

# HelioX Energie Solaire : Histoire et Technologie

## 1 - La ressource solaire

### Se transporter, se nourrir, se divertir, échanger...

Tout ce que l'homme fait nécessite de l'énergie. Avec l'augmentation de la population mondiale, les besoins en énergie continuent d'augmenter fortement. Tous les types d'énergie seront nécessaires et nous allons devoir développer de nouvelles formes d'énergies. Le solaire en est une.



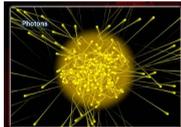
### Définition :

L'énergie solaire est une petite partie de l'énergie du rayonnement solaire qui parvient sur la surface de la Terre, après filtrage par l'atmosphère. Sur Terre, l'énergie solaire est à l'origine du cycle de l'eau, du vent et de la photosynthèse. L'énergie solaire est donc à l'origine de toutes les énergies sur Terre à l'exception de l'énergie nucléaire, de la géothermie. On peut exploiter cette énergie à partir du rayonnement direct ou récupérer de l'énergie thermique.



### Le rayonnement solaire est variable :

L'énergie solaire vient de la fusion nucléaire qui se produit au centre du Soleil. Elle se propage dans le système solaire et dans l'Univers sous la forme d'un rayonnement électromagnétique, de photons. Ce rayonnement reçu en un point du globe dépend des saisons, de la rotation de la terre, de la nébulosité. Ce rayonnement se mesure sur une surface déterminée. On peut ainsi comparer les mesures selon les régions, selon les saisons et aussi les heures de la journée.



### Les énergies exploitées sur Terre dépendent du Soleil :

Mises à part les énergies nucléaires et la géothermie, toutes les autres énergies ont un lien direct avec la présence du rayonnement solaire. Le soleil crée le cycle de l'eau et l'homme a exploité l'énergie cinétique de l'eau à l'aide de barrages hydrauliques. Le soleil crée les nuages. Ces nuages créent des courants d'air et génèrent le vent. Le soleil et la lune influent sur les marées et le mouvement de la masse d'eau des océans. Le soleil fait pousser les végétaux et l'homme exploite cette énergie par l'alimentation et par le compost de déchets. C'est la biomasse. Le soleil a créé des variations de climat il y a des millions que ont tués des animaux et végétaux qui se sont méthanisés ou carbonisés pour donner pétrole et charbon.



### Le solaire est une énergie renouvelable :

On peut considérer qu'elle est inépuisable, le soleil ne s'éteindra que dans quelques milliers d'années. Elle nous procure lumière et chaleur. Il faut bien distinguer les 2 méthodes d'exploitation. L'énergie solaire transforme le rayonnement solaire en électricité ou en chaleur. L'énergie solaire photovoltaïque produit de l'électricité. L'énergie solaire thermique produit de la chaleur qui peut être utilisée pour le chauffage domestique ou la production d'eau chaude sanitaire. Enfin, l'énergie solaire thermodynamique produit de l'électricité via une production de chaleur.



### Le coût de l'énergie solaire :

Comme toutes les énergies renouvelables, l'énergie solaire est encore très coûteuse, les cellules photovoltaïques sont chères à fabriquer. Les subventions de l'Etat constituent une solution pour aider cette filière à se développer dans certains pays, en particulier en Europe. L'idée, c'est que plus on produira de panneaux, moins ils seront chers. Les coûts ont déjà été divisés par 100 en 20 ans. Il s'agit maintenant de réduire lentement ces subventions, jusqu'au jour où l'électricité solaire sera au même prix que l'électricité « classique ».

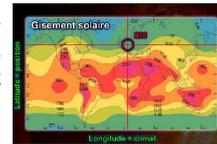


# HelioX Energie Solaire : Histoire et Technologie

## 1 - La ressource solaire

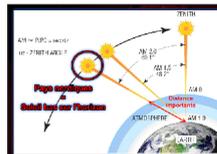
### Déterminer le gisement solaire - 1 :

Lorsque l'on veut s'équiper de panneaux photovoltaïques, on doit d'abord déterminer le gisement solaire disponible à l'endroit de l'installation. Ce gisement solaire dépend de plusieurs paramètres: la position sur la planète (latitude), le climat (longitude) et enfin l'exposition qui sera choisie. Plus de soleil veut dire d'avantage d'heures d'ensoleillement, mais aussi un soleil plus ardent donc un rayonnement plus intense. Ce rayonnement se mesure en w/m<sup>2</sup> et par an pour bien couvrir toutes les saisons. Ce rayonnement est variable et il est fonction de la latitude. La latitude détermine l'épaisseur d'atmosphère terrestre que doit traverser le rayonnement solaire pour atteindre la surface terrestre.



### Déterminer le gisement solaire - 2 :

À l'équateur, l'épaisseur d'atmosphère terrestre est minimum car le soleil est « haut » dans le ciel, perpendiculaire. L'absorption est donc minimum, l'énergie « traverse » avec un minimum de perte. Dans les pays nordiques, le soleil est « bas » sur l'horizon et la distance nécessaire pour traverser l'atmosphère terrestre est importante. L'atténuation du rayonnement sera forte, liée à une absorption importante. En ce qui concerne la France, les variations selon les latitudes sont les suivantes: de 1200 kw/m<sup>2</sup>an à 1750 kw/m<sup>2</sup>an.

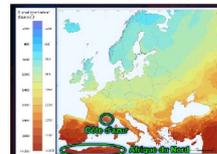
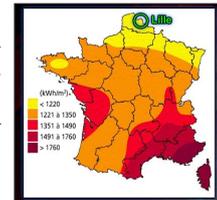


### Carte d'ensoleillement en France :

Il n'échappe à personne que la Côte d'Azur et la Corse sont les régions privilégiées.

A Lille si l'on place un module de plaques photovoltaïques de 1m<sup>2</sup> incliné à 45° et orienté au sud, on obtiendra en moyenne 1200 KWh/m<sup>2</sup>an. Et à Ajaccio, environ 1750 KWh/m<sup>2</sup>an.

1kw, pour mieux comprendre, est la puissance absorbée par un radiateur électrique de taille moyenne comme celui d'une chambre par exemple.



### Carte d'ensoleillement en Europe :

Il suffit de se référer à la température des couleurs pour ressentir sur notre peau le soleil présent dans chacun des pays.

On peut voir que la Côte d'Azur possède un rayonnement équivalent à celui de l'Afrique du Nord par endroits.

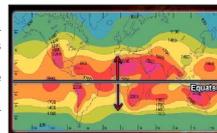
Dans ces pays chauds on peut atteindre parfois jusqu'à 2200 Kw/m<sup>2</sup>an, presque le double qu'à Bruxelles.

### Carte d'ensoleillement dans le Monde :

Sur la carte du monde, on peut remarquer que 2200 Kw est l'énergie maximum que la technologie actuelle nous permet d'obtenir sur les endroits les plus chauds et les plus rayonnants de la planète.

Si on trace une ligne représentant l'équateur, on peut remarquer que c'est de part et d'autre de cette ligne que les chiffres sont les plus élevés.

Puis pour finir on peut se rendre compte que la France n'est pas très privilégiée dans le domaine.

