

La géothermie



Le sous-sol de nos jardins représente une réserve d'énergie calorifique inépuisable, sans cesse renouvelée. Prélevée par des capteurs enterrés, elle est restituée grâce à une pompe à chaleur, encore appelée générateur thermodynamique, dans la maison via un plancher chauffant ou un réseau de radiateurs basse température.

► **Le sol constitue une réserve de chaleur naturelle**, sans cesse renouvelée par le rayonnement solaire, l'air et les infiltrations d'eau de pluie. Si le stockage de ces calories est variable au cours de l'année, les quantités disponibles, dans des conditions climatiques normales, sont suffisamment importantes pour assurer le chauffage d'une maison. Appelés "géothermiques", ces systèmes font appel à une Pompe à Chaleur (PAC) reliée à un captage extérieur et à un réseau de planchers chauffants ou de radiateurs basse température.

Le principe de fonctionnement

Une PAC, c'est principalement un circuit frigorifique à compression qui absorbe d'un côté la chaleur et la restitue de l'autre. C'est le phénomène qui est utilisé pour la climatisation et les réfrigérateurs. Pour réaliser ce transfert de chaleur, le circuit d'une PAC se compose d'un détendeur, d'un compresseur et de deux échangeurs : un évaporateur et un condenseur. En géothermie, le premier absorbe la chaleur du sol et le second la restitue dans la maison. Le compresseur permet d'élever la température du fluide provenant du sol et de transmettre la chaleur aux circuits de chauffage. Le détendeur, organe de régulation, abaisse la pression du fluide qui se "refroidit" et repart vers l'évaporateur.

Pour réaliser ce transfert de calories, seul le compresseur et le(s) ventilateur(s) de la PAC sont raccordés au secteur. Comme les calories prélevées dans le milieu naturel sont gratuites et qu'une grande partie de l'électricité fournie au compresseur est transformée en chaleur, un chauffage thermodynamique consomme moins d'énergie qu'il n'en fournit. Ce phénomène est défini par le Coefficient de Performance ou COP. Un COP de 3, par exemple, signifie que la PAC restitue 3 kWh de chauffage (ou de froid) pour 1 kWh d'électricité consommé.

Le fonctionnement de la PAC est réversible : l'évaporateur devient condenseur et vice-versa. En été, la PAC absorbe alors la chaleur pour rafraîchir les pièces et l'évacue dans le sol.

Deux techniques de géothermie, appelées aussi chauffage thermodynamique, sont actuellement développées pour le chauffage des maisons individuelles.

Le captage horizontal

Un réseau de tuyaux dans lequel circule un fluide caloporteur (ou frigorigène) est enterré horizontalement à 0,80 m de profondeur environ dans le jardin. Un remblaiement effectué en partie avec du sable favorise les échanges. Les capteurs n'affectent que très peu la végétation, mais, sur la zone de captage, il est interdit de planter des arbres ou des plantes avec enracinement profond.

■ **La technique à détente directe**, dite sol-sol, fait intervenir des réseaux de capteurs et de planchers chauffants en tube cuivre dans lesquels circule un fluide frigorigène. C'est le système le plus performant, nécessitant un captage de 1 à 1,2 fois la surface à chauffer. Inconvénients : l'installation est plus chère (tube de cuivre), plus délicate (étanchéité des réseaux), et il n'y a pas d'option rafraîchissement et assèchement possible du terrain en été.

■ **La technologie "eau-eau"** assure le transfert de chaleur par un circuit de distribution hydraulique, dans le réseau de capteurs (eau + antigel) et dans la maison (plancher chauffant ou réseau de radiateurs). C'est une installation moins onéreuse que la précédente et plus facile à poser (réseaux de tube en polyéthylène réticulé, fluide frigorigène limité à la PAC). Inconvénients : la surface de captage est plus importante, de 1,5 à 2 fois la surface à chauffer.

■ **La technique sol-eau** combine l'utilisation du fluide frigorigène, dans les capteurs en cuivre enterrés, et de l'eau pour le chauffage. Cette version mixte allie les avantages et les inconvénients des deux précédentes techniques.

