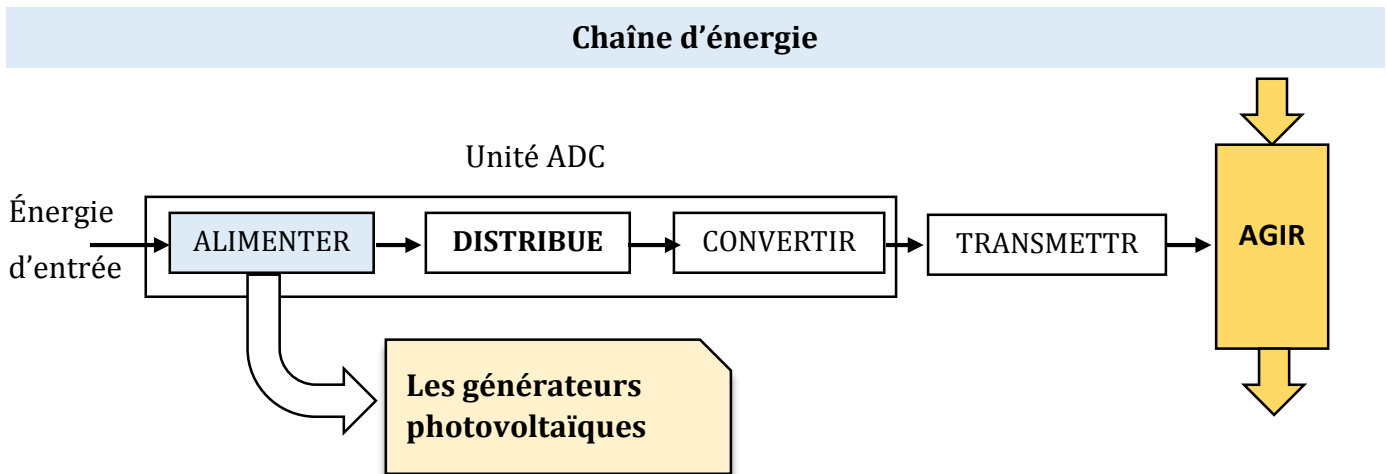


La terre reçoit annuellement du soleil **1600.10<sup>15</sup> kWh**, dont 45% uniquement parvient jusqu'à nous, le reste étant réfléchi par les hautes couches de l'atmosphère. L'infime partie que nous pourrions capter et transformer en énergie utilisable pour l'homme représente **plusieurs centaines de fois la consommation énergétique mondiale**.

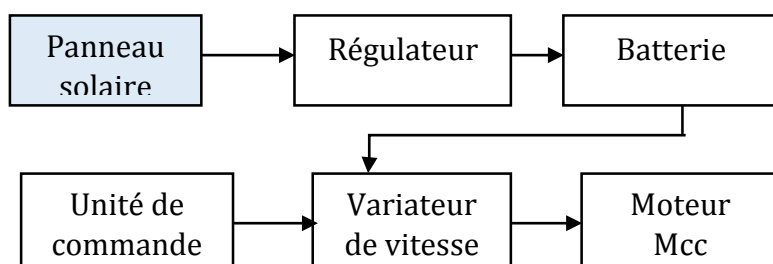
En moyenne, la puissance de rayonnement solaire incident est **120 W/m<sup>2</sup> à 260 W/m<sup>2</sup>** avec des points à **1kW/m<sup>2</sup>**. Malgré les apparences, la quantité annuelle d'énergie solaire reçue varie dans un rapport deux entre les zones les mieux desservies (proches équateur) et les autres : **1100 à 2300 kWh/ (m<sup>2</sup>.an)**

Grâce à des matériaux dits "semi-conducteurs", **les panneaux photovoltaïques** produisent de l'électricité lorsqu'ils sont éclairés par le soleil. Les cellules qui les composent transforment l'énergie solaire en un courant continu. Celui-ci est transformé en courant alternatif par un onduleur pour la **revente au réseau** ou une **autoconsommation**.

