



bp solar

DOCUMENTS

Informations

Informations générales sur le photovoltaïque.

Informations techniques

Décembre 2000

Apex BP Solar

1, rue du Grand Chêne
34270 Saint-Mathieu-de-Trévières
FRANCE

Téléphone 33 (0) 499 622 622
Fax 33 (0) 499 622 623

Web <http://www.apex-bpsolar.com>
Email info@apex-bpsolar.com

SOMMAIRE

1. Introduction	3
2. Principe	4
2.1 Le photovoltaïque.....	4
2.1.1.L'effet photovoltaïque et la jonction « pn ».....	4
2.1.2.Les différentes technologies / les cellules	5
2.2 Les modules	7
2.2.1.Module Cristallin.....	7
2.2.2.Module Couche Mince.....	9
2.2.3.Les rendements:.....	10
3. Les systèmes PV	11
3.1 Système autonome.....	11
3.2 Fil du soleil.....	11
3.3 Connecté au réseau.....	11

1. INTRODUCTION

Chaque jour, la terre reçoit sous forme d'énergie solaire l'équivalent de la consommation électrique de 5.9 milliards de personnes pendant 27 ans.

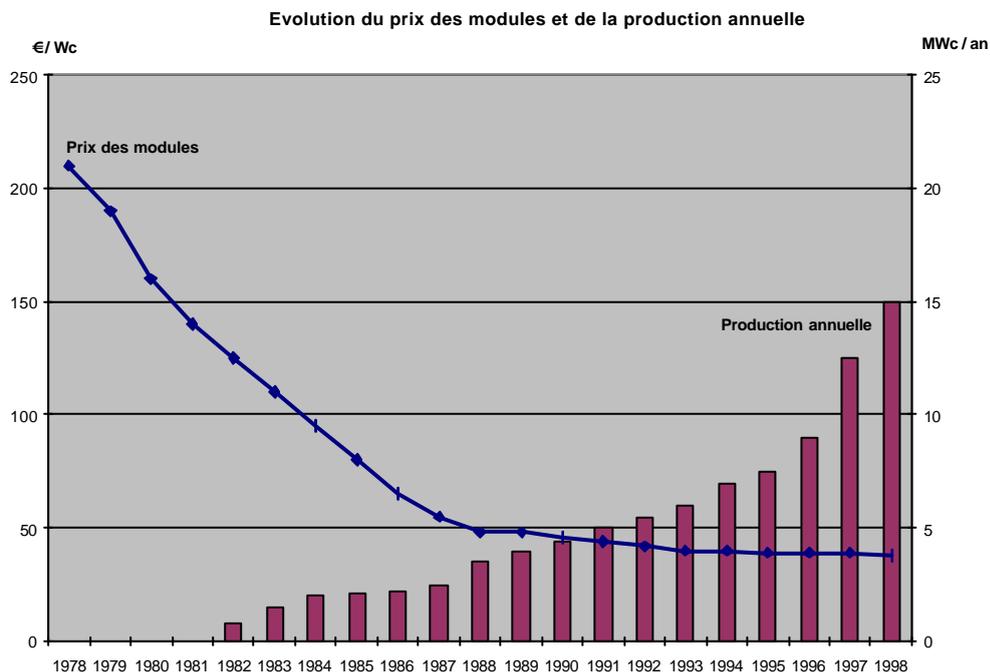
La technologie photovoltaïque permet de transformer cette énergie en électricité.

Cette transformation s'effectue sans bruit, sans émission de gaz : elle est donc par nature totalement propre. Par ailleurs, l'absence de mise en mouvement de pièces mécaniques lui confère un niveau de fiabilité inégalable (durée de vie moyenne d'un module estimée à plus de 30 ans.)

L'énergie photovoltaïque, source d'énergie propre et renouvelable, s'inscrit parfaitement dans le cadre de la politique écologique actuelle des gouvernements des pays industrialisés formalisée par les accords de Kyoto.

