Fiche préconisation

Sources d'énergies alternatives

Mars 2018

Sommaire

Fiche N°1	Solaire thermique……
Fiche N°2	Solaire photovoltaïque……
Fiche N°3	Pompes à chaleur (électriques)……
Fiche N°4	Chaudières bois granulés……
Fiche N°5	Pompes à chaleur à absorption (gaz)……
Fiche N°6	Cogénération ……
Fiche N°7	……
Fiche N°8	……
Fiche N°9	……
Fiche N°10	……
Fiche N°11	……
Fiche N°12	……
Fiche N°13	……
Fiche N°14	……
Fiche N°15	……

Fiche préconisation

01 Solaire thermique

Mars 2018

Principe

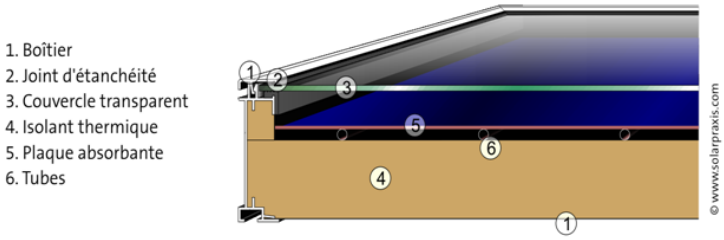
L'énergie solaire est disponible partout et facilement valorisable. Les capteurs solaires peuvent être facilement installés sur la majorité des bâtiments et sont le plus souvent implantés en toiture afin d'éviter tout ombrage et de limiter le risque de vandalisme.

Développés depuis les années 80, les équipements sont robustes et fiables. Le solaire thermique est principalement connu pour produire de l'eau chaude sanitaire (chauffe-eau solaire individuel ou collectif), mais il permet également d'assurer la fourniture de chaleur pour des procédés industriels ou agricoles (séchage, …), pour le chauffage de bâtiments tertiaires (centres aquatiques, établissement scolaires), pour des réseaux de chaleurs. Dans de plus rares cas, le solaire thermique permet même d'assurer la climatisation (caves de Banyuls).

Détails techniques

Les capteurs solaires

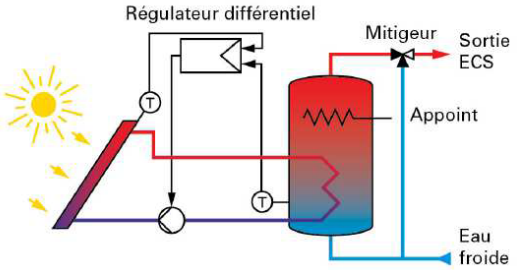
Plus de 30 ans de recherche et développement ont évidemment améliorés le concept des capteurs solaires, notamment en utilisant des vitrages à haute transparence, des caissons isolés thermiquement, et des absorbeurs recouvrant les tubes en cuivre qui permet de capter le maximum de rayonnement solaire. Ils sont majoritairement de deux types, les capteurs plans (ci-contre) et les capteurs sous-vides (ci-dessous).

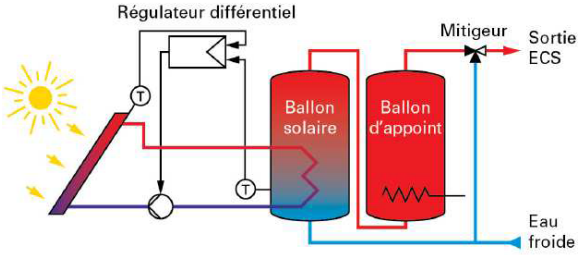


Couplée à un système de stockage de la chaleur (ballon d'eau chaude de 300 à plus de 5000 litres), une installation solaire correctement dimensionnée assure entre 40 et 70% des besoins annuels en eau chaude sanitaire. La durée de vie est relativement longue et les capteurs sont pour la plupart garantis 10 ans par les fabricants. Les produits sont également recyclables à plus de 90% de par l'utilisation de matériaux classiques (verre, aluminium, cuivre et acier).

