



## INFORMATIONS PRATIQUES

### Géothermie et pompes à chaleur

(Mise à jour : SC, 08/06/10)

#### Introduction

La pompe à chaleur suscite la polémique. Pour fonctionner et capter les calories contenues dans l'environnement extérieur, elle consomme de l'électricité majoritairement nucléaire ou thermique et utilise des fluides frigorigènes polluants. En France, le rendement de la production et de la distribution de l'électricité est d'environ 30 %. Cela signifie qu'il faut environ 3,3 kWh de combustibles (uranium, pétrole, gaz, charbon) pour produire le kWh que consomme la PAC. Au final, une PAC avec un COP de 3 utilise donc environ 3,3 kWh de combustibles non renouvelables pour produire 3 kWh de chaleur : c'est à peu près le même rendement que celui d'une chaudière moderne (basse température ou condensation).

Si l'on ne peut donc pas réellement parler d'une énergie renouvelable, il s'agit néanmoins d'un chauffage électrique plus performant qu'un système classique, dont le rendement varie en fonction du milieu où sont prélevées les calories : le sol, ou l'air et du type d'émetteurs choisis : ceux à basse température (plancher chauffant, radiateurs basse température) sont plus efficaces. Devant la multitude d'appareils présents sur le marché, nous conseillons d'avoir recours à du matériel certifié NF-PAC (<http://www.certita.org/listePompes.php>) à des installateurs agréés QualiPAC : ([http://www.qualit-enr.org/document/Menu\\_Acces\\_rapide/QualiPAC/index.htm](http://www.qualit-enr.org/document/Menu_Acces_rapide/QualiPAC/index.htm))

#### I – Présentation générale

La géothermie très basse énergie (moins de 30°C) est la seule accessible aux particuliers. La chaleur est puisée à des profondeurs faibles ; la température n'y est pas suffisante pour assurer les besoins en chauffage d'un logement, d'où la nécessité d'utiliser une pompe à chaleur pour compresser, transformer cette énergie et la valoriser par la suite.

Les pompes à chaleur peuvent aussi assurer la production de l'eau chaude sanitaire et, en été, le rafraîchissement de la maison (environ 3 à 4° de moins qu'à l'extérieur) ou le chauffage d'une piscine.

Attention : toutes les technologies ne proposent pas ces options. Elles sont à adapter au cas par cas et leur intérêt peut varier.

L'option rafraîchissement peut-être une fausse bonne idée : a priori, dans une maison bien conçue, sous notre climat, il n'y a pas besoin de rafraîchissement ni de climatisation.

Enfin, pour être très rigoureux, il faut savoir que le terme de géothermie est en partie inapproprié ; la chaleur du sol provenant aussi du rayonnement solaire et de l'infiltration de l'eau de pluie, sans cesse renouvelés.

Il existe plusieurs configurations de systèmes thermodynamiques, fonction de la source, de la technologie employée et du type d'émission de chaleur.

## II – Les sources de chaleur :

### L'air extérieur

La pompe à chaleur va puiser ses calories dans l'air extérieur. Cependant, elle ne peut faire de miracle : pour fonctionner correctement, elle doit prendre sa chaleur dans une source froide pas trop froide et la fournir à une source chaude pas trop chaude. Lorsque l'air extérieur est à moins de 3°C, les capteurs givrent et la performance se dégrade. Un appoint, généralement une résistance électrique intégrée dans la PAC, prend alors le relais.

Simple à mettre en œuvre, leurs usages économiques et écologiques sont souvent décevants. Enfin, le capteur est peu discret, peu générer des nuisances sonores et nécessite une déclaration de travaux.

- **Cas de la pompe à chaleur sur air extrait** (ou VMC double flux thermodynamique) : réservée à des logements basse énergie ou passif (= très bien isolés), elle assure à la fois le renouvellement de l'air du logement et son préchauffage en récupérant la chaleur de l'air extrait par la VMC dans les pièces de service (cuisine, salle de bain et WC) pour préchauffer l'air neuf soufflé dans les pièces de vie (séjour, chambres). Un chauffage d'appoint est généralement nécessaire.

