



FICHE N° 6



SOLAIRE THERMIQUE

Solaire thermique

Présentation du solaire thermique

Définition

Les panneaux solaires thermiques utilisent le rayonnement du soleil pour produire de la chaleur. Cette chaleur permet d'alimenter :

- soit un chauffe-eau solaire individuel (CESI) ou collectif (CESC), voire un système solaire pour réseau de chaleur, pour produire de **l'eau chaude**,
- soit un système solaire combiné (SSC) qui produit de **l'eau chaude et de l'air chaud**,
- soit un système de climatisation solaire (machine à absorption ou adsorption) pour faire de **l'air froid** (source : Conseils Thermiques, 2017).
- soit une toiture solaire qui permet de faire circuler de **l'air chaud notamment pour du séchage de foin en grange**

Valorisation de la chaleur solaire dans le monde agricole

Les panneaux solaires thermiques sont majoritairement utilisés par les agriculteurs pour :

- produire de l'eau chaude (chauffe-eau solaire individuel) afin de :
 - Laver les bâtiments et le matériel dans des ateliers de transformation présents sur l'exploitation (laiteries, fromageries, transformation de produits à base de viande etc.)
 - Fabriquer des aliments qui sont initialement sous forme de poudre (élevage de veau etc.).
- produire de l'air chaud (toiture solaire) afin de :
 - Chauffer les bâtiments d'élevage (poulailler etc.).
 - Sécher du foin, du soja, des noix, luzerne etc.

La technologie des panneaux solaires thermiques

Le fonctionnement général

Les panneaux solaires thermiques utilisent notamment trois phénomènes pour collecter et conserver un maximum de chaleur :

- Ils sont majoritairement de **couleur noire** puisque cette couleur, comparée aux autres couleurs, absorbe le plus la lumière du soleil.
- Une partie de l'énergie (lumière) qui atteint le panneau solaire est perdue par réflexion, conduction etc. (cf. Figure ci-après). Pour réduire ces pertes, **un effet de serre peut être artificiellement créé grâce à une vitre**. En France, on estime que le rayonnement solaire contient une ressource énergétique moyenne de 1300 kWh/m²/an et que les panneaux



Figure 69 : Capteur plan vitré



Figure 70 : Capteur plans non vitré



Figure 71 : Capteur tubulaire

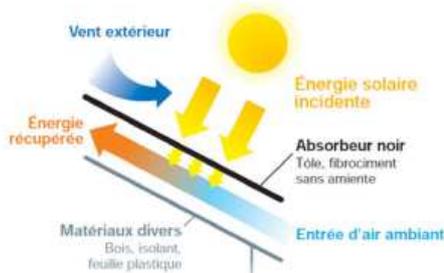


Figure 72 : Capteur solaire à air et couverture absorbante (source : ACD2, 2013)



