

PANNEAU SOLAIRE ASSERVI

Dossier Ressource L'énergie solaire et les panneaux solaires



Panneau solaire
en situation d'utilisation

Produit
industriel
réel



Produit didactisé

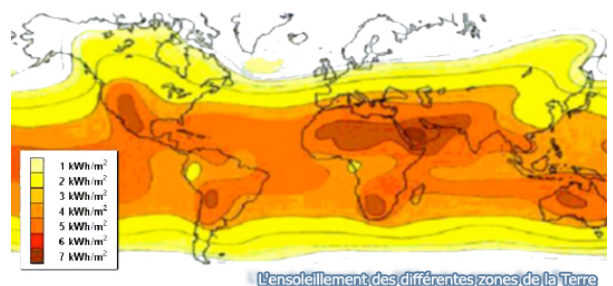
TABLE DES MATIERES

I. L'ENERGIE SOLAIRE	3
I.1. POURQUOI LES ENERGIES RENOUVELABLES ?	3
I.2. FORME ET POTENTIEL DE L'ENERGIE SOLAIRE.....	4
II. LES PANNEAUX SOLAIRES	5
II.1. PRINCIPE DES PANNEAUX.....	5
II.1.1. Principe de fonctionnement des panneaux solaires.....	5
II.2. LES PANNEAUX FIXES.....	6
II.2.1. Pourquoi orienter les panneaux solaires ?	6
II.3. LES PANNEAUX SUIVEURS	8
II.3.1. Panneau Alden.....	8
II.3.2. Tour de panneaux	11

I. L'ENERGIE SOLAIRE

I.1. POURQUOI LES ENERGIES RENOUVELABLES ?

Le Soleil constitue une énorme source d'énergie dans laquelle nous baignons en permanence. L'homme a compris depuis longtemps l'intérêt pour lui d'exploiter une telle source de lumière et de chaleur. Actuellement, il existe deux voies d'utilisation de l'énergie solaire qui transforment directement le rayonnement en chaleur ou en électricité, respectivement le solaire thermique et le solaire photovoltaïque. Toutefois, l'exploitation de cette source énergétique est récente et se développe mais reste encore très coûteuse.



L'ensoleillement des différentes zones de la Terre

L'énergie solaire fait partie des énergies renouvelables. Par définition, les énergies dites renouvelables sont potentiellement inépuisables. La nature peut les reconstituer assez rapidement, contrairement au gaz, au charbon et au pétrole, dont les réserves, constituées après des millions d'années, sont limitées. Les énergies solaire, éolienne, hydraulique, géothermique et de biomasse en sont les formes les plus courantes.

Trois facteurs militent en faveur des énergies renouvelables :

- la sauvegarde de l'environnement ;
- l'épuisement inévitable des ressources (pétrole, gaz, ..) limitées de la planète ;
- les considérations économiques (coût).