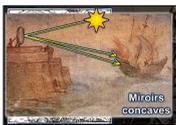


# HeliX Energie Solaire : Histoire et Technologie

## 2 - Histoire et essor de l'énergie solaire

### Un peu d'Histoire...

Les premières recherches en vue de capter et d'exploiter l'énergie solaire remontent à l'Antiquité. Les Égyptiens savaient que dans un récipient de verre hermétique, on peut obtenir une température plus élevée que dans un récipient ouvert. Les Grecs anciens attachaient énormément d'importance à la manière d'allumer la flamme olympique. Seuls les rayons du soleil pouvaient en garantir la pureté. Ils avaient conçu un skaphia, ancêtre du miroir parabolique, pour réfléchir les rayons solaires qui dégageaient une intense chaleur provoquant une flamme.



### Un peu plus tard encore...

En 212 avant notre ère, Archimède imaginait d'incendier les vaisseaux romains devant le port de Syracuse en concentrant les rayons solaires à l'aide de « miroirs ardents ». Archimède, connu comme géomètre assurant la défense de la cité en tant qu'ingénieur militaire. Ainsi, on rapporte que pour détruire la flotte romaine, il aurait conçu et utilisé des miroirs concaves, les « miroirs ardents » pour déclencher des incendies par concentration des rayons solaires.

### Salomon de Caus et Buffon :

En 1615, l'ingénieur français Salomon de Caus décrit, dans un livre, une fontaine qui fonctionnait grâce à la chaleur des rayons solaires. Cette fontaine élevait l'eau et jouait le rôle d'une pompe à eau. Elle fonctionnait sans concentration de l'énergie solaire. En 1747, Buffon expérimenta un miroir composé de 168 glaces étamées, d'environ 20 cm de côté. Chacune de ces glaces était mobile en tous sens et pouvait ainsi renvoyer la lumière du Soleil vers le même point.

- une branche de hêtre goudronnée brûla avec 40 glaces
- on fit fondre un gros flacon d'étain, pesant environ 6 livres, avec 45 glaces
- un morceau d'argent fondu avec 117 glaces



### Le four de Lavoisier :

Lavoisier réalisa le premier four solaire en concentrant les rayons solaires à l'aide d'une lentille à liquide. Il atteint la température de la fusion du platine de 1750°.

### De Saussure et Robert Stirling :

À la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, le savant Suisse de Saussure construisit diverses machines solaires. Son premier collecteur était couvert par deux plaques de verre orientées vers le soleil afin d'augmenter l'effet de serre. En 1816, le Pasteur écossais Robert Stirling a déposé un brevet pour un «moteur à combustion externe», appelé aussi «moteur à air chaud». L'air enfermé dans un cylindre était soumis à 4 cycles : chauffage, détente, refroidissement et compression au moyen d'une source de chaleur externe, le système permettait d'entraîner le mouvement rotatif du moteur.

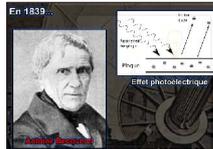


# HeliX Energie Solaire : Histoire et Technologie

## 2 - Histoire et essor de l'énergie solaire

### Sir John Herschel et Antoine Becquerel :

En 1837, l'astronome anglais Sir John Herschel construisit un four fonctionnant sans concentration des rayons solaires qu'il utilisait pour préparer ses repas pendant une expédition au Cap de Bonne Espérance. En 1839, Antoine Becquerel et son fils présentèrent pour la première fois un effet photoélectrique (photovoltaïque). Leur expérience permet d'observer le comportement électrique d'électrodes immergées dans un liquide, modifié par un éclairage. Il a été compris et présenté en 1887 par Heinrich Rudolf Hertz. Albert Einstein fut le premier à en proposer une explication, il a expliqué que ce phénomène était provoqué par l'absorption de photons, les quanta de lumière, lors de l'interaction du matériau avec la lumière.



### Augustin Mouchot :

Durant la deuxième moitié du 19<sup>e</sup> siècle, Augustin Mouchot construisit une machine produisant de la vapeur à 3,5 atmosphères, un grand miroir conique qui servit à faire fonctionner l'imprimerie de l'Exposition Universelle de 1878 pour imprimer le journal intitulé «le Soleil» à 500 exemplaires/heure. À la même époque, PIFRE construisit aussi une imprimerie solaire. Entre autres réalisations, Augustin Mouchot déploya dans ce domaine une activité considérable. Il imagina de nombreux appareils fonctionnant à l'air chaud.



### Franck Schuman :

Une importante installation fut celle que réalisa Franck Schuman près du Caire en 1913. Il construisit une chaudière solaire de 100 Ch, qui servit à pomper l'eau du Nil. Schuman envisagea une autre réalisation plus grandiose dans le Sahara. Hélas, la Première Guerre Mondiale puis, immédiatement après, l'ère du pétrole bon marché, portèrent un coup fatal à ces projets ambitieux. Des efforts furent faits pour tenter de suivre le soleil afin d'améliorer le rendement et d'allonger la période d'utilisation des machines.



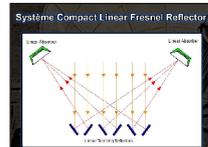
### Severy de Boston et Félix Trombe :

Severy de Boston a proposé d'accumuler l'énergie solaire aux heures où le soleil ne brille pas : on place un collecteur au foyer d'un réflecteur qui suit le mouvement du soleil dans la journée. La vapeur produite actionne un moteur qui pompe l'eau jusqu'à un réservoir. Cette eau fait fonctionner un générateur, etc... De 1946 à 1949, Félix Trombe réalise le premier programme expérimental d'obtention de hautes températures à l'aide de concentration de rayonnement solaire. Ce premier «poste de chauffage solaire» de 2 Kw utilise un concentrateur parabolique de projecteur de défense anti-aérienne en montage polaire. Cette étape conduit à la construction du four solaire de 50 kW de Mont-Louis à l'initiative de F. Trombe et considéré par lui-même comme la maquette d'un four solaire industriel futur.



### Félix Trombe et Giovanni Francia :

À partir de 1949, Félix Trombe construisit dans la citadelle militaire de Mont-Louis un immense miroir parabolique qui va concentrer les rayons solaires vers un point unique qui s'éleva à près de 3000°C. Il dirige ensuite la création du grand four solaire de 1 000 Kw d'Odeillo, à Font-Romeu. Le premier système CLFR / Compact Linear Fresnel Reflector au monde a été construit par l'italien Giovanni Francia et installé à Marseille en 1963. Mais ce n'est qu'en septembre 1977 qu'EDF et le CNRS décident de réaliser une centrale électrosolaire.



# HelioX Energie Solaire : Histoire et Technologie

## 2 - Histoire et essor de l'énergie solaire

### Centrale électrosolaire Thémis :

En juin 1979, le Président Giscard d'Estaing décide de soutenir la filière solaire et accepte la construction de Thémis, première centrale électrosolaire française à tour d'une puissance de 2500 Kw. Le secrétaire d'Etat à la Recherche, Jacques Sourdille est un ardent défenseur de Thémis. La centrale solaire est construite en 1983 à Targassonne près de Font-Romeu, à 1700 mètres d'altitude avec 2400 heures d'ensoleillement annuel. Elle fera l'objet de tests pendant trois ans puis sera fermée en 1986, la France ayant fait le choix de développer exclusivement la filière fission nucléaire. La centrale fut réouverte en 2007 pour la conduite du projet PEGASE.

