

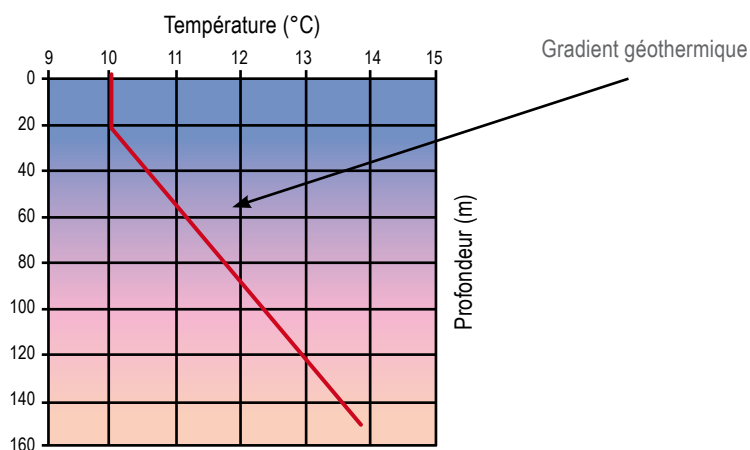
# Présentation de la géothermie très basse énergie (2) :

## Les sondes géothermiques verticales

### Principe général

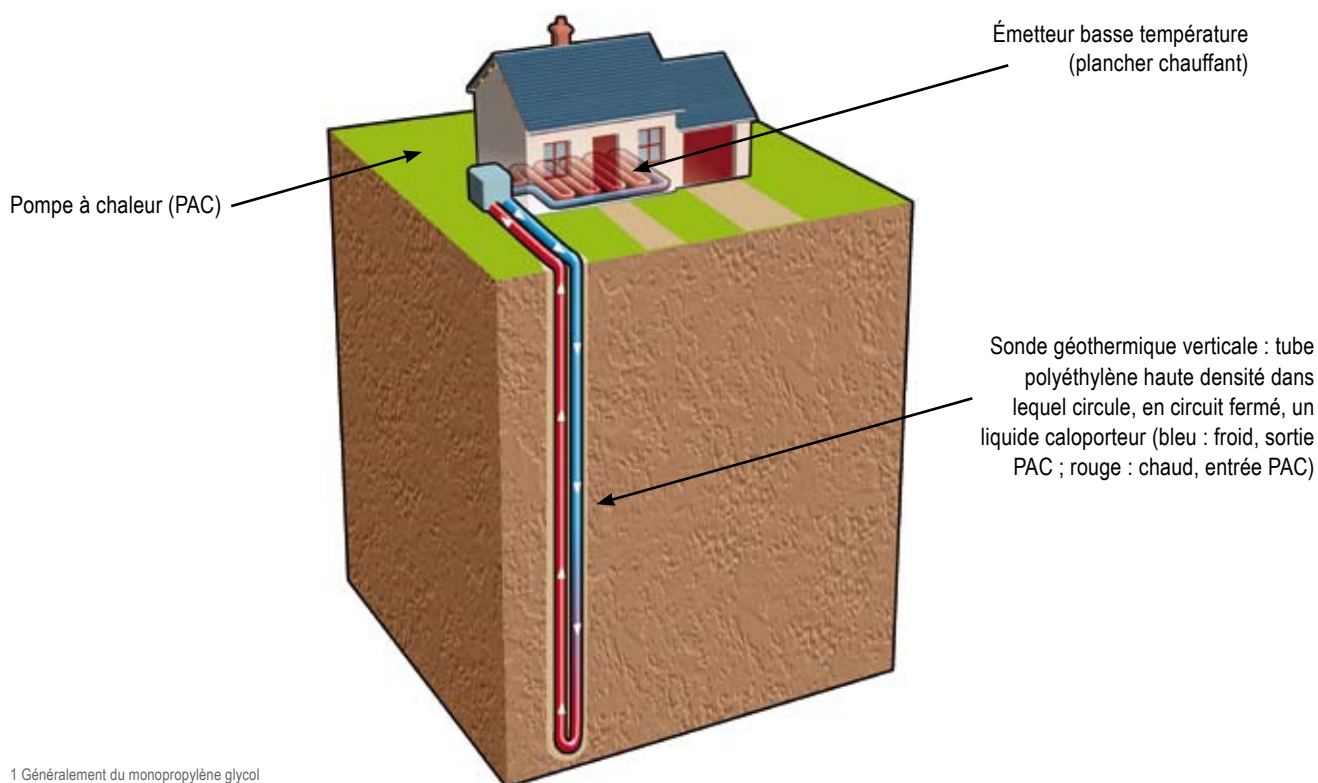
À partir de 20 m, la température du sous-sol est constante et ne dépend plus des variations de la température de l'air entre le jour et la nuit ou d'une saison à l'autre. La température entre 20 et 100 m est

