

Module photovoltaïque (ou PV)

Production d'électricité en exploitations agricole
grâce à l'énergie solaire

DESRIPTIF DU DISPOSITIF

Il s'agit de **produire de l'électricité grâce à des cellules photovoltaïques qui captent l'énergie du rayonnement solaire**, puis soit utiliser le réseau pour le stockage et la distribution suivant la demande (installation raccordée), soit utiliser des batteries de stockage (site isolé). En exploitation agricole, la présence de surface de toiture parfois importante, peut être mise à profit pour produire de l'électricité « verte » pour ces propres besoins ou pour la revendre. Sur des sites isolés c'est à dire où le réseau électrique est insuffisant ou inexistant, ce principe peut être utilisé pour **alimenter des transformateurs des clôtures électriques ou des pompes à eau** et aussi pour alimenter des habitations.

Une réglementation peu contraignante

L'installation d'un module photovoltaïque solaire ne nécessite pas d'autorisation, sauf dans certains sites classés. Cependant, pour un bâtiment existant, **une déclaration de travaux est à effectuer** auprès de la mairie et pour une construction neuve, les capteurs doivent paraître sur les dessins du permis de construire.

Un parcours administratif préalable à l'installation

- **Pour une installation raccordée** : certaines démarches doivent être mises en œuvre plusieurs mois (2 à 10 mois suivant les démarches) avant l'installation du module :

1/ Pour établir le contrat d'achat :

- **Faire une demande complète de contrat d'achat** auprès des l'Administration des Obligations d'Achat d'EDF (AOA) en zone de concession EDF, sinon auprès de l'Entreprise Locale de Distribution (ELD).
- **Demander et remplir un certificat ouvrant droit à l'obligation d'achat d'électricité** auprès de la DRIRE (Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement).
- **Etablir un contrat d'achat** auprès du distributeur EDF.

2/ Pour le raccordement du générateur photovoltaïque au réseau de distribution :

- **Faire une demande de raccordement** au réseau public auprès du gestionnaire de réseau de distribution. Dans le cas où EDF est le distributeur, s'adresser à EDF Réseau Distribution – ARD Grand Centre (Accès au Réseau de Distribution) – BP 442 – 37204 Tours cedex 03 – 02 47 80 25 67 et fournir la « fiche de collecte », renseignant sur les spécificités techniques du générateur pour lequel le raccordement est demandé.
 - **Déclarer l'exploitation de l'installation photovoltaïque** auprès de la DIDEME (Direction de la DEmande et des Marchés Energétiques - 61 Bd Vincent Auriol 75703 Paris Cedex 13 - 01 44 97 08 98).
 - **Demander la mise en service industrielle** auprès du distributeur EDF.
 - **Etablir un contrat de raccordement d'accès et d'exploitation** avec le gestionnaire du réseau de distribution, spécifiant le type de raccordement, fournissant l'attestation de conformité de l'installation (à demander à l'installateur) et la déclaration de travaux ou permis de construire, en fonction des aménagements. En effet, l'opérateur doit vous installer à ses frais le compteur permettant de comptabiliser l'énergie solaire produite.
- **Pour un site isolé** : aucune étude ni aucuns travaux doivent démarrer sans l'accord de la commune. Cet accord seul permet de bénéficier d'une aide publique à l'électrification photovoltaïque en site isolé.

Une matière première gratuite et un produit monnayable

- **Une matière première abondante et gratuite**

Il s'agit de **l'énergie contenu dans le rayonnement solaire global** (direct et diffus) qui atteint la surface de la terre. Elle est disponible partout et son usage est gratuit. Dans notre région, le rayonnement solaire reçu (sur un plan d'inclinaison égal à la latitude et orienté vers le sud) est le même que sur environ 50% de la surface de l'hexagone, c'est à dire de 1220 à 1350 kWh / m² / an. Cependant, la technologie actuelle ne permet de récupérer qu'une faible partie de ce gisement, soit **12 % en moyenne du rayonnement global**.

