

## ÉNERGIE SOLAIRE THERMIQUE

Janvier 2012

Le soleil est non seulement une condition pour l'existence de la vie sur la Terre, mais aussi une source énergétique inépuisable, qui sera disponible encore pendant cinq milliards d'années. L'énergie solaire thermique est la transformation du rayonnement solaire en énergie thermique. Cette transformation peut être soit utilisée directement (pour chauffer un bâtiment par exemple) ou indirectement (comme la production de vapeur d'eau pour entraîner des alternateurs et ainsi obtenir une énergie électrique). En utilisant la chaleur transmise par rayonnement plutôt que le rayonnement lui-même, ces modes de transformation d'énergie se distinguent des autres formes d'énergie solaire comme les cellules photovoltaïques. Pour cela, les constructeurs utilisent des panneaux thermiques, des ballons ou des capteurs. Les installations solaires pour une utilisation active de l'énergie solaire, peuvent être divisées en deux systèmes avec des formes énergétiques différentes. Les installations thermiques solaires (installations de collecteurs) produisent une énergie thermique en la fournissant aux systèmes pour le chauffage de l'eau, pour le chauffage ou pour le chauffage de l'eau des piscines et, dans des cas particuliers, pour les systèmes de refroidissement.

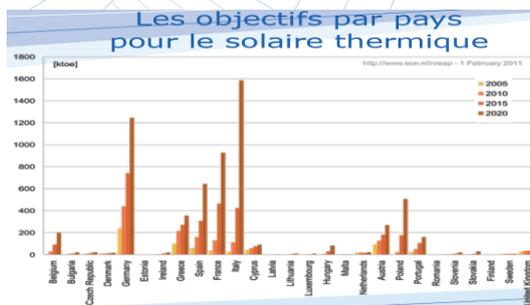
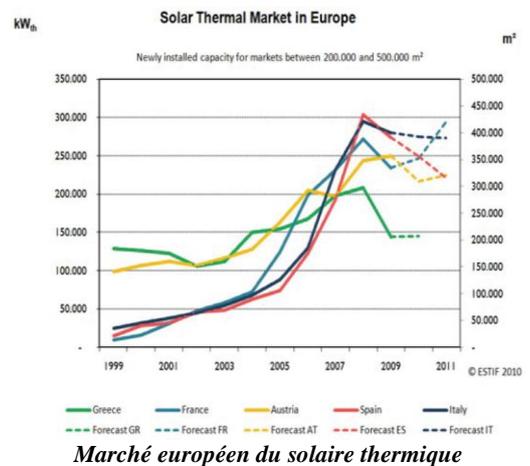
### LE MARCHÉ EUROPÉEN DE L'ÉNERGIE SOLAIRE THERMIQUE À DE L'AVENIR

#### Une tendance qui augmente

Aujourd'hui, les principaux marchés semblent repartir à la hausse après une chute de -11% en 2010.

Pour les années à venir, une croissance annuelle moyenne de 15% est programmée.

Un véritable « déficit » qui devrait se poursuivre jusqu'en 2020. [1]



#### TYPE D'INSTALLATION

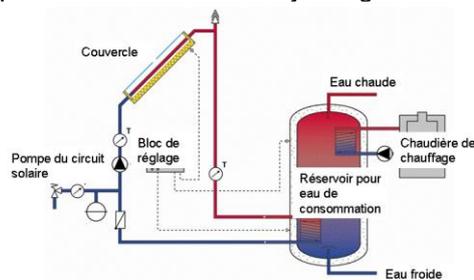
Dans une installation thermique solaire, la partie la plus importante est le collecteur qui transforme l'émission solaire en chaleur. Celle-ci est prélevée du collecteur par un courant d'eau ou par un courant d'air. Les installations thermiques solaires peuvent chauffer l'eau pour la consommation, aider au chauffage des locaux, faire un chauffage central solaire aux distances courtes, chauffer l'eau dans les piscines, servir de chauffage préliminaire de l'air frais.