comprise entre 9 et 15 °C selon les zones géographiques (et l'altitude) et augmente d'environ 3,3 °C/100 m (gradient géothermique).



Une sonde géothermique verticale est un échangeur de chaleur installé verticalement dans un forage de l'ordre d'une centaine de mètres de profondeur : un fluide caloporteur, de qualité alimentaire (eau additionnée d'antigel<sup>1</sup>), circule en circuit fermé entre la pompe

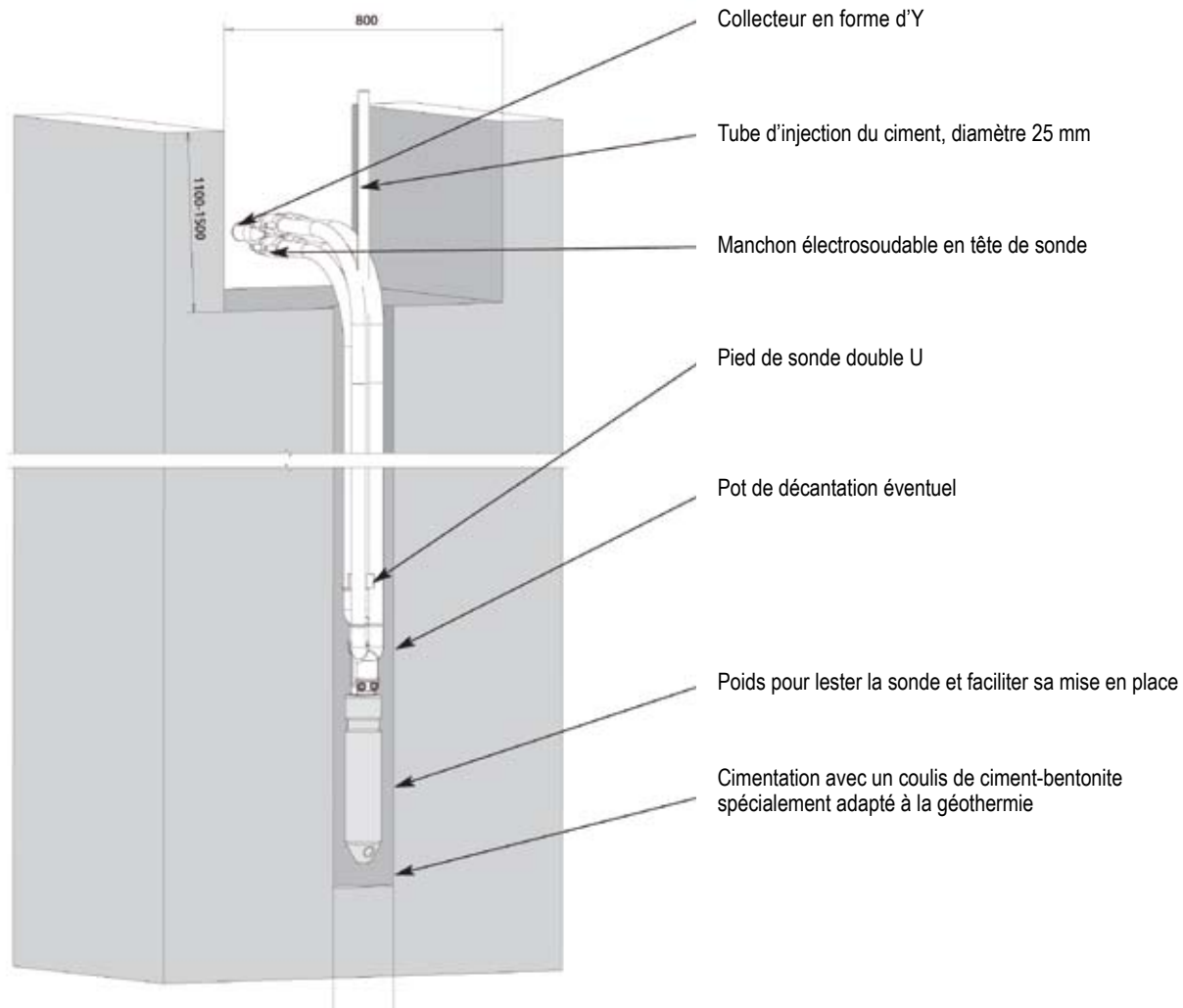
à chaleur et le forage, assurant l'extraction de la chaleur du sous-sol (par conduction), son transport (grâce à une pompe de circulation), et sa restitution au plancher chauffant à l'aide de la pompe à chaleur (PAC).



