E_{\text{lum}} = h \times \nu$$

### 3.2. Émission stimulée.

- Une entité chimique excitée peut interagir avec un photon d'énergie  $\Delta E = E_{\text{haut}} - E_{\text{bas}}$  et retrouver une énergie  $E_{\text{bas}}$  plus stable en émettant un photon jumeau du premier, de même énergie, qui n'est pas absorbé. C'est ce qu'on appelle l'émission stimulée, et le photon jumeau est émis dans la même direction que le photon incident.

## 4. LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)

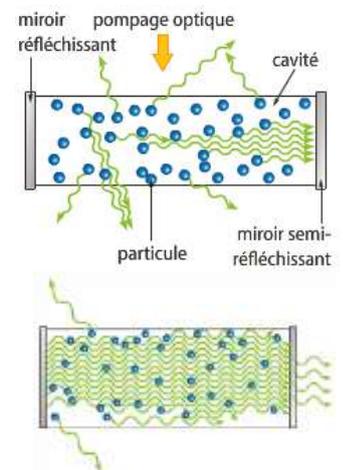
### 4.1. Principe de fonctionnement

- Le laser émet des photons par émission stimulée, comme une réaction en chaîne, on obtient un grand nombre de photons jumeaux, c'est l'**amplification laser**.

Si les particules se trouvant dans la cavité laser sont dans un état de basse énergie, elles vont absorber les photons qui ne pourront plus créer l'**émission stimulée**, il faut donc maintenir plus de particules dans un état excité que dans l'état fondamental, c'est l'**inversion de population** qui est obtenue en fournissant de l'énergie aux particules par **pompage optique**.

La cavité laser est délimitée par deux miroirs, un réfléchissant et un semi-réfléchissant vers la sortie.

Ainsi seuls les photons se déplaçant perpendiculairement aux deux miroirs peuvent sortir de la cavité, et la multiplication des allers-retours permet d'augmenter le nombre de photons identiques produits, cette cavité constitue donc un **oscillateur optique entretenu**.



### 4.2. Propriété de la lumière laser

- **Le laser produit une lumière monochromatique** (tous les photons ont la même fréquence), **cohérente** (tous les photons sont en phase).
- Le laser produit une lumière qui se propage dans une seule direction, elle est **directive** donc présente une plus grande **concentration spatiale de l'énergie** que les autres lumières.
- Un laser peut concentrer l'énergie dans le temps en fournissant son énergie grâce à des émissions de très courtes durées (lasers à impulsion), on parle de **concentration temporelle de l'énergie**.