

Les différents types de cellules photovoltaïques

La cellule photovoltaïque est composée d'un matériau semi-conducteur qui absorbe l'énergie lumineuse et la transforme directement en courant électrique.

La production des cellules photovoltaïques nécessite de l'énergie, et on estime qu'une cellule photovoltaïque doit fonctionner environ 2 à 3 ans suivant sa technologie pour produire l'énergie qui a été nécessaire à sa fabrication.

Principe de fonctionnement

Une cellule individuelle, unité de base d'un système photovoltaïque, ne produit qu'une très faible puissance électrique, typiquement de 1 à 3 W avec une tension de moins d'un volt. Pour produire plus de puissance, les cellules sont assemblées pour former un module (ou panneau). Les connections en série de plusieurs cellules augmentent la tension pour un même courant, tandis que la mise en parallèle accroît le courant en conservant la tension. Le courant de sortie, et donc la puissance, sera proportionnelle à la surface du module.

Avantages :

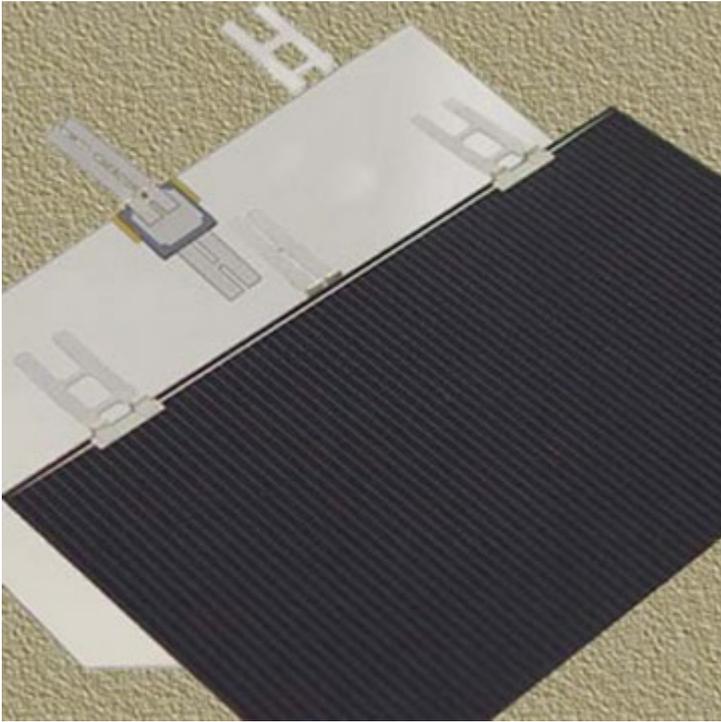
- Haute fiabilité, pas de pièce mobile
- Entretien réduit, peu ou pas de coût de fonctionnement

Inconvénients :

- Coût de fabrication élevé
- Fonctionnement par intermittence, dépend de l'ensoleillement
- Rendement faible

Les principaux types de cellules photovoltaïques

Cellule multi-jonction



Les cellules multi-jonction sont composées de différentes couches qui permettent de convertir différentes parties du spectre solaire et ainsi d'obtenir les meilleurs rendements de conversion.

Avantages :