## Construction et fonctionnement

Un ou deux forages d'un diamètre généralement compris entre 100-180 mm sont réalisés à proximité du bâtiment à chauffer. Leur profondeur dépend du volume des locaux à chauffer/rafraîchir et du type de terrain.

Dans le forage terminé, on insère une boucle formée de 2 tubes de polyéthylène haute densité (PEHD) en forme de U et de diamètre 25, 32 ou 40 mm. L'espace annulaire entre les boucles et les parois du forage est rempli avec un mélange à base de ciment conducteur et de bentonite<sup>2</sup>, afin d'assurer un bon contact entre les tubes et la paroi du forage.



Ces sondes peuvent être installées dans pratiquement tous les types de sous-sol.

L'installateur peut choisir de réaliser 1 ou plusieurs forages selon les besoins énergétiques du logement et en fonction des terrains. Il est important, pour pérenniser le fonctionnement de l'installation dans le temps et ainsi éviter d'appauvrir énergétiquement le sous-sol, que les

forages respectent une distance minimale de 10 mètres. Dans le cas de bâtiments tertiaires ou de petits collectifs par exemple, un champ de sondes sera réalisé.

L'espacement et la profondeur des sondes seront dimensionnés par un bureau d'études spécialisé.

## Domaines d'application

Particulièrement bien adapté au chauffage basse température<sup>3</sup>, ce type d'installation permet d'assurer toute la saison de chauffage pour l'habitat individuel, et peut également fournir l'eau chaude sanitaire (seule ou couplée avec une autre énergie, comme le solaire par exemple). De plus, elle peut être conçue, sans surcoût, pour

fournir un rafraîchissement l'été.

Pour des immeubles d'habitation ou des bâtiments tertiaires, la même technologie peut être mise en œuvre mais avec un plus grand nombre de sondes ; on parle alors de champ de sondes géothermiques.

<sup>2</sup> On appelle cette opération « la cimentation », opération qui permet le transfert de chaleur par contact direct entre les tubes de la sonde et les terrains. Elle assure également l'étanchéité du forage et la protection des eaux souterraines contre les infiltrations de surface ou l'intercommunication entre plusieurs

<sup>3</sup> Type plancher chauffant, radiateur basse température (eau de chauffage < 30 °C)



Mise en place d'une sonde verticale (GÉOFORAGE ALSACE)

## Ordres de grandeur

### NOMBRE ET LONGUEUR DE FORAGE

En fonction des caractéristiques géologiques et climatiques locales, une sonde de 100 m de profondeur ou deux sondes géothermiques de 50 m de profondeur conviennent pour chauffer, par plancher chauffant,

une maison d'environ 100 m<sup>2</sup> habitables et de soutirer aux terrains une puissance totale de 5 kW, soit une puissance linéaire par mètre de sonde de 50 W.

