

INTERACTION LUMIERE-MATIÈRE

EFFET PHOTOÉLECTRIQUE

1) Modèle corpusculaire de la lumière :

ACTIVITÉ 1

La lumière présente deux aspects complémentaires selon les conditions d'expérience : elle apparaît soit ondulatoire (longueur d'onde, diffraction, interférence, effet Doppler), soit corpusculaire (photon, effet photoélectrique).

a – Le photon :

Le photon est une particule élémentaire associée aux ondes électromagnétiques. Il n'a pas de masse et ne porte pas de charge électrique.

Dans le vide, sa vitesse est environ égale à $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

Son énergie E est égale à :

$$E = h \cdot \nu = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

E : énergie du photon (J)

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

ν : fréquence de l'onde électromagnétique associée (Hz)

λ : longueur d'onde de l'onde (m)

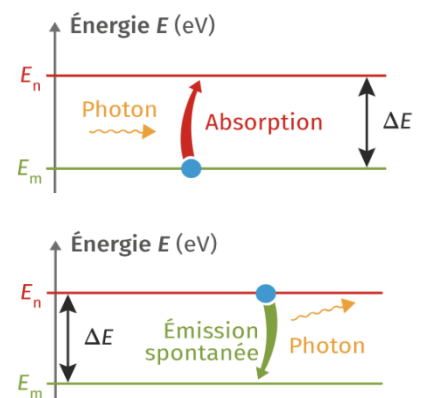
b – Émission et absorption d'un photon :

Émission

Lorsqu'un atome passe d'un niveau d'énergie E_n à un état d'énergie inférieur E_m alors il émet un photon dont l'énergie est égale à $\Delta E = |E_m - E_n|$.

Absorption

Lorsqu'un atome absorbe un photon d'énergie égale à $\Delta E = |E_m - E_n|$, alors son énergie passe d'un niveau E_m à un état supérieur E_n .

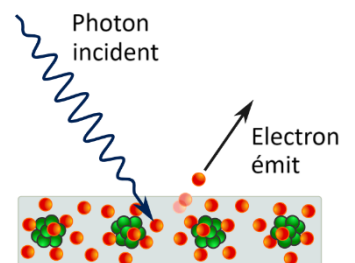


c – Effet photoélectrique :

Lorsqu'un photon d'énergie suffisante entre en collision avec un électron présent dans un métal, alors l'électron est éjecté du cortège électronique de l'atome. Ce phénomène, appelé « effet photoélectrique », s'observe en éclairant une plaque métallique avec un rayonnement électromagnétique.

L'énergie minimale nécessaire pour éjecter un électron situé à la surface d'un métal est appelé travail d'extraction W_{ext} (en Joule). La fréquence correspondante, appelée « fréquence seuil » est égale à : $\nu_0 = W_{\text{ext}} / h$

Si l'énergie $h \cdot \nu$ du photon est supérieure au travail d'extraction, alors le surplus d'énergie est communiqué à l'électron sous forme d'énergie cinétique E_c : $E_c = h \cdot \nu - W_{\text{ext}}$



Effet photoélectrique

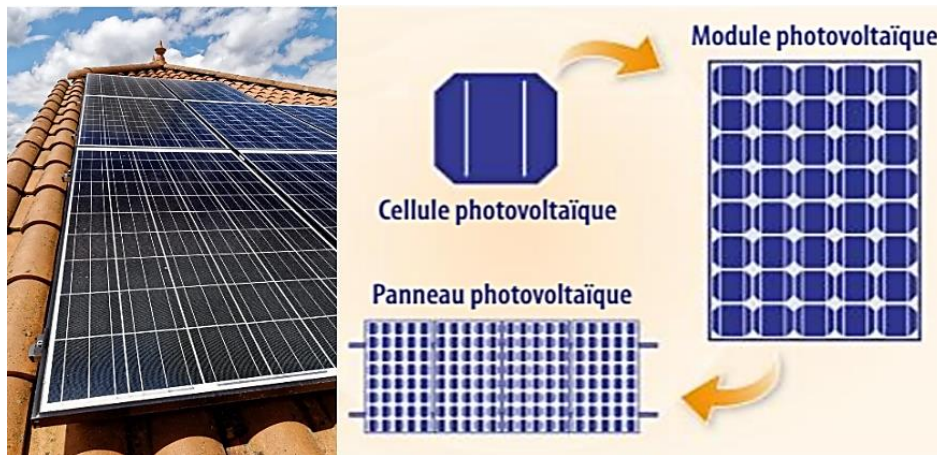
2) Les cellules photovoltaïques :

a – Principe de fonctionnement :

Les cellules photovoltaïques fonctionnent grâce à l'effet photoélectrique. Les photons reçus par les cellules transmettent leur énergie aux électrons du panneau. La fréquence du rayonnement doit être assez grande pour que l'énergie d'un photon soit au moins égale au travail d'extraction du matériau constitutif du panneau :

- plus l'intensité du rayonnement reçu est grande, plus le nombre d'électrons mis en mouvement est important
- plus la fréquence du rayonnement reçu est grande, plus la vitesse de ces électrons est grande

Les panneaux photovoltaïques commercialisés sont majoritairement fabriqués en silicium, matériau semi-conducteur :



b – Rendement :

Le rendement η d'une cellule photovoltaïque est défini comme le rapport de la puissance électrique utile produite P_u par la puissance lumineuse (ou radiative) reçue P_r :

$$\eta = \frac{P_u}{P_r}$$

η : rendement de la cellule
 P_u : puissance électrique utile (W)
 P_r : puissance lumineuse reçue (W)

La puissance radiative P_r reçue peut être mesurée à l'aide d'un solarimètre. La puissance électrique P_u produite peut être déterminée en traçant la courbe $P=f(U)$ de la cellule. Les rendements des panneaux actuellement vendus dans le commerce sont de l'ordre de 20 %.



Solarimètre

