



# Énergie solaire thermique

## Qu'est-ce que l'énergie solaire thermique ?

L'énergie solaire thermique est la conversion directe de la lumière du soleil en chaleur. Rien de plus facile, n'est-ce pas ? Un pull sombre ou une voiture noire au soleil suffisent à produire de la chaleur ! Mais si nous voulons qu'il fasse *vraiment* chaud ou que nous ne voulions profiter de la chaleur du soleil que lorsqu'il est déjà couché, nous avons besoin de solutions un peu plus techniques.

## Quels sont les facteurs qui influencent la production de chaleur à partir de la lumière du soleil ?

### Couleur

La transformation directe du rayonnement (lumière du soleil) en chaleur a lieu à la surface d'un objet opaque<sup>1</sup>. Une partie de la lumière est alors réfléchi et ne contribue pas à la chaleur. Le reste de la lumière est absorbé et transformé en chaleur. Plus la lumière est absorbée, plus nous voyons l'objet sombre et plus il devient chaud au soleil ; c'est pourquoi nous transpirons beaucoup plus dans un pull noir que dans un pull blanc. La couleur est directement liée à l'absorption de la lumière. Vous trouverez plus de détails à ce sujet dans '[Considérations théoriques couleurs](#)' et dans '[Expériences couleurs du soleil](#)'.

Dans les applications décrites ci-dessous, l'absorbeur, c'est-à-dire la partie de l'appareil où a lieu la transformation, est presque toujours **noir**. En voici quelques exemples : La tôle ou le tube d'un capteur solaire, la casserole d'un cuiseur solaire, etc.

### Atteindre des températures plus élevées

Dans de nombreux cas, la température atteinte par une surface sombre exposée à la lumière directe du soleil n'est pas suffisante. Il est alors possible d'augmenter la température grâce aux astuces physiques décrites ci-dessous. En principe, la chaleur d'un objet augmente le plus fort quand il est *plus chauffé* et quand il *perd moins de chaleur*. Il vaut donc la peine d'optimiser ces deux influences :

### Produire plus de chaleur

La lumière peut être concentrée avant la transformation à l'aide de miroirs ou de loupes. Les fours solaires à miroirs paraboliques en sont un exemple typique. Voir aussi '[Expérience concentration de la lumière avec des miroirs](#)' et '[Considérations théoriques concentration de la lumière solaire](#)'.

---

<sup>1</sup> Dans le cas d'un objet ou d'un liquide (partiellement) transparent, la transformation peut également avoir lieu à l'intérieur de l'objet ou du liquide.

## Réduire les pertes

Une partie des pertes de chaleur se produit par l'air qui entoure l'objet - surtout si cet air est déplacé par le vent. Ces pertes peuvent être réduites *en isolant* l'objet. Sur la face arrière ou inférieure de l'objet, cela peut être réalisé avec n'importe quel matériau isolant (laine, mousse plastique, etc.).

Sur la face exposée au soleil, la situation est un peu plus compliquée. En effet, nous souhaitons que la chaleur ne soit produite que *derrière* la couche d'isolation, c'est-à-dire que l'isolation doit être transparente ! Dans un capteur solaire, une plaque de verre installée juste au-dessus d'une tôle noire suffit. L'air emprisonné entre le verre et la tôle agit alors comme une couche d'isolation. Un vide entre le verre et l'absorbeur noir est encore plus efficace que l'air. Les capteurs à tubes sous vide fonctionnent selon ce principe.

Une autre partie des pertes de chaleur peut être attribuée à ce qu'on appelle le **rayonnement thermique**. Ce rayonnement est une lumière invisible (infrarouge) qui est normalement émise par tout objet chaud (voir '[Expérience sentir la chaleur et le froid à distance](#)'). Tout comme l'absorption, l'émission (rayonnement) se produit à la surface de l'objet. Ce rayonnement thermique peut être réduit par des procédés techniques compliqués et des matériaux bien spécifiques. C'est pourquoi ce procédé n'est utilisé que pour les capteurs solaires, car il serait trop délicat et trop coûteux pour les fours solaires.

## Direct / indirect / active / passive

Nous pouvons nous contenter de chauffer **directement** un objet au soleil. Par exemple, notre corps si nous nous asseyons au soleil par une journée froide. Ou de réchauffer une chambre en laissant la lumière du soleil briller à travers la fenêtre. C'est ce que nous appelons l'utilisation **passive** de l'énergie solaire.

