

## Le solaire



Ferme solaire à Sanlúcar la Mayor, près de Séville (Andalousie) en Espagne © Yann Arthus-Bertrand

**Totalement illimitée, l'énergie solaire reste encore peu exploitée, si on la compare aux autres énergies renouvelables. Depuis quelques années cependant, elle rattrape progressivement son retard, au point qu'aujourd'hui, c'est celle qui se développe le plus rapidement au monde.**

### Une énergie illimitée

Le Soleil s'est formé il y a 4,5 milliards d'années. Cette **étoile** est la principale source de lumière et de chaleur de notre planète, mais aussi la mère de toutes les énergies. Le Soleil est à l'origine des vents et des courants marins, mais aussi du cycle de l'eau qui alimente les barrages, et même des énergies fossiles : en faisant croître les végétaux qui ont ensuite été enfouis sous la terre pendant des millions d'années, il a contribué à constituer les réserves de charbon, de pétrole et de gaz naturel.

La Terre reçoit en une heure plus d'énergie du Soleil que l'humanité n'en consomme sur une année entière. C'est une source d'énergie inépuisable : utiliser davantage de Soleil pour produire de l'énergie ne réduira pas sa durée de vie. Paradoxe : alors que le rayonnement solaire est de loin la ressource la plus abondante à laquelle nous ayons accès, elle reste minoritaire au sein même des énergies renouvelables.

## Histoire

Dès l'Antiquité, les hommes ont appris à utiliser l'énergie solaire, en concentrant à travers un miroir les rayons du Soleil. La chaleur devient alors si intense qu'elle génère du **feu**. C'est la technique qu'utilisaient les Grecs pour allumer la célèbre **flamme olympique**, star des jeux Olympiques.

En pleine croissance aujourd'hui, l'énergie solaire aurait pourtant pu prendre son envol bien plus tôt. En effet, dès la fin du 19<sup>e</sup> siècle, de nombreuses solutions techniques sont expérimentées. Une **machine à vapeur solaire** est même inventée pour être employée dans des pays comme l'Algérie, dépourvue de charbon.

Aux Etats-Unis, dans les années 1920, les États ensoleillés de Floride et de Californie, situés loin des gisements de charbon, développent un peu partout des **chauffe-eau solaires**. Dix ans plus tard sont construites les premières **maisons passives**, pensées en fonction de l'ensoleillement et de l'orientation solaire, avec de grandes baies vitrées au sud, des murs isolants au nord et du double-vitrage. Malheureusement, dans les années 1950, les compagnies américaines d'électricité comme General Electric tuent dans l'œuf ces initiatives, en faisant pression sur les promoteurs immobiliers qui construisent des maisons individuelles bon marché pour qu'ils remplacent le solaire par du chauffage électrique.



*Immeubles couverts de panneaux solaires dans l'éco-quartier Vauban de Freiburg (Allemagne) © Yann Arthus-Bertrand*

Il existe plusieurs techniques pour exploiter l'énergie du Soleil, soit sous forme de chaleur, soit sous forme d'électricité. Toutes ont leurs avantages et leurs inconvénients.

## Les panneaux solaires photovoltaïques

L'**énergie solaire photovoltaïque** consiste à transformer directement la lumière en **électricité**. Bien qu'encore marginale, cette forme d'énergie est celle qui se développe le plus rapidement au monde. On capte l'énergie solaire grâce à des panneaux aux reflets bleutés constitués de **cellules photovoltaïques**, généralement en **silicium**. Ce matériau est fabriqué à partir de la **silice** présente dans le sable ou dans le quartz. Sous l'effet de la lumière, le silicium libère des électrons qui créent un courant électrique. Ce type de technique est utilisé pour alimenter en électricité des navires, des refuges en montagne ou autres endroits isolés, des maisons individuelles ou encore de grandes **fermes solaires**, capables d'électrifier des milliers de foyers. Ces panneaux ont une durée de vie de **20 à 30 ans**.

Les panneaux photovoltaïques ont l'avantage de pouvoir produire de l'électricité localement pour des personnes qui ne sont pas reliées au réseau. En revanche, ils ont aussi un gros défaut : ils ne récupèrent qu'une toute petite partie du rayonnement solaire, entre 5 et 20% seulement.

La **Chine** est la championne mondiale du solaire. Elle détient un quart des capacités mondiales installées et fabrique la moitié des panneaux solaires vendus dans le monde. Et cela ne fait que commencer : son parc photovoltaïque devrait être multiplié par dix d'ici 2040. Malheureusement, à ce jour, elle ne dispose pas d'une filière de recyclage efficace. En 2050, une fois que ces millions de panneaux installés sur son sol deviendront inutilisables, le pays sera inondé sous une montagne de déchets. En effet, la plupart des panneaux photovoltaïques contiennent **des métaux toxiques, difficiles à extraire et recycler**.