- Rendement inégalé

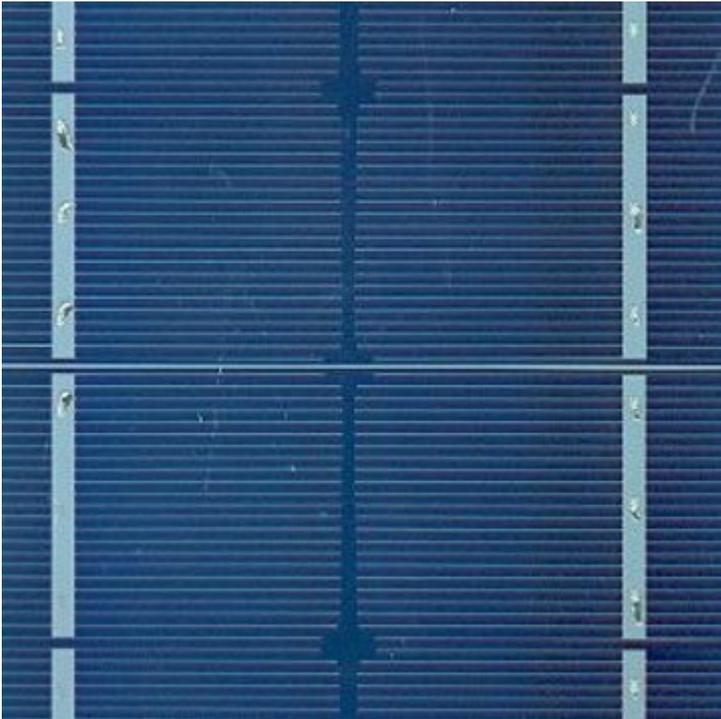
Inconvénients :

- Pas d'application commerciale

Aspect énergétique : rendement record en laboratoire : environ 40% (sous une concentration de 240 soleils)

Aspect économique : développé pour les applications spatiales, ce type de cellule n'est pas encore commercialisable

Cellule en silicium monocristallin



cellule photovoltaïque monocristalline

Lors du refroidissement, le silicium fondu se solidifie en ne formant qu'un seul cristal de grande dimension. On découpe ensuite le cristal en fines tranches qui donneront les cellules. Ces cellules sont en général d'un bleu uniforme.

Avantages :

- Très bon rendement (environ 150 Wc/m^2)
- Durée de vie importante (+/- 30 ans)

Inconvénients :

- Coût élevé
- Rendement faible sous un faible éclaircissement

Aspect énergétique : Rendement module commercial : 12 à 20%
Rendement record en laboratoire : environ 25%

Aspect économique : Coût élevé

Cellule en silicium polycristallin



cellule photovoltaïque polycristalline

Pendant le refroidissement du silicium, il se forme plusieurs cristaux. Ce genre de cellule est également bleu, mais pas uniforme, on distingue des motifs créés par les différents cristaux.

Avantages :

- Bon rendement (environ 100 Wc/m²)
- Durée de vie importante (+/- 30 ans)
- Meilleur marché que le monocristallin

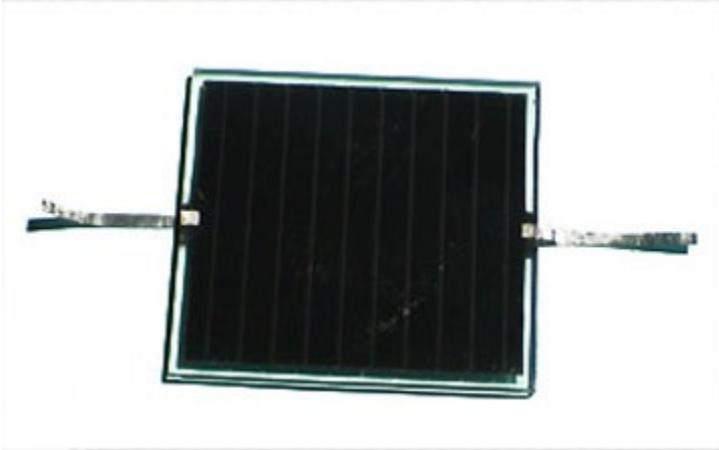
Inconvénients :

- Rendement faible sous un faible éclairement.

Aspect énergétique : Rendement module commercial : 11 à 15%
Rendement record en laboratoire : environ 20%

Aspect économique : Ce type de cellules ont pour l'instant le meilleur rapport qualité / prix

Cellule sans silicium en couche mince CIS



cellule photovoltaïque de type cuivre - indium - sélénium (CIS)

Les cellules CIS représentent la nouvelle génération de cellules solaires sous forme de films minces, de type cuivre-indium-sélénium (CIS). Les matières premières nécessaires à la fabrication des cellules CIS sont plus faciles à se procurer que le silicium utilisé dans les cellules photovoltaïques classiques. De plus, leur efficacité de conversion énergétique est la plus élevée à ce jour pour des cellules photovoltaïques en couche mince.