## Chauffage de l'eau pour la consommation et aide pour le chauffage des locaux

La plus grande partie des installations thermiques solaires est utilisée pour le chauffage de l'eau de consommation et éventuellement pour l'aide au chauffage des locaux. Les marchés les plus importants pour ce type d'installations sont l'habitat individuel et le petit collectif. Un nombre considérable de grands bâtiments, comme des maisons pour plusieurs familles, des hôtels et des hôpitaux commencent à s'équiper d'installations à collecteurs. Les installations solaires sont composées en général d'un collecteur, d'un système de conduite, d'une station solaire avec bloc de commande, d'un réservoir accumulateur et d'un échangeur de chaleur.

### Principe de fonctionnement

La chaleur du collecteur est acheminée par une conduite jusqu'à un réservoir d'eau bien isolé. Un échangeur de chaleur sépare le circuit fermé de circulation du collecteur, du réservoir accumulateur solaire qui est plein d'eau. La station solaire assure, grâce à une pompe, à des dispositifs de protection et à un bloc de commande, le fonctionnement correct de l'installation solaire à tous les régimes de travail. La partie supérieure du réservoir accumulateur, peut être chauffée, en plus, jusqu'à la température désirée de l'eau, à l'aide d'une chaudière de chauffage pour que l'alimentation soit toujours garantie.



*Installation solaire standard*

### Chauffage central solaire

Les systèmes solaires pour un chauffage central avec une accumulation saisonnière sont convenables pour des localités avec plus de 100 habitations. Les installations solaires de ce type ont une grande surface de collecteur et un réservoir accumulateur de longue durée, qui peut être enterré. La chaleur solaire du réservoir accumulateur est distribuée jusqu'aux consommateurs

par un système de chauffage traditionnel. Le terme « accumulation saisonnière » est lié au fait que la chaleur produite à partir de l'énergie solaire peut être réservée pour une période de quelques mois. Ainsi, on compense la différence qui existe, dans le temps, entre le moment de l'ensoleillement et le moment où la consommation de chaleur est maximale, en utilisant l'énergie produite en été pour le chauffage en hiver.



*Type de chauffage central solaire, source Enersols [2]*

### Chauffage de l'eau dans les piscines

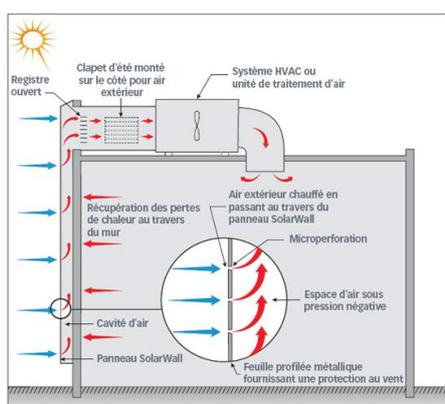
Pour chauffer l'eau des piscines ouvertes, on utilise des matelas plastiques sans aucune isolation supplémentaire. Les matelas plastiques sont inondés directement par l'eau de la piscine. Les rayons de soleil chauffent l'eau filtrée, avant qu'elle ne soit reconduite dans la piscine. L'isolation des matelas absorbants n'est pas nécessaire, parce que la température finale désirée (25°C à 28°C) est pratiquement égale à la température de l'air pour des conditions de baignade. De plus, les pertes de chaleur sont faibles. Les installations solaires pour le chauffage de l'eau dans les piscines sont relativement bon marché et leur utilisation à présent est intéressante d'un point de vue économique.



*Chauffage piscine, source Freeheat [3]*

## Chauffage préliminaire de l'air frais

Des installations solaires avec collecteurs d'air peuvent être utilisées pour un chauffage préliminaire de l'air frais fourni, surtout pour de grands chantiers comme des salles de production, des piscines fermées et des halles multifonctionnelles. Les installations avec collecteurs d'air sont complémentaires aux installations de chauffage à air, dans les bâtiments d'habitation. Il est aussi possible que la chaleur inutile en été soit utilisée pour le chauffage de l'eau à l'aide d'un échangeur de chaleur air-eau. Les collecteurs d'air peuvent être exploités en combinaison avec des installations d'extraction de chaleur de l'air usagé.