- **Cas de la pompe à chaleur en relève de chaudière fioul ou gaz** : avec l'augmentation du prix des énergies fossiles, de plus en plus de fabricants de PAC proposent ce genre d'installation. La PAC fonctionne tant que son rendement est acceptable, puis la chaudière prend le relais, ce qui permet d'économiser du combustible et de limiter les émissions de polluants. Néanmoins, cela oblige à gérer la maintenance de 2 systèmes au lieu d'un.

### L'eau

L'eau est prélevée dans une nappe phréatique facilement accessible (ou un lac ou un cours d'eau).

Il faut s'assurer d'un débit suffisant et régulier (qui n'est pas garanti dans le temps). La température de cette source reste constante et relativement élevée en hiver. C'est son plus grand intérêt, même si le forage reste assez coûteux. Une étude hydrogéologique est vivement conseillée pour connaître le potentiel de l'aquifère.

Cependant, cette ressource sera gaspillée si l'eau prélevée est rejetée à l'égout, mieux vaut donc avoir un système à deux forages pour réinjecter l'eau utilisée dans la nappe.

### Le sol

La chaleur est prélevée dans le sol à une profondeur plus ou moins variable en fonction du type de capteur utilisé.

#### Les Capteurs horizontaux

Le réseau de serpentins du capteur, invisible, est disposé sous le sol du jardin à une profondeur moyenne de 0,75 m (pour être hors-gel). Sa surface doit être environ 1,5 fois supérieure à celle à chauffer.

Sa mise en œuvre est spécifique afin d'éviter le gel permanent du terrain en hiver ou son assèchement en été ; de plus, certains principes de pose doivent être respectés (distances minimales des réseaux enterrés non hydrauliques, des fondations, puits, fosses septiques ou réseaux d'évacuations, etc.).

Le dimensionnement du réseau est fonction du climat et de la nature du terrain ; des travaux de terrassement (fonction de la qualité du sol) sont enfin à prévoir.

#### Capteurs verticaux ou sondes géothermiques

Ils sont notamment indiqués quand la surface du terrain est trop réduite.

A ces niveaux de profondeur (jusqu'à 100 m), la température du sol est stable tout au long de l'année, voire même assez élevée, y compris dans les zones froides. Elle est en effet peu influencée par l'air extérieur, les couches supérieures du sol agissant comme un isolant.

Les capteurs font partie intégrante du bâtiment et sont ainsi couverts par la garantie décennale ; les fondations par pieux de certains bâtiments peuvent aisément les inclure. Le forage reste onéreux, la pose délicate et l'intervention d'une entreprise spécialisée est nécessaire.

## LES MACHINES THERMODYNAMIQUES

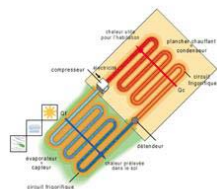
### Les Systèmes à détente directe

Le transfert de chaleur est assuré par un unique fluide frigorigène fonctionnant en circuit fermé, dans le réseau de capteurs et dans le plancher chauffant.

Il s'agit donc d'un circuit frigorifique simple, dans lequel le capteur extérieur constitue l'évaporateur et le plancher chauffant le condenseur : évaporation et condensation s'effectuent progressivement, ce qui permet d'optimiser l'efficacité.

Ce système offre le rendement optimum pour une surface de captage minimal ; il présente cependant des risques au niveau de l'environnement compte tenu de la grande quantité de liquide frigorigène nécessaire.

Il est à noter qu'il est souvent définitif, en ce sens qu'il ne peut être remplacé en partie par une autre source de chaleur. Il ne peut, enfin, être régulé pièce par pièce.



### La technologie eau-eau

La chaleur utile est transmise par l'intermédiaire d'un circuit de distribution hydraulique (eau glycolée dans les capteurs extérieurs, eau dans le plancher chauffant).