Avantages :

- Permet d'obtenir les meilleurs rendements par rapport aux autres cellules photovoltaïques en couche mince
- Permet de s'affranchir du silicium
- Les matériaux utilisés ne causent pas de problème de toxicité
- La cellule peut être construite sur un substrat flexible

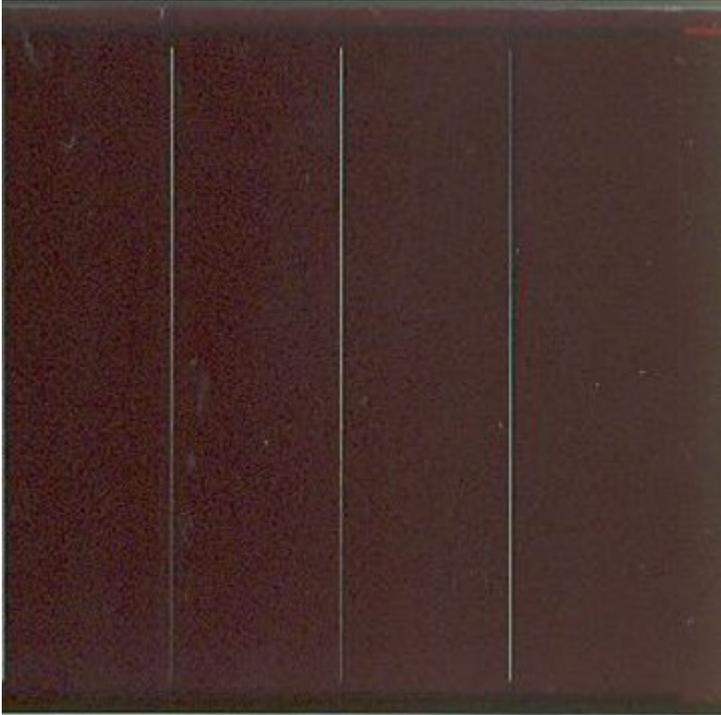
Inconvénients :

- Les cellules en couche mince nécessitent une surface plus importante pour atteindre les mêmes rendements que les cellules épaisses

Aspect énergétique : Rendement module commercial : 9 à 11%

Rendement record en laboratoire : environ 19,3%

Cellule silicium amorphe en couche mince



cellule photovoltaïque amorphe

Le silicium lors de sa transformation, produit un gaz, qui est projeté sur une feuille de verre. La cellule est gris très foncé ou marron. C'est la cellule des calculatrices et des montres dites "solaires".

Avantages :

- Fonctionnent avec un éclairage faible
- Bon marché par rapport aux autres types de cellules
- Moins sensible aux températures élevées

Inconvénients :