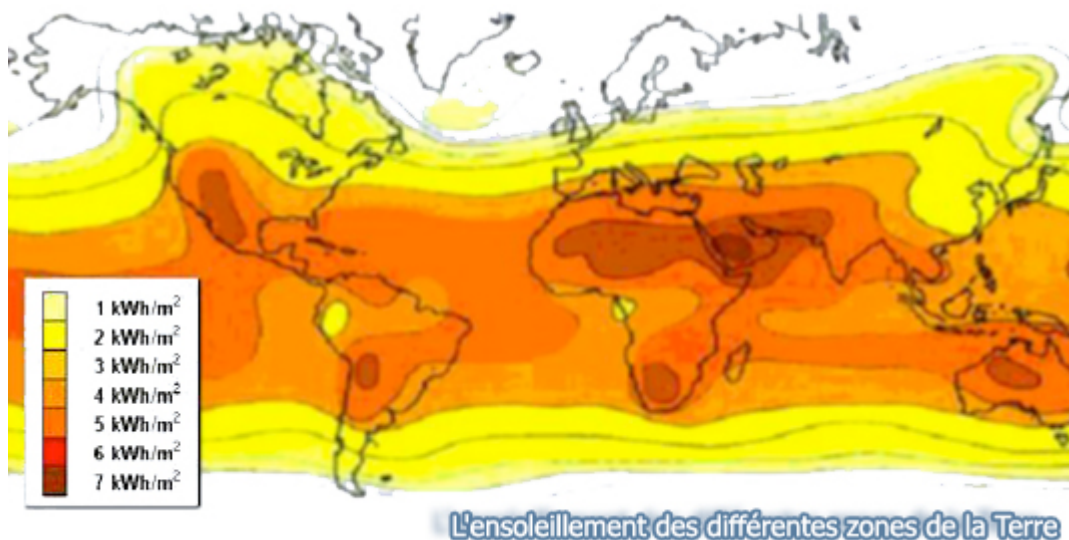
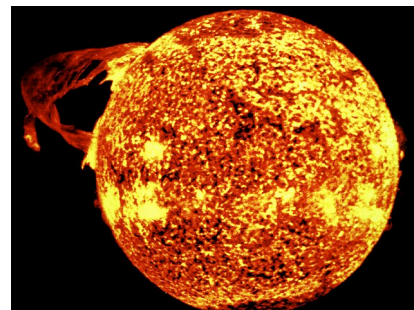
Les énergies renouvelables ne peuvent pas remplacer dès aujourd'hui toutes les énergies conventionnelles, mais elles peuvent enrichir la gamme des énergies exploitées à l'heure actuelle.

Le changement climatique attribuable à la pollution, et à ses effets sur le milieu naturel, est au premier rang des préoccupations environnementales depuis la conférence « Sommet de la Terre », en 1992. En outre, les deux crises du pétrole des années 70 ont contraint les pays industrialisés à bien examiner l'emploi qu'ils font de leurs ressources et à prendre des mesures pour ne plus dépendre quasi uniquement des hydrocarbures pour leurs besoins en combustibles. Ces pays entreprennent des recherches poussées pour trouver des substituts écologiques aux combustibles fossiles. Quant aux pays en voie de développement, il est d'une importance capitale pour eux de diversifier leurs sources d'énergie. Leur rapide croissance industrielle exerce de fortes pressions sur des ressources déjà limitées et accélère la dégradation des écosystèmes de la planète.

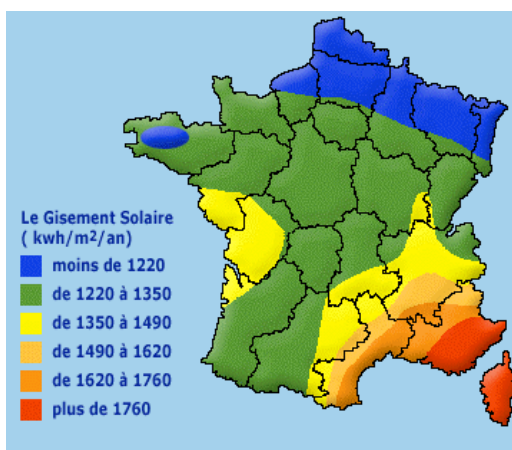
Les énergies renouvelables ont un attrait certain lorsqu'on considère qu'elles peuvent fournir de l'électricité, écologiquement et à bon marché, aux populations isolées des pays en voie de développement. Bien des localités n'ont en effet pas les moyens de se relier à un réseau d'électricité, mais elles peuvent tirer profit des techniques qui ont été mises au point pour domestiquer les sources naturelles d'électricité et de chaleur. Étant donné que trois milliards de personnes n'ont pas d'électricité, il ne fait aucun doute que les énergies renouvelables peuvent jouer un rôle clé et concourir au développement économique des régions pauvres.

