

Energies renouvelables

S3: Conversion Thermique

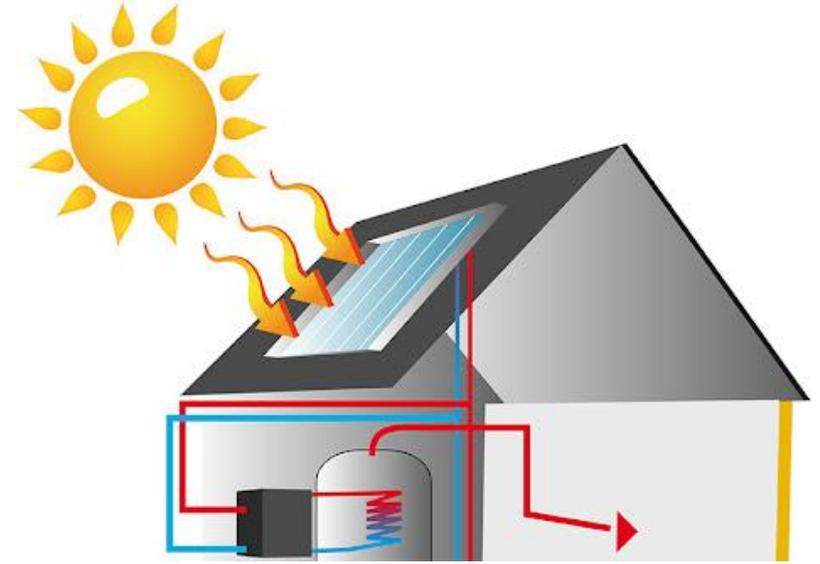
Niveau: Master I Construction mécanique



L'énergie Solaire thermique

L'énergie Solaire thermique

□ L'énergie solaire thermique est une forme d'énergie solaire. Elle désigne l'utilisation du rayonnement solaire chauffer un fluide (liquide ou gaz).



□ L'énergie reçue par le fluide peut être ensuite utilisée directement (eau chaude sanitaire, chauffage, etc.) ou indirectement (production de vapeur d'eau pour entraîner des alternateurs et ainsi obtenir de l'énergie électrique, production de froid, etc.).



Principe de fonctionnement d'un capteur solaire

Principe de fonctionnement d'un capteur solaire

- ✓ Le cœur du capteur est l'absorbeur noir, qui s'échauffe sous l'effet du rayonnement solaire.
- ✓ Les surfaces éclairées par les rayonnements solaires absorbent une partie et se réchauffe
- ✓ Il est construit de manière à contenir un fluide dont la circulation permettra de transférer la chaleur captée vers l'utilisateur



Les capteurs solaire thermique

Les capteurs solaire thermique

□ *Il existe deux types de capteurs solaires thermiques :*

- ***Les capteurs plans :***

le fluide passe dans un serpentin sous une vitre ; ils sont peu coûteux, fonctionnent avec un bon rendement, surtout pendant l'été

Les capteurs à concentration :

Un capteur à concentration est un capteur solaire comportant un système optique (réflecteur, lentilles, ...) destiné à concentrer sur l'absorbeur le rayonnement ayant traversé l'ouverture.

Les capteurs solaire thermique

- **Les capteurs plans** :Il existe trois familles dans les capteurs plans:
 - ✓ *Les capteurs non-vitres « ou capteur moquette »*
 - ✓ *Les capteurs vitrés*
 - ✓ *Les capteurs sous vides*

Les capteurs solaire thermique

■ Les capteurs non-vitres

□ Ils sont constitués de tubes noirs accolés en plastique dans lesquels circule l'eau du circuit de filtration. Ils présentent les avantages suivants :