Cette politique écologique, définie dans le « Livre Blanc », se traduit par un engagement des pays de l'Union à produire, en 2010, 12% de leur énergie à partir de sources renouvelables et de réduire de fait le taux d'émission de gaz à effet de serre.

Ainsi, la production d'énergie photovoltaïque mondiale connaît une forte progression.



Fort de cette progression, la profession du photovoltaïque investit beaucoup en recherche et développement sur l'amélioration des technologies actuelles et l'avènement de nouvelles alternatives.

Cette activité de recherche en amont sur les technologies, jumelée à l'augmentation des quantités de production se traduit par une diminution du coût au Watt crête et l'apparition de nouveaux produits plus performants.

2. PRINCIPE

L'effet photovoltaïque, transformation de l'énergie solaire (« photon ») en électricité (« Volt ») a été découvert en 1839, par le physicien français A. BECQUEREL.

Son utilisation industrielle n'est apparue qu'au début des années soixante, principalement pour les applications spatiales. Depuis, d'autres applications ont vu le jour pour répondre dans un premier temps aux besoins des professionnels et dans un second temps à ceux des particuliers.

A l'aube du 21^e siècle, les deux segments de marchés qui présente le potentiel le plus important sont :

- la connexion au réseau (France et plus particulièrement les DOM-TOM)
- le pompage et l'adduction d'eau dans les PVD.

2.1 Le photovoltaïque

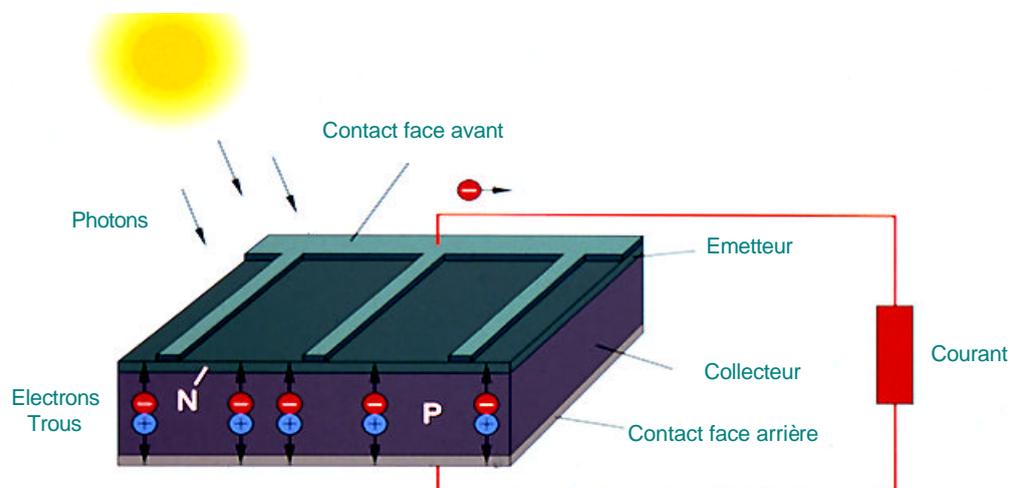
2.1.1. L'effet photovoltaïque et la jonction « pn ».

Une cellule photovoltaïque est principalement constituée à partir de silicium dopé (semi-conducteur : jonction p-n).

Lorsqu'une cellule est exposée au rayonnement électromagnétique solaire, les photons de la lumière transmettent leur énergie aux atomes de la jonction. Cette énergie permet aux électrons de libérer des atomes, générant ainsi des électrons (charges N) et des trous (charges P).

Ces charges sont alors maintenues séparées par un champ électrique qui constitue une « barrière de potentiel ».

Une fois les charges P et N isolées, il suffit de fermer le circuit entre ces 2 zones (P et N) pour mettre en mouvement les électrons et créer ainsi un courant électrique.