I.2. FORME ET POTENTIEL DE L'ENERGIE SOLAIRE

Ce que l'on désigne par énergie solaire est le rayonnement émis dans toutes les directions par le Soleil et que la Terre reçoit à raison d'une puissance moyenne de $1,4 \text{ kW.m}^{-2}$, pour une surface perpendiculaire à la direction Terre - Soleil. Ce flux solaire est atténué lors de la traversée de l'atmosphère par absorption ou diffusion, suivant les conditions météorologiques et la latitude du lieu ; au niveau du sol, la puissance restante est de l'ordre de 1 kW.m^{-2} sous nos latitudes. La quantité d'énergie utilisable varie entre 800 et 7000 kWh.m^{-2} suivant le lieu.



Une petite idée de l'ensoleillement sur notre pays est donnée par la carte ci-dessous. Les régions les plus froides reçoivent un ensoleillement inférieur à $1220 \text{ kWh.m}^{-2}/\text{an}$ alors que les zones rouges reçoivent un ensoleillement supérieur à $1760 \text{ kWh.m}^{-2}/\text{an}$.



II. LES PANNEAUX SOLAIRES

II.1. PRINCIPE DES PANNEAUX

II.1.1. Principe de fonctionnement des panneaux solaires

Les panneaux solaires convertissent l'énergie lumineuse en énergie électrique. Ils sont composés de cellules photovoltaïques. Ces cellules sont constituées de matériaux semi-conducteurs qui peuvent libérer leurs électrons sous l'action d'une énergie (ici l'énergie lumineuse). La libération des électrons des matériaux constituant les cellules sous l'action des photons permet ainsi la production d'un courant électrique.

Il existe trois types de cellules photovoltaïques :

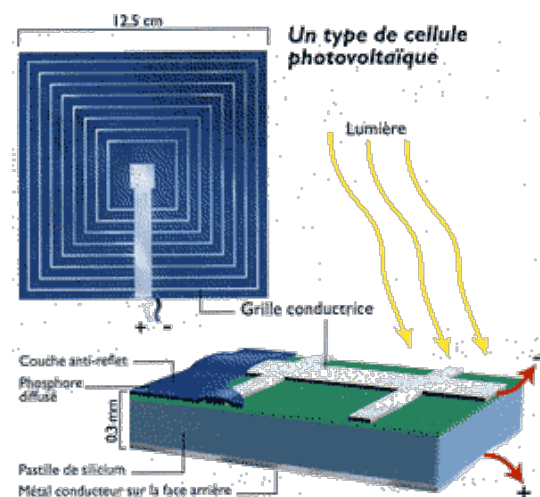
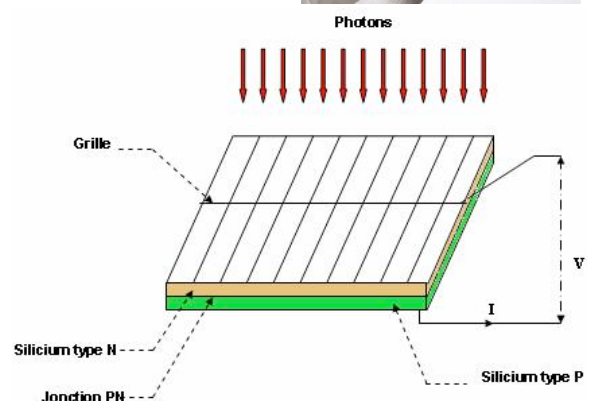
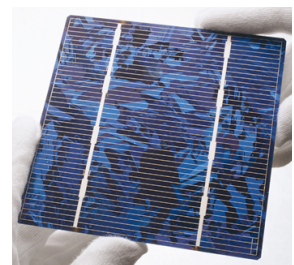
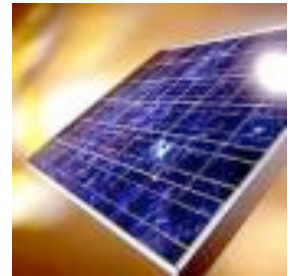
- **les cellules monocristallines** : elles sont constituées d'un cristal à deux couches, le plus souvent du silicium. Elles ont un rendement entre 15% et 22% mais elles sont chères à fabriquer ;
- **les cellules poly-cristallines** : elles sont constituées de plusieurs cristaux, ce qui diminue leur prix de fabrication. Cependant leur rendement n'est que de 10% à 13% ;
- **les cellules amorphes** : elles ont un rendement très faible (5% à 10%) mais leur prix est très bas.