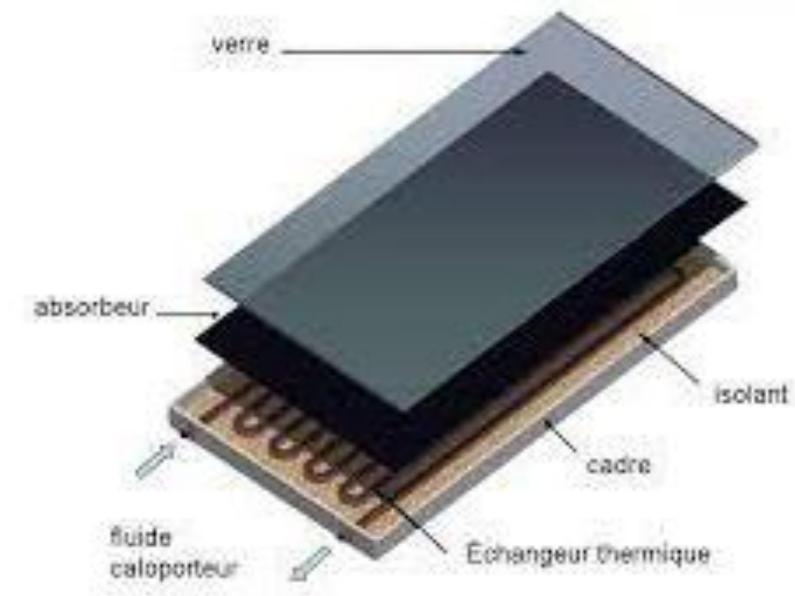
- ✓ Très bon rendement à température ambiante ;
- ✓ Température en sortie peu élevée ($\approx 40^{\circ}\text{C}$) ;
- ✓ Appliqués au chauffage des piscines.



Les capteurs solaire thermique

▪ Les capteurs vitrés

- ❑ La vitre transmet le rayonnement solaire mais pas celui n'émit par l'absorbeur
- ❑ Les pertes thermiques par rayonnement et par convection du capteur sont réduites.



Les capteurs solaire thermique

■ Les capteurs vitrés

□ Les composants de ce capteur présentent les caractéristiques suivantes :

■ *Absorbeur*

- ✓ Forte absorptivité au rayonnement solaire
- ✓ Faible émissivité
- ✓ Forte conductivité thermique
- ✓ Cuivre, Aluminium, Acier

Les capteurs solaire thermique

- Les capteurs vitrés

- *Couverture*

- ✓ Importante pour réduire les pertes
 - ✓ Verre voire polycarbonate ($\eta \approx 90\%$)
 - ✓ Simple, double voire triple vitrage pour les sites en climat froid

Les capteurs solaire thermique

- **Les capteurs vitrés**

- ***Isolant***

- ✓ Laine minérale, mousses de polyuréthane

- ***Tubes***

- ✓ Fortement conducteurs de chaleur pour assurer l'évacuation de l'énergie et éviter la surchauffe inoxydable

Les capteurs solaire thermique

▪ *Les capteurs sous vides*

□ Les capteurs sous vide présentent les caractéristiques suivantes :

- ✓ Meilleur rendement que les précédents ;
- ✓ Température plus élevées en sortie ;
- ✓ Tubes de 5 à 15 cm de diamètre ;
- ✓ Pression : $< 10^{-3}$ Pa ;
- ✓ Nombreuses innovations



Les capteurs solaire thermique

- **Les capteurs à concentration** : Il y a trois grandes familles de technologie de concentration solaire.
 - ✓ *Les centrales cylindro-paraboliques*
 - ✓ *Les centrales à tour*
 - ✓ *Les concentrateurs paraboliques*

Les capteurs solaire thermique

- **Les centrales cylindro-paraboliques**
 - Sont les plus développées et dominant clairement le marché. Dans ce genre de systèmes, la concentration du rayonnement sur un seul foyer permet d'obtenir une haute température.