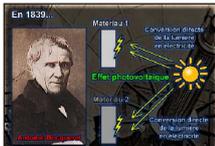


### Centrales solaires en Espagne :

En avril 2007, la centrale à tour PS10 de 11 MW, est inaugurée à Séville, Espagne. La PS10 est la première plateforme solaire commerciale qui atteindra 300 MW en 2013, de quoi alimenter en électricité l'intégralité de la ville de Séville. La construction du module PS20, de 20MW se termine. En juillet 2008, c'est la centrale ANDASOL 1 de 50 MW qui est inaugurée à Grenade, en Espagne. Cette centrale est équipée d'un dispositif de stockage de la chaleur pour une autonomie de 8 heures.

### Le photovoltaïque - Découverte française :

Tout commence en 1839. Le physicien français Antoine Becquerel constate que certains matériaux font des étincelles lorsqu'on les expose à la lumière. Pour lui, l'origine de cette réaction ne fait aucun doute : ces étincelles viennent d'une conversion directe de la lumière en électricité. Il vient de découvrir l'effet photovoltaïque, mais ce n'est qu'un siècle plus tard qu'on en verra les applications concrètes.



### Les débuts du photovoltaïque :

Les premiers panneaux photovoltaïques ne sont utilisés qu'à partir de 1959. Ils servent d'abord à l'industrie spatiale : ils permettent aux satellites de produire leur propre énergie dans l'espace. La première vraie maison expérimentale alimentée par des panneaux photovoltaïques date, elle, de 1973. Puis, dans les années 1980, montres, calculatrices, balises radio et météo se généralisent. Au milieu des années 1990, l'Allemagne et le Japon lancent des programmes d'installations photovoltaïques sur les toits. Depuis le début des années 2000, l'énergie photovoltaïque a entamé son développement dans de nombreux pays.

# HelioX Energie Solaire : Histoire et Technologie

## 3 - Exploitations de l'énergie solaire

### Le solaire passif - 1 :

Il regroupe les solutions utilisant passivement l'énergie du soleil pour l'éclairage naturel, le chauffage des locaux. Cette exploitation d'énergie concerne surtout le bâtiment. Il s'agit par exemple de placer une véranda (ou une baie vitrée) plein sud. Ce qui permet de bénéficier de la chaleur du soleil l'hiver. Pour éviter que cette véranda n'apporte trop de chaleur l'été, il s'agit de disposer au dessus des brise-soleil. Pour le chauffage solaire passif, l'énergie du soleil qui pénètre à l'intérieur des pièces par les fenêtres est absorbée par les murs, les planchers et les meubles, puis libérée sous forme de chaleur. Plusieurs systèmes existent comme les «fenêtres intelligentes», conçues pour faire passer la chaleur lorsqu'il fait froid et la bloquer lorsqu'il fait trop chaud ou les «murs trombe», des murs de béton conçus pour capter la chaleur du soleil pendant la journée et la restituer pendant la nuit.



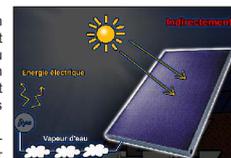
### Le solaire passif - 2 :

On peut recourir aux capteurs à air. Cette technique est considérée comme faisant partie du solaire passif parce qu'elle ne nécessite pas de maintenance ou d'entretien. Elle peut notamment être utile pour ventiler et déshumidifier une habitation. Il existe des systèmes de cheminées solaires qui, installées sur le toit, captent la chaleur du soleil. Elles chauffent l'air qui est à l'intérieur du conduit. Une dépression se forme alors à la base de la cheminée et est récupéré pour rafraîchir l'habitation. Les «tours de rafraîchissement» existent depuis l'antiquité : elles utilisent la chaleur du soleil pour rafraîchir l'habitation par un principe d'évaporation d'eau. L'eau produit de la fraîcheur en s'évaporant. Plus courant enfin, l'éclairage passif récupère la lumière du soleil par un système de tubes situés sur le toit et dotés de miroirs pour la diffuser dans la pièce. Surtout intéressant pour les espaces dépourvus de fenêtres.



### Le solaire thermique en général :

L'énergie solaire thermique est la transformation du rayonnement solaire en énergie thermique. Cette transformation peut être soit utilisée directement (pour chauffer un bâtiment) ou indirectement (production de vapeur d'eau pour entraîner des alternateurs et ainsi obtenir une énergie électrique). En utilisant la chaleur transmise par rayonnement plutôt que le rayonnement lui-même, ces modes de transformation d'énergie se distinguent des autres formes d'énergie solaire comme les cellules photovoltaïques, par exemple. Deux principes fondamentaux sont appliqués et éventuellement parfois combinés : capter l'énergie des rayons solaires grâce à un corps noir et concentrer le rayonnement solaire en un point.



### Le solaire thermique basse température :

Le principe repose sur l'exploitation de la concentration de chaleur émise par le rayonnement solaire. Il y a différentes façons de concentrer ce rayonnement. Le solaire thermique basse température concerne souvent la maison individuelle. L'énergie solaire peut servir à chauffer votre eau sanitaire grâce à un chauffe-eau solaire individuel mais aussi alimenter un système ayant la double fonction de chauffage et de production d'eau chaude : c'est le Système Solaire Combiné, aussi appelé «combi». D'une façon générale, un chauffe-eau solaire couvre entre 40 et 80 % des besoins en eau chaude, et un SSC de 25 à 60 % des besoins en chauffage et en eau chaude.



# HelioX Energie Solaire : Histoire et Technologie

## 3 - Exploitations de l'énergie solaire



### Le solaire thermique haute température - 1 :

La concentration optique des rayons du soleil permet d'obtenir de très hautes températures. La chaleur produite est généralement comprise entre 400 °C et 1 000 °C. On distingue deux usages principaux : la production de chaleur et la production d'électricité. Les concentrateurs optiques superposent en un même point des rayons solaires collectés sur une surface de captage, le plus souvent formée de miroirs. Ils sont dotés de dispositifs de suivi de la course du soleil. Attention, les systèmes solaires à concentration collectent uniquement le rayonnement solaire direct, alors que les capteurs solaires plans non concentrateurs et les modules photovoltaïques captent également le rayonnement diffus.

### Le solaire thermique haute température - 2 :

Dans les centrales solaires à concentration, on peut produire de grandes quantités d'électricité. En concentrant l'énergie solaire, on obtient une température très élevée qui permet de produire de la vapeur. En faisant tourner une turbine, la vapeur génère de l'électricité destinée au réseau de distribution général. C'est l'héliothermodynamique : produire de l'électricité avec la chaleur du soleil. Les fours solaires à concentration sont destinés à la recherche. Ils produisent uniquement de la chaleur haute température. Cette technique utilise un champ d'héliostats orientables et un grand miroir parabolique fixe, qui renvoie les rayons sur un récepteur. Le four solaire d'Odeillo, dans les Pyrénées-Orientales, concentre le soleil 10 000 fois. À Mont-Louis, non loin de là, un ancien four expérimental sert aujourd'hui à des démonstrations pédagogiques et à la cuisson de céramiques.