Les installations

Il existe une multitude de schéma de principe pour la production d'eau chaude sanitaire, mais nous retiendrons ici les 2 cas les plus fréquents : le chauffe-eau solaire avec appoint intégré (CESAI) et le chauffe-eau solaire avec appoint séparé (CESAS). La bibliothèque de schémas hydrauliques SOCOL est une ressource très intéressante vis-à-vis des types de montage pour les différentes installations.





Les besoins en eau chaude sanitaire doivent être évalués avec précision pour permettre un dimensionnement optimal de l'installation. L'idéal étant d'installer un compteur d'eau dédié pendant quelques semaines afin de vérifier physiquement les besoins. Une mauvaise évaluation des besoins peut engendrer un sous-dimensionnement ou pire un surdimensionnement qui va nuire à la durabilité de l'installation (base de 45 à 75 litres par m² de panneau).

Pour une installation de qualité, il est indispensable de choisir du matériel disposant des avis techniques CSTBat ou de la certification Solarkeymark. Il est également très fortement recommandé de solliciter une entreprise QUALISOL ou RGE.

Pour l'exploitation de votre installation, il faut prévoir un suivi énergétique en installant au moins un compteur thermique pour la partie solaire, et si possible un compteur pour l'appoint. Un contrat de maintenance est également indispensable pour assurer le bon fonctionnement de l'installation (nettoyage des capteurs, vérification des débits, des pressions et des organes de sécurité).

La Garantie de Résultats Solaires (GRS)

La Garantie de Résultats Solaires (GRS) pallie le risque d'une trop faible production, en responsabilisant les entreprises dans la tenue des performances de l'installation, et en garantissant au maître d'ouvrage une production annuelle de kWh solaires.

Eléments financiers

Les coûts d'investissement se situent aux alentours de **1 000 € HT/m²** (source ADEME 2015) pour une installation complète : capteurs, supports, stockage, raccordements, régulation et comptage.

A titre d'information, les coûts d'exploitation varient entre **400 à 1 000 € HT** pour une installation de **10 à 20 m²**.

Des aides sont disponibles sous conditions notamment via l'ADEME dans le cadre du fonds chaleur ou via les CEE (fiche BAT-TH-111).

Fiche préconisation

02 Solaire photovoltaïque

Mars 2018

Principe

L'énergie solaire est facilement valorisable et disponible partout. Avec des équipements de plus en plus fiables et faciles à installer, la production d'électricité photovoltaïque bénéficie d'une mise en œuvre simplifiée.

Certains matériaux semi-conducteurs comme le silicium, disponible en grande quantité, possèdent la propriété de générer de l'électricité quand ils reçoivent la lumière du soleil : c'est l'effet photovoltaïque. Les photons de la lumière solaire transfèrent leur énergie aux électrons du matériau semi-conducteur. Ceux-ci se mettent en mouvement et créent un courant électrique collecté par une grille métallique très fine. Sans pièce mécanique, sans bruit, sans production d'émissions polluantes, les cellules photovoltaïques convertissent directement l'énergie solaire en électricité.

Plusieurs technologies de panneaux photovoltaïques

Les technologies cristallines utilisent des cellules peu épaisses, connectées et encapsulées sous un verre protecteur. Les modules utilisant cette technologie couvrent 85 % du marché mondial. D'une durée de vie d'au moins 25 ans, ils sont de deux types :

- les modules « silicium polycristallin », les plus courants, d'un rendement de conversion d'environ 13 à 15 %,
- les modules « silicium monocristallin », plus chers, d'un rendement de conversion plus élevé, de 18 %.

Les technologies « couches minces » sont composées d'un ou plusieurs matériaux déposés sur un support (verre, acier inoxydable, matière plastique…). Les modules de type « silicium amorphe » relèvent de cette technologie. Leur rendement de conversion se situe entre 6 et 9 %, mais leur bas coût peut être intéressant pour des surfaces importantes.

Un onduleur est ensuite installé pour transformer ce courant continu produit en courant alternatif identique à celui du réseau. Il coupe également le courant venant de votre installation si le réseau est mis hors tension.