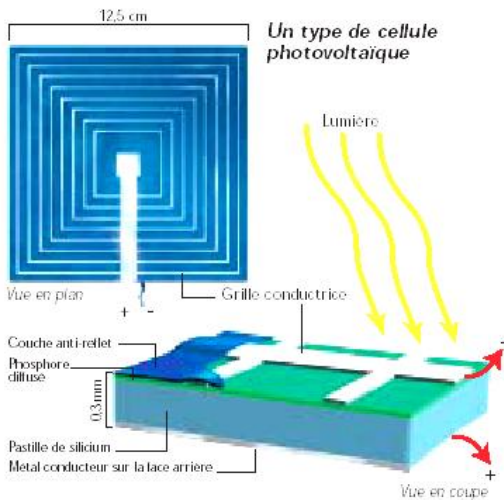
- **Une obligation d'achat par EDF de l'électricité produite et raccordée au réseau**

Par contrat, EDF a obligation de racheter l'électricité produite par votre installation à un **tarif préférentiel** fixé par les pouvoirs publics, **garanti pendant 20 ans**. Actuellement, ce prix est **de 0,3 €/kWh , complété d'une prime à l'intégration des équipement de 0,25 €/ kWh (Arrêté du 10 juillet 2006 paru au journal officiel du 26 juillet 2006)**. Après 20 ans, le rachat du kwh produit se fait au tarif en vigueur proposé par EDF.

Un dispositif de conception simple, facilement modulable

• La cellule photovoltaïque (ou photopile)

Le module photovoltaïque est un capteur vitré, composé de cellules photovoltaïques. Celles-ci sont de petits composants électroniques constitués souvent de silice ou d'un autre semi-conducteur. Le rayonnement du soleil frappe le semi-conducteur transférant son énergie à des électrons qui se mettent alors en mouvement, créant ainsi un courant continu utilisable : c'est l'effet photovoltaïque. Le courant peut être transformé par un onduleur en courant alternatif compatible avec les exigences du réseau.



" l'effet photovoltaïque " est un phénomène physique propre aux semi-conducteurs comme le silicium. Ces matériaux deviennent conducteurs seulement si on leur apporte de l'énergie. Ainsi le silicium qui possède 4 électrons sur sa couche de valence voit ceux-ci se décrocher grâce à l'absorption de l'énergie cinétique des photons et créer ainsi un courant continu. **On améliore la conduction de ce silicium en le « dopant »**, c'est-à-dire en y ajoutant, des atomes étrangers de même taille, en petit nombre, qui possèdent un nombre d'électrons périphériques juste inférieur ou juste supérieur aux 4 électrons de valence du silicium .

Pratiquement, la cellule PV est composée de plusieurs couches minces à savoir :

- une couche "anti-reflet" sur la face avant dont le but est de faciliter au maximum la pénétration d'un maximum de photons à travers la surface et de réduire les pertes par réflexion ;
- une grille conductrice avant " collectrice des électrons " qui doit également être liée au silicium et ne pas être sensible à la corrosion ;
- une couche dopée N avec porteurs de charge libres négatifs (électrons)
- une couche dopée P avec porteurs de charge positifs (trous) ;
- une surface de contact conductrice en métal " collectrice des électrons ", ayant une bonne conductivité ainsi qu'un bon accrochage sur le silicium

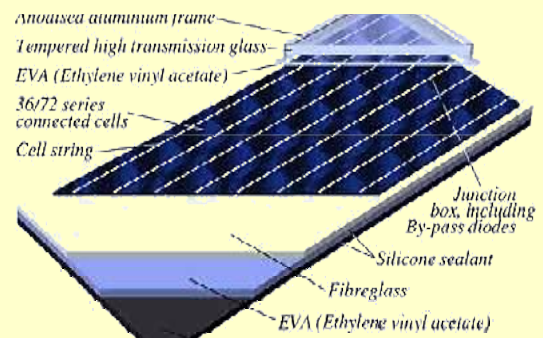
Assemblées en série (de 36 ou 72 cellules) ces cellules permettent de produire une tension suffisante de 12, 24 voire 48 volts en courant continu (comme les piles). **Assemblées en parallèle** ces séries de cellules permettent de produire une puissance suffisante et forment **le module photovoltaïque**. La puissance unitaire d'un module, varie donc de 10 à 200 Watt ou Wc *