Dans l'architecture fonctionnelle générique d'un système pluritechnologique, les générateurs photovoltaïques assurent la fonction « **ALIMENTER** » de la chaîne d'énergie



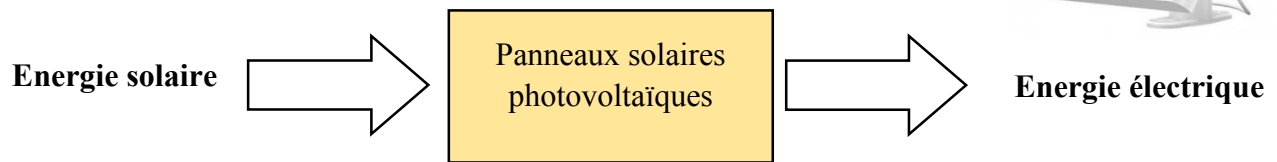
**Exemple : voiture solaire**



## I. Le panneau solaire photovoltaïque

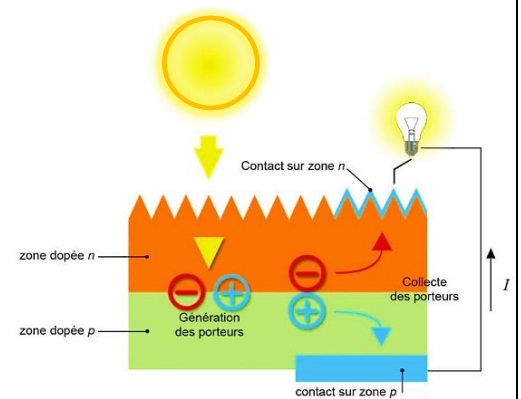
### 1.1. Principe

Principe de l'énergie solaire photovoltaïque : transformer le rayonnement solaire en électricité à l'aide d'une cellule photovoltaïque.



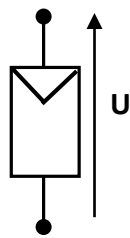
Les **cellules photovoltaïques** ou photopiles sont des composants optoélectroniques qui transforment directement la lumière solaire en électricité. Elles sont réalisées à l'aide de **matériaux semi-conducteurs (silicium)**.

Il apparaît une différence de potentiel entre les deux contacts (d'ordre **0.5 V**). Si on connecte aux bornes de cette **cellule** une charge, un courant électrique **I** circule.

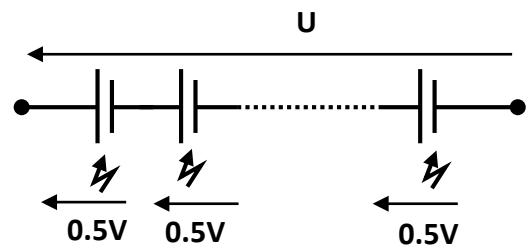
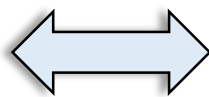


### 1.2. La cellule et le panneau photovoltaïque

La différence de potentiel aux bornes de la cellule (d'ordre de 0.5V) dépend peu de l'éclairement au courant et donc à fortiori de la puissance.



Module photovoltaïque



Ensemble de cellules

#### Exercice 1 :

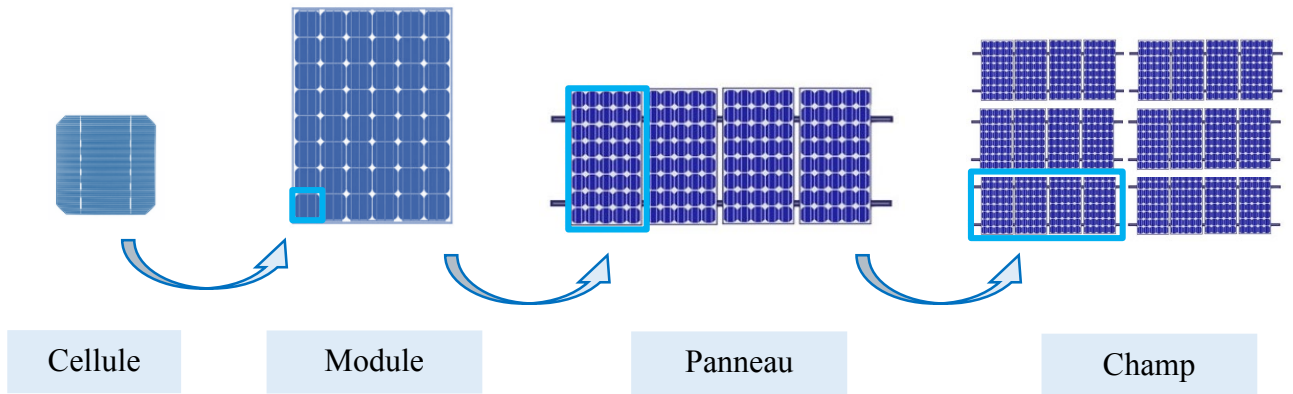
Si on souhaite fabriquer un **module photovoltaïque** permettant une alimentation de 20V sachant que la tension aux borne de la cellule est d'ordre 0.5V.