Unité de traitement de l'air en toiture, source Solarwall [4]

Les collecteurs d'air sont composés d'un absorbeur à arêtes (profilé en aluminium avec des canaux parallèles).

L'absorbeur est situé dans une chambre dont la partie arrière est thermo isolée et la partie avant recouverte de verre.

L'air chauffé est fourni par un ventilateur qui l'injecte dans le système de chauffage ou de ventilation.

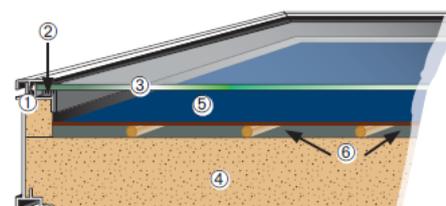
Les installations avec collecteurs d'air sont relativement moins onéreuses que les installations avec collecteurs destinées à l'eau chaude car un réservoir d'accumulation n'est pas nécessaire.

Il n'y a pas non plus de risque de gel ou de surchauffe.

## COMPOSANTS D'UN CHAUFFE-EAU SOLAIRE

### Capteurs à plan vitré

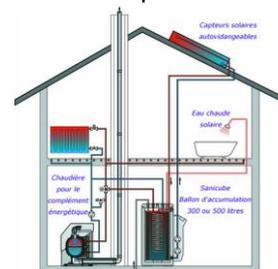
Le capteur solaire à plan vitré est le type de capteur solaire thermique le plus répandu. Il utilise l'effet de serre pour capter l'énergie thermique du soleil. Ils sont généralement composés d'un châssis sous forme de coffre, d'un isolant en fond, d'un absorbeur de couleur noire en tubes de cuivre munis d'ailettes dans lequel circule le fluide caloporteur et d'une vitre.



1. Coffre  
2. Joint d'étanchéité  
3. Couverture transparente  
4. Isolation thermique  
5. Absorbeur  
6. Grille de circulation hydraulique

On distingue principalement trois types de capteurs plans.

1. Les capteurs plans autovidangeables : les plus fiables, parce qu'ils sont soumis à des variations de températures moins importantes que les capteurs sous pression.



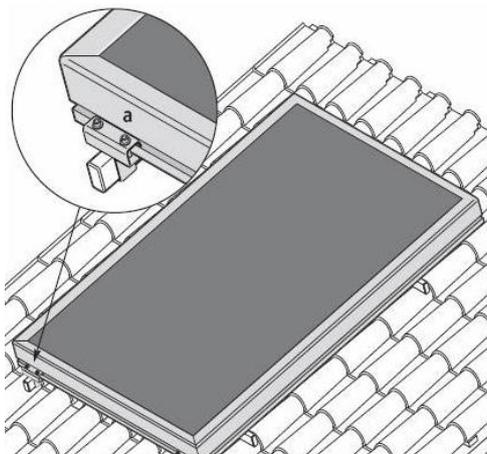
Capteurs plans autovidangeable, source ROTEX [5]

2. Les capteurs plans sous pression à circulation forcée dans lequel circule un liquide caloporteur spécifique, anti-corrosion et anti-gel.



Capteurs plans à circulation forcée, source Solairenviepro [6]

3. Les capteurs plans à circulation d'air pour le chauffage direct de l'air ambiant.



Capteurs plans à circulation d'air, source Danialu [7]

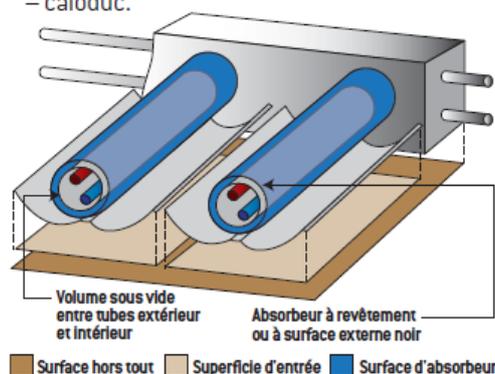
Certains capteurs, conçus pour être assemblés sur chantier, sont fournis en kit. Quand ils sont "intégrés" ou "incorporés" en toiture, les capteurs solaires à plan vitré assurent également une fonction de couverture du bâtiment.

