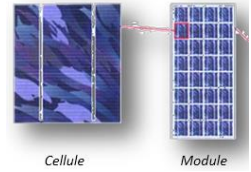


## 1. Générateur photovoltaïque

Le panneau solaire photovoltaïque, appelé « **module photovoltaïque** » est constitué d'un ensemble de **cellules photovoltaïques** reliées entre elles électriquement. Il fonctionne comme un générateur électrique de courant continu en présence de rayonnement solaire.



### Modules intégrés au bâti :



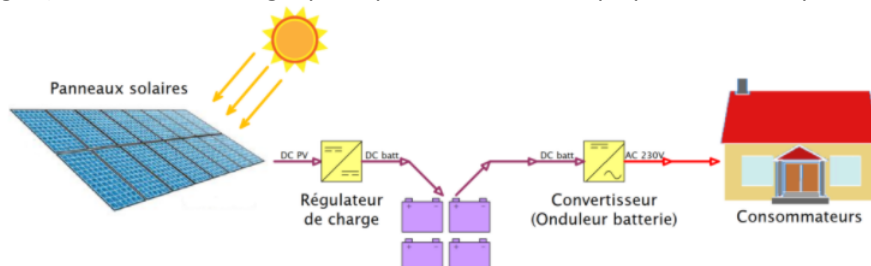
### Modules non intégrés au bâti :



Deux utilisations principales :

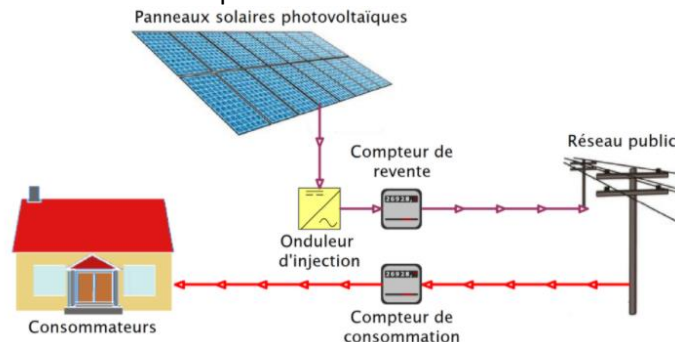
#### Solaire photovoltaïque autonome en site isolé (off-grid)

Exemple : lieu isolé (habitation en montagne, balise en mer...) ou utilisation demandant une mobilité (bateau, camping-car...). La production solaire est stockée dans des batteries pour une utilisation dans un site où il n'y a pas de réseau public (off-grid). La source d'énergie principale est le solaire qui peut être complétée par une autre source.



#### Le solaire en injection réseau (on-grid)

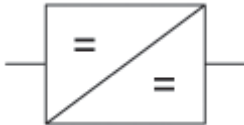
La production solaire est injectée dans le réseau public en revente ou dans le réseau local en autoconsommation.



**Matériel utilisé :**  
**Régulateur de charge batterie**



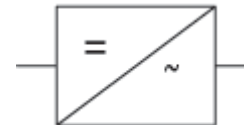
Convertisseur continu - continu



**Onduleur**






Convertisseur continu - alternatif



**2. Technologie des cellules photovoltaïques**

La cellule photovoltaïque constitue l'élément de base des panneaux solaires photovoltaïques. Il s'agit d'un dispositif semi-conducteur à base de silicium délivrant une tension de l'ordre de 0,5 à 0,6 V.

	Silicium monocristallin	Silicium polycristallin	Silicium amorphe
<b>Technologies</b>			
<b>Couleur</b>	Homogène proche du noir	Non homogène plutôt bleutée	Homogène noire
<b>Rendement</b>	14 à 20 %	11 à 15 %	5 à 9 %
<b>Coût</b>	Elevé	Moyen	Moyen
<b>Mise en œuvre</b>	Aisée	Moyenne	Longue
<b>Surface installée</b>	Faible	Faible	Importante
<b>Observations</b>	Pour espace disponible réduit ou priorité au besoin d'énergie	Solution intermédiaire intégrant espace disponible et coût.	Pour surface disponible importante ou priorité au coût réduit. Fin et souple. Simple à fabriquer.