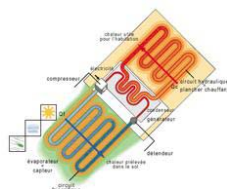
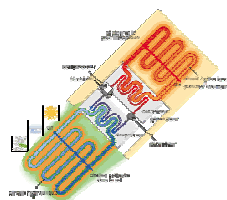
Le générateur comporte, outre le compresseur et le détendeur, deux échangeurs où s'effectuent l'évaporation et la condensation, permettant de libérer l'énergie pour chauffer l'eau.

Ce double échange entraîne un peu de perte de chaleur, compensée par une plus grande surface de capteurs. Il permet une régulation indépendante dans chaque pièce et peut-être couplé à des radiateurs déjà existants.

### La technologie mixte

C'est une combinaison des deux premières, puisqu'elle associe l'utilisation d'un fluide frigorigène dans les capteurs et d'un circuit hydraulique pour le plancher chauffant ou les radiateurs.

Comme dans le système à détente directe, l'évaporation est réalisée directement dans le capteur extérieur. Le générateur comporte un condenseur permettant de libérer l'énergie pour chauffer l'eau qui circule dans le plancher chauffant ou les radiateurs. Cette technologie offre, comme la technologie eau glycolée/eau, la possibilité d'utiliser un réseau de radiateurs existants.



### Bon à savoir :

- La pompe à chaleur est constituée d'un circuit dans lequel circule un fluide frigorigène. Les fluides frigorigènes utilisés actuellement (R407C, R410A ...) ne détruisent plus la couche d'ozone depuis que les gaz de la famille des CFC ont été interdits. Malgré tout, ces gaz restent de puissants gaz à effet de serre, leur pouvoir de réchauffement global (PRG) étant de 1 300 à 3 260 fois supérieur à celui du CO<sub>2</sub>.
- Attention : pour toutes les opérations nécessitant la charge ou la récupération de fluides frigorigènes, les installateurs ou dépanneurs doivent être agréés par la Préfecture.
- L'entretien d'une pompe à chaleur passe par l'entretien régulier du compresseur, ce qui va prolonger sa durée de vie. Un compresseur non entretenu risque de voir sa performance chuter et donc la facture d'électricité augmenter ! On considère qu'une chaudière dure en moyenne de 15 ans à 20 ans, il peut en être de même pour un compresseur s'il est de bonne qualité mais il peut tomber en panne beaucoup plus tôt.

D'après le CEREN (Centre d'Etudes et de Recherches Economiques sur l'Energie : [www.ceren.fr](http://www.ceren.fr)), l'installation d'une PAC géothermique permet de baisser la facture énergétique de près de 35 % par rapport à un chauffage gaz ou par convecteurs électriques contre une baisse de seulement 10 % pour l'installation d'une PAC aérothermique (source : lettre du CEREN n°17, mai 2010).

## INFORMATIONS PRATIQUES

### III– Autorisations et déclarations d'exploitation

#### LE COP DE LA PAC

Le coefficient de performance mesure l'efficacité énergétique de la machine. C'est le rapport entre la quantité d'énergie consommée et celle de la chaleur produite. Les systèmes de chauffage traditionnels consomment généralement plus d'énergie qu'ils n'en restituent. On parle alors de rendement. En comparaison, la pompe à chaleur a un coefficient de performance exceptionnel : elle produit plus de chaleur qu'on ne lui apporte de l'énergie !

**Attention** : le COP annoncé par les fabricants ne constitue qu'une moyenne. Il varie en effet au cours de l'année : plus le sol se refroidit, plus la pompe doit pomper et moins le COP est élevé. En pratique le COP réel d'une PAC géothermiques est de l'ordre de 2,5 et celle d'une PAC sur air se situe autour de 1,5.

A noter, le coefficient EER (coefficient d'efficacité frigorifique) traduit l'efficacité d'un système quand il produit du froid.

La pompe à chaleur peut-être associée à 4 types d'émetteurs de chaleur :

- Des ventilo-convecteurs,
- Un système centralisé d'air pulsé,
- Des radiateurs basse température,
- Un plancher chauffant basse température.

Les solutions à air pulsé sont à déconseiller ; elles sont physiologiquement inconfortables et peuvent favoriser certaines maladies respiratoires. Les radiateurs basse température et surtout le plancher chauffant basse température sont préférables : leur inertie assure un bien meilleur confort et une « chaleur douce ».

