

LA NATURE DE LA LUMIERE

1. Théorie de l'émission :

NEWTON (1669) : La lumière est constituée de «grains de lumière» (dont la nature est imprécise) ; ces grains sont lancés à très grande vitesse par les objets lumineux et sont captés par l'œil .

2. Théorie ondulatoire :

2.1. HUYGHENS (1677) : La lumière est propagée par un milieu hypothétique («l'éther») sous forme de vibrations qui se transmettent de proche en proche.

Remarque : cette théorie ne donnait aucun renseignement sur le milieu de propagation.

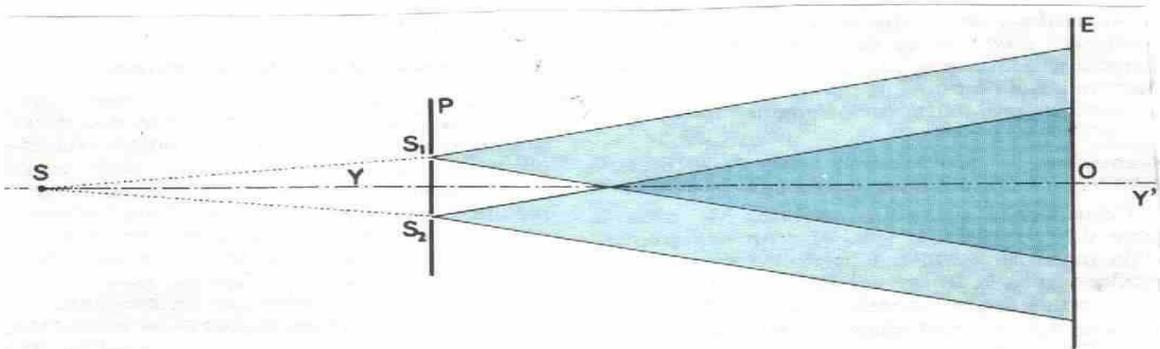
2.2. YOUNG (1802) :

⇒ Expérience d'interférences lumineuses

La superposition de la lumière issue de sources lumineuses cohérentes donne un phénomène tout à fait général, connu pour les ondes : c'est le phénomène d'INTERFERENCES :

sur l'écran, on observe une succession de franges brillantes (lumineuses) et de franges noires (obscurées)

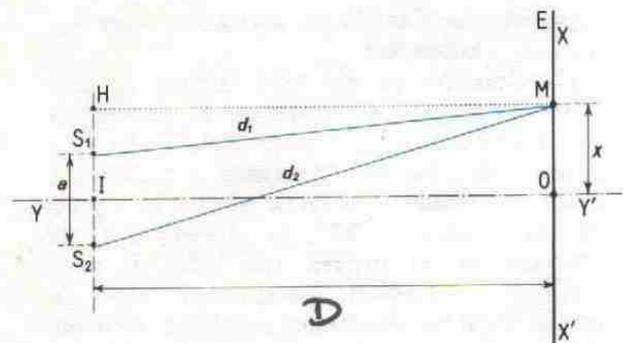
Lumière + Lumière $\begin{cases} \rightarrow \text{Lumière} \\ \rightarrow \text{Obscurité} \end{cases}$



⇒ Interprétation :

- ♣ La lumière est de nature *ondulatoire* :
- ♣ Le phénomène d'interférences est dû à la *superposition de deux ondes* lumineuses issues des sources S₁ et S₂ .
- ♣ *Franges brillantes* : les ondes issues de S₁ et S₂ arrivent en PHASE sur l'écran :

$$d_2 - d_1 = k \cdot \lambda$$



- ♣ *Franges obscures* : les ondes issues de S_1 et S_2 arrivent en OPPOSITION DE PHASE sur l'écran :

$$d_2 - d_1 = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$$

- ♣ *Interfrange* : c'est la distance entre deux franges brillantes ou bien deux franges obscures consécutives : on démontre que l'interfrange peut se calculer par l'expression :

$$i = \frac{\lambda \cdot D}{a}$$

avec D = distance sources – écran

a = écartement des sources

λ = longueur d'onde de la lumière

- ♣ *Application* : Déterminer expérimentalement la longueur d'onde λ du laser .

