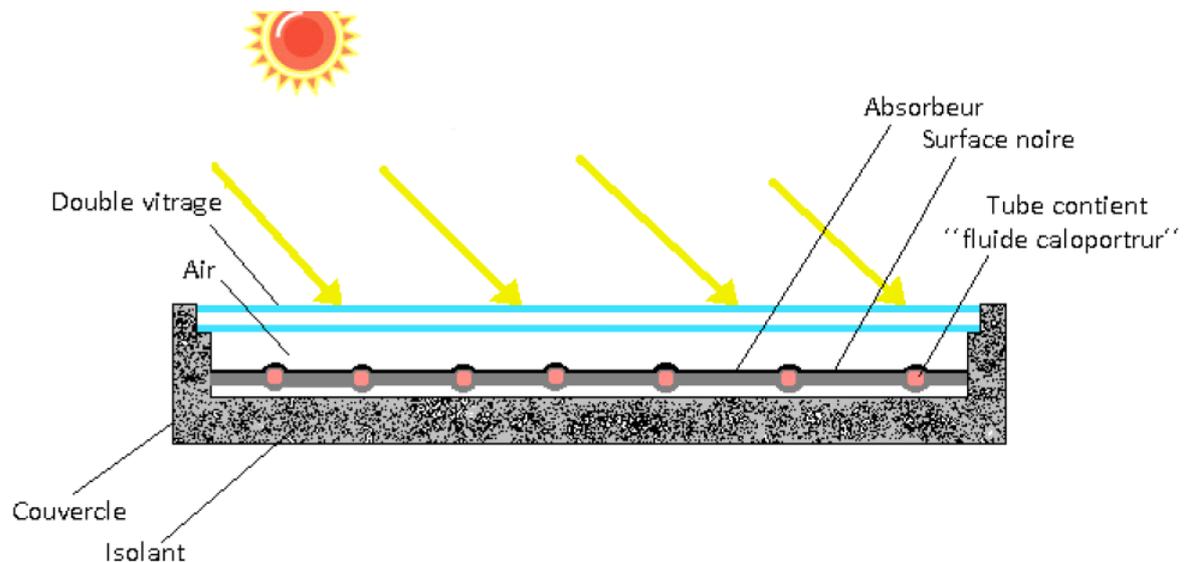


## Chapitre V : Convertisseurs photothermiques aux moyennes températures

### V.1. Les capteurs vitrés



**Figure V.1 :** Capteur plan avec couverture "Double vitrage".

Comme nous l'avons mentionné dans le chapitre III, dans ce type de capteur on utilise l'effet de serre associé à une bonne isolation thermique de l'élément chauffant. Le capteur est constitué :

- D'un élément chauffant (Absorbeur) métallique comprenant des tubes à eau ou une lame d'eau comprise entre 2 plaques ; la partie supérieure est noire
- Au-dessus on dispose un ou deux vitres.
- Sur les côtés et en dessous un isolant (laine de verre, polyuréthane, etc.).
- Le tout est enfermé dans un boîtier rigide.

On peut augmenter la température en utilisant des revêtements sélectifs au niveau de l'absorbeur. Par exemple un capteur de rendement 50 % avec une bonne isolation on atteint une température de l'ordre de 65°C sans revêtement sélectif et 95°C avec revêtement sélectif.

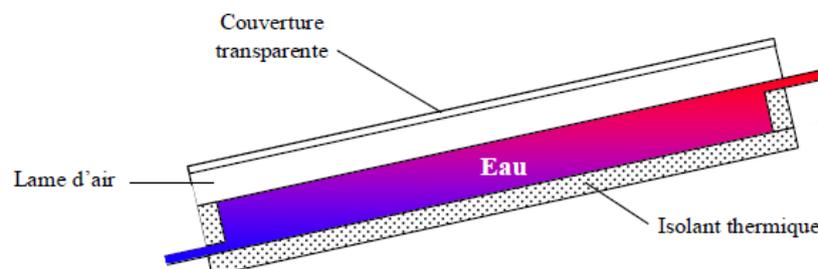
Les capteurs solaires vitrés ont plusieurs applications, à savoir [22] :

### V.1.1. Production d'eau chaude

La production d'eau chaude sanitaire est à l'heure actuelle l'application la plus développée de l'énergie solaire thermique. Sous un climat tropical sec, un chauffe-eau solaire performant et bien dimensionné peut permettre de satisfaire les besoins en eau chaude d'une famille toute l'année. Sous un climat tropical humide, il sera nécessaire à certaines périodes d'utiliser une énergie d'appoint. Le chauffe-eau solaire permettra quand même de réaliser d'importantes économies. Il existe plusieurs types de chauffe-eau :