Mais parfois, nous souhaitons utiliser la chaleur à un autre endroit que celui où elle est produite. Par exemple, produire la chaleur sur le toit de la maison et l'utiliser pour chauffer la cave. Ou transporter la chaleur produite dans un accumulateur de chaleur pour l'utiliser plus tard. C'est ce que nous appelons l'utilisation **active** de l'énergie solaire, par exemple lorsque nous produisons de l'eau chaude sur le toit et que nous la conservons dans un réservoir (chauffe-eau) pour prendre des douches chaudes la nuit. L'utilisation active nécessite des appareils techniques tels que des pompes.

## Applications techniques de l'énergie solaire thermique

### Eau chaude

Parmi les applications dites techniques - c'est-à-dire celles qui nécessitent des appareils spéciaux - la production d'eau chaude pour la douche, le ménage, le nettoyage, etc. est dominant dans le monde entier. Dans les régions avec un rayonnement solaire fort, un simple capteur d'eau chaude est vite rentabilisé par rapport au gaz ou à l'électricité. Les exigences en matière de température sont moins

élevées que dans l'industrie, par exemple, puisque 60°C suffisent pour obtenir de l'eau chaude dans le cadre d'une utilisation domestique<sup>2</sup>.

Les photos ci-dessous montrent les trois types de capteurs solaires les plus courants pour l'eau chaude :

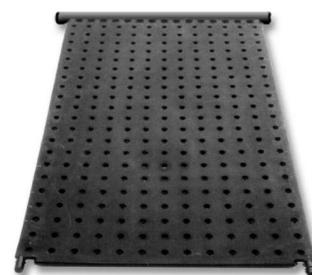
- Dans les **capteurs plans**, une tôle noire est chauffée, à l'arrière de laquelle sont fixés des tubes métalliques. L'eau circule à travers ces tubes et se réchauffe.
- Les **capteurs à tubes sous vide** sont constitués de tubes en verre à double paroi. Le tube intérieur est doté d'une surface noire. Il y a un vide entre les deux tubes, ce qui réduit fortement les pertes de chaleur. Le tube intérieur est rempli d'eau qui se réchauffe. La fabrication de tels tubes est beaucoup plus technique et coûteuse qu'il n'y paraît à première vue.
- Les **capteurs de piscine** simples sans isolation sont constitués de récipients plats en plastique noir dans lesquels circule l'eau d'une piscine. Ils ne sont pas très efficaces, mais leur fabrication est très bon marché. Pour une piscine, des températures plus basses d'environ 27°C suffisent.



*Coupe d'un capteur plat.*



*Vue détaillée d'un capteur à tubes sous vide.*



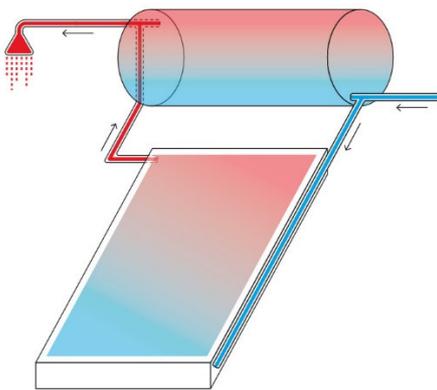
*Un simple capteur en plastique pour les piscines.*

Tous ces modèles sont traversés soit par de l'eau (dans les régions sans risque de gel), soit par un mélange d'eau et d'antigel. Ce dernier est nécessaire dans toutes les régions où un capteur risque de geler pendant la nuit.

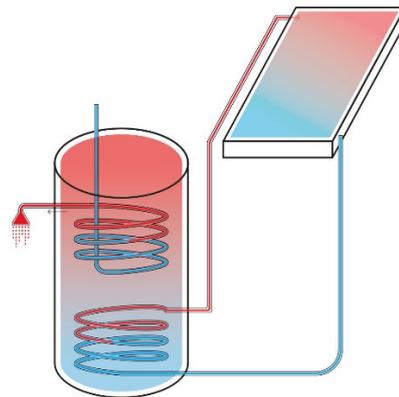
L'eau ou le mélange d'antigel peut être actionné par une pompe électrique. Certains modèles fonctionnent toutefois sans pompe, en utilisant ce qu'on appelle l'effet **thermosyphon**. Celui-ci exploite le phénomène selon lequel l'eau chaude (tout comme l'air chaud) a la tendance à s'élever. Si le réservoir d'eau est situé plus haut que le capteur, l'eau fraîchement chauffée peut monter soi-même du capteur au réservoir, tandis que l'eau froide du réservoir s'écoule vers le bas dans le capteur.

---

<sup>2</sup> Même si de nombreux capteurs solaires peuvent produire de l'eau chaude jusqu'à 100°C, celle-ci est généralement refroidie automatiquement à 60°C par de l'eau froide avant de s'écouler d'un robinet, pour des raisons de sécurité.



Une installation d'eau chaude solaire simple pour les régions sans gel. L'eau circule directement à travers le capteur et est déplacée par effet de thermosyphon, car le réservoir se trouve au-dessus du capteur.