### Capteurs solaire à tubes sous vide

Le capteur solaire à tubes sous vide est composé d'un collecteur calorifique sur lequel sont fixés des tubes solaires en verre sous vide. Ces capteurs sont particulièrement adaptés aux climats froids et servent pour la climatisation solaire.[8]

#### Le capteur à tubes sous vide

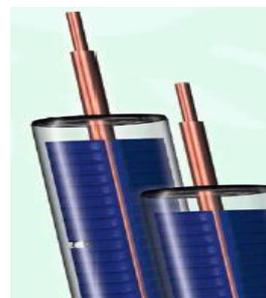
- Différentes technologies :
  - à flux direct ;
  - caloduc.



Le vide est le meilleur isolant connu. Dans les capteurs à tubes sous vide, l'isolation est créée en plaçant un tube de verre extérieur autour des absorbeurs intérieurs.

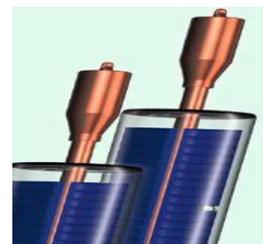
Un vide remplit l'espace libre, afin de réduire les déperditions de chaleur par convection ou par conduction thermique. Ainsi, les capteurs à tubes sous vide atteignent en générale des températures sensiblement plus élevées que les capteurs plans. L'intensité du vide est d'une importance décisive pour l'interruption du mécanisme de transfert de chaleur. La pression doit être réduite très au-dessous de la pression atmosphérique. Il existe trois types de capteurs solaires à tubes sous vide, le système à flux direct, le système caloduc, et le système sous vide type Sydney.

Le tube sous vide à flux direct fait passer le fluide caloporteur directement par l'absorbeur dans les tubes sous vide. Ce transfert thermique direct assure un rendement élevé.



Tube sous vide à flux direct, source NT Solartechnik [9]

Le tube sous vide à caloduc contient une petite quantité d'eau. Ce liquide est vaporisé sous vide partiel. La vapeur s'élève dans le conduit de l'absorbeur, condense dans le condenseur et retourne sous forme liquide dans l'absorbeur. Ce principe exige une inclinaison minimale de 20°. Si le condenseur a une température supérieure à la température d'évaporation du fluide dans l'absorbeur, il y a alors vaporisation complète.



Tube sous vide à caloduc, source NT Solartechnik [9]

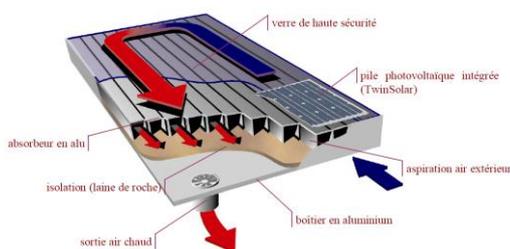
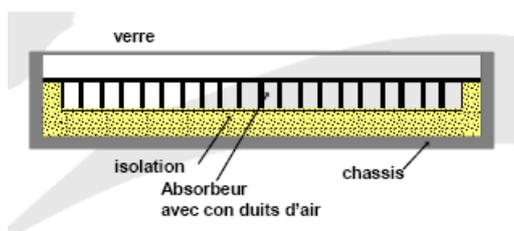
Le tube sous vide de type Sydney est un tube de verre à double paroi pour éviter une éventuelle perte du vide par la jonction métal/verre. La surface des tubes est directement placée sur le tube de verre intérieur. Un réflecteur est nécessaire pour utiliser la totalité de la surface de l'absorbeur, à cause de l'arrondi du tube.