- **Chauffe-eau solaire capteur-stockeur**

Ce sont des appareils qui se présentent comme des capteurs solaires à eau classiques avec coffre, vitrage, isolant et absorbeur. La contenance de l'absorbeur, de l'ordre de  $75 \text{ l.m}^{-2}$  permet d'assurer dans le même appareil les fonctions de captage et de stockage de l'énergie. Ces appareils sont peu encombrants, peu coûteux et faciles à installer. Ils présentent un bon rendement lors des journées ensoleillées (résistance thermique négligeable entre l'absorbeur et l'eau : contact sur toute la surface de l'absorbeur). Cependant les pertes de chaleur sont importantes la nuit et la température de l'eau le matin en période fraîche (décembre, janvier en climat tropical sec) est souvent trop basse. Des modèles de fabrication locale bien isolés ont été testés et donnent des résultats satisfaisants. Le problème principal à résoudre est la réalisation d'un capteur plat d'une épaisseur de l'ordre de 5 mm résistant à la pression d'eau du réseau.

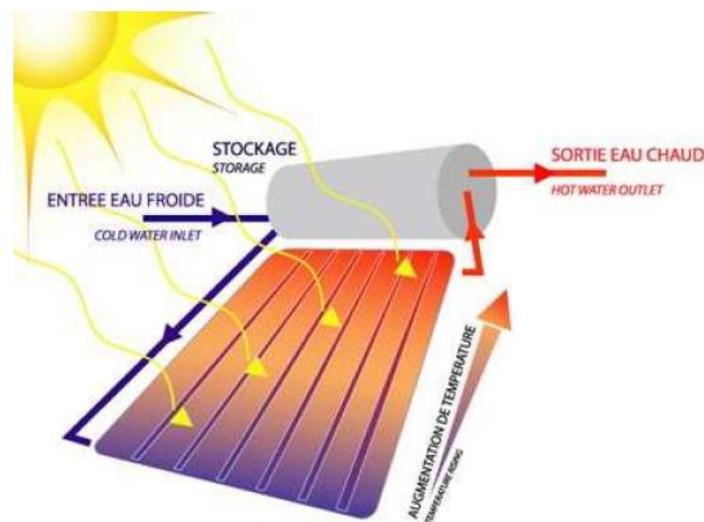


**Figure V.2 :** Chauffe-eau solaire capteur-stockeur

- **Chauffe-eau solaire monobloc**

Il s'agit d'appareils dont le ballon de stockage d'eau chaude est solidaire du capteur solaire, la circulation d'eau entre les deux éléments s'effectuant par thermosiphon. Pour un bon fonctionnement de ces appareils, les règles suivantes doivent être respectées :

- Eviter les possibilités d'accumulation d'air en un point haut du circuit
- Placer les tubes en parallèle pour éviter les pertes de charge
- Le bas du réservoir doit être situé au-dessus du capteur
- Respecter une inclinaison minimale ( $>10^\circ$ , on choisit souvent  $30^\circ$ ) pour un fonctionnement correct du thermosiphon



**Figure V.3 :** Chauffe-eau solaire monobloc

- **Chauffe-eau solaire à éléments séparés**

Ces appareils sont constitués d'un ballon relié à un ou plusieurs capteurs par des tuyauteries de longueur variable. Le ballon non solidaire du capteur peut être installé à l'intérieur du logement. Ils fonctionnent le plus souvent en convection forcée (circulation de l'eau assurée par une pompe) ce qui nécessite le raccordement au réseau électrique. D'une plus grande souplesse d'utilisation, leur bon fonctionnement est davantage tributaire du soin apporté à leur installation.