### Le solaire thermique haute température - 3 :

Avantages par rapport au solaire photovoltaïque ou à l'éolien, il est possible de stocker la chaleur solaire pour une utilisation à court terme et locale, ou sous forme d'hydrogène, par exemple pour une utilisation différée ou éloignée du site. L'hybridation : il est possible d'hybrider les centrales avec une source de chaleur fossile (gaz par exemple) ou d'origine renouvelable (biomasse). Ce système permet de fournir l'énergie thermique nécessaire au fonctionnement du cycle lors des périodes de faible ensoleillement. L'exploitation de l'énergie solaire sous cette forme requiert des conditions d'ensoleillement qui sont propres à certaines régions du monde seulement. Le rayonnement solaire direct est plus abondant (supérieur à 2 000 kWh/m<sup>2</sup>.an) dans une zone géographique appelée la ceinture solaire. Les meilleures zones sont le Sahara, les déserts australiens ou californiens mais également les zones méditerranéennes.

Quels sont les avantages de cette technologie par rapport au solaire photovoltaïque ?

### Stockage :



### La cuisson solaire :

L'un des premiers cuisiseurs solaires a été construit par HB de Saussure en 1767. Cet homme était un grand voyageur alpiniste et il a inventé cette méthode d'exploitation du soleil pour cuire les aliments lors de ses ascensions. Pour le particulier, le four solaire (cuiseur solaire) c'est un système de chauffage ou de cuisson fondé sur la capture des rayonnements lumineux émis par le Soleil. Leur transformation en chaleur puis l'utilisation de cette chaleur pour le chauffage ou la cuisson des aliments. C'est une sorte de corolle qui peut avoir la forme d'un carré ou d'un hexagone. En France, on peut atteindre une température de pointe de 180 °C dans un cuisiseur solaire possédant une vitre orientée à environ 45 ° par rapport à l'horizontale, et équipé de 4 réflecteurs en aluminium qui concentrent l'énergie solaire à l'intérieur du four.

Un autre modèle de four solaire à entonnoir inclinable permet d'atteindre une puissance de 1 400 Watts.

Qu'est-ce qu'un four solaire ? (cuiseur solaire)



# HelioX Energie Solaire : Histoire et Technologie

## 3 - Exploitations de l'énergie solaire

### Le grand four solaire d'Odeillo :

Le plus grand four solaire est celui d'Odeillo dans les Pyrénées-Orientales. Il permet de concentrer l'énergie pour atteindre des températures supérieures à 3 000 °C à la concentration des rayons. C'est une installation du CNRS qui abrite le laboratoire PROMES. Cette centrale est plus un lieu d'expérimentation qu'une centrale solaire. Le principe de fonctionnement de ce gros four est celui de la concentration des rayons par des miroirs réfléchissants. Les rayons solaires sont captés par une première série de miroirs orientables situés sur la pente, puis envoyés vers une deuxième série de miroirs disposés en parabole. De là, ils convergent vers une cible circulaire au sommet d'une tour centrale. Cette cible a à peine 40 cm de diamètre.



### Le solaire électrique :

#### L'ÉNERGIE PHOTOVOLTAÏQUE

Le mot photovoltaïque vient du grec «photos» qui signifie lumière, et du nom du physicien italien Alessandro Volta, inventeur de la pile électrique.

Cela ne fonctionne qu'avec certains matériaux, qu'on appelle des semi-conducteurs. Leur particularité : ils ne laissent passer le courant électrique qu'à partir d'un certain apport d'énergie, comme par exemple le rayonnement du soleil.

Ce n'est pas parce qu'on ne voit pas le soleil ou qu'il fait froid que le panneau photovoltaïque ne fonctionne pas : c'est la lumière solaire directe et le rayonnement diffus qui l'active, pas la chaleur. Plus la luminosité extérieure est forte, plus le panneau produit de l'électricité, que le soleil soit visible ou pas. Cette production électrique par le photovoltaïque peut être individuelle ou collective.



### L'énergie mécanique solaire :

Lorsque le grand public entend parler de l'énergie solaire, c'est la technologie photovoltaïque qu'il voit : des panneaux lui permettant de produire de l'électricité pour s'éclairer, cuisiner ou se divertir. Le soleil apporte bien plus à notre planète : la chaleur. Ce rayonnement permet à la vie de se développer. Filtré par l'atmosphère, il produit une chaleur soutenable et difficilement utilisable mais concentré et capté, il peut alors révéler sa puissance.

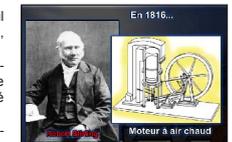
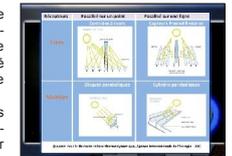
Plusieurs projets croisant à la fois les solutions de captation thermique des rayonnements du soleil et les moteurs à air chaud (Stirling) explorent actuellement les possibilités motrices du solaire thermique. Ce principe du moteur solaire date du 19ème siècle.

Le moteur STIRLING, le moteur à air chaud. Robert Stirling a inventé en 1816 le moteur à air chaud.

Le principe est relativement simple : le fluide principal qui produit un travail est un gaz soumis à un cycle comprenant quatre phases : chauffage, détente, refroidissement, compression.

Le gros inconvénient de ce moteur réside dans le fait que si l'on veut accélérer soudain sa cadence ou son rendement, on est confronté à une grosse inertie. C'est pour cela que la construction automobile lui a toujours préféré le moteur à explosion.

Mais avec la disparition prochaine du pétrole, nos scientifiques vont certainement remettre cette technique au goût du jour et l'améliorer.

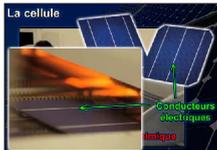


# HelioX Energie Solaire : Histoire et Technologie

## 4 - Technologie et fonctionnement

### La cellule photovoltaïque - Principe :

Comment crée-t-on de l'électricité avec le Soleil ? C'est « l'effet photoélectrique ». La lumière est composée de particules de lumière : les « photons ». Ils contiennent de l'énergie. Lorsque les photons du soleil frappent certaines matières, ils excitent les électrons qui peuvent ainsi être collectés à la surface et produire un courant électrique. La tension électrique obtenue est fonction de la lumière et non en fonction de la chaleur. La cellule photovoltaïque délivre une tension continue. Les cellules photovoltaïques sont constituées de semi-conducteurs, principalement à base de silicium. Elles se présentent généralement sous la forme de fines plaques d'une dizaine de centimètres de côté. Les cellules sont souvent réunies dans des modules solaires ou panneaux solaires, en fonction de la puissance recherchée.