On donne : $a = 0,25 \text{ mm}$

On mesure : $D =$

$$10 \cdot i = \Rightarrow i =$$

Ce qui donne : $\lambda =$

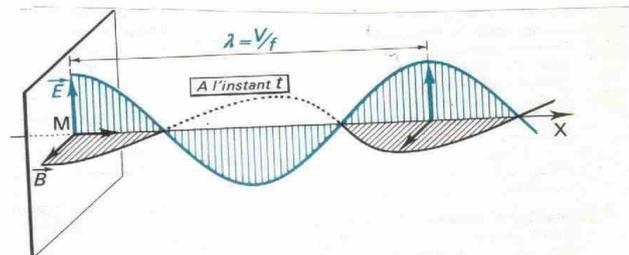
2.3. MAXWELL (1869) :

⇒ Théorie électromagnétique de la lumière :

- ♣ la lumière fait partie des ondes électromagnétiques : ce sont des vibrations combinées d'un champ électrique \vec{E} et d'un champ magnétique \vec{B} (\vec{E} et \vec{B} sont perpendiculaires entre eux)

- ♣ vitesse de propagation d'une onde électromagnétique :
 $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ dans le vide

- ♣ Les deux champs \vec{E} et \vec{B} ne sont pas indépendants l'un de l'autre : pour la lumière la connaissance de E suffit pour déterminer l'intensité lumineuse.



- ♣ une radiation lumineuse, comme toute onde, est caractérisée par sa longueur d'onde : λ :

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

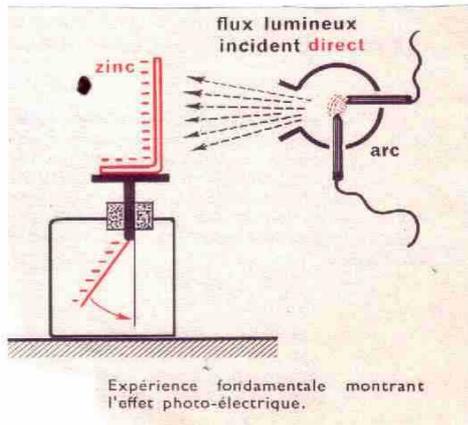
2.4. VUE D'ENSEMBLE des radiations électromagnétiques :

Les radiations visibles qui constituent la lumière ne représentent qu'une infime partie des radiations électromagnétiques.

Toutes ces radiations peuvent donner lieu aux phénomènes de réflexion, réfraction, interférences, diffraction, dispersion, mais avec des propriétés spécifiques.

3. Théorie corpusculaire :

3.1. Mise en évidence de l'effet photoélectrique : HERTZ (1887)



Expérience :

Une lumière riche en U.V. provoque la décharge progressive de l'électroscope chargé négativement. S'il est chargé positivement, il n'y a pas de décharge.