*Tube sous vide type Sydney, source Tecnisun [10]*

### Capteur solaire à air

Dans ce système, ce n'est pas un fluide caloporteur qui est réchauffé, mais l'air. On utilise ces systèmes pour le séchage ou l'aération dans le domaine agricole. Comme les installations d'aération sont alimentées par des températures relativement basses, un faible rayonnement solaire est suffisant pour ce type d'application.



*Capteur solaire à air, source Grammer [11]*

## DIFFÉRENTES APPLICATIONS DU SOLAIRE THERMIQUE

### Chauffe-eau solaire individuel

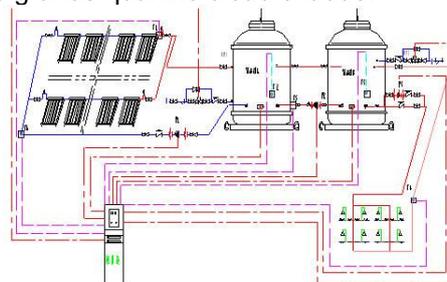
Le chauffe-eau solaire individuel ou CESI est une installation solaire dédiée à l'habitation individuelle avec un ensemble simple, composé d'un capteur à eau chaude, d'un ballon de stockage avec appoint électrique ou chaudière, et des liaisons de tubes nécessaires.



Des panneaux thermiques captent les rayons du soleil pour chauffer l'eau. Ces panneaux sont constitués d'un coffre rigide et thermiquement isolé, recouvert d'une vitre prismatique (95% de chaque rayon est retenu à l'intérieur) qui produit un effet de serre. À l'intérieur, des tubes en cuivre recouverts d'un absorbeur reçoivent le rayonnement solaire et s'échauffent. Dans ces tubes, un liquide caloporteur (mélange d'eau et d'antigel) circule dans le réseau hydraulique allant des panneaux solaires au ballon de stockage. [12]

### Chauffe-eau solaire collectif

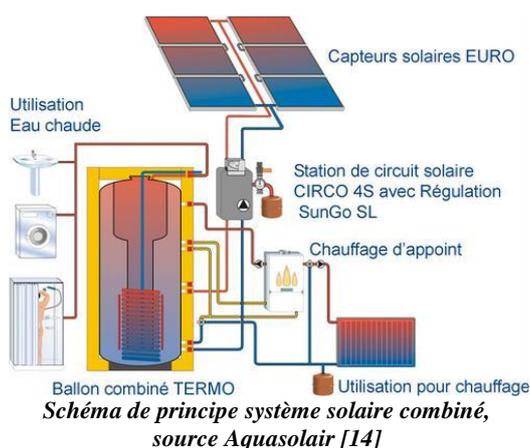
Les systèmes de chauffe-eau solaires collectifs (CESC) sont des équipements qui utilisent l'énergie envoyée par les rayons du soleil pour réchauffer l'eau. Ils comportent un système de collection, un système de stockage de l'eau, un système de contrôle, un système de tuyauterie en quatre parties. Ce système collectif de chauffe-eau convient particulièrement aux usines, aux hôpitaux, aux hôtels, aux écoles et autres endroits qui nécessitent de grande quantité d'eau chaude.



*Schéma théorique du système de chauffe-eau collectif, source Himinsolar [13]*

## Système solaire combiné (SSC)

Aussi appelé Combi solaire, c'est une installation qui utilise le rayonnement solaire pour couvrir une partie des besoins en chauffage et en eau chaude sanitaire. Comme son nom l'indique, le Système solaire combiné (SSC), associe chauffage de l'eau sanitaire et chauffage de l'habitat. En plus de réchauffer l'eau sanitaire, le caloporteur transmet sa chaleur au réseau d'eau de chauffage stockée dans un ballon et par le biais d'un échangeur thermique. C'est ensuite l'eau de chauffage qui circule dans les radiateurs pour réchauffer l'air ambiant.