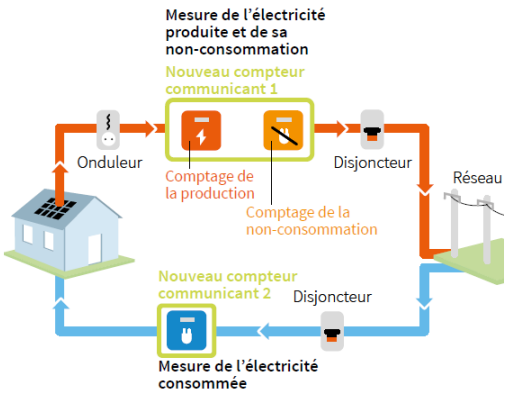
Détails techniques

Avant de lancer votre projet d'installation photovoltaïque, il est essentiel de s'assurer du potentiel solaire du site, avec une orientation sud et l'absence de masques. L'inclinaison des panneaux devra permettre une production optimisée. Il est ensuite indispensable d'analyser les différentes options de gestion de l'électricité ainsi que les coûts et revenus financiers qui y sont liés.

Pour l'exploitation de votre installation, il faut prévoir un suivi, par le biais d'un contrat de maintenance. La surveillance de la production pourra être réalisée par des solutions de monitorage. Ceci permettra de renforcer la sureté de fonctionnement et de limiter les éventuelles pertes de production.

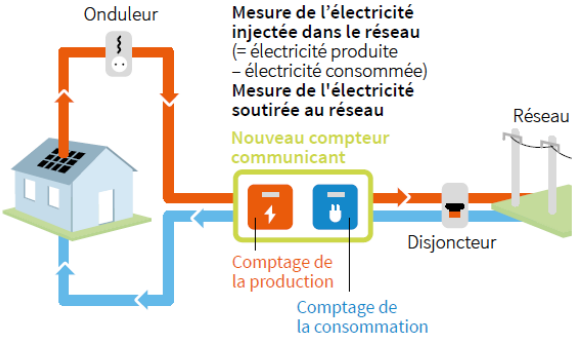
Production injectée dans le réseau

L'intégralité de la production est alors injectée dans le réseau. Deux compteurs permettent de dissocier consommation et production d'électricité. Le contrat d'achat, signé avec un opérateur ayant obtenu l'agrément (EDF, Enercoop, …), est établi pour une durée de 20 ans.



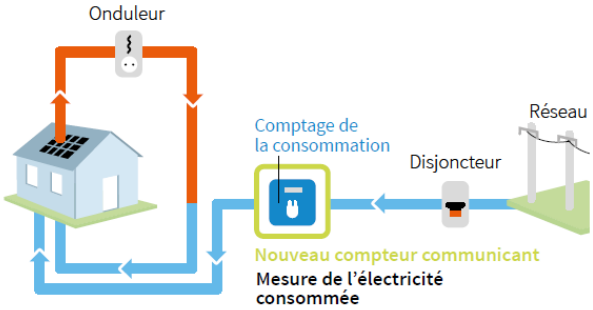
Production consommée et surplus injecté dans le réseau

La production est prioritairement autoconsommée. Seul le surplus instantané est injecté dans le réseau. Le contrat d'achat est également établi pour une durée de 20 ans.



Production intégralement consommée

La totalité de la production est consommée, sans aucune possibilité d'injection sur le réseau. L'appoint de consommation est assuré par un branchement au réseau. Pour optimiser la consommation locale, il est souvent fait appel à un module de gestion en temps réel et parfois à un dispositif de stockage par batterie.



Eléments financiers

Les tarifs d'installation ont fortement baissé au cours des dernières années. Actuellement, l'ordre de grandeur pour un petit système photovoltaïque (matériel et pose) est évalué entre **2,5 à 3 €/Wc** (source ADEME). Ce coût est moins élevé pour une pose au sol ou sans intégration au bâti. Il faut ajouter les frais de raccordement en cas d'injection dans le réseau.

En plus des coûts d'installation, il faudra intégrer les coûts d'exploitation dans le bilan financier. Il faudra notamment prendre en compte le remplacement/réparation du ou des onduleurs tous les 10 ans. La maintenance des panneaux est généralement réduite. Il est cependant nécessaire de surveiller régulièrement son fonctionnement en effectuant un suivi de production.