Figure 73 : Capteur à concentration

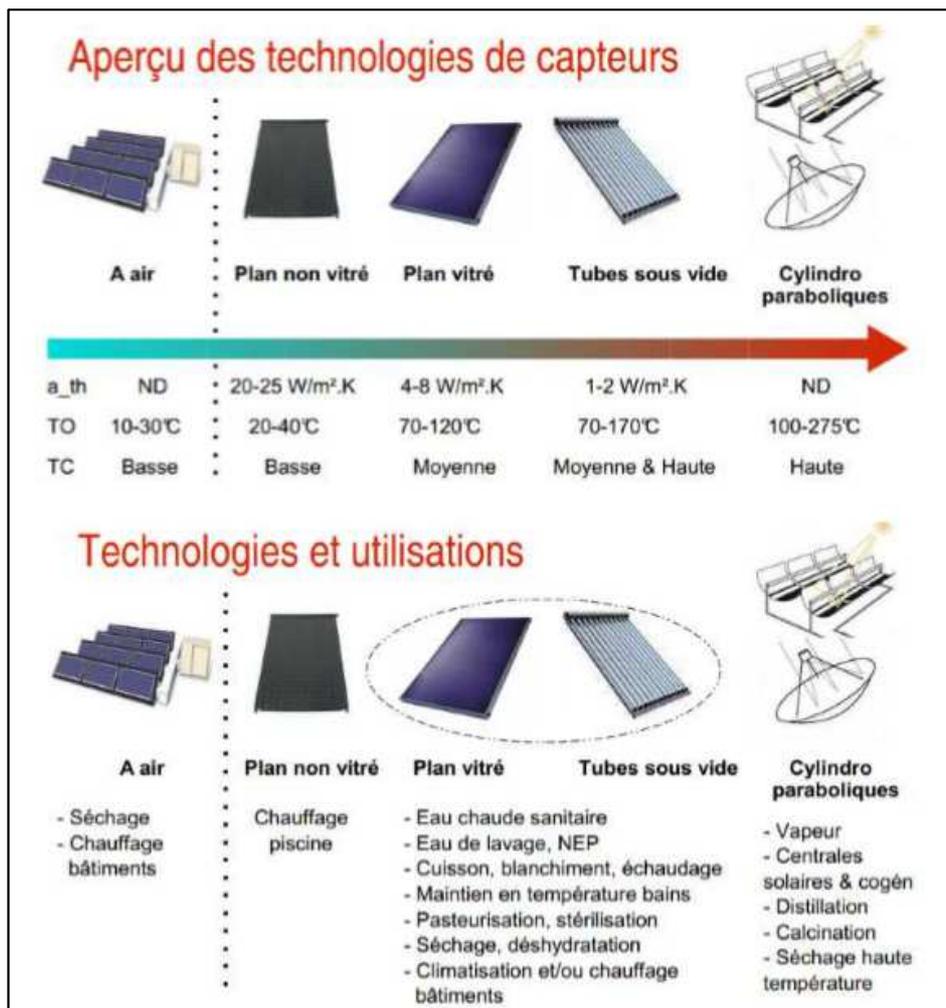


Figure 74 : Les différentes technologies de capteurs et les utilisations possibles

Les différents process

Les panneaux solaires peuvent être plus ou moins directement intégrés à un process (pour répondre au besoin de chaleur) :

- système direct : c'est le cas de l'air chaud pour les capteurs air (exemple du séchage en grange)
- système indirect : la chaleur absorbée sert à chauffer de l'eau, qui peut être stockée et utilisée ensuite.

Le chauffage d'eau chaude pour le lavage et le nettoyage

Les installations solaires thermiques produisant de l'eau chaude fonctionnent avec :

- Des panneaux solaires : pour capter l'énergie solaire (en moyenne, 20 à 25 m² de panneaux solaires permettent de subvenir à 50 % des besoins en eau chaude de 15 à 20 logements) ;
- Une pompe pour transporter le fluide caloporteur, celle-ci s'actionne grâce à un régulateur qui évalue la température de l'eau et du fluide caloporteur ;
- Un échangeur qui permet de transférer à de l'eau froide, l'énergie thermique contenue dans le fluide caloporteur ;
- Un ballon d'eau qui permet de stocker et conserver l'eau chaude ;
- Un système d'appoint qui permet de compenser l'énergie apportée par le soleil si celle-ci n'est pas suffisante.

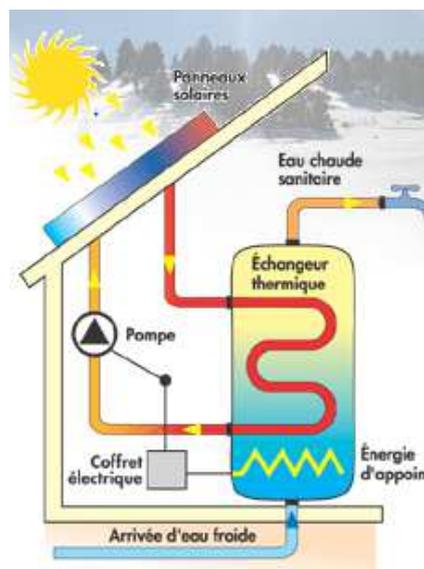


Figure 75 : Ensemble des équipements liés à l'installation de panneau solaire thermique, source : Mettenet, 2017

Le séchage convectif avec air chaud

Dans le cas des systèmes de séchage en grange, l'installation se compose de :

- Des entrées d'air au niveau du toit (généralement sur un des pignons)
- Des capteurs solaires constitués par la toiture elle-même (voire des panneaux photovoltaïques)
- Des gaines de récupérations qui canalisent l'air chauffé sous la toiture pour le conduire vers le ventilateur
- Un ventilateur (souvent centrifuge, plus performant et moins bruyant qu'un ventilateur hélicoïdal)
- Un divergent, raccordant la sortie du ventilateur à la ou les gaines de ventilation
- Une ou des gaines de ventilation qui conduisent l'air vers les caillebotis
- Le caillebotis, qui recouvre le sol de la cellule de séchage et supporte le tas de fourrage