Une cellule photovoltaïque est assimilable à une diode photo-sensible, son fonctionnement est basé sur les propriétés des matériaux semi-conducteurs. En effet, une cellule est constituée de deux couches minces d'un semi-conducteur. Ces deux couches sont dopées différemment :

- pour la couche N, apport d'électrons ;
- pour la couche P, déficit d'électrons.

L'énergie des photons lumineux captés par les électrons périphériques (couche N) leur permet de franchir la barrière de potentiel et d'engendrer un courant électrique continu. Pour effectuer la collecte de ce courant, des électrodes sont déposées par sérigraphie sur les deux couches de semi-conducteur. L'électrode supérieure est une grille permettant le passage des rayons lumineux. Une couche anti-reflet est ensuite déposée sur cette électrode afin d'accroître la quantité de lumière absorbée.

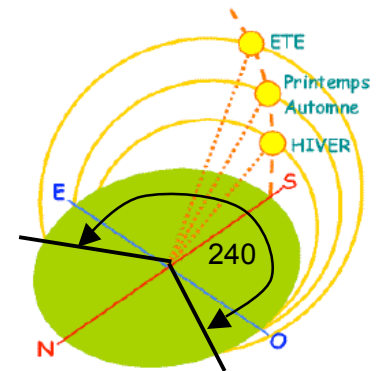
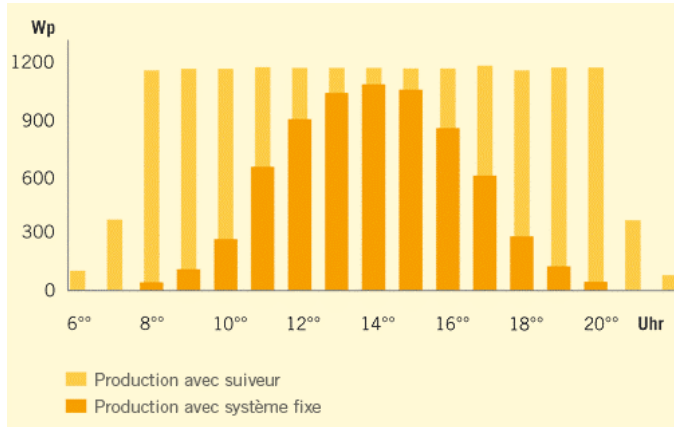
Sous l'action de la lumière (photons) ces cellules génèrent une tension électrique qui se mesure en volt. La tension obtenue est de l'ordre de 0,5 V par cellule. Ces cellules sont ensuite assemblées en série et parallèle pour former des panneaux.



II.2. LES PANNEAUX FIXES

II.2.1. Pourquoi orienter les panneaux solaires ?

Le soleil se déplace au cours de la journée et suivant les saisons. Le panneau solaire, en revanche, se trouve généralement en position fixe, ce qui entraîne des pertes énergétiques précieuses. Une installation fixe, orientée, dans le cas idéal, vers le sud délivre une puissance qui croît très lentement tôt le matin et diminue fortement l'après-midi.