### La cellule photovoltaïque - Fabrication :

Le silicium est issu de la silice, principal composant du quartz et du sable. Très bon semi-conducteur, c'est la matière première d'une cellule photovoltaïque. Pour être utilisable, il faut le purifier à 99,999999 % en utilisant des réactions chimiques. Le Lingot : Le silicium est fondu à haute température, puis refroidi pour en faire un lingot. Les wafers : Le lingot est découpé en tranches d'environ 0,2 mm d'épaisseur, qu'on appelle wafers. Enfin la cellule : Pour transformer ces wafers en cellules sensibles à la lumière, on leur fait subir un traitement physico-chimique : à la fin du processus, elles sont dotées d'un pôle + et d'un pôle -. On les recouvre alors de conducteurs électriques pour collecter le courant. LA FAMILLE DES CELLULES RIGIDES AU SILICIUM : Panneau photovoltaïque : Plusieurs dizaines de cellules sont assemblées, encapsulées dans un film plastique puis insérées entre une feuille de verre et une plaque support. LA FAMILLE DES CELLULES A COUCHES MINCES : Nous voyons apparaître des cellules dites en « couches minces ». Elles commencent à se développer. Pour réduire les coûts de matière première, on la projette en fines couches sur un support. Elle a un moins bon rendement que la technologie précédente, mais permet d'autres applications comme les panneaux souples. LA FAMILLE DES CELLULES ORGANIQUES : Encore au stade du laboratoire. Moins chères, flexibles, transparentes et recyclables, ces cellules utilisent des polymères. On pourra les intégrer partout (vétements, sacs, emballages).



### La cellule photovoltaïque - Exploitation :

Vous avez compris, c'est en multipliant les panneaux que l'on obtient suffisamment de tension électrique et de puissance. Les panneaux se placent sur les toits des maisons, des grands bâtiments et au sol pour les grandes centrales solaires électriques. L'exploitation se fait de 2 façons soit en réseau avec l'énergie redistribuée aux particuliers, soit en autoconsommation. Le Réseau : Aujourd'hui, l'électricité est produite par quelques centrales et acheminée aux consommateurs via le réseau électrique.

L'Autoconsommation : Dans les zones qui ne peuvent pas être alimentées par le réseau public, l'énergie photovoltaïque est une solution logique pour produire de l'électricité de manière autonome et la stocker par un système de batteries. Dans ces zones, les installations photovoltaïques apportent une solution concrète : la production d'électricité directement sur le lieu de consommation.

Une vraie bonne idée, le pompage solaire : Comme on ne sait pas bien stocker l'électricité, on stocke de l'eau ! On la pompe quand il y a du soleil et on la consomme quand on en a besoin.



# HelioX Energie Solaire : Histoire et Technologie

## 4 - Technologie et fonctionnement

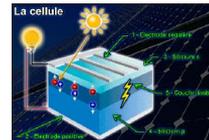
### La cellule photovoltaïque - Recyclage :

Les premiers panneaux photovoltaïques, installés dans les années 1990, commencent à arriver en fin de vie. La filière de recyclage est déjà organisée grâce à l'association PV CYCLE. La technique de recyclage consiste à récupérer les cellules photovoltaïques, le verre, les métaux et le plastique, en séparant les éléments du module par un traitement thermique. Tous ces éléments pourront ensuite être réutilisés dans la chaîne de production de nouveaux panneaux. On peut dire que la cellule photovoltaïque actuelle s'inscrit dans le cycle du développement durable !



### La cellule photovoltaïque - Nomenclature :

De la cellule montée en série nous obtenons le module. Avec ces modules nous réalisons des panneaux. En multipliant les panneaux nous obtenons des champs. La discrétion n'était pas le fort des premières générations de panneaux photovoltaïques. Leur esthétique s'est améliorée et des modules intégrables aux couvertures (ardoises, tuiles...) ou directement incorporés aux matériaux de construction (éléments de façade, vitrages...). La cellule comporte une électrode négative, une électrode positive, du silicium n et du silicium p.



### La cellule photovoltaïque - Renouvelable :

Les cellules photovoltaïques produisent une énergie renouvelable, en l'occurrence de l'électricité, en exploitant une ressource inépuisable : la lumière solaire. Lors de la production de cette électricité, aucun gramme de CO2 n'est émis dans l'atmosphère mais cette cellule pose tout de même quelques questions d'ordre environnemental. La fabrication et le recyclage de ces cellules nécessitent bien souvent l'utilisation de hautes températures énergivores. Par ailleurs, certains composants renferment des éléments toxiques (comme le cadmium). Une cellule photovoltaïque n'est pas vraiment un produit « vert ». La situation pourrait changer dans les années à venir, puisque des travaux visant à trouver des alternatives sont menés dans le domaine des cellules photovoltaïques organiques. Le substrat sur lequel repose cette cellule photovoltaïque est fait de nanoparticules de cellulose produites à partir de végétaux. La température maximale requise durant la fabrication de cette cellule est de 80°C, soit bien moins que les 3000°C qu'il faut attendre pour obtenir le silicium à partir de la silice avant d'en faire des wafers. Ainsi, les cellules photovoltaïques pourraient bientôt devenir durables et renouvelables, comme l'énergie qu'elles produisent.



### Le chauffe-eau solaire - Présentation :

Un chauffe-eau solaire est un dispositif de captation de l'énergie solaire thermique destiné à fournir partiellement ou totalement de l'eau chaude sanitaire. Il existe principalement trois types de panneaux solaires thermiques : Les capteurs plans non-vitrés : De l'eau circule dans un absorbeur, généralement noir, ouvert à l'air. Les capteurs plans vitrés : Un fluide caloporteur circule dans un absorbeur, à l'intérieur d'un caisson vitré sur la face exposée au soleil, et isolé sur les autres. Les collecteurs à tubes sous vide : Ces capteurs sont plus complexes ; chaque élément est constitué de deux tubes de verre concentriques, isolés par le vide. Le fluide caloporteur circule dans un dispositif placé dans le tube central. La très bonne isolation thermique fournie par le vide limite les déperditions, ce qui permet d'atteindre de plus hautes températures lorsque l'écart de température avec l'extérieur est important. Les tubes ont un revêtement interne permettant de capturer plus de 95% de l'énergie solaire.

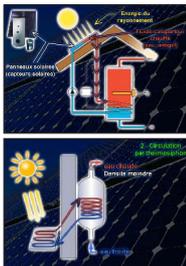


# HelioX Energie Solaire : Histoire et Technologie

## 4 - Technologie et fonctionnement

### Le chauffe-eau solaire - Constitution :

Un chauffe-eau solaire est constitué de plusieurs organes : Des capteurs solaires thermiques captent l'énergie du rayonnement solaire en chauffant un fluide caloporteur (eau ou antigel) dans un circuit primaire. Ce dernier est chargé d'acheminer les calories récupérées jusqu'au réservoir. Un réservoir d'eau chaude dans lequel un volume d'eau est chauffé par le liquide caloporteur à travers un échangeur thermique, c'est souvent un serpentín de cuivre. Ce ballon est en 2 parties: un échangeur de chaleur et un réservoir d'eau chaude, ce qui permet d'avoir de l'eau chaude en permanence. Souvent ce ballon est équipé également d'une résistance électrique qui ne fonctionne qu'au cas où le capteur solaire ne permet pas d'obtenir la bonne température. Le liquide caloporteur circule dans le capteur et dans l'échangeur par 2 techniques : la circulation forcée par une petite pompe électrique ou la circulation se fait par thermosiphon, basé sur le principe selon lequel l'eau chaude a tendance à monter naturellement, il impose que le réservoir de stockage (le ballon) soit placé plus haut que les capteurs.