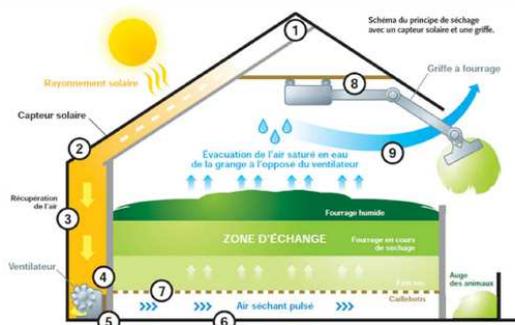


Figure 76 : Principe de fonctionnement d'une installation de séchage de fourrage (source : ADEME-ACD², 2013)

- La griffe hydraulique à fourrage
- Les sorties d'air chargé en eau

Les critères d'implantation du solaire thermique

Le rendement des panneaux solaires thermiques dépend **du capteur utilisé mais aussi de la luminosité**. Le nord-est de la France présente la plus faible luminosité. Dans le sud-est le rayonnement est le plus élevé, celui-ci contient une ressource énergétique supérieure à 1760 kWh/m²/an (cf. carte ci-après). Il faut cependant noter que même si les besoins en chaleur sont principalement nécessaires dans les zones froides et donc relativement moins lumineuses, ces zones présentent un rendement assez élevé. En effet, les kWh restitués sont de l'ordre de 550 kWh/an/m² à Paris et de 670 kWh/an/m² à Marseille.

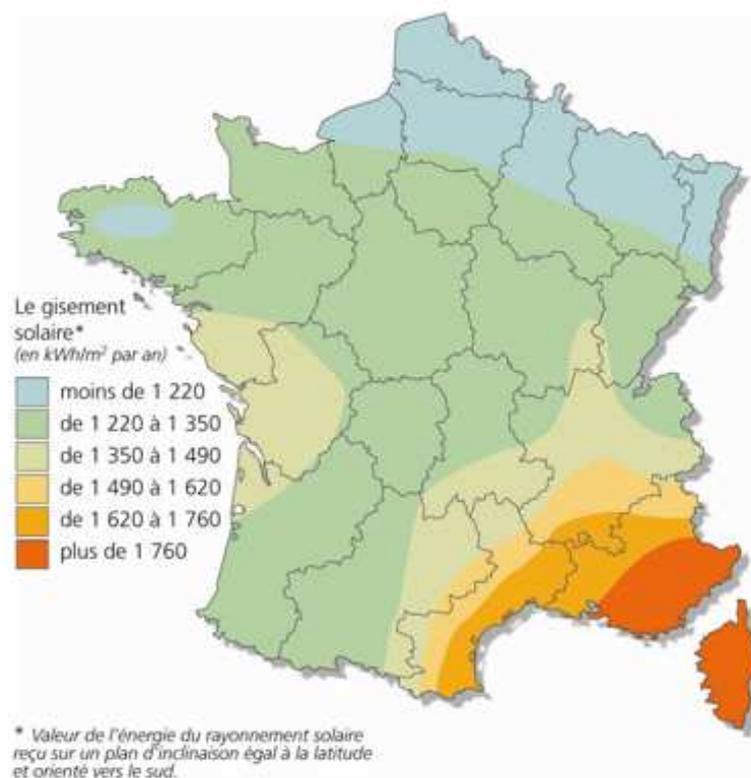


Figure 77 : Gisement solaire en France (source : Enerplan, 2015.)

L'inclinaison du panneau solaire thermique est également nécessaire pour capter le maximum de lumière. Le panneau solaire thermique doit normalement être perpendiculaire aux rayons du soleil afin de collecter le maximum d'énergie, mais ceci est impossible étant donné que le soleil change constamment de position (cf. Figure 78). En moyenne, en France, il faut incliner son panneau de 30 ° plein sud pour collecter le maximum d'énergie (cf. Figure).

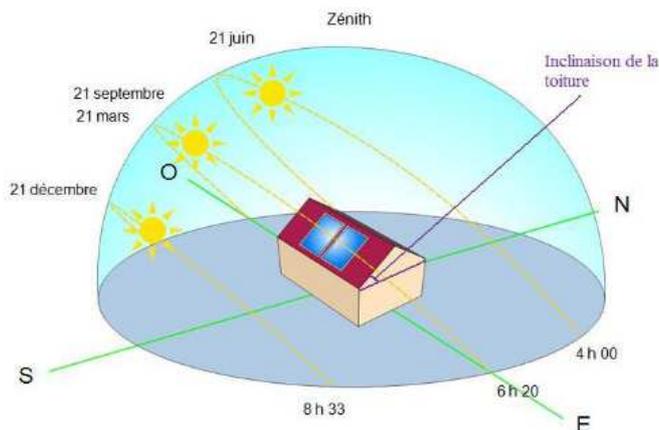


Figure 78 : Position du soleil au Zénith durant l'année (GuiEnR, 2017)