2.1.2. Les différentes technologies / les cellules

Il existe un grand nombre de technologie mettant en œuvre l'effet photovoltaïque. La grande majorité sont encore en phase de recherche. Les principales technologies industrialisées en quantité à ce jour sont :

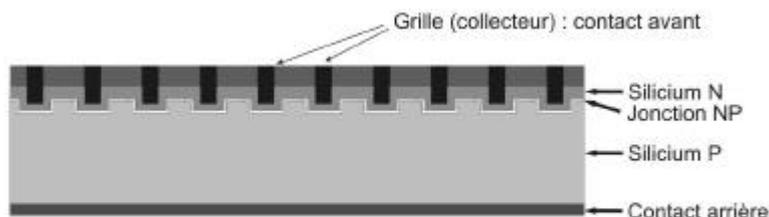
- le silicium cristallin
- le silicium en couche mince.

le silicium cristallin :

Il existe deux types de cellule à base de silicium cristallin

- les cellules de type « mono-cristallines » :
 Du silicium à l'état brut est fondu pour créer un barreau. Lorsque le refroidissement du silicium est lent et maîtrisé, on obtient un mono-cristal.
 Un « wafer » (tranche de silicium) est alors découpé dans le barreau de silicium.,
 Après divers traitements (traitement de surface à l'acide, dopage et création de la jonction p-n, dépôt de couche antireflet, pose des collecteurs) le « wafer » devient cellule.
 BP Solar fabrique ses cellules mono-cristallines à partir d'une technologie innovante appelée SATURN. Le principe consiste à intégrer les grilles de collecte d'électron dans l'épaisseur de la cellule (gravure laser).
- les cellules de type « poly-cristallines »
 Le « wafer » est scié dans un barreau de silicium dont le refroidissement forcé a créé une structure poly-cristalline.

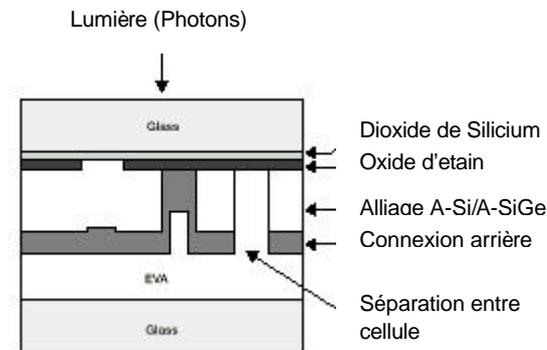
Cellule Cristalline



La couche mince:

La technologie « couche mince » désigne un type de cellule (ou module) obtenu par diffusion d'une couche mince de silicium amorphe sur un substrat (verre).

Plusieurs technologies (fonction de l'alliage utilisé) sont industrialisées à ce jour.



**Structure en coupe
Module couche mince
MST-43LV**

2.2 Les modules

Le module est un assemblage de cellule élémentaire.

2.2.1. Module Cristallin



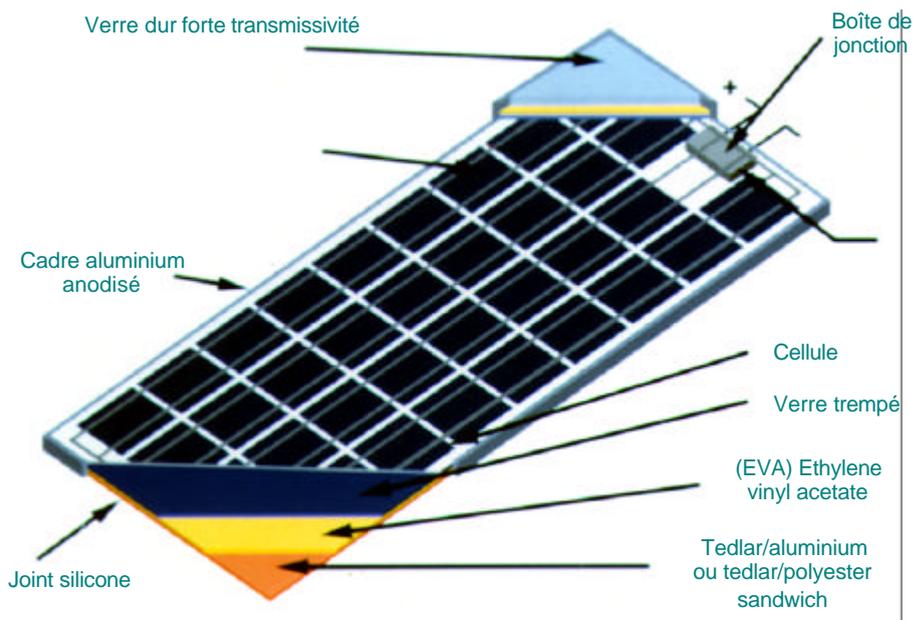
Un module de 12Volts nominal est composé par la mise en série de 36 cellules cristallines. Ces cellules sont protégées par une enveloppe supérieure et inférieure.