### Le chauffe-eau solaire - Les idées reçues :

«Le solaire, ça ne vaut pas le coup si je n'habite pas dans le sud». FAUX. Le chauffe-eau solaire est opérationnel partout en France et remplit quelle que soit la situation géographique la majorité des besoins en eau chaude sanitaire. Même en temps nuageux, le soleil envoie une énergie diffuse qui suffit à faire fonctionner le dispositif. «Le solaire pour chauffer l'eau sanitaire ou pour chauffer l'intérieur, c'est la même chose». FAUX. Ce sont des appareils différents pour chaque utilisation. Le chauffe-eau solaire individuel permet de chauffer son eau chaude. Sa capacité ne dépasse pas 400 litres en maison individuelle et la superficie de capteurs associée ne dépasse pas 6m². Le système solaire combiné (SSC) est un ensemble plus complexe. La capacité du ballon est au minimum 750 litres et la surface de capteurs est beaucoup plus grande, généralement 10 m² ou plus.



### Le chauffe-eau solaire - Explication par la société ATLANTIC :

Voici une explication par la société commerciale ATLANTIC.

Alors écoutez bien cette vidéo publicitaire...

<http://www.atlantic.fr/nos-solutions/chauffer-votre-eau/chauffe-eau-solaire>



### Maison à Système Solaire Combiné :

C'est une maison chauffant son eau sanitaire et produisant de l'eau chaude de chauffage. Le chauffe-eau solaire simple comporte :

- des capteurs à panneaux solaires thermiques
  - un chauffe-eau couplé à une résistance pour les jours sans soleil
  - un ballon de stockage avec échange par serpentins.
- Cela représente environ 40% à 70% de réduction des dépenses si l'on possède l'équivalent mais qu'en électrique.

Le chauffe-eau solaire plus complexe (SSC) comporte :

- des capteurs solaires thermiques
- un chauffe-eau couplé à une résistance pour les jours sans soleil
- un ballon de stockage avec échange par serpentins.
- un réseau de chauffage avec ballon et pompe qui envoie l'eau chaude dans des radiateurs.



# HelioX Energie Solaire : Histoire et Technologie

## 4 - Technologie et fonctionnement

### Maison solaire passive :

Une maison solaire passive est une habitation conçue pour bénéficier au maximum du rayonnement solaire, grâce à sa conception, à la qualité de ses composants et à une ventilation performante. L'habitat passif est né de quelques grands principes. D'abord, l'idée de «murs passifs» renvoie à une isolation thermique et à d'une étanchéité à l'air excellentes. Tous les ponts thermiques doivent être traités. Le but d'une isolation parfaite est d'éviter toute fuite de chaleur. La moindre perte est à proscrire. Dans cette même optique une ventilation double flux est indispensable. La ventilation double flux permet à la fois de renouveler l'air, de réguler la température et de ne pas assécher la maison. Ensuite, une maison passive nécessite la captation passive de l'énergie solaire. La captation s'effectue simplement par les matériaux du bâti : le soleil traverse les vitres et l'énergie est stockée par des murs à forte inertie thermique. Une maison passive nécessite donc une grande surface vitrée orientée au Sud pour capter un maximum d'énergie solaire. Pour limiter les pertes thermiques, le triple vitrage est préféré. Les parois lourdes sont appréciées pour leur inertie thermique. Elles permettent de stocker l'énergie du soleil en journée et de restituer la chaleur le soir. L'inertie permet donc de régler la température de jour comme de nuit, été comme hiver. Enfin, il faut réduire au maximum la consommation des équipements de chauffage et d'électroménagers pour assurer de faibles consommations en hiver et limiter la surchauffe en été. La maison passive a un atout incontestable. En effet, le but du passif est de réduire la consommation au maximum.



### La voiture solaire :

Ce sont donc des voitures électriques, qui nécessitent des batteries pour stocker l'énergie qui leur est nécessaire lorsqu'il y a moins de lumière ou même pour pouvoir accélérer lorsque l'apport direct d'énergie solaire n'est pas suffisant. La puissance actuelle de ces engins est limitée par le rendement des cellules photovoltaïques et par la capacité des batteries à stocker une grande quantité d'énergie dans un espace réduit. Les voitures solaires essaient de réduire leur besoin en énergie pour rouler en réduisant leur poids avec l'utilisation de matériaux légers et en adoptant le meilleur aérodynamisme possible. En 1987 eut lieu la première course de voiture solaire, le «World Solar Challenge» qui consiste à traverser le centre de l'Australie du nord au sud, entre les villes de Darwin et d'Adelaide sur un total de 3000km. Hans Tholstrup, le créateur de cette course, était le premier en 1983 à prouver que l'on pouvait traverser un continent avec un de ces engins. Une voiture solaire est une voiture électrique qui recharge ses batteries en partie ou totalement grâce à l'énergie solaire. La voiture sera plus ou moins solaire selon si ses batteries sont rechargées avec plus ou moins d'électricité d'origine solaire. Venturi Eclectic, la première voiture solaire commerciale. L'Eclectic est équipée de batteries qui se rechargent de façon autonome grâce aux énergies renouvelables (solaire, éolien) ou si nécessaire grâce à l'électricité délivrée par le réseau. Autonomie allant jusqu'à 50 km pour une vitesse de 50 km/h. La production solaire (2,5 m² de cellules photovoltaïques) en une journée d'exposition permet de parcourir 7 km, à une vitesse maximale de 50km/h. Bien sûr, d'autres personnes, dans le monde, réalisent des prototypes en tout genre... Généralement l'ennemi N°1 est le poids de l'engin qui malgré tout doit proposer une surface de panneaux suffisante pour produire l'énergie nécessaire au déplacement.



# HelioX Energie Solaire : Histoire et Technologie

## 4 - Technologie et fonctionnement

Le 30 Octobre 2007...



### La voiture solaire : La Nuna :

La voiture solaire néerlandaise Nuna II utilise des technologies spatiales, elle remporte la première place du «Défi solaire mondial», à l'issue d'une course de 3010 km à travers le territoire australien organisée pour des véhicules à propulsion solaire. Partie de Darwin, Nuna II a franchi la ligne d'arrivée à Adélaïde 3 jours après en un temps record de 30 heures 54 minutes, battant le précédent record de 32 heures 39 minutes établi en 2001 par son prédécesseur néerlandais Nuna I. 30 octobre 2007 : Le règlement a changé. Il a fallu faire une auto entièrement nouvelle, la Nuna 4, et elle s'est à nouveau révélée meilleure que toutes les autres L'équipe de NUON SOLAR TEAM en est maintenant à la version 6 de la NUNA.