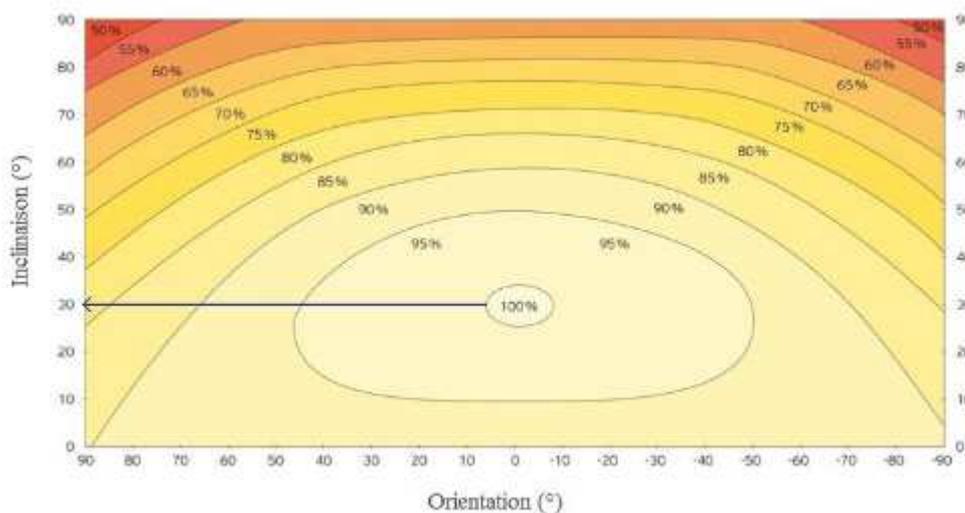


Figure 79 : Inclinaison optimale du capteur permettant de capter le maximum d'énergie tout-au-long de l'année, en France (GuiEnR, 2017)

Plusieurs installations de panneaux solaires thermiques sont possibles pour optimiser les rendements : sur une toiture, au sol etc. (cf. Figure ci-dessous)



Figure 80 : Différents types d'implantation de panneau solaire thermique (Chambre d'agriculture de l'Aveyron, 2010)

Chiffres clés du solaire thermique en France et perspectives d'évolutions

La PPE¹⁰⁵ publiée en 2016 précise les objectifs de production nationale de chaleur renouvelable notamment pour le solaire thermique, tout secteur confondu :

- Pour 2018, la PPE fixe un objectif de production d'énergie de 180 ktep,
- Pour 2023, les objectifs sont fixés à 270 ktep (option basse) ou 400 ktep (option haute).

En 2016, le solaire thermique représentait 0,8% de la consommation de chaleur renouvelable (159 ktep = 1 849 GWh)¹⁰⁶.

Il est difficile d'estimer précisément la part du solaire thermique agricole, néanmoins elle devrait avoisiner les 3%.

Les aides Fonds chaleur de l'ADEME ont financé 105 projets agricoles entre 2009 et 2015. Il faut cependant néanmoins prendre en compte qu'une part des projets se font sans aide de l'ADEME, il est donc difficile de recenser précisément le nombre d'installations dans le secteur agricole et sa part de production d'énergie.

Politiques d'incitation

Régime d'aide	Type de mesure	Description de la mesure	Date de début et de fin de la mesure
Certificats d'Économies d'Énergie	Réglementaire	L'Etat oblige les vendeurs d'énergie (électricité, gaz, carburant, etc.) à réaliser des économies d'énergie auprès des consommateurs d'énergie : ménages, professionnels, etc. Un objectif pluriannuel est défini pour chaque opérateur. En fin de période, les obligés ne justifiant pas de l'accomplissement de leurs obligations par la détention du montant de certificat d'économie d'énergie adéquat sont pénalisés financièrement. Les CEE sont générées par la mise en place ou le financement d'action d'économie d'énergie par les obligés. Les obligés peuvent acheter et vendre des CEE sur un marché d'échange pour compléter leurs obligations.	2005 → aujourd'hui
Fonds Chaleur	Financière	Il vise à financer 5 400 ktep de production de chaleur d'origine renouvelable à 2020. Le Fonds chaleur est géré par l'ADEME, et a deux modes d'intervention : - des appels d'offres nationaux pour les installations Biomasse de > 1000 tep/an de production. L'aide est présentée sous forme de subvention à l'investissement. - financement des autres projets tout en garantissant un prix de la chaleur renouvelable produite inférieure à 5% à celui obtenu par les énergies conventionnelles. Ces aides sont octroyées suite aux appels d'offres régionaux ou par instruction de dossier de gré à gré	2009 → aujourd'hui