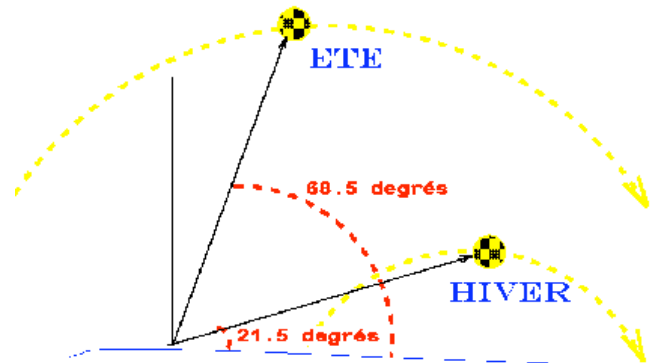


Une part importante de l'énergie récupérable est ainsi perdue.

Si l'installation s'oriente constamment en direction du soleil, elle génère un maximum d'électricité.

Une installation fixe de 1 kW et orientée de façon optimale, produit par jour d'ensoleillement, environ 5 kWh d'électricité solaire. La même installation de 1 kW avec « suiveur » fournit en revanche jusqu'à 10 kWh par jour.

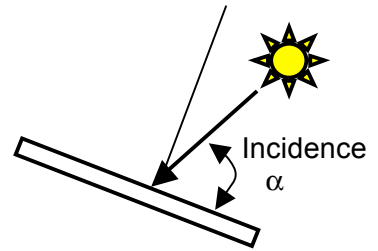
Le déplacement apparent du soleil et d'environ 240° en azimut et de 70° en élévation sous nos latitudes.



Le rendement des panneaux solaires dépend ainsi de leur orientation. L'angle d'incidence des rayons du soleil détermine le rendement du panneau solaire. L'angle d'incidence α optimal est de 90°. Le rendement du panneau solaire est défini selon l'équation suivante :

$$R = 100 \cdot \sin \alpha \quad \alpha : \text{Angle d'incidence en degrés} \quad R : \text{Rendement en \%}$$

Ainsi, seule une rotation automatique peut permettre au panneau solaire de délivrer une puissance maximale. En effet, si le panneau reste statique, la production d'électricité peut être réduite de 50 % à cause de l'orientation. Comme le rendement des cellules poly-cristallines ne dépasse que rarement 10 %, s'il y a une perte supplémentaire du rendement de 50 %, la production finale d'énergie pour un panneau solaire qui délivre une puissance de 100 W orienté de manière optimale ne sera, dans le cas d'une installation fixe que de 50 W alors qu'il reçoit plus de 1000 W.m².



II.3. LES PANNEAUX SUIVEURS

II.3.1. Panneau Alden

■ Mise en situation

Le système de capteur solaire motorisé Kéops permet d'optimiser la production électrique des cellules photovoltaïques par le suivi du soleil. L'ensemble se monte essentiellement sur le toit de camping cars. Il permet le maintien en charge des batteries. (Batterie moteur et batterie de bord)



Cellules photovoltaïques montées en série pour une production de courant électrique

