



Principes de base

Le mot « géothermie » désigne à la fois les phénomènes thermiques terrestres et leur utilisation pour la production de chaleur ou d'électricité.

Le principe consiste à exploiter la chaleur :

- contenue dans le sous-sol directement dans le cas de la géothermie haute et moyenne énergie
- avec une pompe à chaleur dans le cas de la **géothermie assistée par pompe à chaleur**.

C'est le rayonnement solaire et le noyau terrestre qui réapprovisionnent en permanence le sol en calories. Il s'agit donc bien d'une énergie renouvelable, utilisée sur place, indépendante des conditions climatiques et gratuite car non liée aux variations de coût des énergies fossiles.

Utilisation

La géothermie peut chauffer et/ou rafraîchir et/ou produire de l'eau chaude sanitaire.

Usages

La géothermie basse énergie peut être envisagée dans des projets publics ou privés, des bâtiments d'habitat collectif, à usages tertiaires, agricoles voire industriels, lors de constructions neuves ou de réhabilitation.

Avantages

Utiliser la géothermie permet de :

- réaliser des économies financières car le bâtiment sera performant d'un point de vue énergétique sous réserve que ce bâtiment soit bien isolé ;
- réduire ses émissions de gaz à effet de serre donc d'accroître sa performance environnementale ;
- avoir la possibilité de production de chaleur, de froid et d'eau chaude sanitaire avec un même équipement.

Le principe

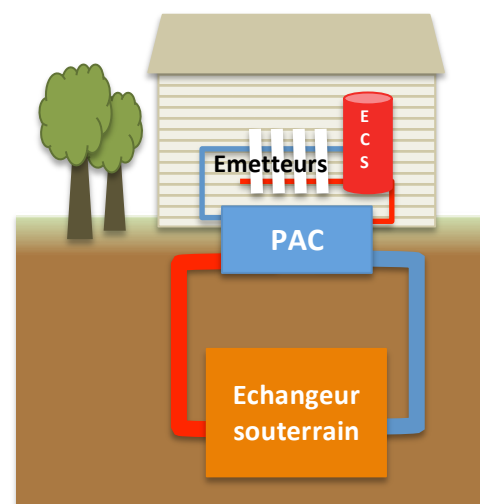
Pour exploiter le potentiel géothermique du terrain, il faut utiliser un **système géothermique**. Ce dernier permet le transfert de chaleur (ou de froid) depuis le sous-sol vers des locaux à chauffer (ou à refroidir).

Le système géothermique se compose de :

1. un échangeur souterrain
2. une pompe à chaleur (PAC)
3. un système de distribution dans les locaux (les émetteurs).

L'ensemble est relié par un système de connexion.

Concrètement, la pompe à chaleur prélève au moyen de capteurs enterrés la chaleur du sous-sol, en augmente le niveau de température et restitue un niveau de chaleur plus élevé. Et même si une pompe à chaleur fonctionne à l'électricité, le rapport est très favorable puisque pour 1 kWh consommé, les pompes à chaleur les plus performantes permettent de produire jusqu'à 6 kWh de chaleur. Ce même type d'équipement peut également être réversible, et ainsi produire du froid selon les besoins.



Le système géothermique
* ECS : eau chaude sanitaire

Source : G2H Conseils

Les éléments du système géothermique

1. L'échangeur souterrain

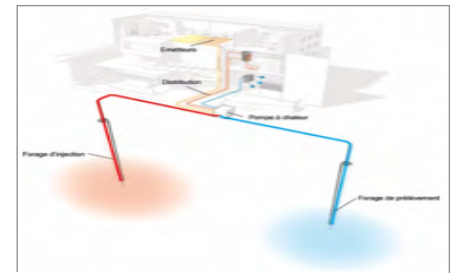
Il existe 2 principaux échangeurs souterrains :

- **les installations sur nappe**

(ou sur eau de nappe ou sur eau souterraine ou aquathermie)

La chaleur est prélevée dans l'eau de la nappe souterraine.

Ces systèmes sont en cycle ouvert : l'eau pompée au puits de production passe par l'échangeur puis elle est restituée dans la nappe souterraine via un puits d'injection. Il n'y a donc aucun prélèvement d'eau. Le système utilise un (ou plusieurs) doublet(s) de forage.



Installation sur nappe (Source : Guide technique ADEME/BRGM)

Un débit de 50m³/h au niveau de la pompe
et
Une différence de T° de 5°C entre l'eau pompée
et l'eau restituée permet d'obtenir
290 kW géothermiques
soit environ 350kW restitués au bâtiment

| Points forts | Points faibles |
|--|--|
| Importante puissance extractible possible | Accessibilité de la ressource (selon sa nature et sa profondeur) |
| Rafrâichissement possible (free cooling ou geocooling) | Espacement nécessaire entre les forages de production et d'injection |

- **les installations sur sondes verticales**

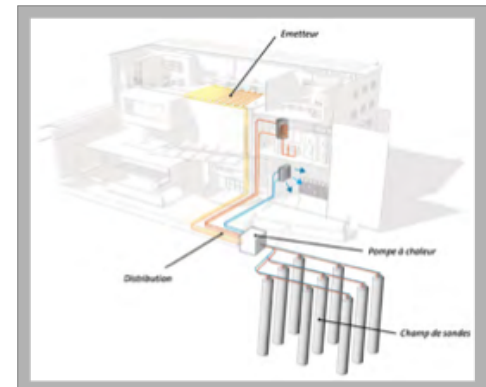
La chaleur est prélevée dans le sol en utilisant des sondes géothermiques verticales comme échangeur.

A quelques dizaines de mètres de profondeur, le sous-sol ne subit plus les influences du climat : il constitue ainsi un réservoir énergétique stable.