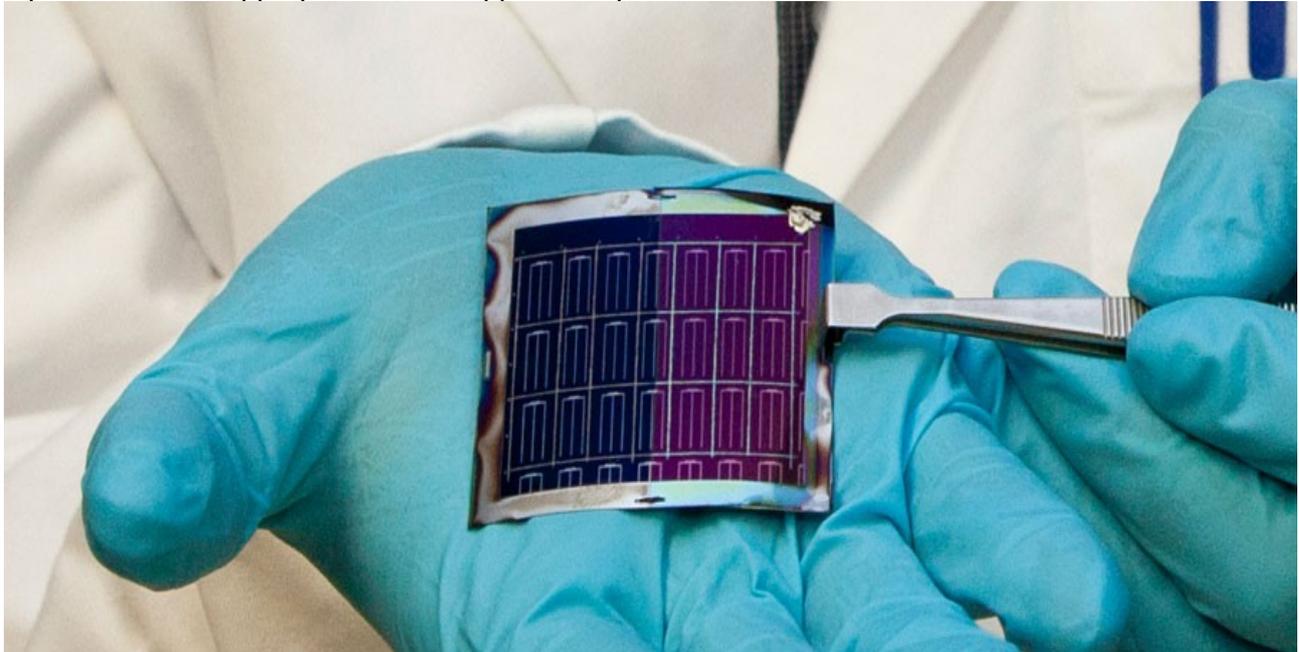
- Rendement faible en plein soleil (environ 60 Wc/m^2), les cellules en couche mince nécessite une surface plus importante pour atteindre les mêmes rendements que les cellules épaisses
- Durée de vie courte (+/- 10 ans), performances qui diminuent sensiblement avec le temps

Aspect énergétique : Rendement module commercial : 5 à 9%

Rendement record en laboratoire : environ 13,4%

Cellule CZTS (cuivre zinc etain soufre) : innovation (2016)

Toujours en phase de développement et donc pas encore commercialisées, les cellules CZTS, fabriquées à partir de minerais non toxiques - contrairement au silicium -, ont l'avantage d'être fines, et peuvent donc s'appliquer sur des supports souples.



Les cellules CZTS font partie de la catégorie des cellules solaires « en pellicule fine », qui constituent la nouvelle génération de la technologie solaire. Ces cellules solaires aussi minces qu'une pellicule de film sont fabriquées en apposant une mince couche de matériau absorbant l'énergie solaire sur un support comme le verre ou le plastique, qui a l'avantage d'être flexible.

L'équipe du Dr Xiaojing Hao de l'Australian Centre for Advanced Photovoltaics a réussi à obtenir en avril 2016 un rendement record de 7,6 % pour des cellules d'un cm². Ces résultats sont en constante amélioration. L'équipe obtenait un rendement de 5,5% en 2013, et de 6,6 % en 2015. L'objectif est d'atteindre les 20%, ce qui permettrait la mise sur le marché de cette technologie.

Les CZTS présentent de nombreux avantages. Elles sont fines, et mesurent à peine 1 à 5 μm d'épaisseur, alors que les cellules au silicium en font 200 à 350 μm . Actuellement, près de 90% des panneaux installés sont composés de cellules au silicium, ayant un rendement moyen de 21%. Les cellules fines CZTS peuvent être utilisées sur tous types de supports, contrairement aux cellules au silicium, ce qui permet de concevoir des surfaces incurvées, transparentes, ou en superposition d'autres matériaux.

Avantages :

- Utilisation de matières premières courantes et non toxiques
- Applicable sur des supports flexibles

Inconvénients :

- Fiabilité inconnue
- Rendement moyen

Les enjeux des cellules photovoltaïques restent les suivants : continuer à abaisser le coût de l'énergie solaire, trouver comment donner plus de durabilité aux cellules solaires, utiliser des matériaux abondants et non toxiques ; éléments qui offriront à l'énergie solaire son plein potentiel.