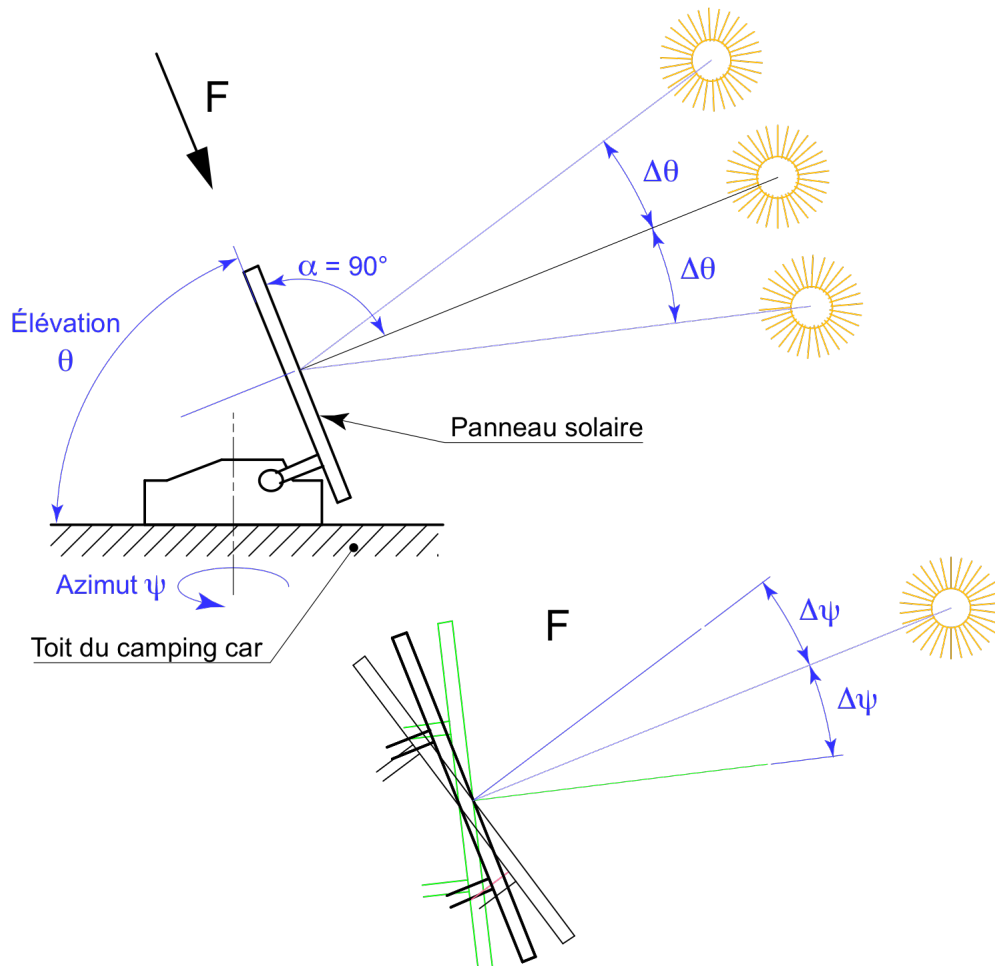
Déflexeur d'air pour la position route du panneau solaire

Embase de l'ensemble qui permet la rotation du panneau solaire suivant deux directions perpendiculaires



■ Principe de fonctionnement

Positionnement du panneau solaire par rapport au soleil :



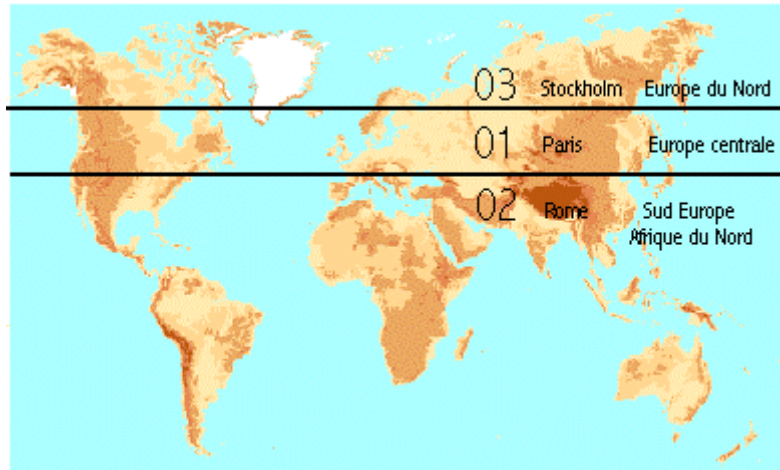
Le principe de fonctionnement du panneau solaire nécessite que la surface plane sur laquelle sont fixées les cellules photovoltaïques soit orthogonale aux rayons solaires pour une efficacité maximale.