1. Calculer le nombre de cellule nécessaire pour répondre au cahier des charges
2. Tracer le schéma de câblage des cellules

On désire alimenter une machine de 20V et d'une puissance 24W, sachant que l'éclairement génère un courant de 0.4A dans chaque cellule.

3. Calculer le nombre de cellule nécessaire pour répondre au cahier des charges
4. Tracer le schéma de câblage des cellules

On distingue :



### 1.3. Le rendement des panneaux photovoltaïques

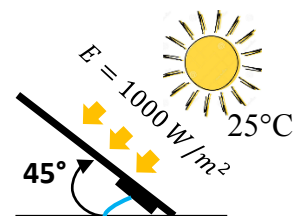
Le rendement énergétique reflète la capacité d'une machine ou d'un matériau à fournir de l'énergie et mesure ainsi son efficacité énergétique. En pratique, il s'agit d'une valeur comprise entre 0 et 1 (ou entre 0 et 100%).

Le rendement d'un panneau photovoltaïque est défini par :

$$\eta = \frac{P}{E}$$

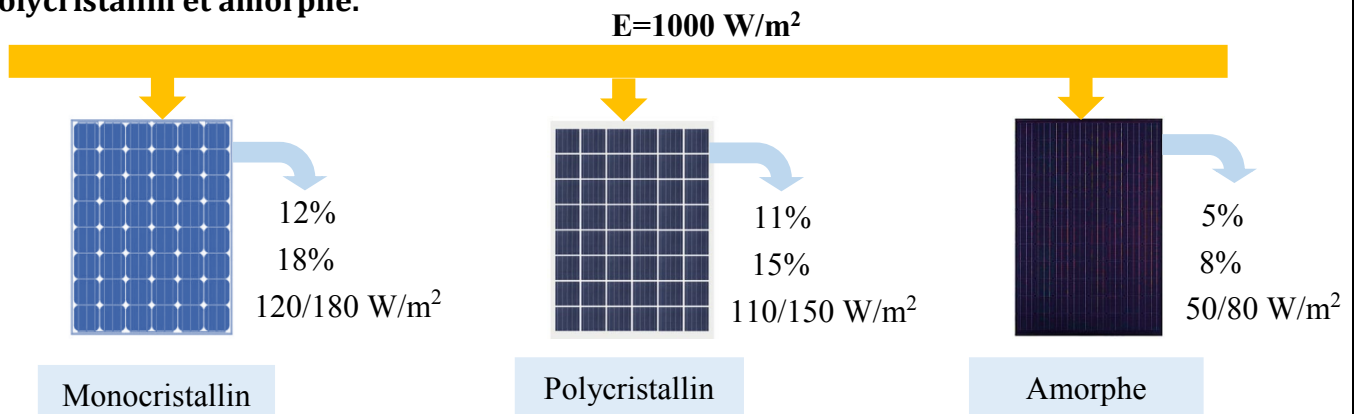
- L'éclairement  $E$  en  $W/m^2$  est la puissance thermique du rayonnement solaire reçu sur la terre sur une surface de  $1 m^2$ .
- Pour pouvoir comparer les technologies des modules entre eux, les constructeurs spécifient **puissance crête P** en Watt-crête Wc. C'est la puissance délivrée au point optimal dans les conditions standard de qualification suivante :

