

Introduction

Le principe des systèmes solaires est simple ! l'idée vient du tuyau d'arrosage laissé au soleil et qui emmagasine la chaleur. Le but était de reprendre ce principe et de l'appliquer à l'habitat en mettant des panneaux solaires sur le toit. Ceux-ci absorbent la chaleur et l'envoient grâce à un système de pompe (similaire au chauffage) dans un réservoir de stockage où se trouve l'eau sanitaire qui est chauffée et que l'on peut consommer.

III .1 principe de fonctionnement [7]

III .1.1 Capter l'énergie solaire

Le *capteur solaire* (1) comprend :

✚ une plaque et des tubes métalliques noirs. Ils constituent l'**absorbeur**. C'est le cœur du « système solaire », qui reçoit le rayonnement solaire et s'échauffe ;

✚ un *coffre* rigide et thermiquement isolé entourant l'absorbeur. Sa partie supérieure, vitrée, laisse pénétrer le soleil et retient la chaleur comme une petite serre. L'ensemble est en général placé sur un toit.

III .1.2 Transporter la chaleur

C'est le rôle du *circuit primaire* (2).

Étanche et calorifugé, il contient de l'eau additionnée d'antigel. Ce liquide s'échauffe en passant dans les tubes du capteur, et se dirige vers un ballon de stockage.

III .1.3 Restituer la chaleur

Là, grâce à un **échangeur thermique** (serpentin), il cède ses calories solaires à l'eau sanitaire (3).

Le liquide primaire, refroidi, repart vers le capteur (4), où il est chauffé à nouveau tant que l'ensoleillement reste efficace.

III .1.4 Stocker l'eau chaude

Le *ballon solaire* (5) est une cuve métallique bien isolée. Il constitue la réserve d'eau sanitaire. L'eau chaude soutirée est remplacée immédiatement par la même quantité d'eau froide du réseau (6), réchauffée à son tour par le liquide du circuit primaire.

III .1.5 Faire circuler le liquide caloporteur

La circulation du liquide peut être *naturelle* ou *forcée* :

✚ dans le premier cas, le liquide caloporteur circule grâce à sa différence de densité avec l'eau du ballon. Tant qu'il est plus chaud, donc moins dense qu'elle, il s'élève naturellement par thermo circulation. Le ballon doit être placé plus haut que les capteurs. Sur ce principe sont conçus les chauffe-eau solaires « *en thermosiphon* » ;

✚ dans le second cas, une petite pompe électrique, le *circulateur* (7), met en mouvement le liquide caloporteur quand il est plus chaud que l'eau sanitaire du ballon. Son fonctionnement est commandé par un dispositif de *régulation* (8) jouant sur les différences de températures : si la sonde du ballon (10) est plus chaude que celle du capteur (9), la régulation coupe le circulateur. Sinon, le circulateur est remis en route et le liquide primaire réchauffe l'eau sanitaire du ballon.

III .1.6 Pallier l'insuffisance d'ensoleillement

Partout en métropole, on doit faire face à des périodes défavorables (hiver, demi-saison, longue période de mauvais temps). L'énergie solaire ne peut alors assurer la totalité de la production d'eau chaude. Aussi, le ballon est équipé d'un *dispositif d'appoint* qui prend le relais en cas de besoin, et reconstitue le stock d'eau chaude. Il peut s'agir :

- ✚ d'une *résistance* (appoint électrique), souvent placée à mi-hauteur du ballon solaire
- ✚ d'un *serpentin* (11) (appoint hydraulique) raccordé à une chaudière (12) (gaz, fioul, bois) située en aval du ballon.

