

## Chapitre N°12 : Energie transportée par la lumière

### 1/ Le photon et l'énergie lumineuse

#### a/ Dualité onde-particule de la lumière

Une onde électromagnétique de fréquence  $f$  et une longueur d'onde  $\lambda$  dans le vide peut être décrite comme .....  
 Le photon est une particule ayant une masse nulle, une charge nulle et une vitesse égale à  $c$  dans le vide.

#### b/ L'énergie transportée par le rayonnement électromagnétique

A une onde électromagnétique de fréquence  $f$  sont associés des photons qui transportent chacun une énergie  $E$  donnée par la relation :

avec  $E$  l'énergie transportée par le photon (en J),  $f$  la fréquence de l'onde (en Hz),  $c$  la célérité de l'onde (en  $m.s^{-1}$ ),  $\lambda$  la longueur d'onde (en m),  $h = 6.63 \times 10^{-34}$  J.s la constante de Planck.

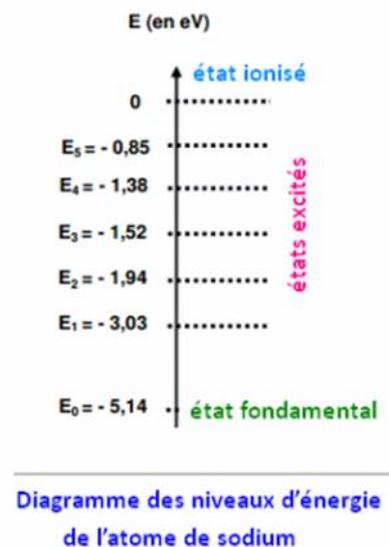
#### c/ Interaction lumière-matière

- Niveau d'énergie d'un atome

Les électrons d'un atome sont répartis sur des couches électroniques. À chaque couche correspond un niveau d'énergie.

Le diagramme de niveaux d'énergie d'un atome est composé d'un axe vertical orienté vers le haut avec un trait pour chaque valeur d'énergie. Il est souvent gradué en électron-volt (eV).

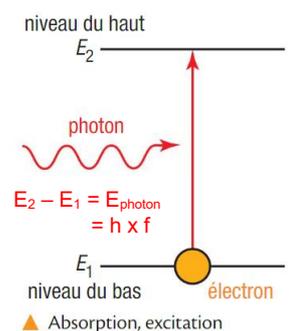
- Le niveau de plus basse énergie est appelé ..... C'est un état stable. Il est souvent noté  $E_0$ .
- Les niveaux d'énergie supérieurs sont qualifiés .....
- L'énergie la plus élevée possible est égale à 0 eV, elle correspond à un électron libéré. L'atome est alors transformé en ion : on parle d'.....



Ces diagrammes ont permis aux physiciens de comprendre les échanges d'énergie qui peuvent avoir lieu entre la lumière et la matière, à l'échelle de l'atome.

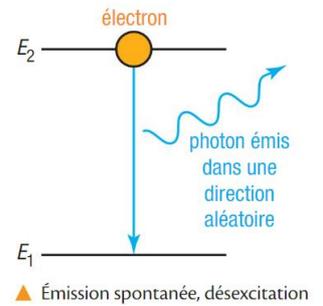
- Absorption de photons :

Un atome initialement au niveau d'énergie  $E_1$  peut passer à un niveau d'énergie supérieur  $E_2$  lorsqu'il est excité, en absorbant un photon d'énergie. L'énergie du photon absorbé doit être exactement égal à la différence d'énergie entre le niveau  $E_2$  et le niveau  $E_1$ . Si l'énergie transportée par le photon est très importante alors, l'atome peut-être ionisé en éjectant un électron de l'atome.