¹⁰⁵ PPE = Les programmations pluriannuelles de l'énergie, outils de pilotage de la politique énergétique créées par la loi de transition énergétique pour la croissance verte

¹⁰⁶ Commissariat Général au Développement Durable, 2016, Chiffres clés des énergies renouvelables

Amortissement dégressif	Fiscale	<p>Des équipements de production d'énergies renouvelables peuvent faire l'objet d'un amortissement dégressif. Le bien est amorti plus rapidement que dans le cas d'un amortissement linéaire (sur la durée de vie économique). Cela permet de réduire le montant des impôts sur les revenus sur la durée de vie totale des systèmes.</p> <p><i>Articles 39 AA et 39 AB du Code Général des Impôts</i></p>	2002 → aujourd'hui
Contrats de plan État-région (CPER)	Financière	<p>Le CPER est un document par lequel l'État et une région s'engagent sur la programmation et le financement pluriannuels de projets importants d'aménagement du territoire tels que la création d'infrastructures ou le soutien à des filières d'avenir. Chaque CPER définit les énergies renouvelables que la région souhaite de soutenir, ainsi que les modalités de subvention.</p>	2007 → aujourd'hui
PPE (Plan de Performance Energétique)		<p>Dans le cadre des aides FEADER de la précédente PAC, les exploitations agricoles pouvaient être subventionnées pour des investissements énergétiques. Le ministère a ainsi accompagné 132 projets en 2009 et 2010 (développement d'EnR et efficacité énergétique). Le dispositif est maintenant clos.</p>	2007 → 2013
Aides à la construction ou à l'aménagement de serres maraîchères et de serres	Financière	<p>Dispositif géré par FranceAgriMer, il vise à développer les EnR pour les serres maraîchères et pour les serres du secteur de l'horticulture ornementale et de la pépinière. Le dispositif soutient les projets EnR en proposant un audit énergétique préalable et puis en accordant une subvention à l'investissement pour la mise en place du projet.</p>	2006 → 2013

Description des différents modèles d'installation solaires thermiques agricoles

Il existe plusieurs modèles d'affaires pour les panneaux solaires thermiques agricoles combinant différents critères :

- Valorisation de la chaleur, deux cas possibles : eau chaude ou air chaud
- Type de porteur de projet : l'agriculteur investit dans des panneaux solaires thermiques ou un investisseur installe des panneaux solaires thermiques dans l'exploitation d'un agriculteur et lui vend la chaleur.

La combinaison de ces critères nous amène à identifier 4 modèles d'affaire de panneaux solaires thermiques impliquant des acteurs agricoles (cf. tableau suivant) :

- Les panneaux solaires thermiques sont installés par des agriculteurs,
 - o Soit pour des besoins d'eau chaude pour laver le matériel ou pour préparer des aliments d'élevage (modèle 1)
 - o Soit pour des besoins d'air chaud pour sécher leurs productions agricoles (modèle 2).
- Les panneaux solaires thermiques sont installés par des investisseurs qui vendent la chaleur à l'agriculteur,
 - o Soit pour des besoins d'eau chaude (modèle 3)
 - o Soit pour des besoins d'air chaud (modèle 4).

Tableau 21 : Listing des modèles d'affaires existants. Le modèle d'affaire surligné est étudié plus en détail par la suite.

Investissement	Utilisateur de l'énergie	Valorisation	Nom du modèle	Développement du modèle
Agriculteur	Agriculteur	Autoconsommation de chaleur : eau de lavage	1-Investissement direct et consommation d'eau chaude / chauffage	Répandu
		Autoconsommation de chaleur : eau pour la préparation d'aliments		Répandu
Agriculteur	Agriculteur	Autoconsommation de chaleur : air chaud pour séchage	2- Investissement direct et consommation d'air chaud / séchage	Assez répandu
Tiers	Agriculteur	Achat de chaleur : eau de lavage	3- Investissement tiers et achat d'eau chaude / chauffage	(pas de données)
Tiers	Agriculteur	Achat de chaleur : eau pour la préparation d'aliments		(pas de données)
Tiers	Agriculteur	Achat de chaleur : air chaud pour séchage	4- Investissement tiers et achat d'air chaud / séchage	(pas de données)