Nouvelles technologies : cellules à concentration, cellules organiques, nanomatériaux

**3. Module (ou panneau) photovoltaïque**

Les modules sont constitués d'un certain nombre de cellules élémentaires placées en série afin de rendre la tension à la sortie utilisable.

Ici  $24 \times 0.5 = 12V$

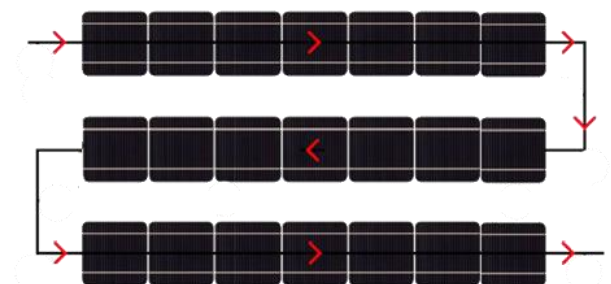
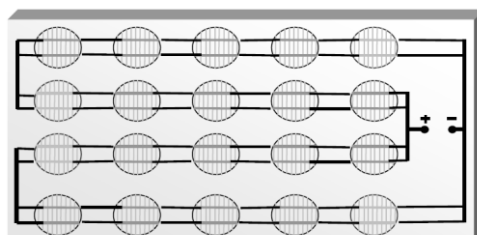
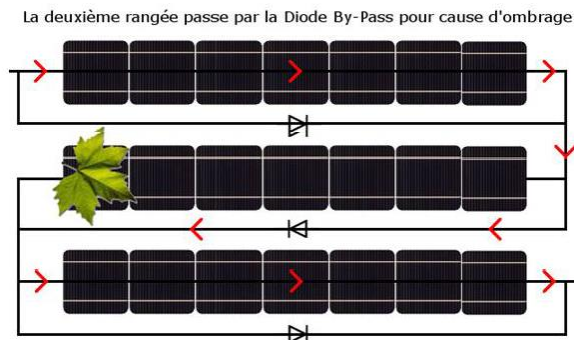


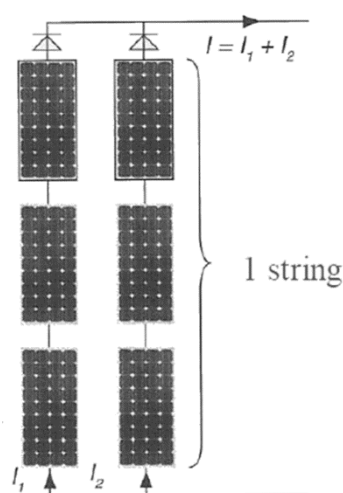
Figure 1.2 Module PV en groupement série - parallèle des cellules

La mise en série des cellules peut être dangereuse lorsque l'une d'entre elles se retrouve à l'ombre. La cellule ombragée passe en mode récepteur et dissipe le courant qui la traverse en chaleur. Elle va s'échauffer et risque de se détruire, c'est le phénomène "point chaud" (Hot-Spot).

La solution est de court-circuiter la cellule ombragée avec une diode dite by-pass. Par économie on met la diode sur une rangée complète.



#### 4. Constitution d'un champ photovoltaïque

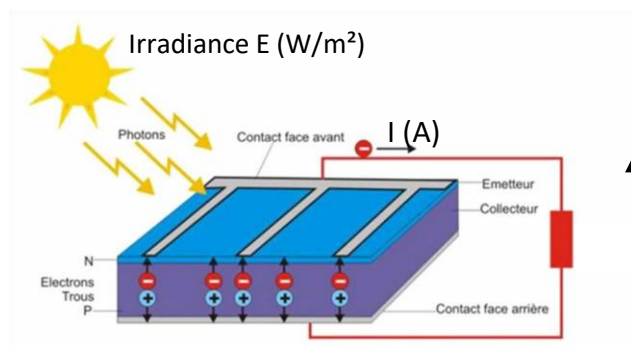


Afin d'obtenir la tension nécessaire à l'onduleur, les panneaux sont connectés en série. Ils forment alors une chaîne de modules ou string.

Les chaînes sont ensuite associées en parallèle pour augmenter le courant et forment un champ photovoltaïque.