### INVESTISSEMENT<sup>4</sup>

145 à 185 € par m<sup>2</sup> chauffé.

### COÛT DE FONCTIONNEMENT<sup>4</sup>

2,3 à 3,5 € TTC par m<sup>2</sup> et par an.

**La sonde géothermique verticale induit un coût d'investissement non négligeable, mais offre l'avantage d'une emprise au sol minimum, d'une jouissance du sol sans contrainte et un rendement annuel de la PAC très favorable.**

### EXEMPLE DE RÉALISATION :

L'ADEME réalise des suivis d'installations de PAC chez des particuliers de façon à évaluer les performances de ces systèmes en situation réelle.

Un exemple standard est celui d'une maison individuelle de 175 m<sup>2</sup> située à Vaugneray (Rhône) et construite en 2002.

Cette habitation est chauffée par une PAC eau glycolée/eau d'une puissance thermique de 10,6 kW et utilise 2 sondes géothermiques de 80 m de profondeur pour soutirer cette puissance aux terrains, soit ~66 W par mètre linéaire de sonde, pour alimenter un plancher chauffant-rafraîchissant.

Sur la période de suivi, d'octobre 2003 à septembre 2004, le COP annuel moyen mesuré a été de 3,1 (pour un COP nominal de la machine de 3,8) et le coût du chauffage de seulement 2,1 € HT/m<sup>2</sup>, soit 367,5 € HT pour 175 m<sup>2</sup>. L'énergie électrique consommée pour le chauffage a été de 32 kWh/m<sup>2</sup>, soit de 5 600 kWh pour 175 m<sup>2</sup>. Ce coût est très faible par rapport aux valeurs rencontrées usuellement pour d'autres modes de chauffage.

L'appoint électrique a représenté moins de 0,5 % de la consommation totale de chauffage. Sur cette année de mesure, le CO<sub>2</sub> évité par rapport à un système de chauffage par chaudière gaz a été de 2,7 tonnes.

Ces valeurs sont représentatives de PAC installées dans de l'habitat neuf. Dans le cas de rénovation, on rencontre habituellement des COP moyens annuels de 2,5 à 2,6.

(ADEME, N°1 Bâtiment, Économie d'énergie, 2007)

## Informations complémentaires

Une liste des foreurs engagés dans QUALIFORAGE, démarche qualité foreurs ADEME-EDF-BRGM pour la réalisation des forages pour sondes géothermiques, est accessible sur :

<http://www.geothermie-perspectives.fr>

L'ADEME propose un guide pratique Pompes à Chaleur géothermique à l'usage des particuliers :

<http://www.ademe.fr/particuliers/Fiches/pacg/rub3.htm>

Le site de l'Association Française pour les Pompes à Chaleur (AFPAC) :

<http://www.afpac.org>

L'appellation QualiPAC a été créée par l'AFPAC en 2007, dans le but de faciliter la mise en relation des particuliers avec des installateurs de pompe à chaleur :

<http://www.afpac.org/qualite-installateurs-qualipac.php>

Pour le choix des pompes à chaleur, la marque NF PAC, mise en œuvre par l'AFPAC est délivrée par l'AFAQ-AFNOR, certification permettant de vérifier la conformité des pompes à chaleur aux différentes normes en vigueur, françaises, européennes et internationales ainsi que le respect des performances :

[http://www.certita.org/referentiel\\_integral.html](http://www.certita.org/referentiel_integral.html)

Pour les particuliers : les pompes à chaleur géothermiques sont éligibles au crédit d'impôts et peuvent bénéficier d'aides locales, les Espaces Info-Energie peuvent vous préciser les dispositifs régionaux en place :

<http://www.ademe.fr/particuliers/PIE/infoenergie2.html>

Pour les autres bâtiments : les opérations de géothermie très basse énergie peuvent donner lieu à des soutiens de l'ADEME et du Conseil Régional.

<http://www.regioncentre.fr/>

<http://www.ademe.fr/centre/>