Les tarifs d'achats sont en évolution constante et varient selon la configuration de l'installation photovoltaïque (seuil de puissance, intégration au bâti, vente partielle ou totale, …). Pour connaître l'évolution des tarifs, vous pouvez consulter le lien suivant : https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr ou consulter le site : http://www.photovoltaique.info/.

Fiche préconisation

03 Pompes à chaleur (électriques)

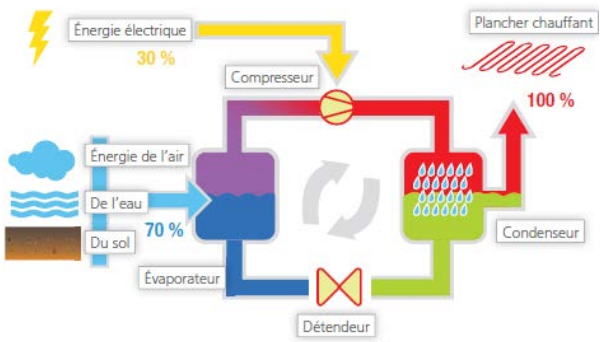
Mars 2018

Principe

La pompe à chaleur (PAC) est un système de chauffage qui opère un transfert de chaleur en « pompant » la chaleur d'un milieu à basse température (appelé source froide) pour la céder à un milieu à plus haute température (appelé source chaude). Un apport d'énergie est pour cela nécessaire notamment pour alimenter le compresseur électrique (gaz dans le cas d'une PAC à absorption).

Ce n'est donc pas une énergie totalement renouvelable puisque les pompes à chaleur fonctionnent en consommant de l'électricité. Néanmoins, c'est l'efficacité plus importante par rapport à un chauffage électrique direct qui rend son utilisation intéressante.

Schéma de principe d'une pompe à chaleur électrique :



Légende du schéma de fonctionnement :

L'évaporateur : le fluide frigorigène s'évapore en absorbant la chaleur du milieu extérieur.
Le compresseur : entraîné par un moteur électrique, il aspire et comprime les vapeurs, ce qui provoque l'échauffement du fluide.
Le condenseur : les vapeurs repassent à l'état liquide en cédant leur chaleur au milieu intérieur.
Le détendeur : abaisse la pression du fluide ainsi que sa température.

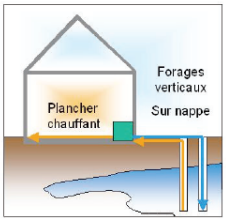
Détails techniques

Les différents types de pompes à chaleur

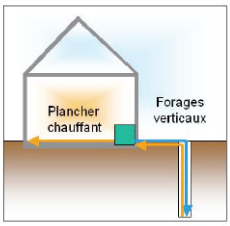
Les pompes à chaleur dites "géothermiques" puisent la chaleur dans le sol ou l'eau (de nappe ou de surface) via un réseau de capteurs ou de forages (horizontaux ou verticaux).

Les pompes à chaleur dites "aérothermiques" puisent la chaleur dans l'air ambiant extérieur ou intérieur du bâtiment. Ces pompes à chaleur sont plutôt destinées aux zones possédant un hiver doux.

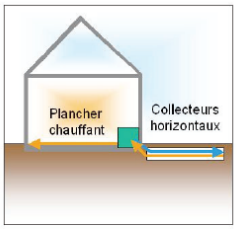
		Avantages	Inconvénients
Puisage de la chaleur sur :	Air	Coût. Mise en oeuvre assez simple. Plus adapté aux zones tempérées (bords de mer)	Performances faibles lorsqu'il fait froid Dégivrage plus fréquents par temps humide Bruit
	Eau	Bonnes performances constantes (si bon dimensionnement).	Coût élevé des forages/ terrassement. Attention au dimensionnement.
	SOL - Fluide frigorigène	Bonnes performances constantes (si bon dimensionnement).	Coût élevé des forages/ terrassement Surface au sol nécessaire importante Grande quantité de fluide frigorigène
Emission de chaleur par :	Air	Elévation rapide de la température. Coût.	Bruit Mauvaise répartition de la chaleur Inconfort thermique
	Eau	Confort thermique et acoustique. Utilisable avec d'autres énergies.	Performances faibles si l'eau est chauffée à haute température (plus de 40-45C°)
	Fluide frigorigène	Confort.	Grande quantité de fluide frigorigène Aucune substitution d'énergie possible