* Le watt crête est l'unité normalisée donnant la puissance maximum d'un module, atteinte à la température de 25°C sous un éclairage de 1kW par m², correspondant à l'ensoleillement reçu à midi sur une surface perpendiculaire au soleil.

à l'ensemble une bonne résistance mécanique et une protection efficace face aux agressions extérieures :

- la face exposée au soleil est recouverte de verre ou de résine (matériaux qui doivent supporter de grandes chaleurs et garantir des coefficients de transmission élevés).
- la face arrière est recouverte de verre ou de Tedlar (verre + matériau organique)
- Les cellules assemblées en série/ parallèle sont " noyées " dans un matériau organique transparent, en général de l'E.V.A. (Ethylène de Vinyle d'Acétate); l'ensemble est étanche. Le tout étant serti parfois dans un cadre (sinon ils sont dit " laminate ").

Ces assemblages représentent au final une surcharge au m² sur



• **L'onduleur** : Il permet de transformer le courant continu en courant alternatif. Le photovoltaïque raccordé au réseau, débite en direct sur le réseau, à travers un ou plusieurs onduleurs qui convertissent le courant continu produit en courant alternatif à 50 Hz et 220 V. Il n'y a pas besoin de batterie et régulateur.

• **Des éléments de connexion** entre le module et l'onduleur

• **Deux compteurs** : un pour mesurer l'électricité produite et vendue, l'autre pour mesurer l'électricité fournie par le réseau et achetée.

• Limites du dispositif

- **la perte d'une cellule induit l'inefficacité de l'ensemble** des cellules qui lui sont raccordées en série.
- **la couverture en résine** de la face exposée au soleil a **tendance à s'opacifier** avec le temps, diminuant ainsi le rayonnement reçu et l'efficacité de la cellule.
- **un entretien régulier est nécessaire** pour dégager les panneaux de matériaux obstruant (poussières, feuillages, ...). Aussi, il est important de trouver un bon **compromis entre accessibilité et protection des panneaux** (en particulier en verre) contre les chocs.
- **Le rendement d'une cellule solaire baisse avec une élévation de la température** : il s'agit d'une baisse globale de puissance d'environ de 0,4 % / °C, soit une **baisse assez relative**, dont on peut tenir compte dans les calculs de dimensionnement. Aujourd'hui, refroidir les cellules par le moyen de l'air ambiant ou même par de l'eau ne représentent pas de véritables solutions pratiques à cette baisse de rendement. Certaines expériences sont en cours qui combinent cellules et capteurs thermiques : les cellules sont refroidies à l'aide d'un caloporteur qui servira à préparer de l'eau chaude.

- **les localisations possibles des capteurs sont variées**, sur un toit, une terrasse, par terre à côté du bâtiment. Si les capteurs sont placés au sol, il est judicieux de prévoir une protection. Dans le cas d'une construction neuve, il est recommandé de prévoir l'intégration des capteurs dans le toit pour une meilleure longévité de la fixation et pour bénéficier d'aides spécifiques.

Pas d'énergie d'appoint autre que l'électricité mais un stockage à maîtriser

Très souvent, les besoins en électricité ne correspondent pas aux heures d'ensoleillement ou nécessitent une intensité régulière, ce qui implique un stockage. Cependant, le stockage en photovoltaïque apparaît actuellement comme le maillon faible et le plus coûteux .