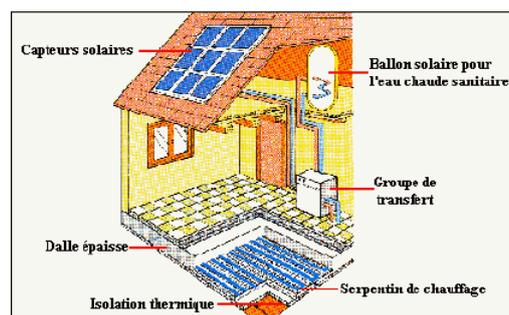


Le fonctionnement est proche de celui d'un chauffe-eau solaire. Lorsqu'il y a du soleil, la chaleur est stockée dans un réservoir d'eau tampon par le biais d'un échangeur de chaleur. Cette eau ainsi réchauffée est utilisée pour l'eau chaude sanitaire et le chauffage des bâtiments en complément d'une autre source de production. Le régulateur solaire permet de donner la priorité à l'énergie solaire lorsqu'elle est disponible et de déclencher la mise en route et l'arrêt du chauffage d'appoint pour maintenir la température de confort.

## Le plancher solaire direct

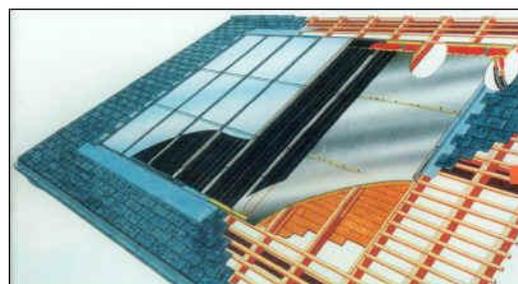
Le plancher solaire direct (PSD) est un système de chauffage solaire qui est essentiellement alimenté par l'énergie du soleil grâce à des panneaux solaires thermiques. Il permet de chauffer une maison au travers d'un plancher chauffant et réchauffe également l'eau chaude sanitaire. Le plancher solaire direct est une solution qui permet d'allier confort thermique, économies d'énergie et respect de l'environnement.

L'installation d'un plancher solaire direct ne présente pas plus de difficultés que de mettre en place un chauffage traditionnel par plancher chauffant.



**Principe de fonctionnement du plancher solaire direct**

Le fluide réchauffé dans les capteurs solaires, circule directement (sans passer par un échangeur ou par un ballon de stockage) dans un plancher chauffant. Celui-ci, qui n'est qu'une dalle en béton, joue le rôle de stockage de la chaleur. Son inertie permet de restituer en soirée l'énergie accumulée pendant la journée. Clipsol propose un système de gestion central appelé "Blocsol" qui regroupe tous les organes de fonctionnement : le circuit hydraulique, les circulateurs, le vase d'expansion, la pompe de mise en pression, le système de purge, le câblage électrique et selon les versions la chaudière d'appoint et le ballon de stockage, ainsi qu'un régulateur automatique à microprocesseur.



**Schéma d'un capteur solaire intégré à la toiture,**  
source Clipsol [15]

## LE STOCKAGE ET LA RÉCUPÉRATION DE L'ÉNERGIE

Dans les bâtiments tertiaires (essentiellement pour le froid), de l'eau glacée est produite la nuit à des tarifs électriques intéressants. Cette eau est stockée et restituée en journée lors des besoins de rafraîchissement.

On peut voir, au niveau de la récupération de la chaleur perdue et de son stockage, des développements de systèmes qui récupèrent l'énergie des eaux grises. Aujourd'hui, différents systèmes sont proposés afin de récupérer la chaleur des eaux sanitaires.

Ces systèmes ont pour but de stocker la chaleur dans un ballon d'eau chaude qui sert de préchauffage pour l'eau sanitaire. Ces systèmes sont adaptés aux habitations collectives, mais des tests sont réalisés sur des maisons individuelles.