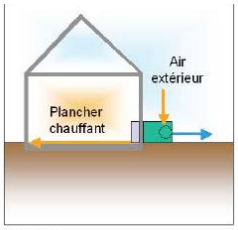
EAU - EAU



EAU glycolée - EAU



EAU glycolée - EAU
SOL - EAU
SOL - SOL



AIR - EAU

Les Pompes à chaleur

La performance des pompes à chaleur

Le coefficient de performance (COP) d'une pompe à chaleur électrique correspond au rapport entre l'énergie électrique absorbée par la pompe et l'énergie thermique restituée.

COP = Puissance calorifique restituée / Puissance électrique absorbée

Un COP est toujours défini par des températures de fonctionnement : un **COP (7°C ; 35°C) = 3,5** signifie que pour une température du milieu à basse température de 7 °C et une température d'eau de chauffage de 35 °C, la pompe à chaleur consomme 1 kWh d'électricité pour produire 3,5 kWh d'énergie thermique. Le COP sera plus faible si la différence de température entre la source froide et la source chaude est plus élevée.

Conseils d'installation :

- Avant toute chose, il est fortement conseiller de se rapprocher du SDE22 et/ou d'ENEDIS afin de vérifier l'impact du raccordement de la PAC sur le réseau de distribution électrique.
- Bien choisir la « source froide » (stock de chaleur ou débit suffisant).
- Privilégier un circuit de chauffage basse température (idéalement moins de 35°C).
- Pour les PAC aérothermiques, privilégier les façades moins exposées pour l'implantation de l'unité extérieure (façade sud dans l'idéal) permet d'éviter le givrage de l'échangeur.
- Faire réaliser un bilan de puissance du bâtiment afin de dimensionner la PAC au plus près des besoins et ainsi éviter un surdimensionnement qui générera surconsommation et usure prématurée. L'utilisation d'un ballon tampon (15 à 30 l/kW thermique) est fortement conseillé afin d'éviter le fonctionnement de la PAC en cycle court.
- Idéalement, la mise en service doit être effectuée par le fabricant ou par la station technique locale agréée par ce dernier.
- Dans le cas d'une géothermie, une étude de site est nécessaire pour déterminer la nature du sol et l'emplacement du captage pour respecter les distances préconisées pour un bon fonctionnement (bâti, végétation, réseaux, distance entre captages, etc…). **Attention pensez aux déclarations administratives en cas de forage**.
- Il peut être intéressant de placer un sous-compteur dédié afin d'identifier précisément les consommations de la pompe à chaleur et pouvoir réagir en cas de dérive.

Pompes à chaleur et effet de serre :

Pour une pompe à chaleur, l'impact sur l'effet de serre n'est pas neutre : les émissions liées à la production d'électricité pendant la saison de chauffe sont significatives. Par ailleurs, les fluides frigorigènes utilisés ont un pouvoir de réchauffement global très élevé (1200 à 2000 fois supérieur à celui du CO_2) et contribuent donc de manière plus importante au réchauffement climatique. Les fuites de fluide peuvent atteindre 10 % par an pour du matériel assemblé sur chantier.

Lorsque la quantité de gaz frigorigène présente dans l'installation (donnée par le fabriquant) dépasse 2 kg, la législation impose un contrôle d'étanchéité annuel (décret n°98-560 du 30/06/98) réalisé par une personne qualifiée. **Attention, les systèmes en détente directe contiennent des quantités plus importantes de fluides frigorigènes.**

Eléments financiers

A titre d'exemple, le coût pour une PAC air-eau basse température de 11 kW de puissance calorifique est d'environ **11 000 €**.

Pour une installation en géothermie compter **42 €/ml** de forage. Pour une installation de 17 kW sur sondes verticales (340 ml de forage), avec ballon tampon le coût de l'installation est d'environ **32 000 €**.

L'installation de pompe à chaleur dans les bâtiments tertiaires est éligible aux CEE sous conditions (voir fiche BAT-TH-113).