

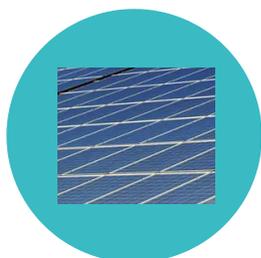
DE QUOI EST COMPOSÉE UNE CELLULE PHOTOVOLTAÏQUE?

PANNEAUX SOLAIRES PHOTOVOLTAÏQUES

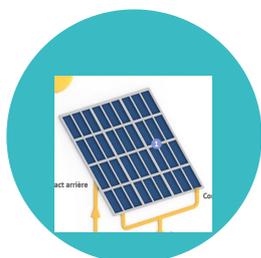
PLAN



Introduction



Les différentes technologies photovoltaïques



Les éléments constitutifs d'un panneau photovoltaïque



Le système photovoltaïque

Introduction

L'énergie solaire est très pratique pour réaliser quelques économies tout en produisant sa propre énergie.

Il existe deux principales catégories de panneaux solaires : les panneaux solaires **photovoltaïques** (PV) qui transforment la lumière en électricité, et les panneaux solaires **thermiques** qui transforment la lumière en chaleur. Mais comme c'est le panneau photovoltaïque qu'on utilise beaucoup à Madagascar, focalisons nos études sur ce type de sources d'énergie solaire.

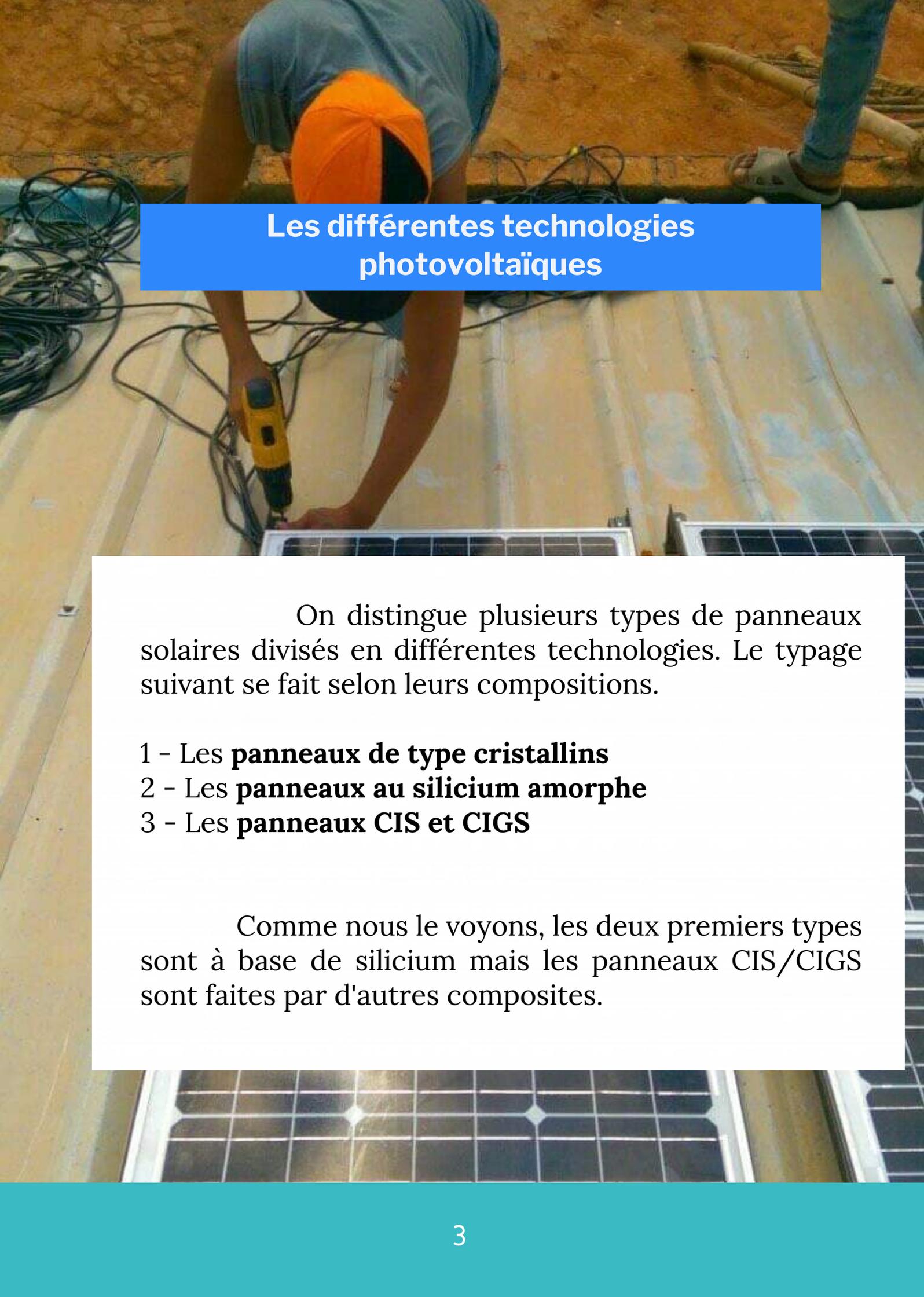
Un panneau à cellules photovoltaïques a une production énergétique environ de 1,3W pour une surface de 100 cm². L'énergie produite par les capteurs solaires est obtenue à partir de la lumière du soleil. Une cellule (appelée aussi photopile) est faite en une fine tranche de silicium recouverte d'un maillage métallique permettant de transporter le courant produit.