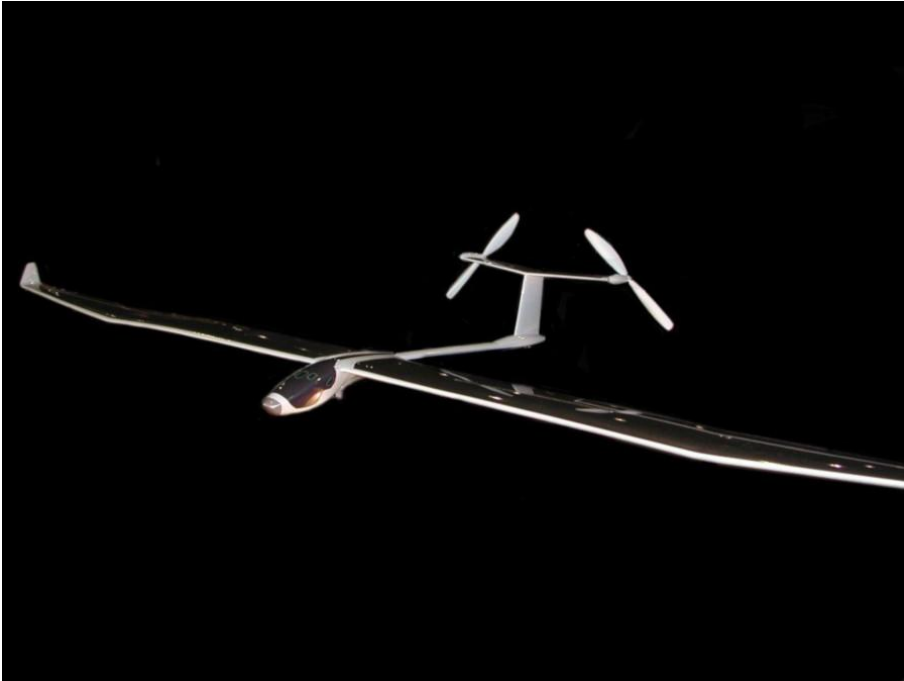
En **France**, deux tiers des installations de ce type sont situés dans le sud du pays où le niveau d'ensoleillement est jusqu'à 50% supérieur aux régions du nord. La filière solaire photovoltaïque s'est fortement développée à partir de 2009. Depuis, la production française augmente en moyenne de 10% par an.



### LE SAVIEZ-VOUS ?

#### Un avion solaire capable de voler jour et nuit sans carburant, ça existe !

Solar Impulse est un avion solaire expérimental. Ses ailes immenses sont recouvertes de 270 m<sup>2</sup> de panneaux solaires qui alimentent quatre moteurs électriques. Quasiment aussi large qu'un Airbus A380, il ne pèse pourtant pas plus lourd qu'une voiture. Le prix à payer pour cet exploit est une vitesse très faible, digne d'une grosse mobylette : 70 km/h. En 2010, il est entré dans l'histoire en assurant un premier vol de 24 heures sans interruption.



Le projet de l'avion Solar Impulse présenté à Genève en 2004 © [Wikimedia Commons](#)

## Les panneaux solaires thermiques

Le principe de ces panneaux est simple : un liquide dit **caloporteur** serpente dans un tuyau de couleur sombre derrière une vitre exposée au soleil. Le liquide monte en température et va ensuite chauffer de l'eau stockée dans un ballon. En France, de nombreuses maisons sont équipées de tels panneaux solaires qui assurent la production d'eau chaude – on parle alors de **chauffe-eau solaire** – et parfois aussi le chauffage. Dans ce second cas – chauffage et eau chaude –, on parle d'un **système solaire combiné** ou « **combi** ». L'inconvénient, c'est que cette énergie est **intermittente** : la nuit ou les jours sans soleil, on ne peut compter sur elle. Un tel équipement n'assure donc jamais 100% des besoins et nécessite un complément, comme le chauffage électrique.

En France, cette filière s'est montrée particulièrement dynamique entre 2000 et 2012 notamment dans les départements d'outre-mer comme La Réunion, mais cet essor s'est depuis atténué. Au niveau mondial, c'est encore une fois la Chine qui mène le marché.

