

Énergies renouvelables | Géothermie

Décryptages

Utiliser la température du sous-sol de la Terre pour produire de la chaleur ou de l'électricité : c'est le principe de la géothermie. Moins connue que l'énergie solaire ou éolienne, c'est pourtant la troisième énergie renouvelable la plus utilisée dans l'hexagone. Voici comment elle fonctionne.

- Qu'est-ce que la géothermie ?
- Comment fonctionne la géothermie ?
- Les atouts de la géothermie
- Les contraintes et les points de vigilance
- Où en est la géothermie aujourd'hui ?



QU’EST-CE QUE LA GÉOTHERMIE ?

Le mot géothermie vient du grec gê (terre) et thermos (chaud). Il désigne les techniques permettant de **récupérer la chaleur naturellement présente dans le sous-sol et les nappes d’eau souterraines (aquifères) pour l'utiliser comme source d'énergie**. Cette chaleur provient, d'une part, des phénomènes à l'origine de la formation de la planète, il y a plusieurs milliards d’années et, d'autre part, de la radioactivité naturelle.

Profondeur = chaleur !
La température du sous-sol varie selon les endroits de la planète, mais aussi en fonction de la profondeur à laquelle on se situe : plus on descend profond vers le centre de la Terre, plus la température est élevée. Cette **augmentation de la température en fonction de la profondeur s’appelle le gradient thermique**. Sa valeur moyenne à l’échelle mondiale est de +3 °C tous les 100 m. Mais elle peut atteindre + 10 °C /100 m dans les régions volcaniques, où du magma est emprisonné sous la croûte terrestre.

COMMENT FONCTIONNE LA GÉOTHERMIE ?

Selon la température du sous-sol, les techniques de récupération de la chaleur et son exploitation varient. On distingue généralement deux types de géothermie.

La géothermie basse énergie (températures <90 °C)

C’est la plus facile d’accès, notamment pour les particuliers, car elle s'effectue au moyen d'une pompe à chaleur. Elle représente généralement une énergie d’appoint pour le chauffage des bâtiments :

- **géothermie très basse température (<30 °C)** : elle concerne la chaleur du sol ou de l’eau du sous-sol à des profondeurs inférieures à 200 m. La température est assez faible, mais elle permet de récupérer de la chaleur pour le chauffage et la climatisation.

- **géothermie basse température (de 30 à 90 °C)** : les gisements sont situés dans les aquifères profonds à des profondeurs de quelques centaines de mètres jusqu’à 2 500 m. La température, insuffisante pour produire de l’électricité, permet en revanche de générer de la chaleur par échange thermique direct. Cette solution est réservée aux bâtiments de grande taille.

La géothermie basse énergie est généralement utilisée pour le chauffage des bâtiments.

La géothermie haute énergie (températures >90 °C)

Les températures plus élevées permettent de récupérer plus d’énergie et de produire de l’électricité

- **géothermie haute température (de 90 à 150 °C)** : à cette température, **la chaleur est captée sous la forme de vapeur ou d’eau chaude** comme à la centrale de Bouillante en Guadeloupe. Les réservoirs sont soit des zones ciblées à une profondeur inférieure à 1 000 m, soit des bassins sédimentaires à des profondeurs entre 2 000 et 4 000 m. La production d’électricité nécessite un fluide caloporteur : l’**eau géothermale** transfère sa chaleur à un autre liquide, qui se vaporise à basse température et actionne une turbine produisant de l’électricité ;

- **géothermie très haute température (>150 °C)** : elle est associée à **des réservoirs fracturés**, c’est-à-dire des zones du sous-sol présentant des failles naturelles, comme celle exploitée dans la centrale de Rittershoffen, en Alsace. Des forages sont effectués (généralement à plus de 1 500 m de profondeur) pour faire circuler jusqu'en surface l’eau présente dans ces fractures et la faire remonter en profitant de la perméabilité et des circulations naturelles présentes dans le réseau de failles. Il est également possible d’injecter de l’eau sous pression pour faire jaillir de la vapeur. Une fois en surface, l’eau géothermale est valorisée en chaleur ou en électricité, via une centrale fonctionnant avec un cycle organique de Rankine (procédé permettant de produire de l’électricité à partir de chaleur grâce à un fluide organique).

LES ATOUTS DE LA GÉOTHERMIE

La géothermie offre de nombreux avantages :

- **c’est une source d’énergie propre,** qui ne génère aucun déchet. Les seules consommations d’électricité nécessaires sont liées au fonctionnement des pompes à chaleur et/ou hydrauliques. La quantité moyenne de CO_2 émise par une centrale électrique géothermique est ainsi en moyenne 10 fois moins élevée que celle d’une centrale fonctionnant au gaz naturel ;

- **c'est une énergie disponible de façon régulière**, car elle ne dépend pas des conditions atmosphériques (soleil, pluie, vent), à la différence de l’énergie solaire ou éolienne, par exemple ;

- **elle est sans impact sur le paysage** : une fois réalisés, les forages géothermiques ne sont plus visibles ;

- **elle est facilement exploitable à faible profondeur**, ce qui la rend accessible aux particuliers ;

- **elle est renouvelable**… à condition, bien entendu, de respecter des conditions raisonnables d’exploitation.

LES CONTRAINTES ET LES POINTS DE VIGILANCE

Comme toute source d’énergie exploitant des ressources naturelles, la géothermie dépend des conditions locales, en l’occurrence de la géologie du sous-sol. Les zones volcaniques sont ainsi les plus propices à la géothermie haute énergie.

La chaleur générée à partir de la géothermie doit être utilisée localement, car le transport sur de longues distances génère des pertes thermiques. Cette problématique ne se pose pas pour l’électricité, qui est acheminée via les lignes électriques.

Elle nécessite un **investissement de départ élevé** (forage, pompe à chaleur, etc.), qui est ensuite compensé par un prix du kilowattheure (kWh) très compétitif.

Enfin, les **réservoirs peuvent s’épuiser au fur et à mesure de leur exploitation** si on ne laisse pas le temps aux eaux souterraines de se réchauffer en circulant dans le sous-sol. Il est donc indispensable de plafonner les quantités de chaleur prélevées et de limiter l’exploitation des réservoirs dans le temps.

OÙ EN EST LA GÉOTHERMIE AUJOURD’HUI ?

À l’heure actuelle, 90 pays dans le monde utilisent la géothermie et certains y puisent plus de 20 % de leur production nationale. En France, **la géothermie est la 3e énergie renouvelable la plus utilisée**, derrière la biomasse et l’hydroélectricité.

Les ressources géothermiques présentes sur le territoire métropolitain et dans les départements et régions d’outre-mer sont très riches, mais encore peu exploitées. Ainsi, **seulement 10 % des habitations neuves sont équipées de pompes à chaleur** (contre 35 % en Suisse et 90 % en

Suède). Le premier site français de production d’électricité géothermique se trouve en Guadeloupe. Un autre est en cours d’expérimentation en Alsace.



IFPEN :
Nos expertises > Géothermie

POUR ALLER PLUS LOIN

Site web d'ENGIE
Site web de DIRECT ENERGIE
Site web d'EDF
Géothermie : exploiter la chaleur de la planète

Lien vers la page web :