Un panneau est formé de cellules photovoltaïques assemblées ensemble entre deux plaques de verres.



Re
re

© Terre Solaire



Les différentes technologies photovoltaïques

On distingue plusieurs types de panneaux solaires divisés en différentes technologies. Le typage suivant se fait selon leurs compositions.

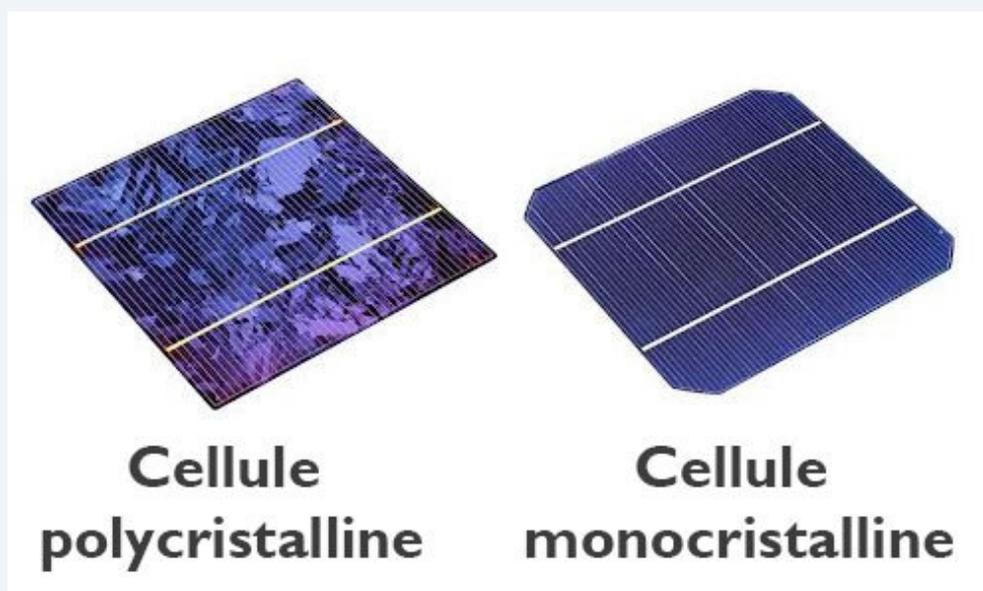
- 1 - Les **panneaux de type cristallins**
- 2 - Les **panneaux au silicium amorphe**
- 3 - Les **panneaux CIS et CIGS**

Comme nous le voyons, les deux premiers types sont à base de silicium mais les panneaux CIS/CIGS sont faites par d'autres composites.