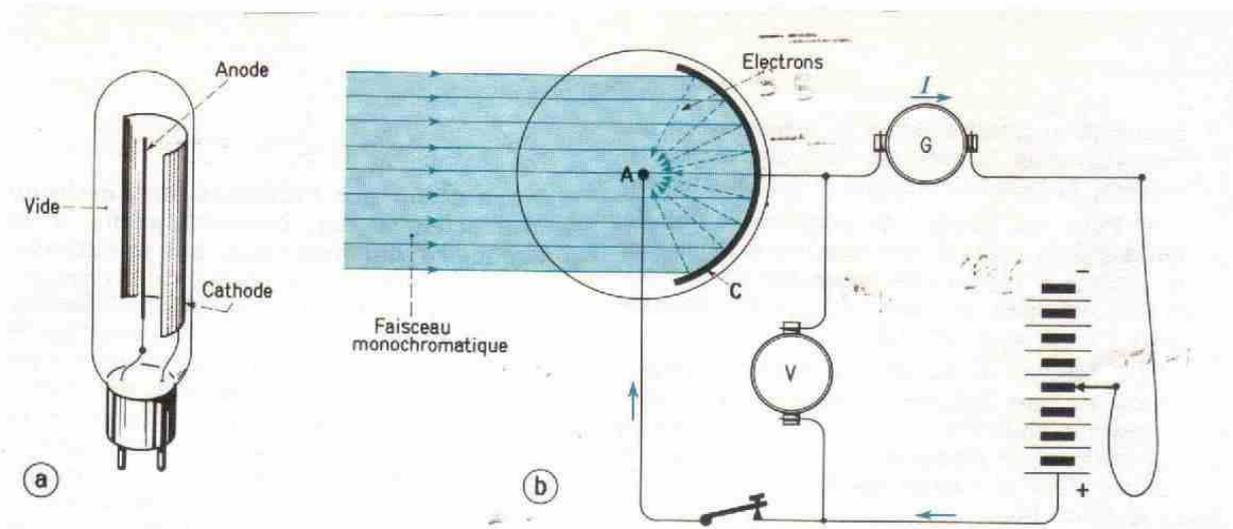
Conclusion :

Sous certaines conditions, la matière exposée à la lumière peut émettre des électrons. C'est ce qu'on appelle :

l'EFFET PHOTOELECTRIQUE :

3.2. Etude de l'effet photoélectrique :

⇒ Cellule photoélectrique : c'est une ampoule constituée d'un verre spécial (transparent à l'ultraviolet) dans laquelle règne un vide aussi parfait que possible et qui comporte :



- une cathode C , formée par une couche du métal à étudier
 - une anode A réduite à un fil ou une boucle métallique
- Si $U_{AC} > 0$, alors le galvanomètre indique le passage d'un courant I : la cathode sous l'action de la lumière émet des **électrons** qui sont captés par l'anode A .

⇒ Lois de l'effet photoélectrique :

- SEUIL : n'importe quelle lumière ne convient pas : la fréquence de la radiation doit être plus grande qu'une fréquence seuil qui dépend du métal utilisé :

$$f \geq f_0 \Rightarrow \lambda \leq \lambda_0$$

Métal	Cs	K	Zn
λ_0 en μm	0,66	0,55	0,37

* INTENSITE : du courant photoélectrique : il dépend de la tension U_{AC} , de la puissance lumineuse et de la couleur de la lumière.

* ENERGIE CINETIQUE : on montre expérimentalement que l'énergie cinétique maximale des électrons peut s'écrire : $E_c = \frac{1}{2} m v_{\max}^2 = a \cdot f + b$

3.2. Interprétation :

⇒ Travail d'extraction : pour extraire un électron avec une vitesse nulle ($v \approx 0$), il faut fournir un travail d'extraction W_0 .

⇒ Effet photoélectrique : pour extraire les électrons avec une vitesse v , il faut fournir un travail $W > W_0$ donc $W - W_0 = \frac{1}{2} m v^2$

⇒ Théorie de PLANCK et EINSTEIN (1905) : un faisceau lumineux monochromatique, de fréquence f , transporte de l'énergie sous forme de «grains» appelés PHOTONS. Chaque photon possède une énergie W ;
Constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ J.s

$$W = h \cdot f = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

Chaque photon possède les caractéristiques suivantes :

masse nulle : $m = 0$ charge nulle : $q = 0$ vitesse : $c = 3 \cdot 10^8$ m.s⁻¹

4. Dualité ONDE - CORPUSCULE :

La Mécanique Ondulatoire (LOUIS DE BROGLIE : 1924) affirme qu'à tout corpuscule on peut associer une onde de longueur d'onde λ :

$$\lambda = \frac{h}{p} \quad \text{avec } p = m \cdot v$$

CONCLUSION : la lumière possède une double nature :

- nature vibratoire : la lumière se propage sous forme d'une onde lumineuse
- nature corpusculaire : ce sont les photons qui transportent l'énergie.