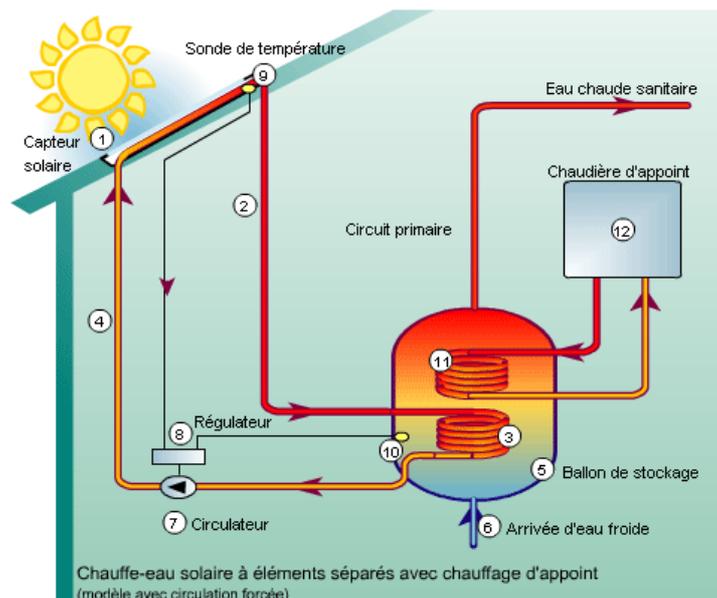


Figure III .1 : schéma de fonctionnement

III .2 fonctionnement d'un capteur solaire [8]

Un capteur fonctionne comme un radiateur doté d'un fluide qui se chauffe au soleil. Il comprend un absorbeur qui capte et transmet la chaleur à un ballon, au travers d'un fluide. Généralement en métal, le capteur est soudé à un collecteur en cuivre.

III .2.1 Le fonctionnement des capteurs plats vitrés

Un capteur plat vitré se compose d'un boîtier rectangulaire peu profond doté d'une plaque de verre trempé installée au-dessus d'une plaque noire au fini mat. La plaque est fixée à une série de tubes parallèles ou à un serpentin remplis d'eau ou d'un autre liquide, par exemple une solution d'antigel.

En circulant dans les canalisations du système, le liquide absorbe la chaleur des rayons solaires qui frappent les capteurs (voir la figure III.2). Le liquide chauffé pénètre ensuite dans un échangeur de chaleur ou est acheminé directement dans le système de chauffage d'eau classique. Dans les applications commerciales, l'eau ainsi chauffée est dirigée vers un réservoir de stockage relié au système d'eau chaude classique. Bien que les capteurs plats vitrés soient moins efficaces par temps froid que par temps chaud, ils peuvent néanmoins fournir de 25 à 35 % des besoins annuels d'eau chaude d'une entreprise. Ces systèmes conviennent davantage aux applications qui exigent de l'eau surchauffée.