Les capteurs solaire thermique

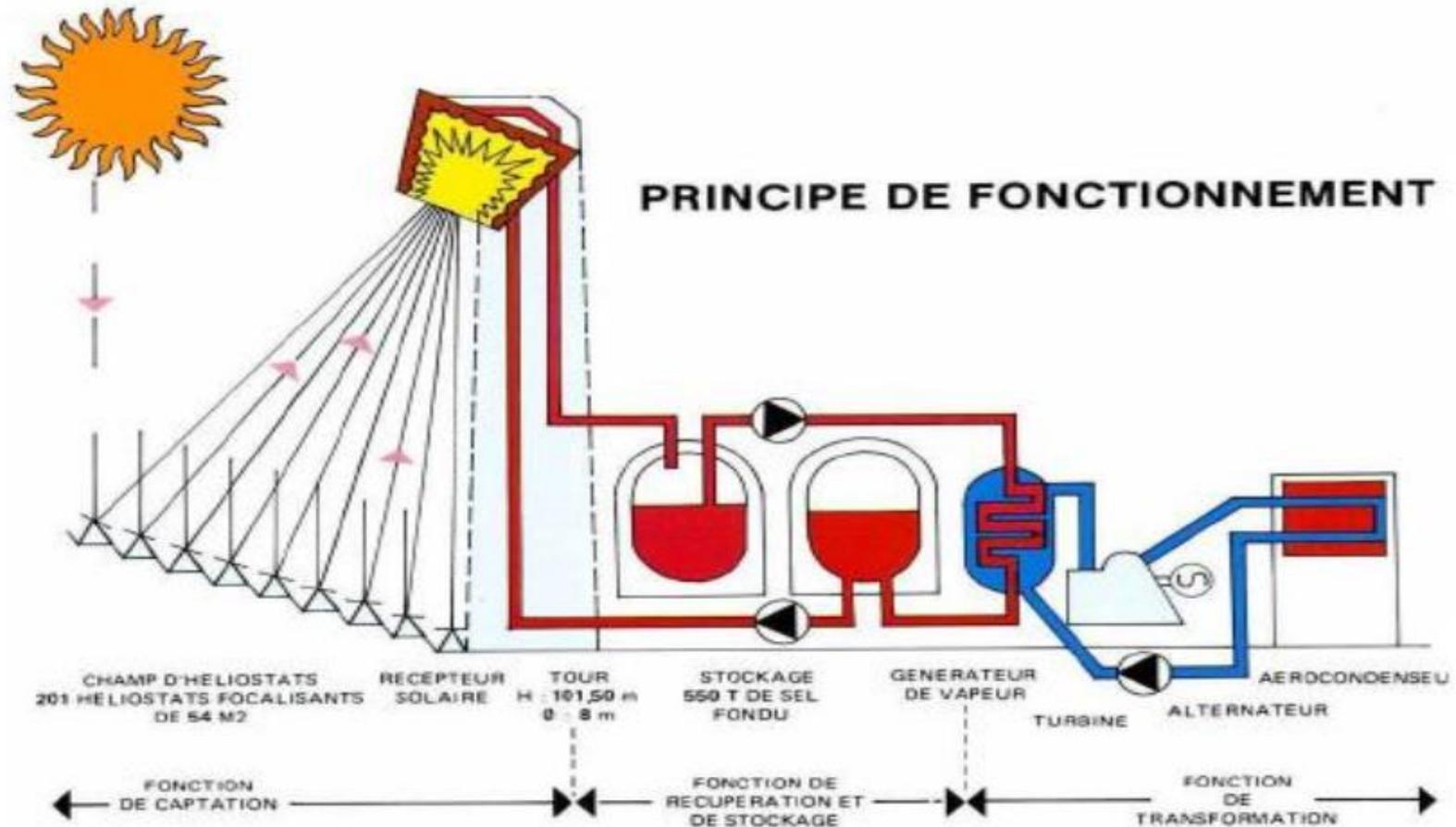
- **Les centrales à tour**

- Le principe des centrales à tour est le suivant :

- ✓ des héliostats au sol réfléchissent les rayons du soleil vers une chaudière en haut d'une tour où un liquide (généralement du sel fondu) est chauffé jusqu'à 2000°C.
 - ✓ Le liquide porte ensuite à ébullition de l'eau dont la vapeur actionne des turbines et produit de l'électricité.

