

## Chapitre 2.1 : Deux siècles d'énergie électrique

### 1. Les alternateurs électriques

Les alternateurs électriques exploitent le phénomène d'**induction électromagnétique** découvert par Faraday puis théorisé par Maxwell au XIX<sup>ème</sup> siècle.

#### Principe de fonctionnement :

Le principe est toujours le même : une partie mobile, le **rotor**, tourne dans une partie fixe, le **stator**. Le rotor peut être un aimant permanent ou un électroaimant. Le stator est constitué d'un enroulement de fil de cuivre (appelé bobine). Ce dispositif produit un **courant alternatif**.

La variation de champ magnétique à proximité d'un conducteur provoque l'apparition d'un courant dans celui-ci (ou d'une tension si le circuit est ouvert).

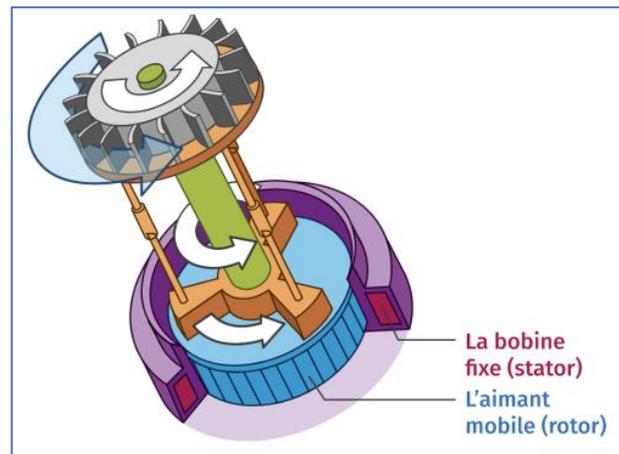


Figure 1 : Schéma d'un alternateur (Le livre scolaire)

#### Conversion d'énergie et rendement :

Les alternateurs réalisent une conversion d'énergie mécanique en énergie électrique avec un rendement (noté  $\eta$ ) potentiellement très proche de 1.

$$\eta = \frac{\text{Energie utile}}{\text{Energie reçue}} = \frac{E_{\text{elec}}}{E_m} \approx 1$$

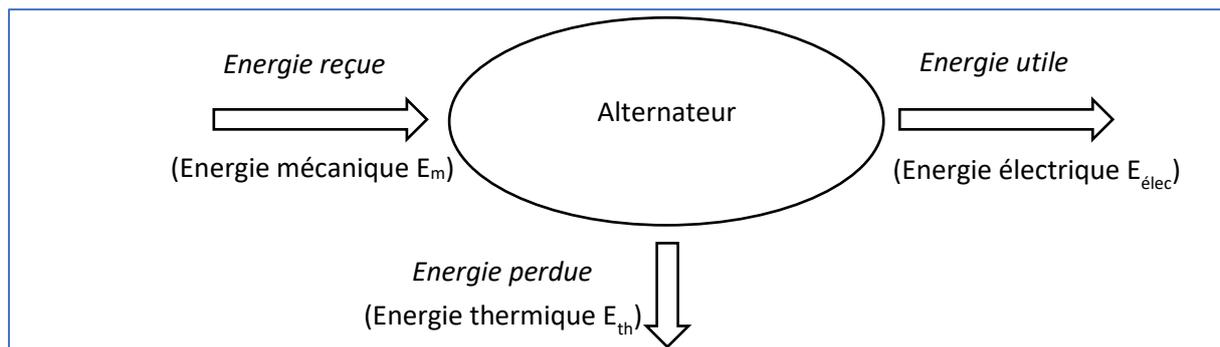


Figure 2 : Conversion d'énergie dans l'alternateur

Ce rendement est inférieur à 1 (ou à 100 % si on parle en pourcentage) dans la pratique. En effet, comme il y a des pièces en mouvement, des **frottements** apparaissent qui font qu'une partie de l'énergie mécanique reçue est convertie en chaleur. De plus, la circulation d'un courant dans un conducteur ne se fait jamais sans résistance à température ambiante : il y a donc une partie de l'énergie électrique produite qui est perdue sous forme de chaleur par effet Joule.

## 2. Les capteurs photovoltaïques

Au début du XX<sup>ème</sup> siècle, la physique a connu une révolution de concepts à travers la **vision quantique**, qui introduisit la notion de probabilité dans les phénomènes naturels.