Il faut également installer des diodes en série sur chaque chaîne de modules. Ces protections sont utiles pour éviter qu'en cas d'ombre sur une chaîne, elle se comporte comme un récepteur et que le courant y circule en sens inverse et l'endommage.

#### 5. Puissance et rendement



La puissance électrique (Watt) est définie par :  $P = U \times I$

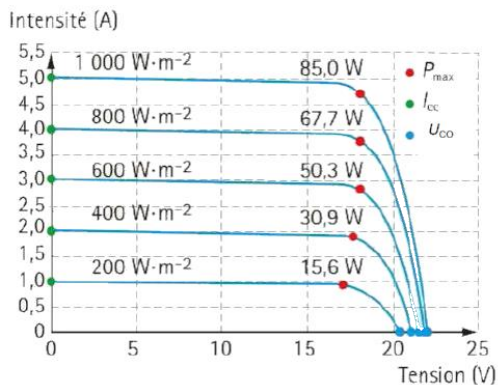
L'éclairement énergétique ou irradiance est défini comme une puissance reçue par une surface. Il s'exprime en  $W/m^2$  (watt par mètre carré).

En présence de soleil, la cellule produit un courant  $I$  (en ampère A) et une tension  $U$  (en volt V).

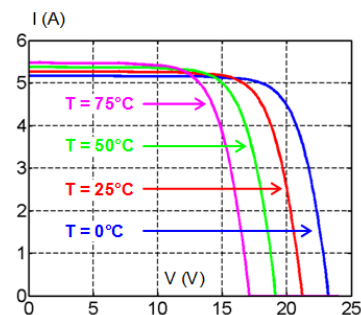
Le courant et la tension dépendent des propriétés électriques de la cellule mais aussi de la charge à ses bornes. Le produit de ces deux grandeurs donne une puissance  $P$ , exprimée en Watt (W).

La puissance et le courant électrique dépendent de la surface de la cellule et de l'irradiance (importance des conditions climatiques).

La puissance nominale d'un module est définie pour une irradiance de  $1000W/m^2$  à une température de  $25^\circ C$ . Cette puissance maximale est aussi appelée puissance crête ( $P_c$ ).



Les paramètres changent en fonction de la température. Plus le panneau est froid mieux c'est. C'est pour cette raison que souvent la production photovoltaïque est plus élevée au printemps que l'été.



Le rendement correspond au rapport entre la puissance **fournie** et la puissance **reçue** par la cellule.

Rendement maximum d'une cellule :  $\eta = \frac{P_C}{E \cdot S}$

E : Eclairage (W/m<sup>2</sup>)  
 S : Surface de la cellule (m<sup>2</sup>)  
 P<sub>c</sub> : Puissance crête (ou Puissance maximale)

## 6. Données constructeur module photovoltaïque

### Electrical Characteristics at Standard Test Conditions (STC)

Power Class	225 W	230 W	235 W	240 W	245 W	250 W
Maximum Power (P <sub>max</sub> )	225 W	230 W	235 W	240 W	245 W	250 W
Open Circuit Voltage (V <sub>oc</sub> )	36.7 V	36.8 V	36.8 V	37.0 V	37.1 V	37.2 V
Short Circuit Current (I <sub>sc</sub> )	8.18 A	8.34 A	8.44 A	8.54 A	8.64 A	8.74 A
Voltage at Maximum Power (V <sub>mpp</sub> )	29.9 V	30.0 V	30.1 V	30.2 V	30.3 V	30.4 V
Current at Maximum Power (I <sub>mpp</sub> )	7.53 A	7.67 A	7.81 A	7.95 A	8.08 A	8.22 A
Module Efficiency (%)	13.6 %	13.9 %	14.2 %	14.5 %	14.8 %	15.1 %
Cell Efficiency (%)	15.5 %	15.8 %	16.1 %	16.5 %	16.8 %	17.2 %

P<sub>max</sub>, V<sub>oc</sub>, I<sub>sc</sub>, V<sub>mpp</sub>, and I<sub>mpp</sub> tested at STC defined as irradiance of 1000 W/m<sup>2</sup> at AM 1.5 solar spectrum and temperature 25 ± 2 °C.

Exemple prenons le panneau 230W. Si l'on multiplie le courant I<sub>mpp</sub> par la tension V<sub>mpp</sub> => 30 x 7.67 = 230,1W