## Références

- [1] Nouvelle tendance  
<http://www.ecn.nl/docs/library/report/2010/e10069.pdf>
- [2] Enersols  
[http://www.enersols.net/fr/chauffages-centrales-solaires/chauffage-central-aerosolaire\\_7.htm](http://www.enersols.net/fr/chauffages-centrales-solaires/chauffage-central-aerosolaire_7.htm)
- [3] Chauffage piscine  
[http://www.freeheat.fr/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=67&Itemid=67&lang=fr](http://www.freeheat.fr/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=67&Itemid=67&lang=fr)
- [4] Unité de traitement de l'air en toiture  
<http://solarwall.com/fr/produits/chauffage-de-lair-solarwall/comment-ca-marche.php>
- [5] Rotex  
[http://www.confort-chauffage-clim.com/1/article.php?id\\_article=3](http://www.confort-chauffage-clim.com/1/article.php?id_article=3)
- [6] Solairenviepro  
<http://www.solairenviepro.com/kit-chauffe-eau-solaire-circulation-forcee>
- [7] DaniaLu  
<http://www.daniaLu.com/fr/daten/2/pdf/Avis-Technique-Capsolair.pdf>
- [8] Qualité construction  
[http://www.qualiteconstruction.com/uploads/tx\\_commerceaddons/dd0806\\_01.pdf](http://www.qualiteconstruction.com/uploads/tx_commerceaddons/dd0806_01.pdf)
- [9] Nt-solartechnik,  
[http://www.nt-solartechnik.de/fr/home/narvasolar\\_franz.pdf](http://www.nt-solartechnik.de/fr/home/narvasolar_franz.pdf)
- [10] Tecnisun  
<http://www.tecnisun.com/nos-produits/capteurs-solaires/tubes-sous-vide-sun110>
- [11] Grammer  
[http://www.eprafeel.com/download.php?fs%3Di%26h%3Di%26stand%3D167m%26id\\_dossier%3D2355%26type%3Dfiche\\_entreprise%26id%3D0&ei=cKbwTuWBHtSg8gPD\\_piIAO&usg=AF0jCNHeNNSar\\_d2u60K-LIY0w4weSSIfQ](http://www.eprafeel.com/download.php?fs%3Di%26h%3Di%26stand%3D167m%26id_dossier%3D2355%26type%3Dfiche_entreprise%26id%3D0&ei=cKbwTuWBHtSg8gPD_piIAO&usg=AF0jCNHeNNSar_d2u60K-LIY0w4weSSIfQ)
- [12] Leroy merlin  
<http://www.leroymerlin.fr/mpng2-front/pre?zone=zonedecatalogue&idLSPub=1120808306>
- [13] Himinsolar  
<http://www.himinsolar.fr/4-solar-water-heating.html>
- [14] Aquasolair  
[http://www.aquasolair.com/systeme\\_solaire\\_combine.html](http://www.aquasolair.com/systeme_solaire_combine.html)
- [15] Clipsol  
<http://www.clipsol.com/glossaire/item/612-psd-plancher-solaire-direct.html>

Note de veille rédigée par HMRexpert ([www.hmrexpert.com](http://www.hmrexpert.com)) et Jacques Loigerot (CETIM)

## Ensemble pour les entreprises de la mécanique



Département  
Veille Technologique et Stratégique

### Contact

Jacques Loigerot  
Cetim - B.P. 80067  
60304 Senlis Cedex  
Tél. : 03 44 67 31 56  
[jacques.loigerot@cetim.fr](mailto:jacques.loigerot@cetim.fr)



Retrouvez nos notes de veille dans la Mécathèque du site Cetim :  
<http://www.cetim.fr/cetim/fr/Mecatheque>



Consultez le guide des Technologies prioritaires 2015 sur le site Cetim :  
[http://www.cetim.fr/cetim/fr/mon\\_espace/accueil](http://www.cetim.fr/cetim/fr/mon_espace/accueil) - Cliquez sur : 