



## → Les pompes à chaleur

### ++ Pompes géothermiques, des ressources sous nos pieds

Elles valorisent les calories du sol ou de l'eau des nappes par le biais de réseaux de capteurs, de sondes ou de forages d'eau.

Ce type de PAC est très performant quelle que soit la température hivernale. En effet, les capteurs sont installés à la profondeur requise pour que la température y soit à peu près constante toute l'année et toujours suffisante.



#### Géothermie de surface

Aux profondeurs qui intéressent les pompes à chaleur géothermiques (ou pompes sur capteurs enterrés), l'énergie du sol provient pour l'essentiel du rayonnement solaire et de la migration des eaux de pluie dans le sol.

### | Capturer les calories

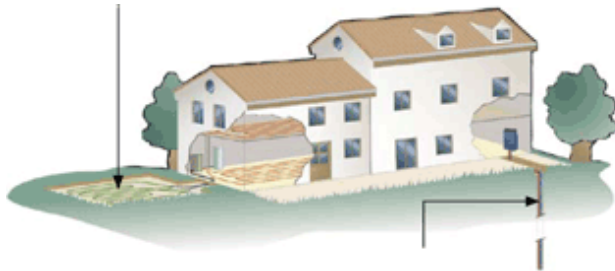
Dans les PAC géothermiques, le prélèvement de chaleur se fait par le biais de tubes enterrés dans le sol.

Ces **capteurs** peuvent être placés en configuration horizontale ou verticale. Dans ce dernier cas, on parle aussi de sondes géothermiques verticales.

- **Les capteurs horizontaux** sont des tubes de polyéthylène ou de cuivre gainés de polyéthylène. Ils sont installés en boucles enterrées horizontalement à faible profondeur (de 0,60 m à 1,20 m).

*Dans ces boucles circule en circuit fermé de l'eau additionnée d'antigel ou le fluide frigorigène de la pompe à chaleur (selon la technologie employée).*

*Les capteurs horizontaux peuvent équiper une PAC à détente directe, une PAC à fluides intermédiaires ou une PAC mixte.*



■ **Les capteurs verticaux** sont constitués de deux tubes de polyéthylène formant un U installés dans un forage (jusqu'à 80 m de profondeur) et scellés dans celui-ci par du ciment. Dans la plupart des cas, on réalise plusieurs forages qui doivent être distants d'au moins 10 m.

On y fait circuler en circuit fermé de l'eau additionnée de liquide antigel.

Seules les PAC à fluides intermédiaires (voir page 9) peuvent être équipées de capteurs verticaux

## | Bien dimensionner les capteurs

■ La longueur totale des tubes d'un **capteur horizontal** dépasse plusieurs centaines de mètres. Ils sont repliés en boucles distantes d'au moins 40 cm, pour éviter un prélèvement trop important de la chaleur du sol. Dans le cas contraire, il y aurait des risques de gel du sol.

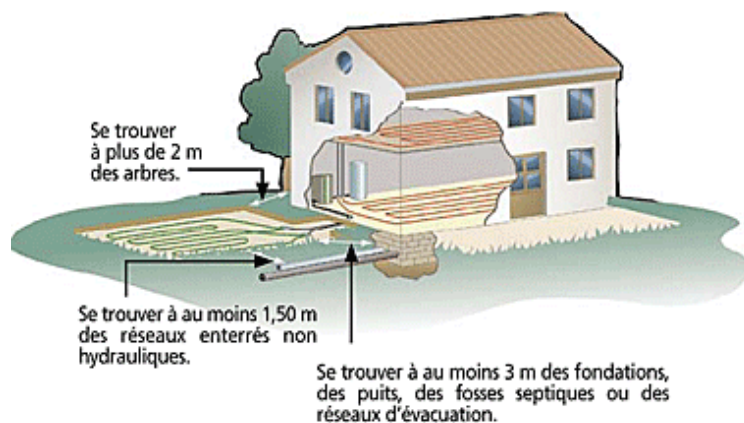
On estime la surface de capteur nécessaire de **1,5 à 2 fois la surface habitable à chauffer**. Pour une maison de 150 m<sup>2</sup>, le capteur occupera entre 225 et 300 m<sup>2</sup> de votre jardin.

■ Pour les **capteurs verticaux**, deux sondes géothermiques d'environ **70 m de profondeur** chacune et distantes d'au moins 10 m, peuvent convenir pour chauffer une maison de 120 m<sup>2</sup> habitables (en fonction de la zone climatique et de l'isolation de la maison).

L'emprise au sol est faible par rapport à des capteurs horizontaux mais la réalisation du forage exige un minimum de place et une bonne accessibilité.

## | Prendre quelques précautions

■ Les **capteurs horizontaux** doivent respecter certains principes de pose.



Pelouse, massifs de fleurs et buissons peuvent cohabiter avec le capteur horizontal enterré.