1- Les panneaux de type cristallins

Il s'agit de panneaux solaires silicium que l'on voit le plus souvent sur les toitures. On peut classer ce type de panneaux solaires en deux :

- **Les panneaux monocristallins** (généralement noirs et ont des cristaux orientés de la même manière.) : offrent un haut rendement lorsque le rayonnement est vif et direct. La cellule est constituée d'un seul cristal. Elle a un aspect uniforme, de couleur gris bleuté, ou noir.
- **Les panneaux polycristallins** (bleus et leurs cristaux sont orientés en éventail) : captent plus facilement la lumière. Les cellules sont composées de plusieurs cristaux assemblés, dites au silicium microcristallin (grains plus petits que $1\mu\text{m}$), polycristallin (grains plus petits que 1 mm) ou multicristallin (grains plus petits que 10 cm). On peut les reconnaître, si les grains sont suffisamment épais, car elles forment une mosaïque de macles.



Les panneaux de type cristallins

Quelques propriétés des cellules cristallines

1. Influence de l'éclairement : la tension baisse de manière importante lorsque l'éclairement descend en dessous de 30-50 W/m². Cela est pénalisant pour l'emploi du cristallin dans les pays à climat tempéré ou encore sous lumière artificielle.
2. Influence de la température : une cellule cristalline a une perte de l'ordre de 0.4%/°C, en puissance, pour une température supérieure à 25°C, principalement due à une chute de la tension.
3. Propriétés physiques :
 - Masse atomique : 28
 - Température de fusion : 1496°C
 - Structure tétraédrique cubique faces centrées
 - Hybridation : sp³gap optique à l'état cristallin 1.12 eV



2- Les panneaux au silicium amorphe

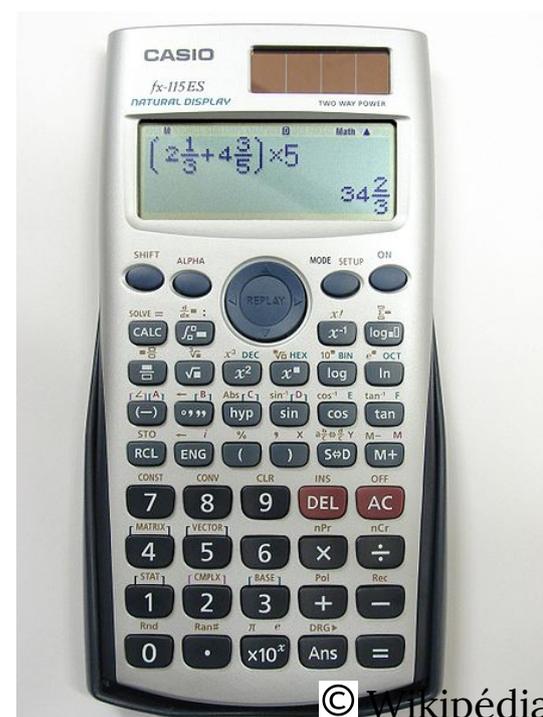
Les panneaux au silicium amorphe sont composés de grandes cellules toutes en longueur. Le silicium amorphe nommé A-si, se reconnaît par un aspect noir mat. Ces panneaux fournissent en principe de plus petites puissances. On trouve fréquemment de 5 jusqu'à 20 watts crête (Wc) car ils doivent être beaucoup plus grands que leurs cousins pour une puissance égale.

Les principales différences avec les cellules cristallines sont que les cellules sur couches minces de silicium amorphe ont besoin de support pour leur tenue mécanique et qu'elles ne peuvent pas être basées sur une simple jonction p-n.

Ce sont eux que nous avons sur les machines à calculer, sur les lampes solaires ou bien dans les petits chargeurs solaires.