### L'aviation solaire :

Un avion solaire est un avion dont la propulsion électrique est alimentée par de l'énergie qu'il capte du soleil grâce à des panneaux photovoltaïques. Disposés habituellement sur la surface de l'aile, ils convertissent l'énergie lumineuse en énergie électrique. Connecté aux panneaux, un circuit électronique appelé MPPT (Maximum Power Point Tracker) assure une utilisation optimale de cette énergie afin d'alimenter le moteur qui transforme cette énergie électrique en énergie mécanique au travers de l'hélice. Le premier avion solaire était le Sunrise I qui a effectué son premier vol le 4 novembre 1974, en Californie. Il avait une envergure de 9,76 m pour 12,25 kg. Citons quelques avions qui ont fait l'histoire de l'aviation solaire. Solar One : Avion construit par Frederick To et David Williams entre 1976 et 1978. Dessiné par ses inventeurs sur le modèle d'un planeur de l'époque, l'avion fut construit en matériaux les plus légers possibles Gossamer Penguin : Le 18 mai 1980, le grand Gossamer Penguin, un modèle Albatross modifié, fut le premier avion habité à voler propulsé uniquement par l'énergie solaire. Construit par la société AeroVironment Inc., fondée par Dr. Paul McCready, il avait une envergure de 22 m pour un poids de seulement 31 kg. Helios : Helios était un prototype d'avion solaire de la NASA. L'avion télécommandé a battu le record du monde d'altitude en vol horizontal durable, en atteignant l'altitude de 32,16 km au-dessus du Pacifique le 14 août 2001. Présentant une envergure de plus de 82 mètres pour un poids d'à peine 800 kg, Helios était constitué de 6 tronçons d'aile séparés par cinq nacelles faisant office de train d'atterrissage. Un réseau de 180 m<sup>2</sup> de panneaux solaires délivrant une puissance de 35 kW alimentait les 14 moteurs électriques nécessaires à sa propulsion. Le 26 juin 2003, ce drone s'est écrasé dans l'océan Pacifique lors d'un vol d'essai. Solar Impulse : Solar Impulse est un projet conduit par les Suisses Bertrand Piccard et André Borschberg. Il s'agit d'un avion solaire monoplace avec lequel ils pensent réaliser le tour du monde en cinq escales aux environs de 2015.

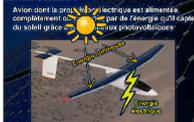
2 modèles de four solaire individuel



### Le four solaire - Introduction :

Commençons par faire le tour de tout ce qui existe comme concentrateur de rayon solaire pour le particulier. Car effectivement, le principe du four solaire appelé également cuisiner a pour principe de concentrer à l'aide de plusieurs miroir (réflecteurs), un seul rayon lumineux, on peut appeler cela l'effet loupe. La température maximale qu'atteint un petit four solaire équipé de réflecteurs d'une surface d'environ 1m<sup>2</sup> est de 230°C à vide. La température pour laquelle il est utilisé la plupart du temps avec un plat à l'intérieur oscille entre 140°C et 160°C. Il existe 2 modèles de four solaire individuel : le four boîte et le four parabolique. Le réflecteur est aligné sur le soleil, la marmite noire est placée sur un grill au point focal. Nous obtenons ainsi une cuisson équilibrée à une gazinière.

### Avion solaire :



Gossamer Penguin 18 Mai 1980...



### Solar Impulse

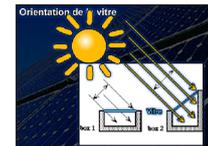
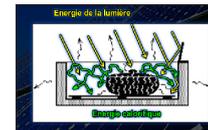


# HelioX Energie Solaire : Histoire et Technologie

## 4 - Technologie et fonctionnement

### Le four solaire - Effet de serre :

Effet de serre: Cet effet a pour conséquence de chauffer des espaces clos dans lesquels le soleil brille à travers un matériau transparent comme le verre ou le plastique. La lumière visible traverse facilement le verre et est absorbée et réfléchi par les matériaux de l'espace clos. L'énergie de la lumière, qui est absorbée par les marmites sombres est convertie en énergie calorifique et rayonne à partir des matériaux à l'intérieur du caisson. La majeure partie de cette énergie radiante ne peut pas ressortir, retenue par le verre et se trouve donc emprisonnée dans l'espace confiné. La lumière réfléchi est soit absorbée par d'autres matériaux à l'intérieur de l'espace, soit passe à travers la vitre. Cruciale pour la performance du four solaire, la chaleur collectée par les marmites foncées est intégrée par ces matériaux pour chauffer et cuire la nourriture. Orientation de la vitre : plus la vitre se trouve directement face au soleil, plus grand est le gain de chaleur solaire. Les réflecteurs, un gain supplémentaire: simples ou multiples, les réflecteurs projettent des rayons additionnels sur la vitre et dans le caisson solaire. Ce supplément interne d'énergie solaire génère de plus hautes températures de cuisson.



### La conduction



### La radiation



### La convection



### Le four solaire - Thermodynamique :

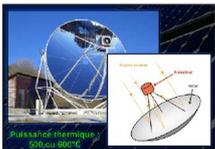
La seconde loi de la Thermodynamique déclare que la chaleur se déplace toujours du chaud vers le froid. Dans un caisson solaire, la chaleur est perdue selon trois principes physiques fondamentaux : la Conduction, la Radiation, et la Convection. La Conduction: La poignée d'une poêle en métal dans un fourneau devient chaude par transfert de chaleur du feu dans les matériaux de la poêle. De la même façon, la chaleur générée dans un caisson solaire est perdue quand elle traverse les molécules d'un papier aluminium, du verre, du carton, de l'air, et de l'isolation, vers l'air extérieur de la boîte. Le revêtement absorbant chauffé par le soleil conduit la chaleur vers le fond des marmites. Pour prévenir la perte de cette chaleur, via la conduction, dans le fond du four, la paroi absorbante est surélevée du fond en utilisant des petites cales d'isolation. La Radiation: Les éléments qui sont chauds ou brûlants dans un four solaire à cuisson dégagent des vagues de chaleur au alentours. Ces vagues de chaleur sont rayonnées par des objets à travers l'air ou l'espace. La majeure partie de la chaleur radiante dégagée par les marmites chaudes dans un caisson solaire est réfléchi par le papier d'aluminium et la vitre derrière les marmites. Bien que les vitrages transparents captent la majeure partie de la chaleur radiante, une part s'échappe directement par la vitre. La Convection : Les molécules d'air entrent et sortent par les fissures ou fentes du caisson. Les molécules d'air chaud dans un caisson solaire s'échappent par les fentes autour du couvercle ou par un cône ouvert. L'air plus froid autour du caisson pénètre également par ces ouvertures.

# HelioX Energie Solaire : Histoire et Technologie

## 4 - Technologie et fonctionnement

### Différents types de cuiseurs solaires :

Cuiseurs à panneaux ou à réflexion : Confectionné à partir d'une caisse en carton dont on recouvre l'intérieur de feuilles d'aluminium. Il fonctionne par effet de concentration des rayons sur un récipient noir qui sera recouvert d'un saladier ou d'un sac plastique transparent. Les Four's boîtes ou effet de serre : Une caisse en bois isolée, à l'intérieur de laquelle se trouve une caisse en aluminium avec une tôle noire posée au fond pour produire l'effet de serre. Les parois de la caisse internes sont recouvertes de papier d'aluminium. Le tout est recouvert d'un cadre avec une vitre. On ajoute ensuite un réflecteur permettant d'orienter le plus de rayons possible vers l'intérieur du four. Fours solaires paraboliques : Les rayons du soleil sont réfléchis par un miroir parabolique vers le foyer où est positionné un récipient noir. La marmite chauffe très vite et permet toute sorte de cuisson, y compris les fritures à 200 degrés. Pour garder une efficacité maximum il est préférable de réorienter la parabole toutes les 30 minutes. Ces modèles de four solaire regroupent les caractéristiques essentielles, des réflecteurs pour amener le plus de rayons lumineux à l'intérieur du four et une caisse isolée pour ne pas laisser s'échapper la chaleur.