Les sondes géothermiques sont installées par forage. Un liquide caloporteur (généralement de l'eau additionnée de glycol alimentaire) circule dans une boucle étanche : ces systèmes sont donc en cycle fermé.

En fonction de la puissance thermique attendue, le nombre de sondes varie de 2 à plusieurs dizaines. Leur organisation dépendra de la place disponible sur le terrain : on parle de « champ de sondes ».

Dans le cas des constructions neuves, il est possible d'utiliser les fondations des bâtiments comme sondes verticales (*fondations thermoactives*).



Installation sur sondes géothermiques verticales
(Source : Guide technique ADEME/BRGM)

100 m de sondes permettent d'obtenir 5 kW géothermiques
pour le chauffage pendant moins de 2000 heures/an

| Points forts | Points faibles |
|-----------------------|---|
| Faible entretien | Nombre de forages |
| Free cooling possible | Ecartement nécessaire, place minimum nécessaire |

2. La pompe à chaleur

La pompe à chaleur (PAC) prélève de la chaleur d'une « source froide » (sol ou eau d'une nappe), augmente son niveau de température et délivre une chaleur à une température plus élevée dans le bâtiment.

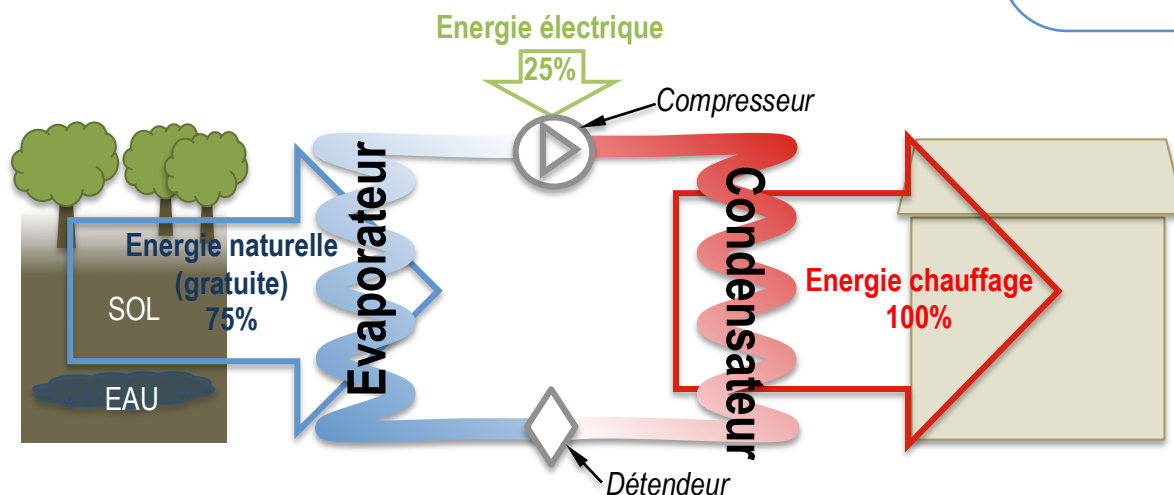
La PAC est une machine thermodynamique constituée d'un circuit fermé et étanche dans lequel circule un fluide frigorigène à l'état liquide ou gazeux selon les organes qu'il traverse. Ces organes sont au nombre de quatre : l'évaporateur, le compresseur, le condenseur, et le détendeur. Il est nécessaire de fournir de l'énergie (électricité ou gaz) au compresseur : 25% d'énergie électrique fournit 100% d'énergie de chauffage. L'efficacité énergétique de la PAC est exprimée par le coefficient de performance (COP).

ZOOM

le coefficient de performance (COP) de la pompe à chaleur (PAC)

$$\text{COP} = \frac{\text{énergie produite par la PAC}}{\text{énergie consommée par la PAC}}$$

Aujourd'hui les pompes à chaleur du marché garantissent un COP supérieur ou égal à 4.



Principe de base d'une PAC géothermique avec un COP de 4
Source G2H Conseils

La pompe à chaleur réversible : point fort

Si le projet a un besoin de froid, l'installation d'une PAC réversible est un atout. En effet elle diminue de 20% à 50%, voire plus, le coût de fonctionnement en assurant la production de chaud et de froid.

3. Le système de distribution dans le bâtiment

Le système de distribution va diffuser l'énergie produite par la pompe à chaleur (PAC) dans le bâtiment.

Le fonctionnement de la PAC est d'autant plus efficace que la différence entre la température du milieu où est puisée la chaleur et celle des émetteurs de chaleur du bâtiment est réduite.

Il faut donc privilégier l'utilisation d'émetteurs fonctionnant à basse température :

- planchers chauffants
- radiateurs basse température
- ventilo-convecteurs...

Les PAC actuelles sont optimales pour des températures d'émetteurs comprises entre 35 et 45°C.

Pour aller plus loin

Géothermie Perspectives
www.geothermie-perspectives.fr
Association Française des Professionnels de la géothermie
www.afpg.asso.fr
ADEME Champagne-Ardenne
www.champagne-ardenne.ademe.fr

Ressources

- « La géothermie. Quelles technologies pour quels usages », ADEME / BRGM
- « Les pompes à chaleur géothermiques à partir de forage sur aquifère », ADEME / BRGM Editions
- « Les pompes à chaleur géothermiques sur champ de sondes », ADEME / BRGM Editions

Fiches

1. Principes de base
2. Quels acteurs à quelle étape ?
3. Phases préalables
4. Phases APD et DCE
5. Suivi des travaux et réception
6. Suivi d'exploitation
7. Dispositifs d'accompagnement disponibles
8. Données économiques
9. Réglementations et certifications
10. Le potentiel géothermique régional