Les capteurs solaire thermique

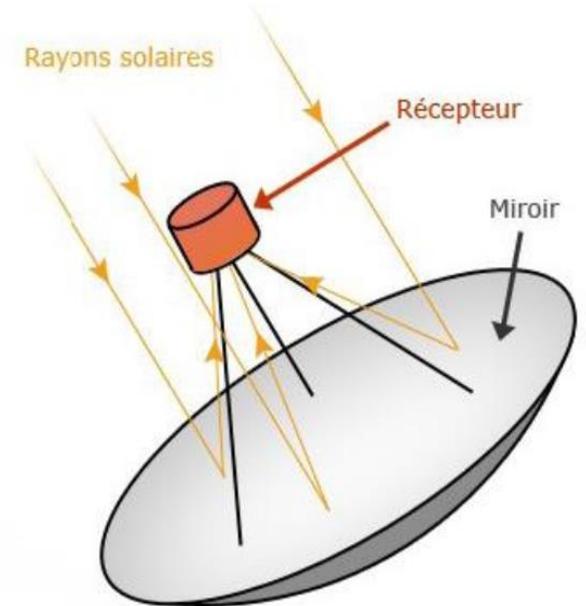
- Les centrales à tour



Les capteurs solaire thermique

- **Les concentrateurs paraboliques**

- Les capteurs paraboliques fonctionnent d'une manière autonome. Ils sont constitués d'une grande parabole de révolution réfléchissante et d'un moteur « Stirling » au foyer de la parabole. Le tout pivote sur 2 axes pour suivre le déplacement du soleil afin de concentrer son rayonnement sur le foyer de la parabole réfléchissante.





Fonctionnement d'une installation solaire thermique

Fonctionnement d'une installation solaire thermique

- ❑ Résumé du fonctionnement des différents composants d'une installation solaire thermique :
 - **Capte les rayons solaires :**
 - ✓ Les rayons solaires sont captés par l'intermédiaire de capteurs solaires, généralement placés sur le toit ;
 - ✓ La vitre des capteurs laisse passer le rayonnement et, par un effet de serre, retient les infrarouges émis par l'absorbeur (plaque métallique noire).

Fonctionnement d'une installation solaire thermique

- ***Circulation du fluide caloporteur***
 - Le fluide caloporteur est composé d'eau et d'antigel circulant dans des tubes de cuivre : c'est ce liquide qui récupère les calories du capteur, il peut circuler naturellement (sans pompe) ou en mode forcé (avec pompe)

Fonctionnement d'une installation solaire thermique

- ***Circulation du fluide caloporteur***
 - ✓ **Mode naturel :**
 - Principe du chauffe-eau à thermosiphon, le liquide caloporteur circule en fonction de sa différence de densité avec l'eau : plus chaud, donc moins dense que l'eau du ballon, le fluide s'élève par thermo circulation.
 - Le ballon doit être placé plus haut que les capteurs.

Fonctionnement d'une installation solaire thermique

- *Circulation du fluide caloporteur*
 - ✓ Mode forcé :
 - Par l'intermédiaire d'une pompe de circulation, le liquide transmet l'énergie à un échangeur thermique qui se trouve dans le bas du ballon.
 - L'échangeur transmet la chaleur à l'eau.

Fonctionnement d'une installation solaire thermique

▪ *Régulation*

- ✓ Le régulateur commande le circulateur (pompe) qui met en mouvement le fluide caloporteur.
- ✓ Si la température de la sonde du ballon est plus chaude que les capteurs, le régulateur coupe la circulation.
- ✓ Dans le cas contraire, le circulateur est remis en route et le liquide caloporteur réchauffe l'eau.

Fonctionnement d'une installation solaire thermique

- *Appoint pour chauffer le ballon*
 - ✓ L'ensoleillement n'est pas toujours régulier, il faut prévoir un appoint pour chauffer l'eau du ballon.
 - ✓ Cela peut être une résistance placée dans le ballon ou bien un échangeur raccordé à une chaudière (bois, fioul ou gaz) située en aval du ballon.
 - ✓ une pompe à chaleur est possible pour l'appoint.

Fonctionnement d'une installation solaire thermique

- ***Stockage de l'eau***
 - ✓ L'eau est stockée dans un ballon solaire parfaitement isolé où se trouve une cuve métallique
 - ✓ L'eau chaude puisée est remplacée en même quantité par de l'eau froide et immédiatement chauffée par le fluide caloporteur par l'intermédiaire du circuit



Applications de l'énergie solaire thermique

Applications de l'énergie solaire thermique

- ✓ *Production d'énergie électrique*
- ✓ *Production d'eau chaude sanitaire*
- ✓ *Chauffage des locaux*
- ✓ *Chauffage des piscines*