## Le solaire thermodynamique

Dans les **centrales thermodynamiques** ou **centrales à concentration**, des miroirs concentrent les rayons du soleil et chauffent un fluide à des températures pouvant aller jusqu'à 700°C. La chaleur ainsi emmagasinée permet de produire de la vapeur d'eau : celle-ci actionne une turbine qui génère de l'**électricité**.

Des États comme l'Espagne et les États-Unis sont en pointe sur cette technologie. Les régions qui ont le plus grand potentiel sont celles qui bénéficient d'un climat sec et ensoleillé, comme le Sahara, les déserts australiens et californiens ou les zones méditerranéennes. Cette énergie pourrait fournir 11% de l'électricité mondiale en 2050.



La France a été la pionnière de cette technologie. Le lancement en 1977 de la **centrale solaire thermodynamique THEMIS** dans les Pyrénées-Orientales fut une première mondiale. Elle a cependant été arrêtée au bout de 9 ans, en 1986, en raison de la baisse des cours du pétrole. D'autres pays comme l'Espagne, les États-Unis ou le Mexique se sont saisis de cette nouvelle technologie et l'ont reproduite chez eux avec plus de détermination.



## LA QUESTION DE SUNNY

### Quelle est la température du Soleil ?

Le Soleil est une énorme boule de feu, 109 fois plus grande que la Terre. À sa surface, la température avoisine les 5 000°C, mais en son centre, cette température atteint 15 millions de degrés ! Heureusement, notre atmosphère nous protège de cette chaleur intense en renvoyant une bonne partie des rayonnements vers l'espace. Quant à la lumière émise par le Soleil, elle met 8 minutes à nous parvenir, après avoir parcouru les 150 millions de kilomètres qui nous séparent de lui.

## Inconvénients

Tout comme l'énergie éolienne, l'énergie solaire est une énergie dite « **fatale** ». Cela signifie qu'elle ne peut être réglée à la demande et que sa puissance varie, en fonction de l'ensoleillement. Si le ciel est dégagé, la production de courant est optimale. Si le temps est mauvais ou le soleil caché par les nuages, la production cesse. Ce sont donc aux autres sources d'énergie (thermique, nucléaire, hydraulique) d'ajuster leur puissance pour assurer l'équilibre entre l'offre et la demande.

De toutes les technologies, le solaire thermodynamique est le moins intermittent car il produit non pas de l'électricité, mais de la chaleur, plus facile à stocker. Autre avantage : la possibilité d'**hybridation**. Cela signifie qu'on peut associer ces centrales solaires à une autre source de chaleur issue d'énergie fossile comme le gaz ou de la biomasse, ce qui permet de garantir une production électrique continue, quel que soit l'ensoleillement.

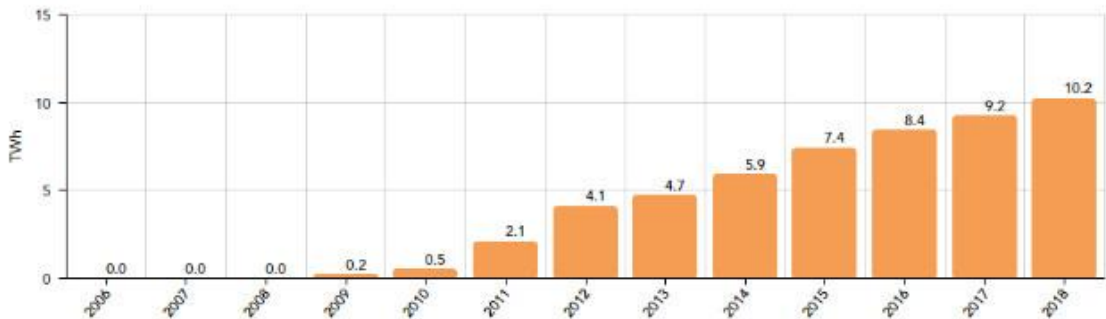
Concernant les panneaux photovoltaïques, ils n'émettent **pas de gaz à effet de serre** lors de leur fonctionnement. En revanche, leur fabrication nécessite de consommer beaucoup d'énergie et donc d'émettre du CO<sub>2</sub>, d'autant que la grande majorité de ces panneaux sont produits en Chine dont l'électricité est à 80% issue du charbon, très polluant. On estime qu'il faut au moins 2,5 ans de fonctionnement pour récupérer l'énergie utilisée à leur fabrication. Quant au **recyclage**, il existe, mais la filière doit être améliorée.