© OhmEasy, le blog éco-responsable



Les panneaux au silicium amorphe

Quelques propriétés

- **Influence de l'éclairement:** ils continuent à produire de l'électricité à très faible éclairement ($<20 \text{ W/m}^2$), contrairement aux autres technologies.
- **Influence de la température:** une cellule au silicium amorphe a une perte de l'ordre de $0.2\%/^{\circ}\text{C}$ en puissance en moyenne, pour une température de fonctionnement supérieure à 25°C .
- **Effet de stabilisation sous lumière:** effet Staebler-Wronski (qui se réfère aux changements induits par la lumière métastables).



© Batiproduit

3- Les panneaux CIS et CIGS

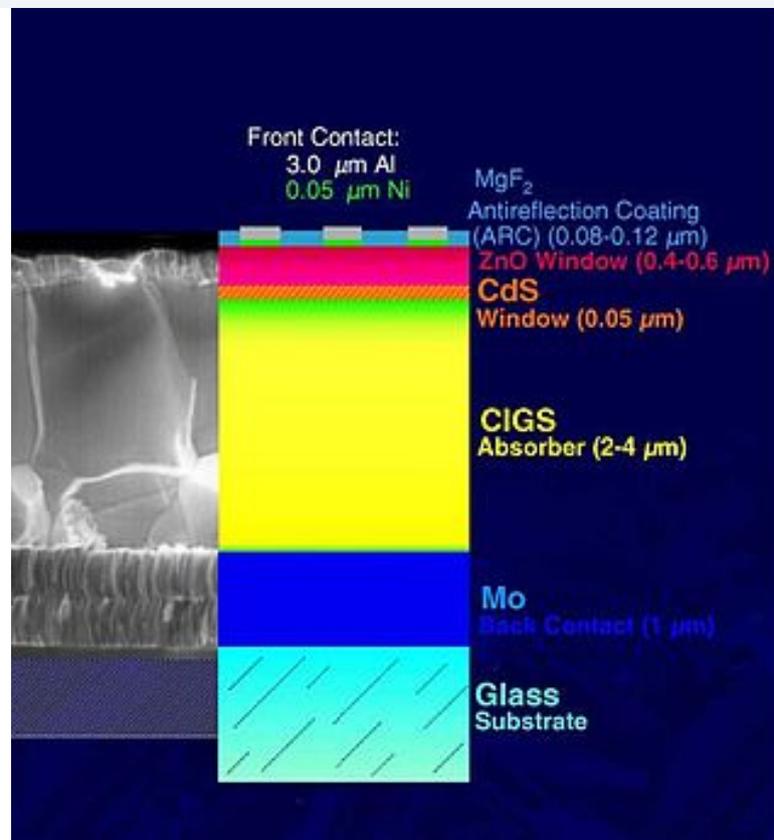
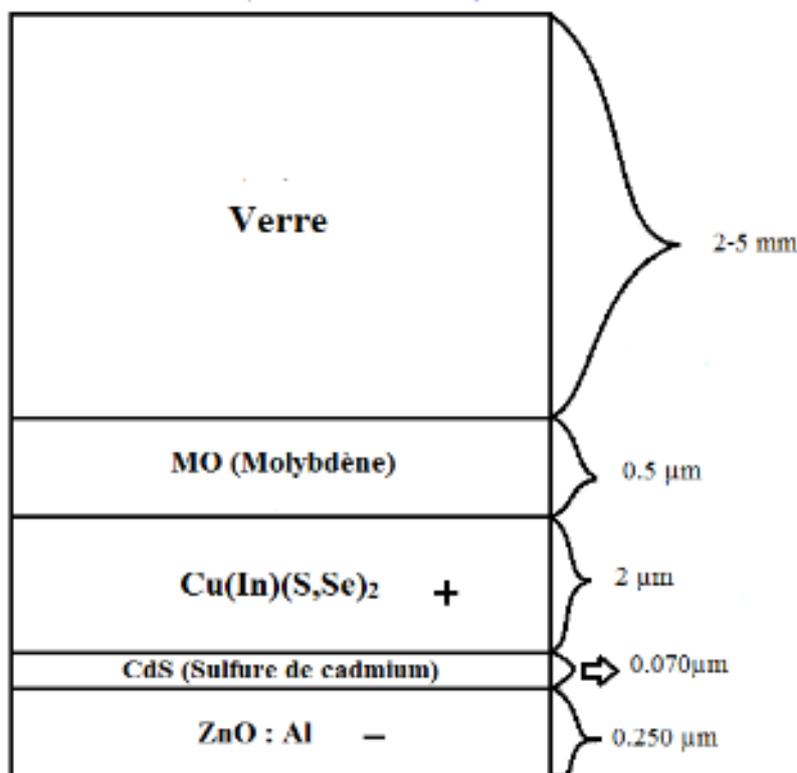
D'une part, le sigle CIS signifie en anglais "**Cuivre-Indium-Selenium**" qui veut dire "sélénure de cuivre et d'indium" en français.