- **Sans stockage ou « alimentation au fil du soleil », l'activité est limitée au milieu de la journée.**

Le PV est directement relié au récepteur et la puissance électrique fournie au récepteur est fonction de la puissance d'éclairage, maximum lorsque le soleil est au zénith et nulle la nuit. Aussi, les horaires de cette production ne sont pas compatibles avec les horaires de la majorité des activités agricoles. En revanche, le système au fil du soleil fonctionne parfaitement pour le pompage de l'eau qui est alors directement stockée dans un réservoir.

- **Un stockage en batteries, très coûteux**

Un stockage dans des batteries au plomb permet d'assurer une autonomie énergétique de 30 à 40 Wh /kg. On équipe alors le système de batteries, d'accumulateurs qui permettent de stocker l'électricité et de la restituer en temps voulu. Un régulateur est alors indispensable pour protéger la batterie contre les surcharges ou les décharges profondes nocives à sa durée de vie.

Cependant, les batteries ont des **durées de vie en usage solaire réduites** (3,5 ans en moyenne pour les batteries à plaques planes - 8 à 12 ans pour les batteries stationnaires à plaques tubulaires) et leur **prix par kWh stocké est très élevé**. Des travaux sur les batteries visent à allonger la durée de vie des batteries pour la rendre proche de celle des modules. C'est un objectif atteignable en 2010.

- **Un stockage dans le réseau à deux options**

La connexion réseau permet d'injecter l'énergie produite dans le réseau électrique local. Ainsi, cette électricité produite à un moment donné est directement valorisée dans le réseau et peut être ponctionnée à un autre moment, lorsque la production photovoltaïque est insuffisante.

Selon le choix retenu, tout ou partie de la production est injecté dans le réseau public.

Le prix de vente de l'électricité photovoltaïque produite étant supérieur au prix de l'achat de l'électricité du réseau, **un particulier a tout intérêt à vendre la totalité de sa production et à acheter l'électricité dont il a besoin**.

Une entretien limité

Les modules sont en général conçus avec **une garantie de production d'au moins 25 ans** (pour les modules en silicium tout au moins), une **durée de vie de 35 ans et parfois davantage**, une garantie de 10 ans sur les structures de support, de 5 ans sur l'onduleur et de 1 an sur les accessoires. Ils répondent aux normes éditées par l'U.T.E. (Union Technique de l'Electricité) ainsi qu'à celles du CELAR (Centre d'Etudes et de l'Armement) et plus généralement aux spécifications d'ISPR / EEC Nr 503.

Après la mise en marche par l'installateur, le producteur doit assurer un **entretien 2 fois/an** environ afin :

- d'enlever les obstacles posés sur le module (feuilles, sable, nids, insectes) y compris des boîtes de connexion.

- de **nettoyer la face avant à l'eau claire**.

- d'inspecter visuellement l'éventuelle détérioration ou l'oxydation du cadre, la détérioration de la surface du verre, la délamination ou l'infiltration d'eau à l'intérieur de l'encapsulant, la présence d'eau liquide ou de buée dans le module, le bris ou la modification de la couleur de certaines cellules, la détérioration ou le bris des contacts électriques, les infiltrations d'eau dans la boîte de connexion, les joints d'étanchéité.

Entretien 1 fois par an environ afin :

- d'examiner les supports : sont-ils en bon état, les fixations mécaniques ne sont-elles pas desserrées ?

- d'examiner les contacts électriques, y compris les fusibles et leurs supports : enlever si nécessaire les traces d'oxyde, appliquer un produit protecteur, resserrer les borniers si nécessaire.

Pour plus d'informations

- **Site de l'ADEME (Agence de l'Environnement Et de la Maîtrise de l'Energie)** <http://www2.ademe.fr/>

- Mémento des démarches administratives à effectuer :

 - http://www.industrie.gouv.fr/energie/electric/textes/se_demarche.htm

 - <http://www.edfdistribution.fr/60027i/LedistributeurEDF/Pourvous/Producteursdeelectricite.html>

- **Autre site d'information générale** <http://www.outilssolaires.com/plan.htm> : liste des fabricants et distributeurs