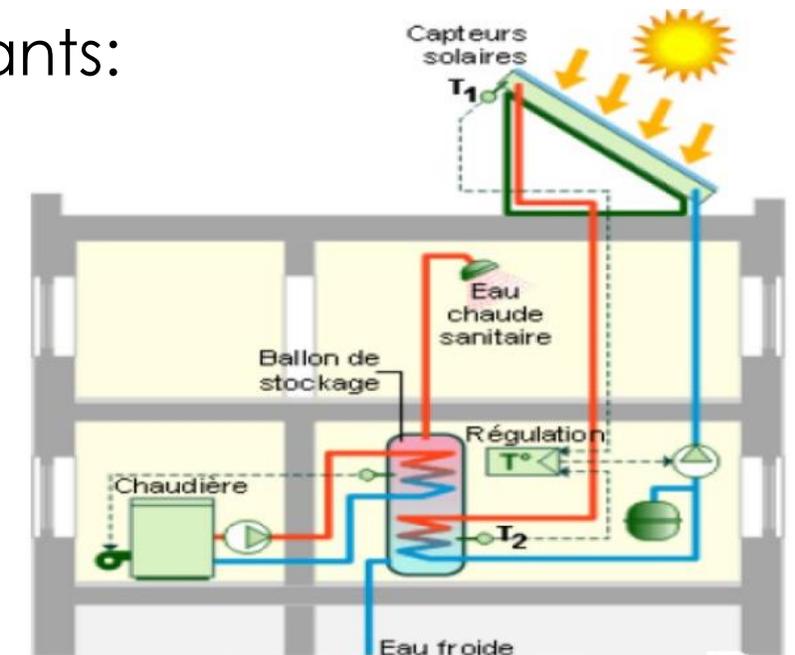
Exemple de fonctionnement d'un chauffe-eau solaire

Exemple de fonctionnement d'un chauffe-eau solaire

- ❑ Un panneau solaire thermique a pour but de transmettre la chaleur émise par le soleil à un circuit d'eau secondaire.
- ❑ Les rayons du soleil traversent la vitre, à l'intérieur une plaque absorbante qui a pour but de capter les rayons infrarouges.
- ❑ Derrière cette plaque chaude passe un circuit d'eau qui récupère cette chaleur.
- ❑ Par la suite ce circuit alimente un circuit secondaire qui peut alimenter une habitation en eau sanitaire ou en chauffage.

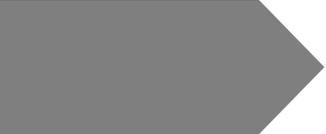
Exemple de fonctionnement d'un chauffe-eau solaire

- ❑ Les composantes du chauffe-eau solaire ainsi que du système intégré dans le bâtiment sont les suivants:
 - ✓ Le capteur solaire qui servira à la transformation du rayonnement solaire en chaleur ;
 - ✓ Le réservoir de stockage de la chaleur jusqu'au moment de l'utilisation ;



Exemple de fonctionnement d'un chauffe-eau solaire

- ✓ La boucle primaire qui aura pour objectif le transfert de chaleur entre le capteur et le réservoir ;
- ✓ Système de régulation du transfert de chaleur vers le réservoir (s'arrête quand $T_{\text{réservoir}} > T_{\text{capteur}}$) ;
- ✓ La chaudière servira comme une énergie d'appoint lorsqu'il n'y aura pas assez de soleil.



Avantages et inconvénients

Avantages et inconvénients

□ *Les avantages*

- ✓ Rendement élevé (jusqu'à 80%) ;
- ✓ Source d'énergie inépuisable et propre;
- ✓ La technologie solaire thermique est simple, peu onéreuse et facilement accessible sur le marché ;
- ✓ Il est facile de stocker temporairement la chaleur ;

Avantages et inconvénients

❑ *Les inconvénients*

- ✓ La production de chaleur dépend des saisons et des climats ;
- ✓ L'énergie solaire thermique reste une énergie coûteuse par rapport au chauffage par énergie fossile à cause d'investissements assez lourds ;
- ✓ Durée de vie des panneaux généralement limitée à 20 ans ;
- ✓ Certains panneaux sont très sensibles et peuvent être endommagés par certaines conditions météorologiques (grêle, gel...).



A suivre...