La surface au-dessus du capteur doit être perméable (pas de terrasse ou de construction) et ne pas être traversée par des réseaux d'eau (risque de gel). Le terrain ne doit pas être trop pentu, pour ne pas avoir à faire de remblai. Dans un sol rocheux ou argileux, il est préférable d'installer les capteurs sur un lit de sable.



*Pose de capteurs horizontaux*

- Les **sondes géothermiques** sont plus délicates à poser.



En plus des précautions signalées pour la pose des capteurs horizontaux, il est nécessaire de faire appel à une entreprise de forage qualifiée (le bureau de recherches géologiques et minières - BRGM - gère une liste de foreurs engagés dans une démarche de qualité) et de respecter les procédures administratives concernant la protection des sous-sols.

*Pose d'une sonde géothermique*

## Choisir une configuration

- Actuellement, en France, les **PAC** géothermiques les plus répandues sont celles à capteurs horizontaux. Elles sont **moins coûteuses** que les **PAC** à capteurs verticaux mais nécessitent de disposer d'une **surface de terrain suffisante**.

Elles sont donc surtout réservées au chauffage des maisons individuelles.

- Les configurations verticales sont bien développées à l'étranger et l'on commence à voir de plus en plus de réalisations en France. Ces systèmes sont **plus coûteux** mais leur **emprise au sol est nettement plus réduite**.

Ils peuvent donc convenir pour chauffer des maisons individuelles et aussi de petits ensembles de logements et d'immeubles de bureaux qui sont limités par la surface environnante.

- Ces PAC peuvent être intégrées à une installation de chauffage central classique existante (pompes à chaleur « en relève de chaudière »). Ceci permet d'économiser du combustible et de limiter les rejets d'une chaudière à gaz ou au fioul.

## | Un cas à part, les PAC sur eau de nappe

Elles aussi font partie des PAC géothermiques. La chaleur du sous-sol est celle contenue dans l'eau de nappes aquifères peu profondes (moins de 100 m) captée par forage. On les appelle en général pompes eau / eau.

Les PAC sur eau de nappe nécessitent un ou deux forages de 30 à 100 m de profondeur. Le captage doit être réalisé par un foreur professionnel et déclaré à la DRIRE locale (direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement)

### **Attention ! Démarches**

Les forages sont soumis à des réglementations nationales et locales. Avant d'envisager un tel projet, il faut faire le point sur les démarches administratives à entreprendre et contacter un spécialiste (hydrogéologue agréé, Bureau de recherches géologiques et minières [BRGM], bureau d'études spécialisé).

Dans les systèmes à un seul forage, l'eau de nappe prélevée est rejetée dans une rivière, un plan d'eau ou un réseau d'eaux pluviales (si ce type de rejet y est toléré) après qu'on y ait prélevé les calories nécessaires.

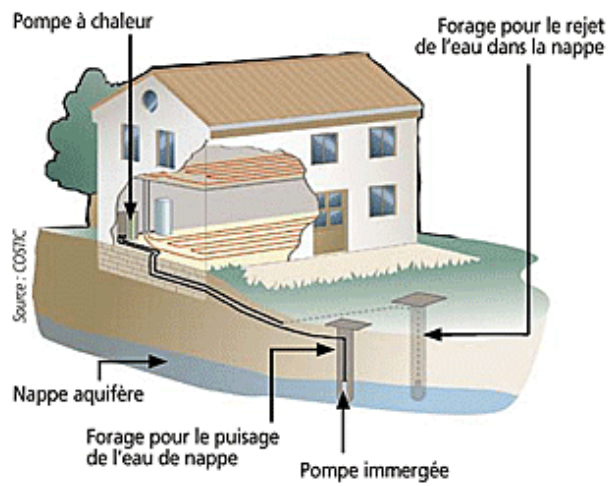
Dans le système à deux forages, le deuxième forage sert à réinjecter l'eau utilisée dans la nappe. Ce système, bien que plus coûteux, est fortement recommandé car il évite le gaspillage de l'eau souterraine, précieuse par nature.



### **Un débit suffisant**

Pour qu'une pompe à chaleur sur eau de nappe donne toute satisfaction, il faut que le débit d'eau puisé dans la nappe soit suffisant et stable dans le temps. Le débit requis peut atteindre ou dépasser 1 m<sup>3</sup>/h et s'élever jusqu'à 3 m<sup>3</sup>/h pour une maison individuelle, selon son degré d'isolation.

**Pompe à chaleur eau/eau**  
*Exemple d'une pompe à double forage*



**Et en rivière ?**

Il est possible d'utiliser l'eau d'une rivière pour faire fonctionner une pompe à chaleur. Selon le débit prélevé par la pompe, le débit d'étiage du cours d'eau et le type de cours d'eau (domanial ou non), cet usage peut être soumis à déclaration ou à autorisation et assujéti à une redevance du domaine public (rivières domaniales). Pour plus de renseignements, contacter la direction départementale de l'agriculture et de la forêt. C'est auprès d'elle que se font les démarches nécessaires.