D'autre part, le sigle **CIGS** signifie pour les éléments chimiques "**cuivre, indium, gallium et sélénium**". Il désigne à la fois :

- une technique d'élaboration des cellules photovoltaïques (à couches minces et hautes performances)
- le matériau semi-conducteur fait d'un alliage permettant de réaliser ces cellules.

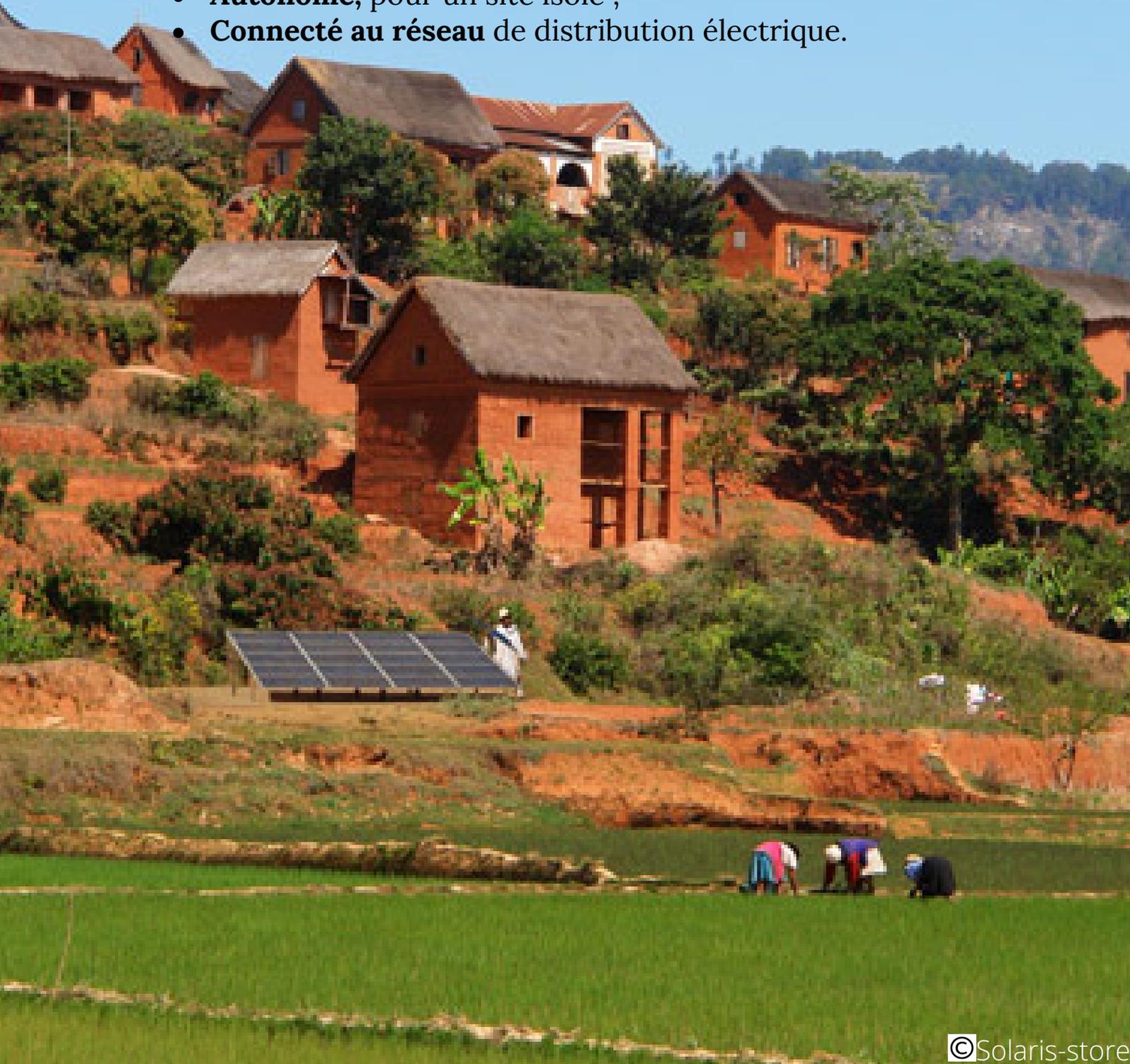
De manière générale, les panneaux en CIS/CIGS sont plus noirs surtout après quelques années d'exposition. Elles présentent des phénomènes d'irisation avec des tons violets mélangés au noir, notamment parce qu'ils se dégradent plus vite (pas de réseau cristallin, moins de stabilité électronique).