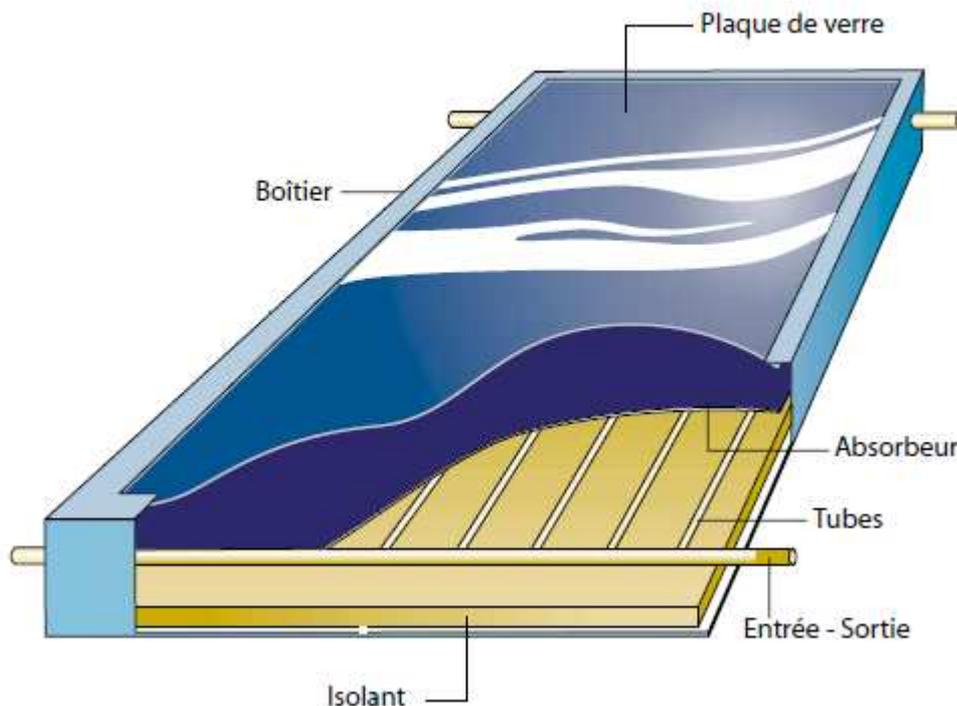


Figure III .2 : La coupe d'un capteur plat vitré

III .2.2 Le fonctionnement des capteurs à tubes sous vide

Un capteur à tubes sous vide se compose de plusieurs tubes en verre. Chaque tube est fixé à un tuyau de transfert de chaleur suspendu dans un espace sous vide. Le tuyau permet le transfert efficace de la chaleur à un condenseur par la partie supérieure des tubes. Les condenseurs sont fixés à des échangeurs de chaleur regroupés dans un collecteur bien isolé.

La plaque absorbante des tubes absorbe l'énergie des rayons solaires et la transfère aux condenseurs sous forme de chaleur. Le fluide caloporteur passe dans le collecteur, absorbe la chaleur des condenseurs et la transfère à un échangeur de chaleur situé dans un réservoir d'eau chaude.

Le temps froid et les hautes températures de l'eau influent peu sur les capteurs à tubes sous vide. Ces derniers peuvent combler plus de 60 % des besoins annuels d'une installation.

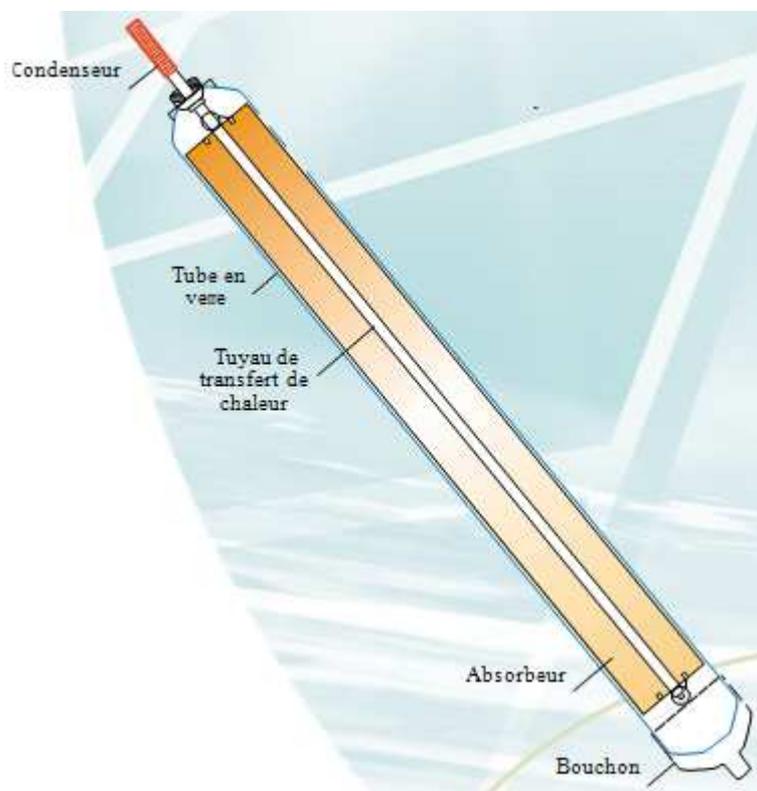


Figure III .3 : La coupe d'un capteur à tubes sous vide

III .3 le ballon de stockage

Il sert à stocker l'eau chauffée par les capteurs. En règle générale le système est composé d'un premier ballon dédié à l'eau chaude solaire. Un deuxième ballon d'appoint, soit existant, soit neuf, est raccordé au système pour fournir le complément d'eau chaude par un système de chauffage.