$E = 1000 W/m^2$  Pour une inclinaison de  $45^\circ$  avec  $T=25^\circ C$



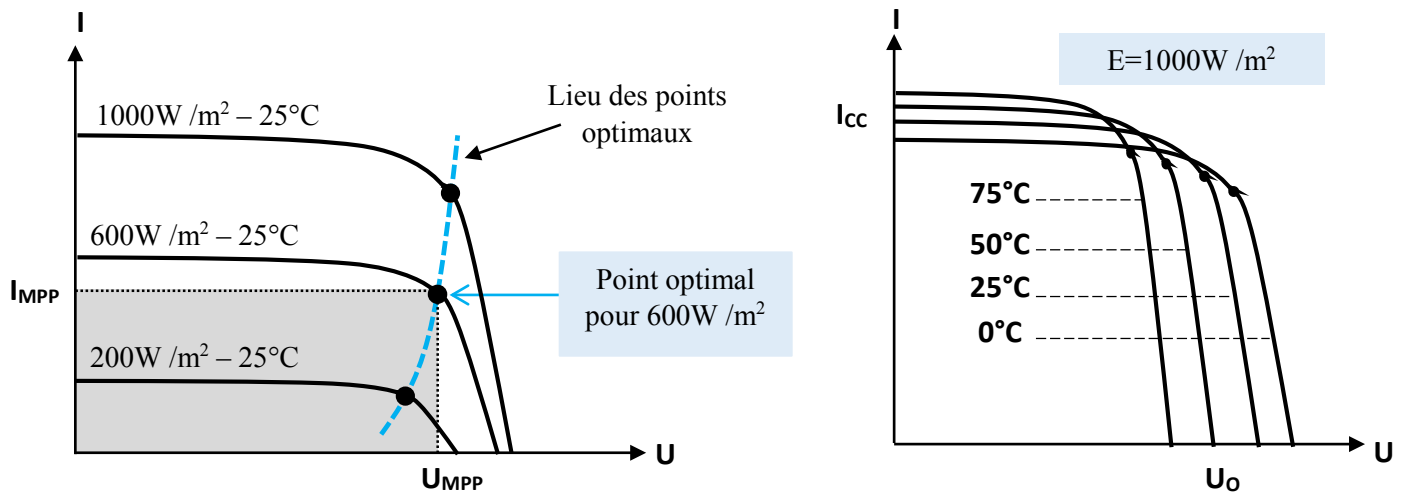
Energie électrique  
P en  $W/m^2$

Le rendement absolu d'un module photovoltaïque varie de **5% à 18 %** selon sa composition. Les matériaux actuellement les employés sont le silicium sous 3 formes : **monocristallin, polycristallin et amorphe.**



### 1.4. Caractéristiques I(U) d'un générateur photovoltaïque

La caractéristique électrique I(U) d'une cellule photovoltaïque est fortement non linéaire et dépend de la température et de l'éclairement ainsi que le montrent les figures suivantes. Les associations des ses cellules (générateur) présentent une caractéristique I(U) globale de même allure.



- **Courant de court-circuit et tension à vide**

Le courant de **court-circuit**  $I_{cc}$  ( $U=0$ ) varie proportionnellement à l'éclairement reçu contrairement à la **tension à vide**  $U_o$  ( $I=0$ ) qui varie peu. Lorsque la température croît,  $I_{cc}$  croît et  $U_o$  décroît.

- **Puissance maximale produite**

On voit bien que pour un éclairement et une température données, il existe un point optimal ( $I_{MPP}$ ,  $U_{MPP}$ ) qui maximise la puissance produite par le générateur photovoltaïque.

Pour assurer un fonctionnement à **puissance maximale**  $P_{MPP}$  quelles que soient la charge et les conditions d'éclairement, on insère un **convertisseur continu/continu** entre le générateur et sa charge. Il s'agit d'un dispositif électronique d'asservissement de la puissance appelé à **pilotage MPPT (Maximum Power Point Tracking)**