### La centrale parabolique :

La centrale parabolique est souvent installée en montagne.

Fonctionnement de la centrale parabolique :

Un bloc générateur d'électricité (Un générateur électrique est un système transformant une énergie quelconque en énergie électrique, il n'en crée pas) est situé au point focal de la parabole. Petit bémol, la conversion étant immédiate, impossible de stocker l'énergie produite.

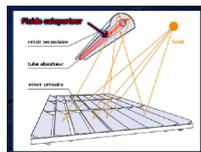
Le module parabolique peut s'utiliser seul ou combiné avec d'autres pour une puissance accrue. En l'état, la puissance thermique est de 500 à 600 °C pour un rendement global de 30 %.

### La centrale à miroir de Fresnel :

La centrale à miroir de Fresnel produit de l'électricité solaire.

Comment fonctionne une centrale à miroir de Fresnel ?

Ces longs miroirs parfaitement plans, dits aussi « réflecteurs compacts linéaires », sont agencés de façon à pivoter suivant la course du soleil. Ils peuvent diriger les rayons en les concentrant vers le gros tube absorbeur placé en surplomb. Ce tube horizontal, lui-même surmonté d'un miroir secondaire cintré, comporte un fluide caloporteur qui, en circulant, est chauffé à 500 °C. Cette énergie est transférée à un circuit d'eau, produisant ainsi la vapeur nécessaire au fonctionnement de la turbine génératrice d'électricité.



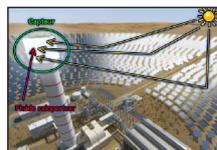
### La centrale cylindro-parabolique :

Les centrales solaires à capteurs cylindro-paraboliques sont installées dans les déserts et autres zones arides de la planète. C'est une ramification du solaire thermodynamique. Le principe de la centrale cylindro-parabolique :

Technologie la plus répandue actuellement, ce type de centrale se fonde sur des alignements de miroirs incurvés, ou « cylindro-paraboliques ». Au centre de chacun passe le fluide caloporteur, qui traverse l'ensemble du champ de captage. Les grands spécialistes de l'énergie solaire prévoient qu'en multipliant ces centrales, elles seraient donc capables de fournir jusqu'à 600 gigawatt (GW) en 2030.

# HelioX Energie Solaire : Histoire et Technologie

## 4 - Technologie et fonctionnement



### La centrale solaire thermodynamique :

Le principe de la centrale à tour : Cœur du dispositif, la haute tour est « alimentée » par des centaines d'héliostats (dispositif permettant de suivre la course du Soleil) disposés au sol, ici concentriquement. Les miroirs pointent le rayonnement solaire sur le capteur placé au sommet et où circule le fluide caloporteur. Selon un principe commun à tous les systèmes de centrales thermodynamiques, le fluide transfère son énergie à un circuit d'eau qui crée la vapeur permettant d'actionner la turbine. Des projets commerciaux existent pour plusieurs dizaines de MW, notamment en Afrique du Sud et en Espagne.

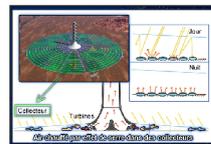
### Les cheminées solaires :

Une cheminée solaire - appelée également cheminée provençale ou cheminée thermique - est un dispositif permettant d'améliorer la ventilation naturelle d'un bâtiment en utilisant le mouvement convectif de l'air chauffé passivement dans un conduit exposé au rayonnement solaire. Dans sa plus simple forme, la cheminée solaire est constituée d'une cheminée peinte en noir. Pendant le jour, l'énergie solaire réchauffe le conduit de cheminée et l'air contenu à l'intérieur, y créant un appel d'air. L'aspiration ainsi créée à sa base peut être utilisée pour ventiler et refroidir le bâtiment en dessous. Dans la plupart des cas, il est plus simple d'employer l'énergie éolienne comme dans le cas des tours à vent fonctionnant par effet Venturi, toutefois lors d'une période caniculaire sans vent, seule la cheminée solaire permet d'offrir une ventilation de manière passive.



### La tour solaire :

Une tour solaire est une centrale à énergie renouvelable, construite de manière à canaliser l'air chauffé par le soleil afin d'actionner des turbines pour produire de l'électricité. L'ingénieur français Edgard Nazare l'a conçue dans les années 1950 sous le terme « centrale aérothermique » ou « tour à vortex », et sous la forme d'une tour métallique abritant un cyclone artificiel par différence thermique dont la puissance était captée par des éoliennes ancrées en périphérie de la tour. La première centrale a été construite par l'ingénieur allemand Jörg Schlaich en 1981. Principe de fonctionnement : De l'air est chauffé par effet de serre dans un vaste collecteur situé au niveau d'une plaine, et conduit par une cheminée qui débouche en altitude. À la base de la cheminée se trouvent des turbines entraînant des générateurs électriques permettant de produire de l'électricité. Les systèmes de base (serre, cheminée, turbines) relèvent de techniques classiques parfaitement maîtrisées, ce qui limite les risques. L'investissement de départ est important, mais les coûts de fonctionnement sont relativement faibles.



# Helios X Energie Solaire : Histoire et Technologie

## 4 - Technologie et fonctionnement



### Une tour solaire de 200MW en Australie :

Un projet de tour solaire, appelé Projet de Buronga, dont la construction devrait débuter en 2013, est actuellement développé en Australie par la société EnviroMission. La cheminée aurait 990 mètres de hauteur, 70 mètres de diamètre. La centrale fournirait 200 mégawatts de puissance électrique.

Pour contrer l'effet d'ovalisation de la tour, la société responsable du projet a eu l'idée de placer dans la tour des structures de maintien ressemblant aux rayons d'une roue de bicyclette. La tour solaire fournirait un kilowatt-heure près d'un tiers moins cher que ceux fournis par les panneaux solaires, mais encore cinq fois plus cher que l'électricité au charbon, qui représente 95% de la production en Australie. Des touristes pourraient visiter la tour, afin de réduire encore significativement le prix du kilowatt-heure. La culture de tomates au sein du collecteur est aussi envisagée.

Spécifications du projet :

Une cheminée de 990 m de haut, un collecteur de 7 km de diamètre, soit 38,5 km<sup>2</sup> de verre et de plastique.

Température de l'air chauffé dans la cheminée : 70 °C.

Vitesse de l'air dans la cheminée : 54 km/h.

32 turbines.

Ce projet peut paraître incroyable mais ses concepteurs le disent réaliste.



### Les divers objets solaires :

Nous finirons par l'observation d'objets dont le fonctionnement est basé sur l'énergie solaire, souvent, très souvent l'énergie photovoltaïque.

Nous avons les objets du quotidien tels que :

- les calculatrices
- les postes de radio
- les lampes d'éclairage extérieur
- les lampes torches
- les jouets (petites voitures, avions, bateaux, etc..)
- des fontaines de jardin

ou encore tout autre petit objet-gadget demandant un mouvement perpétuel