Deux réglages sont à effectuer :

- une rotation autour d'un axe vertical → Azimut : rotation ψ ;
- une rotation autour d'un axe horizontal → Élévation : rotation θ .

■ L'élévation

La Société ALDEN a pris comme option de découper l'hémisphère nord en trois zones qui permettent de régler l'angle θ en fonction du jour et de l'heure de la journée. L'erreur due à la position dans l'une des zones peut être caractérisée par l'angle maximum $\Delta\theta$.



L'angle maximum $\Delta\theta$ dépend de la distance du soleil au panneau solaire. Donc compte tenu de cette distance l'angle maximum $\Delta\theta$ est très petit (*voir le dossier RESSOURCES*).

■ L'azimut

En fonction de l'orientation du camping-car à l'arrêt, la rotation ψ du panneau solaire doit permettre de se « caler » par rapport au soleil.

II.3.2. Tour de panneaux

■ Présentation

Les tours de panneaux sont des ensembles de panneaux assemblés sur des pylônes (toureilles) isolés ou regroupés en champs comme le montrent les photographies ci-dessous.

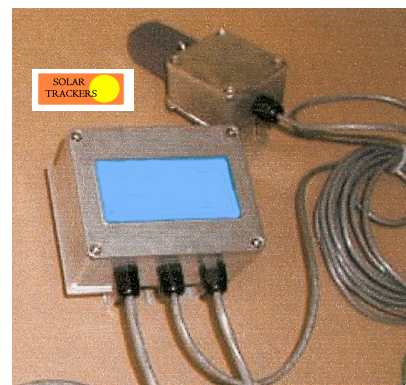
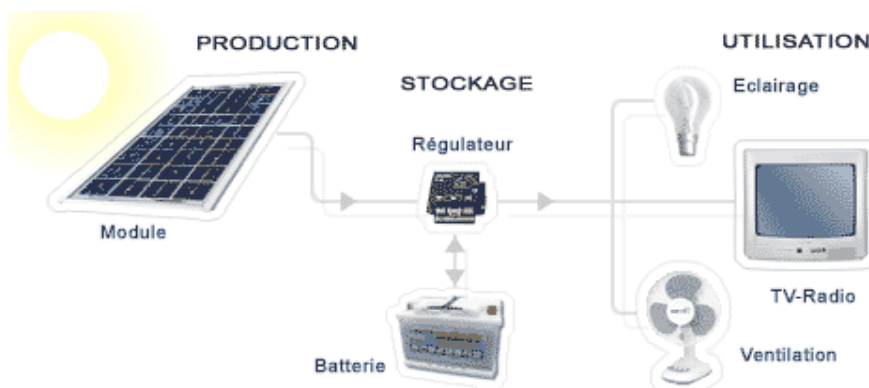


■ Constitution

Le système se compose de 3 parties distinctes :

• une partie production d'énergie

Les modules photovoltaïques convertissent le rayonnement solaire en courant continu. L'électricité produite est stockée dans une batterie. Lorsque l'ensoleillement et la luminosité sont insuffisants, la nuit par exemple, la batterie restitue l'énergie nécessaire au fonctionnement de l'installation. Un régulateur protège la batterie contre les surcharges et les éventuelles décharges profondes.



• une partie opérative

Cette partie comporte une tourelle équipée de 2 moto réducteurs à courant continu permettant le déplacement des panneaux solaires en élévation ($\approx 90^\circ$) et azimut ($\approx 270^\circ$). Ce système permettant un gain en énergie de 30% à 50% par rapport à une installation sur support fixe.



• une partie commande

Elle traite les informations de position du soleil et les transmet aux actionneurs afin d'effectuer la poursuite du soleil, détecte les anomalies de fonctionnement et effectue les opérations de mise en sécurité de l'équipement.

Cette partie comprend :

- le boîtier capteurs embarqué sur la tourelle ;
- le boîtier de commande équipé des cartes électroniques ;
- les câbles et connecteurs de liaisons.