Module CIS (couches minces)



Le système photovoltaïque

- On distingue **deux types** de systèmes photovoltaïques:
- **Autonome**, pour un site isolé ;
 - **Connecté au réseau** de distribution électrique.



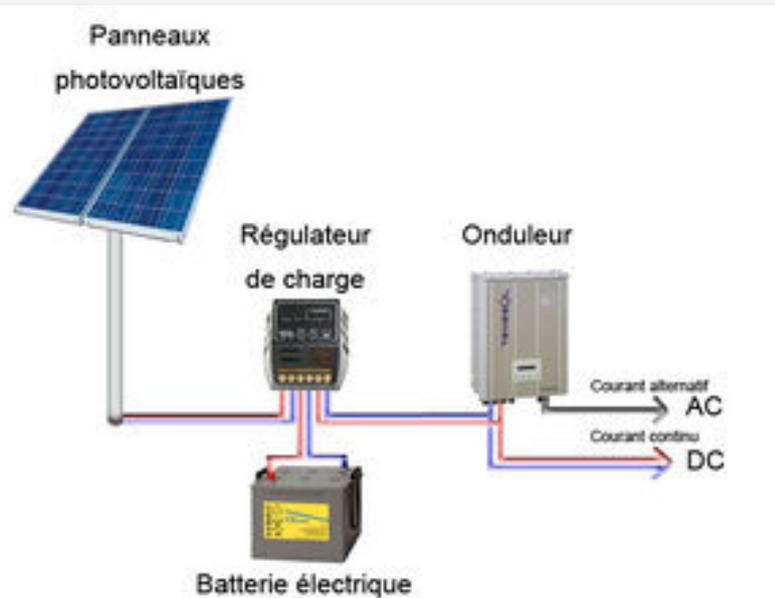
1- Système photovoltaïque autonome

C'est un système dont l'énergie produite est utilisée dans un site isolé et ayant un système de stockage d'énergie.

Les principaux composants sont :

- Panneaux photovoltaïques (+ structure de support)
- Chargeur/régulateur DC/DC
- Système de stockage (batteries, condensateurs, ...)
- Eventuellement un onduleur si la consommation est alimentée en courant alternatif.
- Éventuellement un groupe électrogène en appoint

L'énergie produite par les modules est en courant continu. Pourtant, la plupart des appareils électriques fonctionnent en courant alternatif. Il est donc nécessaire de convertir le courant continu en courant alternatif. La batterie servant de stockage, se charge le jour. L'alimentation des applications par la batterie se fait par l'intermédiaire d'un régulateur de charge (pour éviter qu'elle souffre de surcharge) et d'un onduleur (convertisseur du courant continu à celui alternatif).