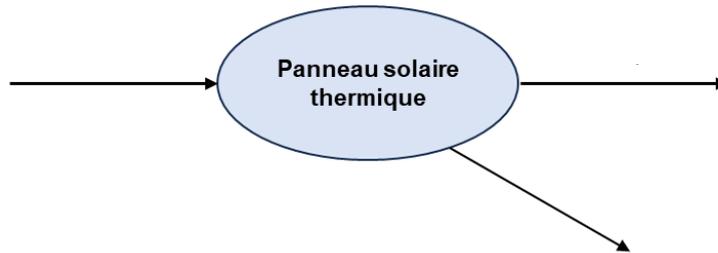
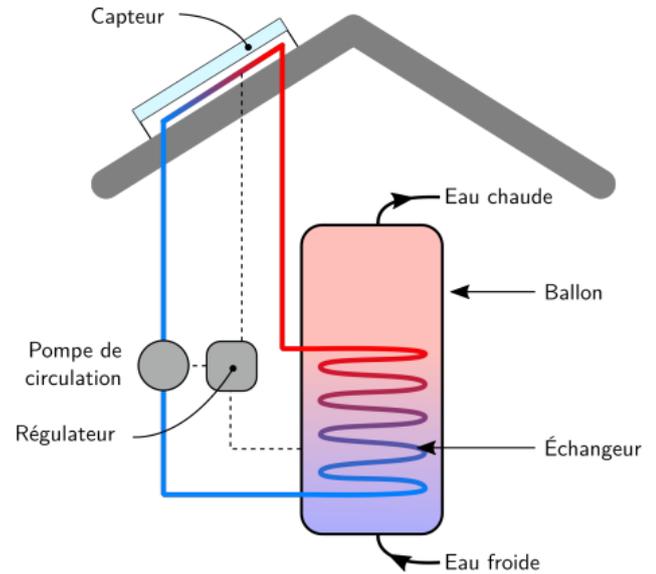
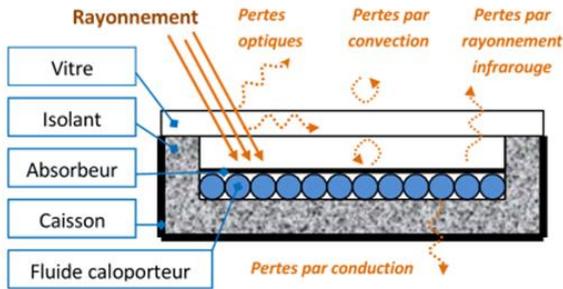
- Émission spontanée de photons :

Un atome se trouvant dans un état excité  $E_2$  peut revenir à un niveau d'énergie inférieur  $E_1$  en émettant un photon dont l'énergie sera exactement égal à la différence d'énergie entre le niveau  $E_2$  et le niveau  $E_1$ .



## 2/ Conversion thermique de l'énergie solaire

Le panneau solaire thermique comporte une plaque de verre qui piège l'énergie rayonnante du Soleil par effet de corps noir et chauffe un fluide caloporteur qui circule dans un absorbeur, peint en noir.



Le rendement noté  $\eta$  est donné par la relation :

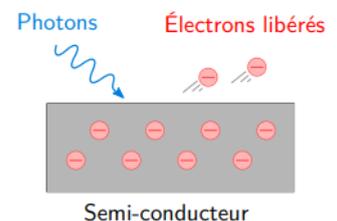
$$\eta = \frac{Q}{E_{\text{solaire}}}$$

avec  $Q$  et  $E_{\text{solaire}}$  en J.

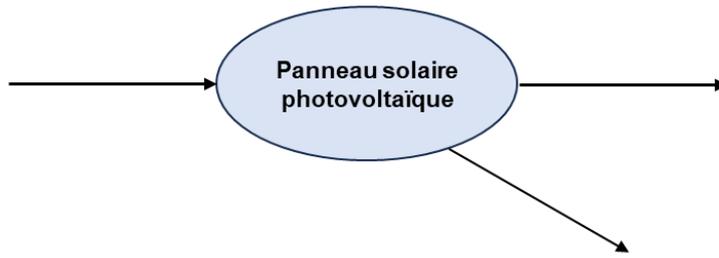
## 3/ Conversion électrique de l'énergie solaire

### a/ Origine de l'effet photoélectrique

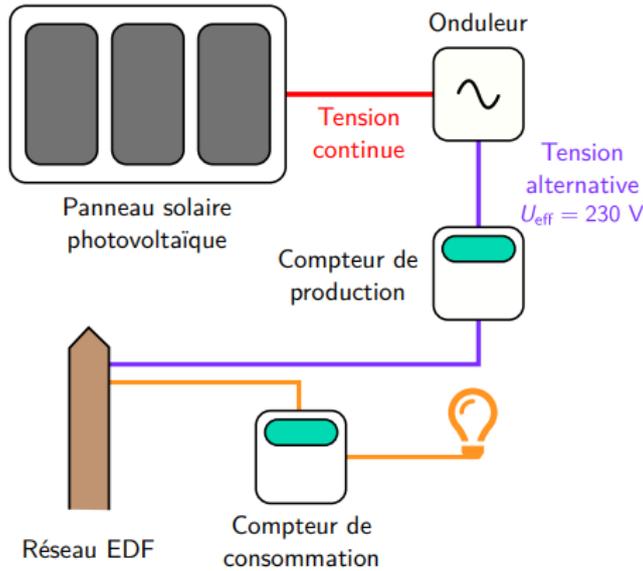
Si l'on reprend les notions vues dans la partie « c/ interaction lumière-matière », si l'énergie transportée par la lumière est suffisante, un électron peut-être "arraché" à l'atome en formant un ion. Cet électron éjecté contribue alors à la création d'un courant électrique (et donc d'énergie électrique).



b/ Le panneau solaire photovoltaïque



La conversion électrique de l'énergie solaire est réalisée par les cellules photovoltaïques du panneau.