Il existe différents types d'encapsulation :

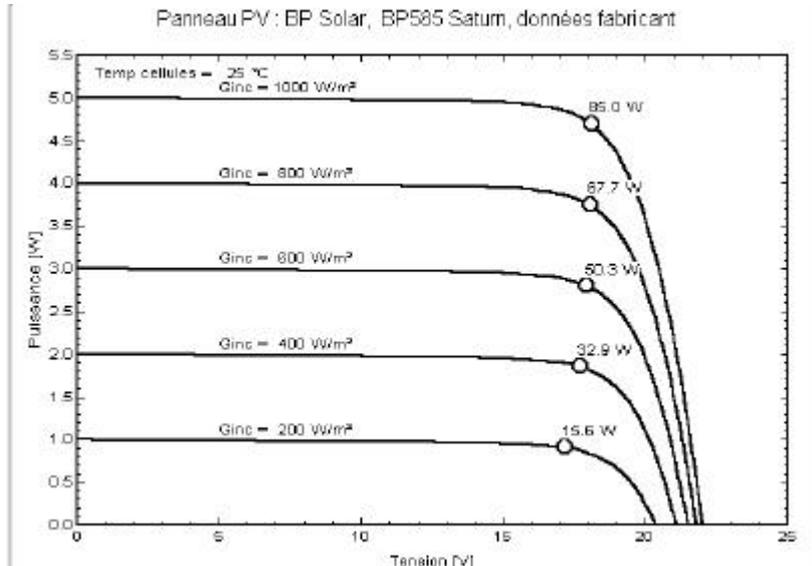
- verre / verre (ou bi-verre)
- verre / matériau composite (tedlar / milar)

L'ensemble cellule+encapsulant forme un laminat .

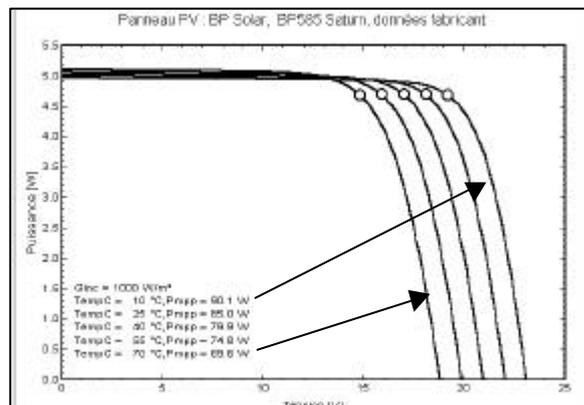
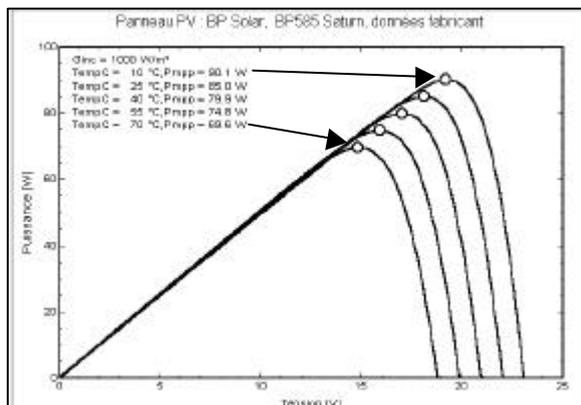
Le rajout d'un cadre métallique (aluminium) procure au laminat sa rigidité et permet sa fixation.