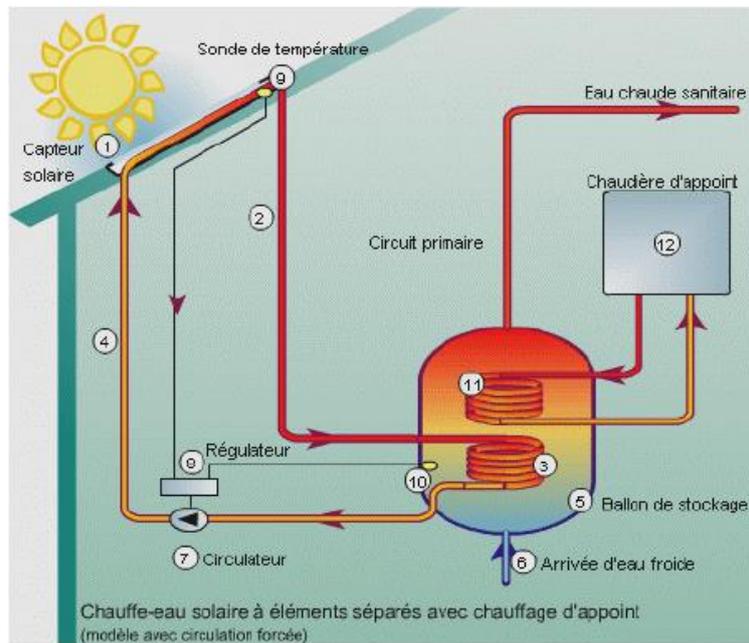


Figure V.4: Chauffe-eau solaire à éléments séparés

### V.1.2. Chauffage des habitations

Le principe consiste à distribuer la chaleur provenant des capteurs solaires dans des radiateurs de grande surface ou dans un plancher chauffant (bâtiment neuf), le chauffage des locaux étant réalisé dans les deux cas en basse température. Ces systèmes de chauffage doivent recourir à un appoint puisque l'on ne couvre jamais 100 % des besoins de chauffage. Il existe essentiellement deux types d'installations (Figure V.5, Figure V.6).

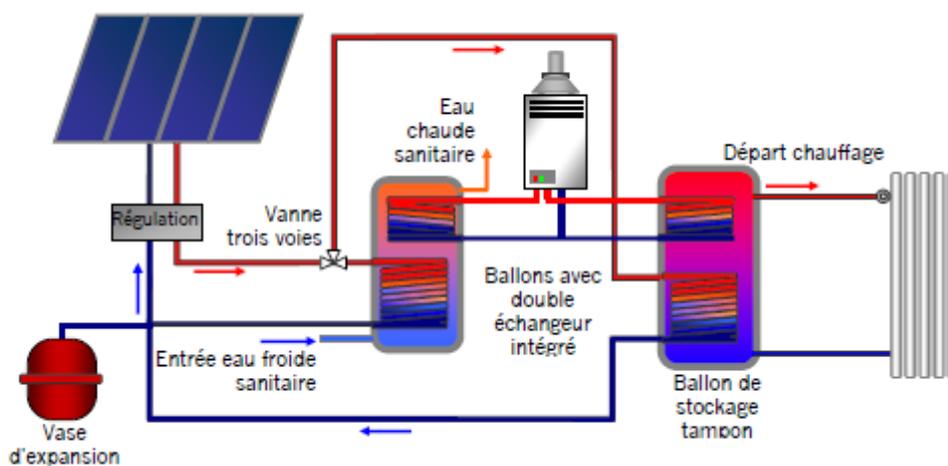
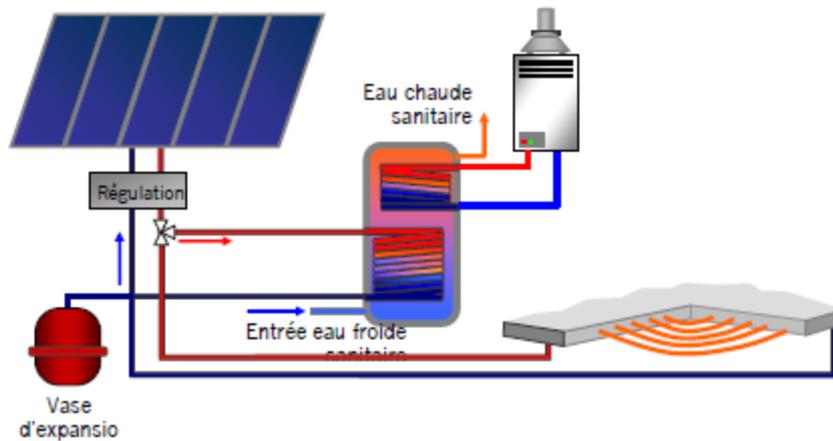


Figure V.5 : Schéma de principe du chauffage solaire avec tampon



**Figure V.6** : Schéma de principe d'une installation solaire avec chauffage direct

### V.1.3. Climatisation

La climatisation solaire désigne l'ensemble des systèmes utilisant l'énergie solaire comme ressource énergétique primaire afin de refroidir un bâtiment [23, 24].

En théorie, il existe quatre moyens de produire du froid à partir de la ressource énergétique du soleil [25]:

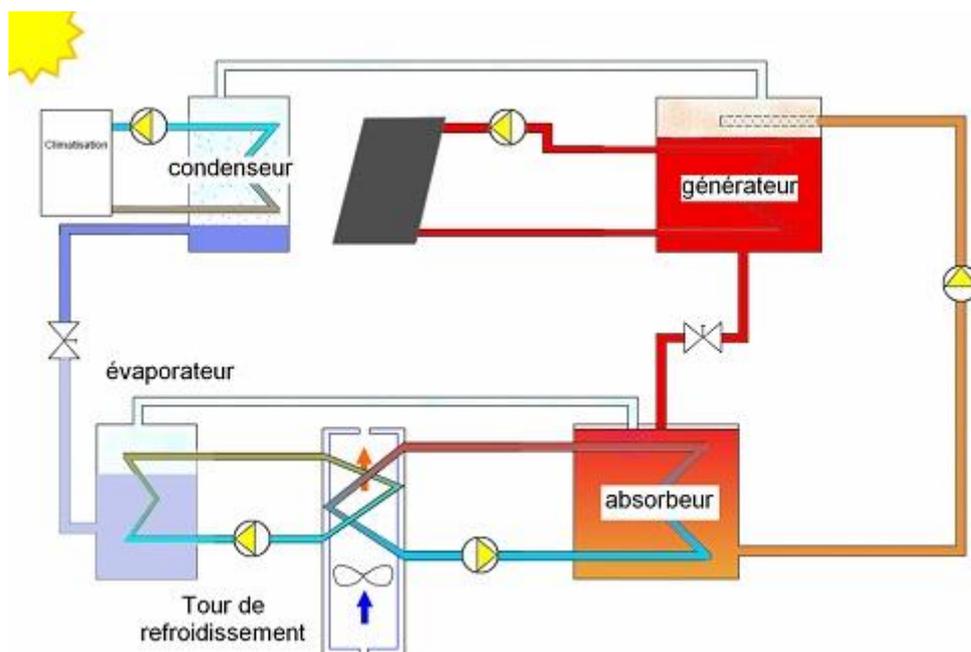
- Utiliser les panneaux solaires photovoltaïques pour produire de l'électricité afin d'alimenter une climatisation traditionnelle. Cela demande une grande surface de capteurs et c'est gâcher cette électricité.
- Convertir l'énergie solaire thermique en énergie mécanique couplée avec un climatiseur à compression.
- Utiliser l'énergie solaire thermique pour alimenter une machine à froid dite à « sorption » (absorption ou adsorption).
- Utiliser l'énergie solaire thermique pour alimenter un système de conditionnement d'air par évaporation ou DEC (Dessicant Evaporative Cooling).

La technique de climatisation solaire la plus courante utilise des capteurs solaires pour fournir de la chaleur à un dispositif à « absorption ». Ce dispositif dissocie par ébullition une solution d'eau et de bromure de lithium.

Après refroidissement, la recombinaison des deux composants produit du froid qui est distribué dans un système de climatisation classique dans le bâtiment.

En effet, les machines frigorifiques à absorption utilisant le cycle  $H_2O-LiBr$  nécessitent une source chaude dont la température doit être égale au moins à  $75^{\circ}C$ . Cette exigence implique que les capteurs solaires requis, puissent produire un fluide à haute température avec un minimum de pertes thermiques. La plupart du temps, des capteurs plans à surface sélective ou bien des capteurs sous vide bien adaptés à ce type d'application

Le refroidisseur à absorption est donc composé essentiellement de: • un bouilleur • un condenseur • un détendeur • un évaporateur et une ou deux pompes pour les transferts de solution ainsi que la tuyauterie et la régulation (voir la figure V.7).



**Figure V.7:** Principe de fonctionnement de la climatisation solaire à absorption

### Principe de base :

La méthode de réfrigération par absorption utilise un cycle purement thermique qui repose sur des différences d'affinités entre deux corps, suivant leurs conditions thermodynamiques: pression, température, concentration. L'absorption est l'affinité entre deux fluides (liquide - liquide ou liquide - vapeur). Le fluide de travail du système est une solution contenant un

fluide de réfrigération (un réfrigérant) et un absorbant, qui ont l'un pour l'autre une forte affinité. On apporte de la chaleur à une solution de réfrigérant et d'absorbant contenue dans le générateur, ce qui produit une évaporation du réfrigérant, qui se sépare du mélange en abandonnant une solution pauvre en réfrigérant. La vapeur produite pénètre dans le condenseur, où elle se liquéfie en cédant de la chaleur. L'ensemble générateur - condenseur constitue la partie haute pression du système. Le réfrigérant liquide accumulé dans le condenseur peut ensuite être détendu de cette zone à haute pression vers un évaporateur à basse pression. L'énergie nécessaire à la vaporisation est empruntée au fluide circulant dans l'évaporateur qui va bien évidemment être refroidi. Après évaporation du réfrigérant dans l'évaporateur et extraction de chaleur de l'accumulateur froid ou du milieu à réfrigérer, le réfrigérant pénètre dans l'absorbeur; dans celui-ci, la vapeur du réfrigérant se recombine avec le mélange en provenance du générateur, pauvre en réfrigérant. Comme cette recombinaison est exothermique, il faut extraire de la chaleur de l'absorbeur afin de maintenir sa température suffisamment basse pour conserver l'affinité élevée dont on a besoin entre le réfrigérant et la solution. La solution résultante, riche en réfrigérant, est recueillie au fond de l'absorbeur et encore pompée dans le générateur pour y maintenir un niveau et une concentration imposés. C'est la pompe de circulation qui assure la différence de pression voulue dans le système [24, 25]