Une installation typique en Suisse. Le réservoir est plus bas que le capteur, à cause de ça, on a besoin d'une pompe électrique. En raison du risque de gel, un mélange d'eau et d'antigel circule dans le capteur.

## Chauffage domestique

Les maisons modernes (Minergie®, maison passive, etc.) sont très bien isolées et n'ont donc besoin que de très peu de chaleur supplémentaire en hiver. Une grande partie de cette chaleur peut être produite par un chauffage solaire *passif*. De grandes surfaces vitrées orientées vers le sud, avec des fenêtres modernes à triple vitrage, captent beaucoup de chaleur pendant les jours ensoleillés. Un sol en pierre derrière la fenêtre peut alors stocker cette chaleur pendant quelques heures.

Pour les jours sans soleil, la chaleur solaire peut être produite à l'avance à l'aide des capteurs décrits ci-dessus et conservée dans un énorme réservoir d'eau bien isolé (quelques mètres cubes pour une maison individuelle). Les jours sans soleil, cette eau est ensuite *activement* pompée par un chauffage au sol.

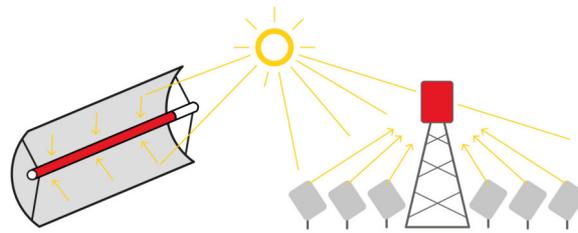
## Chaleur pour le commerce et l'industrie

Dans certains cas, les applications professionnelles (p. ex. hôpitaux, grandes blanchisseries, etc.) nécessitent beaucoup d'eau chaude à 60°C, qui peut être fournie par une surface suffisamment grande de capteurs solaires. Dans d'autres cas, les processus industriels nécessitent soit de l'eau bouillante, soit de la vapeur à plus de 100°C. Cette dernière peut être produite par des capteurs dans lesquels la lumière est concentrée par des miroirs, par exemple des centrales cylindro-paraboliques (voir '[Considérations théoriques concentration de la lumière solaire](#)').

## Centrales solaires thermiques pour la production d'électricité

Il est possible de produire de l'électricité à partir de la lumière du soleil en utilisant des panneaux solaires (→ '[Considérations théoriques photovoltaïque](#)'). Ceux-ci ont l'avantage de produire de l'électricité même par temps nuageux.

Dans les régions où il y a beaucoup de la lumière directe du soleil (c'est-à-dire moins de nuages ; généralement des régions désertiques), il peut être plus économique de concentrer la lumière du soleil et de produire ainsi de la vapeur. Cette vapeur peut ensuite être utilisée pour faire tourner une turbine qui produit de l'électricité. Une telle installation s'appelle une centrale solaire **thermique**.



Sur le schéma de gauche, on peut voir -une centrale cylindro-parabolique, tandis qu'à droite est représentée une tour solaire. Les deux servent à produire de l'eau très chaude ou de la vapeur d'eau. Cette vapeur d'eau permet de produire de l'électricité dans une turbine.

### Autres applications :

Le chapitre de l'énergie solaire thermique comprend également la cuisson et la déshydratation solaires.

Dans le cas de la **cuisson solaire**, une marmite noire est chauffée par le soleil. Plusieurs méthodes sont utilisées (souvent combinées) pour atteindre des températures supérieures à 120 °C. Certains types de cuiseurs misent sur la concentration de la lumière (cuiseurs paraboliques), d'autres misent davantage sur l'isolation (four solaire) et d'autres encore utilisent des tubes sous vide, tout à fait comme les capteurs solaires décrits précédemment. Plus de détails sur ce sujet dans les '[Considérations théoriques cuisson et déshydratation solaires](#)'.

La **déshydratation solaire** des fruits et des légumes fonctionne avec de l'air chauffé par le soleil. Il faut donc faire circuler la plus grande quantité d'air chaud possible dans l'appareil. La température de cet air chaud ne doit pas dépasser 45°C, sinon les aliments sont cuits et non séchés. En général, l'air est réchauffé dans un capteur d'air chaud, puis soufflé à travers une boîte contenant les fruits, les herbes, etc. Analogue aux capteurs d'eau chaude, le transport de l'air peut être soit mécanique (ventilateur électrique), soit actionné par l'effet physique qui fait monter l'air chaud.

Le séchage solaire ne concerne pas seulement les fruits ou les légumes, mais aussi le linge ! Une **corde à linge** au soleil est également un appareil permettant d'utiliser l'énergie solaire à des fins thermiques !