## Perspectives en France et dans le monde

L'énergie du Soleil ne couvrait en 2018 que 2% de la production électrique mondiale. Mais ce chiffre est appelé à augmenter. A l'heure actuelle, c'est la technologie qui attire le plus d'investissements au monde et qui est vue comme la plus prometteuse : le marché des panneaux photovoltaïques affiche une croissance extraordinaire de plus de 30% par an. En 2016, les plus gros producteurs d'électricité solaire étaient la Chine, suivie de l'Allemagne, du Japon, des Etats-Unis et de l'Italie.

Le paradoxe de l'énergie solaire est que les pays de la zone intertropicale, autrement dit les plus ensoleillés au monde, sont ceux qui profitent le moins de cette ressource naturelle. Souvent en développement, ces pays ne sont pas suffisamment équipés pour l'exploiter. La technologie doit devenir bon marché et disponible à tous avant de pouvoir véritablement se propager.

### Production solaire



*Production électrique solaire de la France en 2018 © RTE, Bilan électrique 2018*

En France, le solaire, toutes technologies confondues, n'a couvert que 2,1% de l'électricité consommée en 2018. Pour ce qui est de l'Europe, la production solaire couvre 3,4% des besoins électriques. Malgré son ensoleillement limité, l'Allemagne fait la course en tête. Elle représente avec l'Italie plus de 50% de la production européenne. Suivent le Royaume-Uni, la France et l'Espagne.

## AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DU SOLAIRE

### LES +

Énergie renouvelable, inépuisable, qui n'émet pas de gaz à effet de serre

Facile à installer, des technologies en progrès constant et de moins en moins coûteuses

Énergie disponible toute l'année et dans le monde entier

Indépendance énergétique vis-à-vis des énergies fossiles et des pays étrangers

### LES -

Intermittence : la production électrique dépend de l'ensoleillement. Sans soleil, pas d'électricité ni de chaleur.

Les panneaux photovoltaïques contiennent des métaux toxiques, recyclage à améliorer

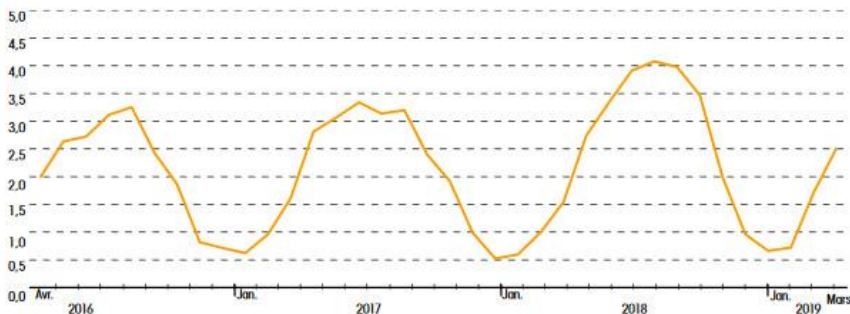
Rendement assez faible

Fabrication des panneaux peu écologique, entraînant l'émission de gaz à effet de serre

## LE DOCUMENT POUR ALLER PLUS LOIN

*L'intermittence de l'énergie solaire*

Couverture mensuelle de la consommation par la production solaire (%)



Le panorama de l'électricité renouvelable au 31 mars 2019 © RTE

**Quoi** : un graphique réalisé par RTE, le réseau français de transport d'électricité

**Quand** : au 31 mars 2019

**Pourquoi** : Ce graphique montre l'impact de l'intermittence de l'énergie solaire sur la production électrique française. Dans les mois d'été, la France bénéficie d'un bon ensoleillement. Sa production électrique issue de l'énergie solaire est donc élevée. Durant ces périodes, elle peut couvrir jusqu'à 4% des besoins électriques des Français. Mais l'hiver, lorsque le soleil faiblit, elle n'assure plus qu'à peine 1% de la production électrique nationale.





### SUR CE SUJET, VOIR AUSSI LES FICHES :

- Les énergies renouvelables
- L'éolien
- L'énergie dans le monde

### QUELQUES SOURCES INTÉRESSANTES

- [Le solaire](#), Ministère de la Transition écologique
- Dossier « [Comment ça marche l'énergie solaire ?](#) », MTaTerre, ADEME
- [L'électricité solaire - Mener à bien un projet photovoltaïque pour sa maison](#), ADEME
- [Le baromètre 2018 des énergies électriques renouvelables en France](#) – Observ'Er
- [Les Énergies renouvelables, État des lieux et perspectives](#), Claude Acket et Jacques Vaillant, Editions Technip, 2016
- [L'événement Anthropocène – La Terre, l'histoire et nous](#), Christophe Bonneuil et Jean-Baptiste Fressoz, Editions du Seuil, 2013.
- Solar Impulse, [le site de son inventeur](#), le Suisse Bertrand Piccard