La caractéristique Courant-Tension d'un module cristallin fait apparaître un point de puissance maximum dont la tension est proche des 17/18Volts à25°C et 1000W/m2.



L'évolution en fonction de la température montre que la tension décroît et le courant augmente quand la température s'élève.



**Evolution des courbes $I=Fct(V)$ et $P=Fct(V)$ en fonction de la température.
Module STURN – BP585**

2.2.2. Module Couche Mince

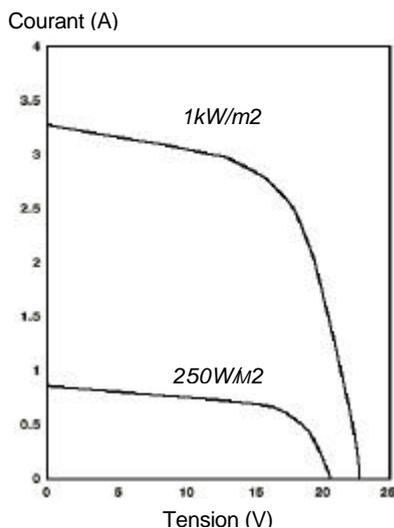


Dans le cas de la technologie couche mince, le module est constitué d'un assemblage de 4 cellules élémentaires, chacune délivrant une tension nominale de 12V. En fonction du câblage série ou parallèle de ces 4 sous-ensembles, on obtient des modules couche mince en 12 et 48 Volts nominal.

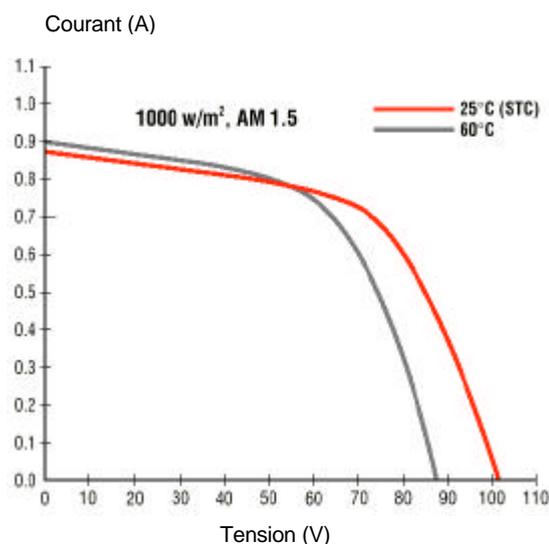
Comparatif couche mince / cristallin :

La caractéristique Courant-Tension d'un module couche mine est plus infléchi..

L'influence de la température sur les performances est moindre que pour la technologie cristalline..