La physique quantique permet d'expliquer :

### a) Les spectres de raies d'émission des atomes :

- L'énergie des atomes est **quantifiée** : elle ne peut prendre que des valeurs discrètes caractéristiques de l'atome appelées niveaux d'énergie.
- L'échange d'énergie entre lumière et matière ne peut se faire que par paquets d'énergie (quanta d'énergie) appelés **photons**.
- L'émission d'un photon correspond à la baisse d'énergie d'un atome entre deux de ses niveaux d'énergie. L'énergie du photon émis est alors strictement égale à la différence entre ces deux niveaux d'énergie.
- Le photon émis est associé à une onde électromagnétique de longueur d'onde précise, correspondant à une raie verticale sur le spectre d'émission de l'atome.

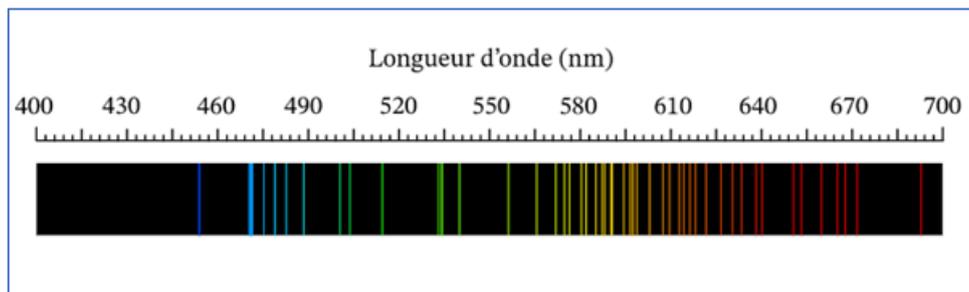


Figure 3 : Spectre d'émission du néon

### b) L'exploitation technologique des matériaux semi-conducteurs :

- Les matériaux **semi-conducteurs** (SC) passent d'un état isolant vers un état conducteur grâce à un apport d'énergie modeste, par absorption de photons dans le domaine du visible ou du proche infrarouge par exemple.
- Ils sont utilisés en électronique, notamment le silicium, et sont constitutifs des capteurs photovoltaïques.
- Ils absorbent l'énergie radiative et la convertissent en énergie électrique.

#### Principe de fonctionnement :

Pour savoir si un matériau semi-conducteur peut être utilisé pour fabriquer une cellule photovoltaïque, il faut comparer son spectre d'absorption au spectre solaire. La plage de longueur d'onde des rayonnements absorbés par le semi-conducteur doit se superposer au maximum avec celle des rayonnements émis par le Soleil pour que le matériau semi-conducteur puisse absorber l'énergie radiative du Soleil.

Exemples de semi-conducteurs utilisés : InP : phosphure d'indium, Si : silicium cristallin, GaAs arséniure de gallium, Ge : germanium, aSi : silicium amorphe, CdTe : tellure de cadmium, CdS : sulfure de cadmium.

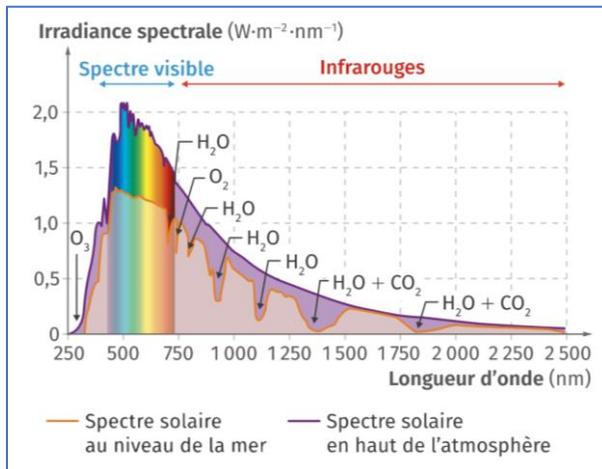


Figure 4 : Spectre solaire (Lelivrescolaire)

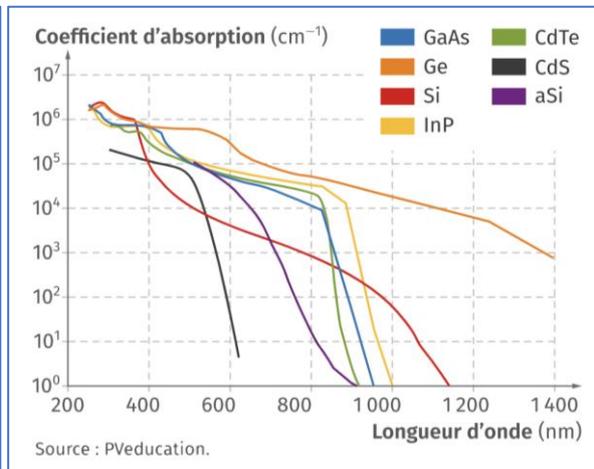


Figure 5 : Spectre d'absorption de SC

Caractéristiques d'une cellule photovoltaïque :