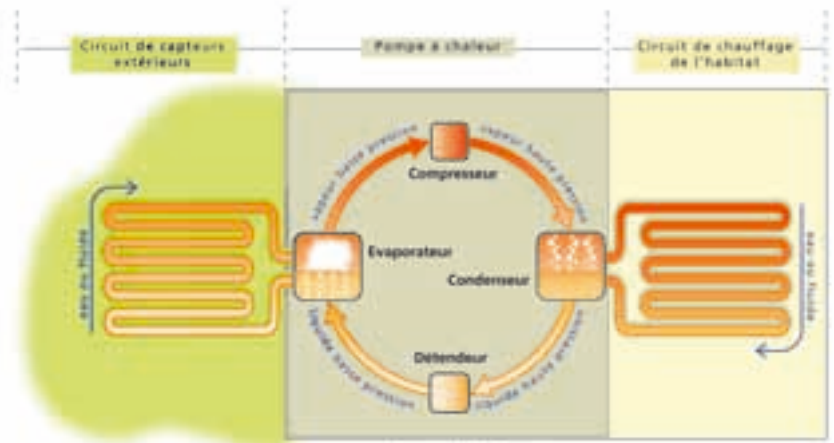
Le captage par sondes verticales

Cette technique est adaptée lorsque le terrain est limité, mais c'est aussi celle qu'il faut retenir car plus performante que le captage horizontal. Deux forages verticaux espacés de 10 m minimum sont réalisés à proximité de la maison. Des sondes constituées de tube polyéthylène sont ensuite introduites dans les puits. Ceux-ci sont rebouchés en partie avec du gravier ou du sable fin vibré et, à 10 m de la surface, avec de la bentonite (mélange de ciment et d'argile), qui améliore la conductibilité tubes-terrain et qui protège les sondes contre les pierres et les racines des arbres. Un mélange d'eau glycolée (eau + antigel) circule en circuit fermé dans les sondes pour puiser les calories dans le sous-sol naturel. Elles sont transmises, par l'intermédiaire de la PAC, à l'eau qui circule dans les planchers chauffants.

On obtient d'excellents rendements avec la PAC car, à partir d'une profondeur de 15 m, le sol a une température relativement constante de 10° C, quelle que soit la saison. Deux sondes de 50 m de profondeur environ suffisent pour chauffer une maison de 150 m². La PAC peut fonctionner avec un COP de 4 et plus, à condition que le sous-sol contienne de l'eau. Les forages occupent une surface de 50 x 50 cm et sont parfois même enterrés complètement. L'inconvénient principal est le coût des forages qui varie selon la profondeur, la nature des terrains... Mais on profite généralement de ces forages pour réaliser, en même temps, un puits qui alimentera en eau la maison gratuitement.

■ **Autre solution de captage vertical**, le système eau/eau utilise comme source de prélèvement l'eau des nappes phréatiques. Même lors des hivers rigoureux, sa température se situe entre + 8° C et + 12° C, température largement suffisante pour alimenter une PAC pour le chauffage d'une maison. Cette solution implique de creuser deux puits. Dans le premier, dit puits d'aspiration, la PAC pompe l'eau pour absorber ses calories et dans le second, dit puits de restitution, elle rejette l'eau "refroidie" dans son milieu naturel, sans altérer sa qualité. C'est un système très performant car le COP de la PAC atteint un niveau de 5 en moyenne annuelle. Pour installer une PAC de ce type il faut évidemment que l'eau soit disponible en quantité et qualité et une autorisation administrative, car le puisage de l'eau dans le milieu naturel superficiel ou souterrain est réglementé. <

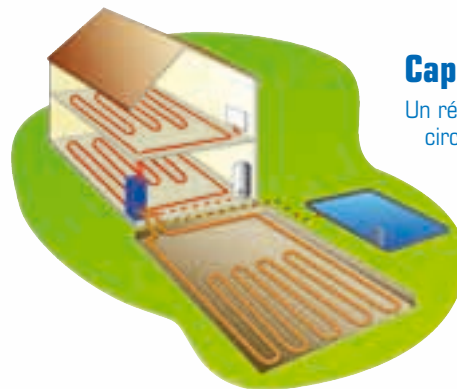
Photos : Sofath, France Géothermie



Principe de fonctionnement

Évaporateur : Le chaleur prélevée dans le sol par les capteurs est transférée au fluide frigorigène qui se vaporise.

Condenseur : Le fluide frigorigène cède la chaleur au fluide du circuit de chauffage (plancher chauffant, radiateurs, convecteurs).



Captage horizontal

Un réseau de tuyaux, dans lequel circule un fluide caloporteur (ou frigorigène), est enterré horizontalement à environ 0,80 m de profondeur.

Captage par sondes verticales



Le système eau/eau utilise comme source de prélèvement l'eau des nappes phréatiques

EST-CE RENTABLE ?

Le chauffage thermodynamique permet de réelles économies d'énergie. Pour une surface chauffée de 150 m², la facture annuelle d'électricité pour le chauffage s'élève à 225€. L'investissement est cependant plus important qu'une installation de chauffage central traditionnel.

■ Pour un captage horizontal à détente directe, comptez 70 à 100€ environ le m² de surface chauffée.

■ Pour un captage horizontal eau/eau, comptez 90€ environ le m² de surface chauffée.

■ Pour un captage par sondes verticales, comptez 150 à 190€ environ le m² de surface chauffée.

A noter que dans certaines régions, EDF accorde des subventions, ainsi que l'Ademe et l'Anah, et que ce type de chauffage bénéficie de réductions d'impôts.