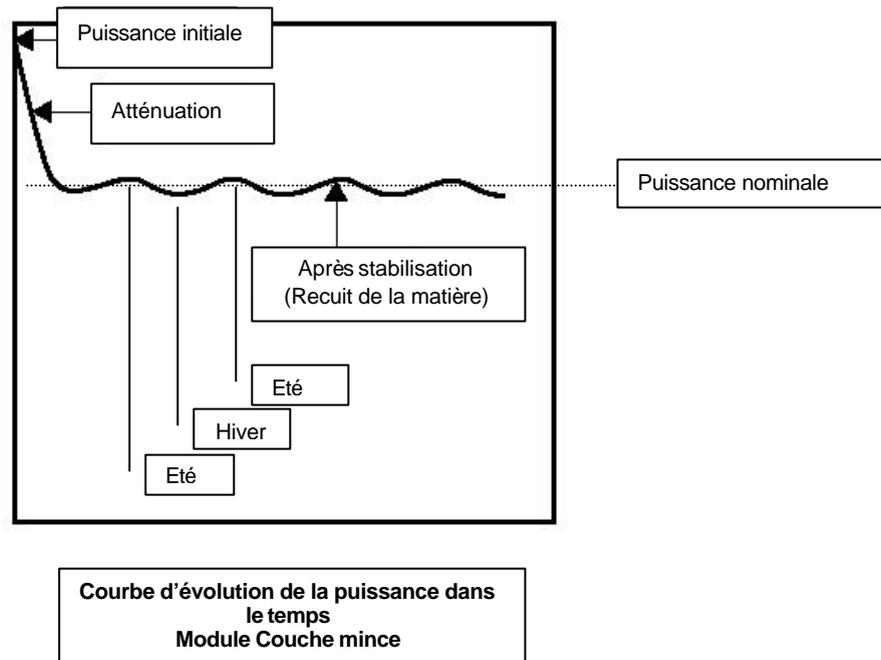


**Caractéristique $I=Fct(V)$
Module MST-43LV**



**Caractéristique $I=Fct(V)$
En fonction de la température
Module couche mince MST
56-MV**

Par ailleurs, l'une des principales caractéristiques des modules couche mince est l'évolution de la puissance dans le temps. En effet, en début de vie, il apparaît une augmentation sensible de la puissance délivrée : environ 15 à 20% de plus que la puissance nominale. Par la suite, après une période transitoire (correspondant au recuit de la matière active) la puissance se stabilise autour de la puissance nominale mais avec des fluctuations en fonctions des saisons.



2.2.3. Les rendements:

Le rendement des modules en fonctions des différentes technologie fait apparaître des écarts importants :

Technologie	Rendement typique	Rendement maximum obtenu (laboratoire)
Mono-cristallin	12-15%	24%
Poly-cristallin	11-14%	18.6%
Couche mince : Amorphe	6-7%	12.7%

3. LES SYSTÈMES PV

Il existe différents types de générateurs en fonction du service et des applications recherchées.

3.1 Système autonome

Le module charge une batterie qui permet d'utiliser l'énergie à convenance. Généralement, la charge et la décharge de la batterie sont contrôlées et gérées par un dispositif de gestion d'énergie.

Sur certains systèmes un dispositif d'acquisition de données permet de surveiller le fonctionnement du système

Généralement des appareillages de conversion d'énergie sont également intégrés:

- onduleur : pour fournir à l'utilisateur une tension alternative conventionnelle (230Vac)
- chargeur : pour apporter une charge complémentaire à partir d'une source auxiliaire (Groupe électrogène, Eolien)

Ce type de système nécessite un dimensionnement du système tenant compte de la localisation, du besoin et de l'autonomie de la batterie.

Applications : électrification rurale, application professionnelle

3.2 Fil du soleil

L'énergie électrique produite par les modules solaires est directement utilisée par le récepteur. Il n'y a donc pas de stockage électrochimique.

Généralement les générateurs « au fil du soleil » sont destinés à alimenter des moteurs électriques en courant continu ou alternatif (dans ce cas un appareil de conversion d'énergie est requis).

Applications :

Toutes les applications où l'on peut envisager un stockage d'énergie sous une autre forme que l'énergie électrique (par exemple : stockage d'eau, stockage de froid, ...)

Autres applications : application pour lesquelles le service rendu ne nécessite pas des contraintes spéciales liées à la fourniture d'énergie : aération, ventilation, etc...

3.3 Connecté au réseau

Tout ou partie de l'énergie produite est injectée dans le réseau de distribution électrique. Il existe principalement deux variantes :

L' « injection simple » : la totalité de l'énergie produite est injectée dans le réseau.

L' « injection secours », avec batterie, permet de fournir de l'énergie de façon autonome en cas de absence du réseau public (coupure due à des aléas climatiques ou techniques). Ainsi une garantie de service de distribution électrique est assurée.

Applications :

Usage particulier, professionnel ou collectif.