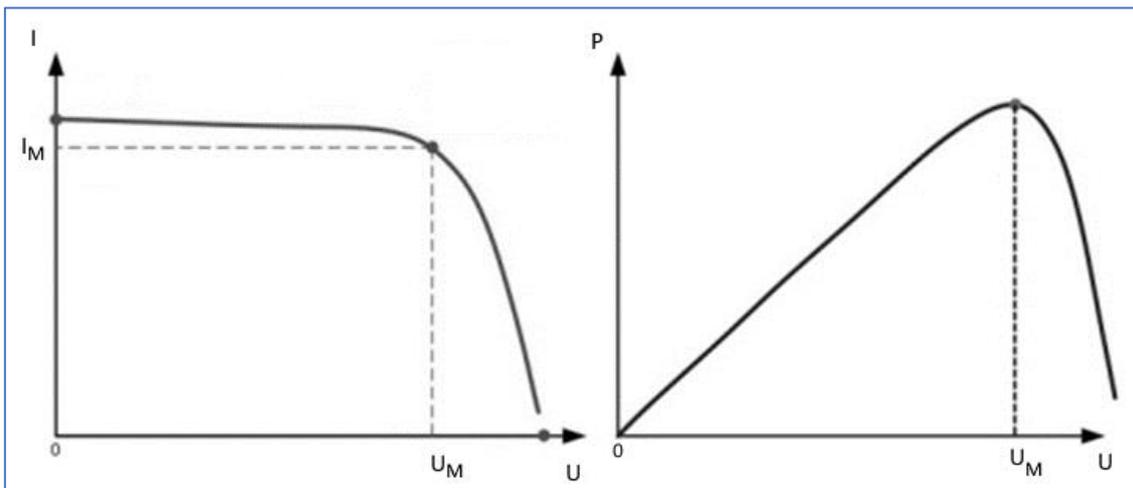


Figure 6 : Caractéristiques de la cellule :  $I = f(U)$  et  $P = f(U)$

Le point  $(I_M ; U_M)$  est le point de fonctionnement optimal, pour lequel la puissance délivrée par la cellule photovoltaïque est maximale. Il permet de déterminer la résistance d'utilisation maximisant la puissance électrique délivrée :

$$R = \frac{U_M}{I_M}$$

Conversion d'énergie et rendement :

Le rendement d'une cellule photovoltaïque est assez faible, et va dépendre du choix du matériau semi-conducteur utilisé pour fabriquer la cellule photovoltaïque.

$\eta \approx 10 - 20\%$  au niveau industriel

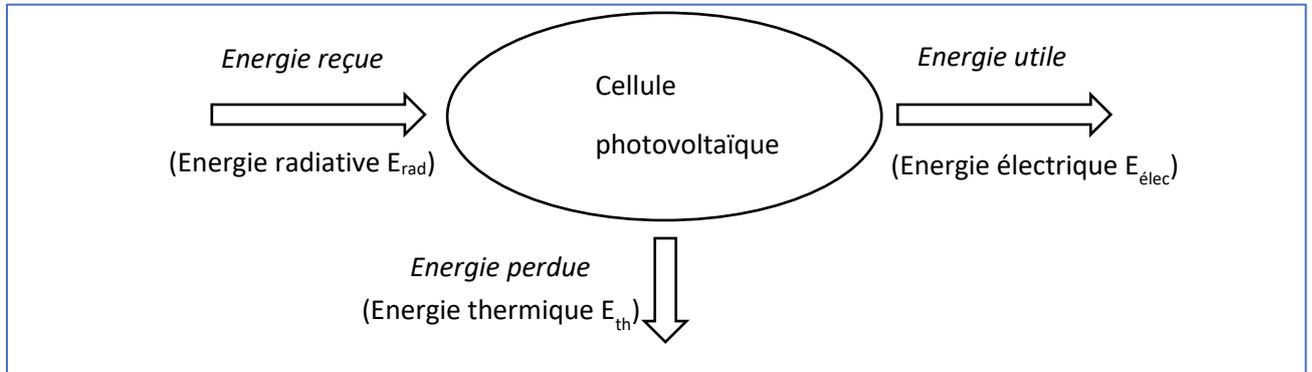


Figure 7 : Conversion d'énergie dans une cellule photovoltaïque