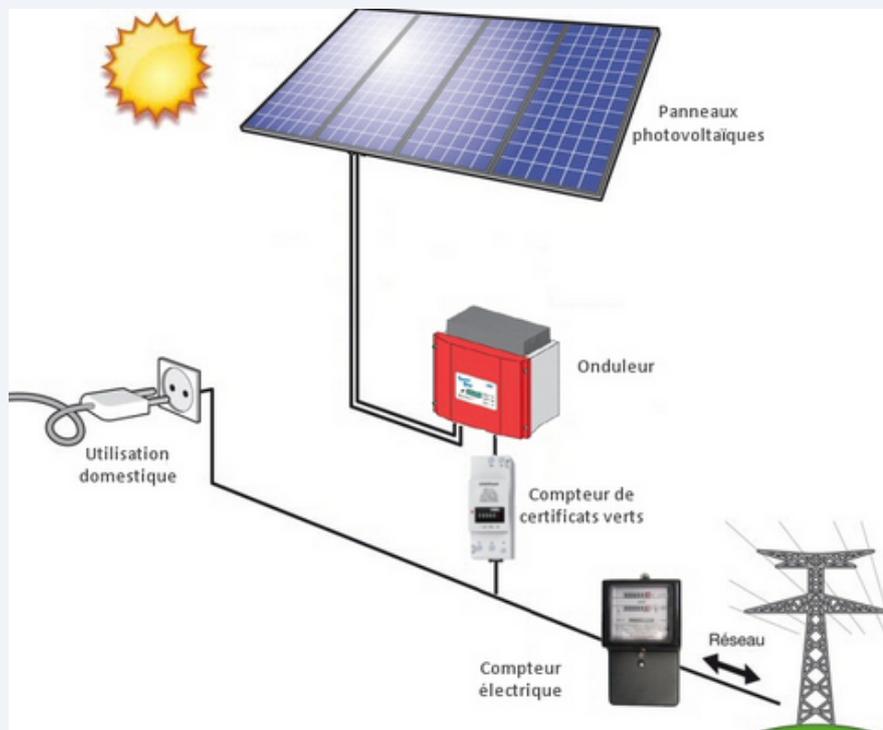
<http://www.solarpedia.net/>

2- Système photovoltaïque Connecté au réseau de distribution électrique

Il est possible d'utiliser un générateur photovoltaïque de façon non autonome, en le connectant au réseau public de distribution électrique ou à d'autres distributeurs. Dans ce cas, l'énergie produite est soit consommée sur place par le site ou soit revendue sur le réseau en cas de production excédentaire.

En système photovoltaïque connecté au réseau, les principaux composants sont:

- Panneaux photovoltaïques (+ structure de support)
- Coffret de coupure et de protection courant continu DC
- Onduleurs
- Coffret de coupure et de protection courant alternatif AC



©SOS photovoltaïque

Références

- 01** Leloux, J. (2019) *Technologies solaires : astuces générales pour les reconnaître* sur <https://www.renouvelle.be/fr/technologies/technologies-solaires-astuces-generales-pour-les-reconnaitre>

- 02** Mambrini, T. (2014) *Caractérisation de panneaux solaires photovoltaïques en conditions réelles d'implantation et en fonction des différentes technologies* (thèse de doctorat) sur https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01164783/file/VD2_MAMBRINI_THOMAS_16122014.pdf

- 03** RAKOTOVAO, S-T. (2015) PROJET D'ELECTRIFICATION PAR LE SYSTEME HYBRIDECELLULES PHOTOVOLTAÏQUES-GROUPE DIESEL DU DISTRICT D'IKALAMAVONY. [mémoire de master] sur biblio.univ-antananarivo.mg/pdfs/rakotovaoSederaT_ESPA_MAST_15.