III .4 fonctionnement d'échangeur thermique [9]

Le liquide caloporteur après avoir été réchauffé dans les capteurs thermiques passe dans un échangeur en forme de serpentín placé dans le ballon d'eau chaude ou dans un échangeur à plaque placé à l'extérieur du ballon (généralement pour les grosses installations) où il cède ses calories solaires à l'eau sanitaire.

Le principe le plus général consiste à faire circuler deux fluides à travers des conduits qui les mettent en contact thermique. De manière générale, les deux fluides sont mis en contact à travers une paroi qui est le plus souvent métallique ce qui favorise les échanges de chaleur. On a en général un fluide chaud qui cède de la chaleur à un fluide froid. En d'autres termes, le fluide chaud se refroidit au contact du fluide froid et ce dernier se réchauffe au contact du fluide chaud. Les deux fluides échangent de la chaleur à travers la paroi d'où le nom de l'appareil.

III .5 la circulation du fluide caloporteur [6]

Après avoir choisi le liquide caloporteur, il faut envisager sa circulation entre la source de chaleur et le lieu de stockage des calories. Cette circulation se fait par gravité (c'est la circulation en thermosiphon) ou, plus couramment, en utilisant une pompe (généralement électrique).

III .5.1 la circulation par thermosiphon

La circulation par thermosiphon tire tout simplement parti du fait que l'eau froide est plus lourde que l'eau chaude.

L'eau froide située dans le stock, plus lourde que l'eau chaude, «tombe » dans le bas du panneau, où elle est réchauffée. Ce réchauffement dilate l'eau, qui devient donc plus légère : elle remonte dans le panneau, puis dans le stock. Une pompe naturelle a ainsi été amorcée, qui fonctionne tant que le panneau peut élever la température du fluide, et qui s'arrête d'elle-même lorsque l'énergie solaire est insuffisante.

Ce système présente l'avantage d'être complètement passif : il n'est pas nécessaire de disposer d'une énergie annexe. On n'utilise ni pompe, ni sonde, ni régulation.

L'inconvénient est que le stock doit être situé au-dessus (et, dans une moindre mesure, à proximité) de la source de chaleur. Cela pose des problèmes d'infrastructure (quel élément de la construction va supporter le poids du stock ?), du fait de cette dernière contrainte, cette solution est surtout répandue dans les pays où le gel est moins à craindre que les coupures d'électricité, ou dans le cadre d'utilisations saisonnières.

III .5.2 la circulation avec circulateur

Une pompe permet de pousser le liquide, et de supprimer toute contrainte de positionnement relatif des composants.

L'inconvénient est qu'il ne s'agit pas d'un système passif : il faut de l'électricité et quelques composants de régulation pour faire démarrer la pompe lorsque le stock est plus froid que le capteur.

Plus que le coût de fonctionnement, le problème est ici celui de l'autonomie du système face à une éventuelle coupure d'électricité.

Conclusion

Retenons que Le principe de fonctionnement d'un chauffe-eau solaire est relativement simple.

D'abord, il s'agit de capter l'énergie solaire, qui est le rôle des capteurs. Ensuite, il faut bien transporter la chaleur. C'est le rôle du circuit primaire, qui contient de l'eau additionnée d'antigel. Ce liquide s'échauffe au contact des tubes du capteur, puis se dirige vers un ballon de stockage.

Cette *eau chaude* qui sera utilisée pour nos besoins sera alors remplacée par de l'eau froide du réseau, réchauffée sur le même principe.