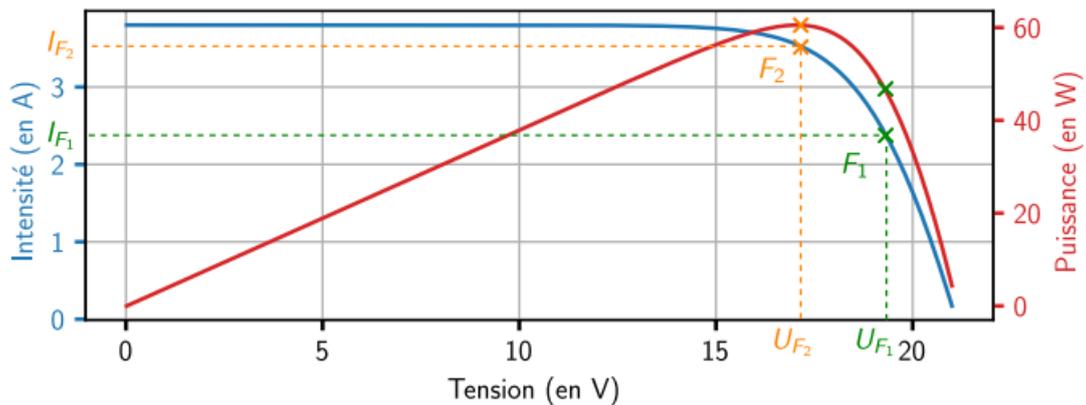
Le rendement (souvent de l'ordre de 15%) est donné par la relation :

$$\eta = \frac{P_{\text{élec}}}{P_{\text{solaire}}}$$

avec  $E_{\text{élec}}$  et  $E_{\text{solaire}}$  en J ou kWh,  $P_{\text{élec}}$  et  $P_{\text{solaire}}$  en W.

c/ Caractéristique intensité/tension

La caractéristique intensité/tension d'une cellule photovoltaïque représente l'évolution de l'intensité délivrée par la cellule en fonction de la tension. Elle est représentée en bleu.



La puissance délivrée par la cellule est représentée en rouge et est obtenue en faisant le produit de la tension et de l'intensité.

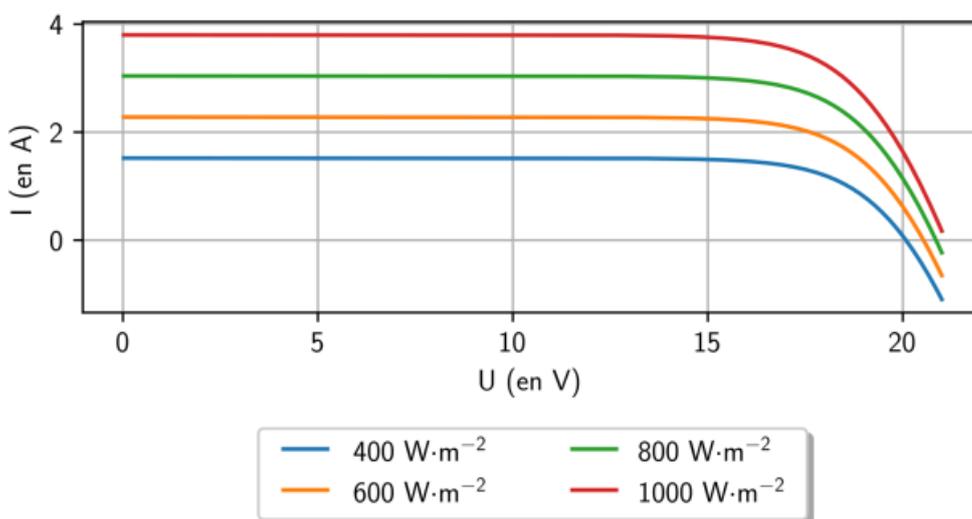
On appelle point de fonctionnement le point sur la caractéristique  $I = f(U)$  correspondant à la valeur du courant et de la tension délivrée par la cellule lorsqu'elle est branché à une charge (une résistance par exemple...).

Deux points de fonctionnement différents  $F_1$  et  $F_2$  sont représentés pour deux charges différentes. La puissance maximale est associée au point de fonctionnement notée  $F_2$ .

À partir du graphique précédent, on peut relever alors plusieurs grandeurs :

- .....
- .....
- .....

La caractéristique  $I = f(U)$  (et donc la puissance maximale) dépend de la puissance lumineuse reçue :



**JE DOIS SAVOIR :**



- Interpréter les échanges d'énergie entre la matière et la lumière à l'aide de la notion de photon.
- Citer et exploiter la relation  $\Delta E = h \times f$  reliant une variation d'énergie à la fréquence des photons émis ou reçus.
- Identifier les formes d'énergie mises en jeu dans une conversion photovoltaïque et une conversion photothermique.
- Exploiter les caractéristiques tension-courant d'un panneau photovoltaïque pour identifier son point de fonctionnement.
- Réaliser le bilan de puissance pour déterminer le rendement d'une conversion photovoltaïque et d'une conversion photothermique.