### IV– Autorisations et déclarations d'exploitation

Les différentes machines présentées, principalement sur sol, captent une énergie capitalisée dans une source extérieure surveillée pour assurer sa protection contre toute source de pollution ou de dégradation. Ainsi, l'intégration des capteurs de certaines machines, sur sol ou sur eau, nécessite l'obtention de différentes autorisations :

- Une déclaration à la **DREAL** pour des ouvrages de plus de 10m et une autorisation auprès de la **DREAL** pour des ouvrages de + de 100m **et** dont le débit calorifique maximal est > 200 thermies/heure (soit 232 kW)
- L'**ARS** : Agence Régionale de Santé Rhône-Alpes doit être consultée pour s'assurer que le forage n'a pas lieu dans une zone de prélèvement d'eau potable.

**DREAL Rhône-Alpes** : 69509 LYON Cedex 03

Tél. 04 78 62 50 50 / Fax : 04 78 62 50 51

**Agence Régionale de Santé Rhône-Alpes** : 129 rue Servient 69418 Lyon Cedex 03. Tel : 04 72 34 74 00

## INFORMATIONS PRATIQUES

## V- Mesures fiscales 2010 et prêts bonifiés

**Crédit d'impôt** sur le revenu au titre de l'habitation principale située en France

- S'il excède l'impôt, le crédit d'impôt est restitué.
- Logements particuliers en construction, neufs ou anciens
- Travaux exécutés et facturés par des professionnels ; frais de main d'œuvre non-concernés

(sauf pose de l'échangeur souterrain pour PAC à capteurs enterrés)

Pompes à chaleur dont la finalité essentielle est la production de chaleur.	Caractéristiques et performances
Pompes à chaleur à capteurs enterrés : <b>40 %</b> sur le montant TTC des fournitures	COP* $\geq 3,4$ selon les dispositions de l'arrêté du 13 novembre 2007. Voir autres conditions sur fiche spécifique « mesures fiscales »
pompes à chaleur air/eau : <b>25 %</b> sur le montant TTC des fournitures	COP* $\geq 3,4$ selon les dispositions de l'arrêté du 13 novembre 2007. Installation finale contrôlée par un organisme de contrôle accrédité par le COFRAC et répondant à la norme NF EN ISO/CEI 17020 Voir autres conditions sur fiche spécifique « mesures fiscales »

\*COP : Coefficient de performance énergétique d'une pompe à chaleur se traduit par le rapport entre la quantité de chaleur produite par celle-ci et l'énergie électrique consommée par le compresseur

- **Prêt à taux zéro et pompe à chaleur :**

**Les pompes à chaleur font partie des travaux éligibles au bouquet du PTZ à condition que leur COP soit  $\geq 3,3$**

- **Prêts bonifiés :**

Il est possible enfin que certains fournisseurs d'électricité ou banques apportent une aide au financement. Chaque maître d'ouvrage doit se renseigner personnellement auprès de son Agence.

## VI- Pour aller plus loin :

## REVUES :

- La Maison Ecologique – n°43 Février/mars 2008 : « La géothermie et l'aérothermie enfin mises à jour »
- Systèmes Solaires n : 170 : article « comment chauffer votre maison avec une pompe à chaleur ? » Octobre-novembre 2005
- Que Choisir n°436 / Avril 2006

## SITES INTERNET :

- [www.geothermie-perspectives.fr](http://www.geothermie-perspectives.fr) (site mis en place par l'ADEME et le BRGM présentant la géothermie et ses perspectives)
- [www.afpac.org](http://www.afpac.org) (Association Française pour les Pompes à Chaleur)
- [www.certita.org/listePompes.php](http://www.certita.org/listePompes.php) (liste des pompes à chaleur certifiées NF-PAC)
- [www.ademe.fr/particuliers/Fiches/pac/index.htm](http://www.ademe.fr/particuliers/Fiches/pac/index.htm) (guide ADEME pompes à chaleur)
- [www.ceren.fr](http://www.ceren.fr) : centre d'études et de recherches économiques sur l'énergie