

La géothermie pour la production d'électricité



La géothermie consiste à capter la chaleur de la croûte terrestre pour produire du chauffage ou de l'électricité.

La température des roches augmente en moyenne de 1 °C tous les 30 mètres de profondeur : c'est le gradient géothermique terrestre moyen. En certains points du globe, et notamment dans les régions volcaniques, qui correspondent à des intrusions de magma dans la croûte terrestre, le gradient géothermique est plus élevé (10 °C par 100 mètres en Alsace et même exceptionnellement 100 °C par 100 mètres à Larderello, Italie, seulement 1 °C par 100 mètres près de Padoue) et l'eau des précipitations qui traverse les roches s'échauffe de plus en plus en profondeur.

Une seule forme d'énergie géothermique permet de produire de l'électricité : la géothermie moyenne et haute température, à partir de 150 °C, qui permet la production d'électricité, soit directement à partir de gisements de vapeur ou d'eau chaude (centrale de Bouillante en Guadeloupe) ou après injection d'eau en profondeur et récupération de chaleur (dispositif expérimental de Soultz-sous-Forêt en Alsace). Les autres formes de géothermie, qui exploitent des températures plus basses, sont exploitées exclusivement pour le chauffage seul ou en association avec la climatisation.

Les principales formes de ressources géothermiques

Réservoirs de vapeur :

Tarifs d'achat de la géothermie

7,62c€/kWh
en Métropole
7,93 c€/kWh
dans les DOM

Si l'eau de gisement est partiellement vaporisée, elle pourra être récupérée sous la forme de vapeur sèche directement utilisable pour faire tourner les turbines des centrales électriques. Cependant, ces gisements de vapeur sont relativement rares.

Les gisements les plus connus sont Larderello (Italie), Geysers (Californie) et Matsukawa (Japon).

La géothermie des roches fracturées

consiste à récupérer la chaleur de roches chaudes en profondeur par une circulation d'eau vers la surface. Elle constitue une énorme réserve d'énergie puisque l'exploitation de la chaleur contenue dans une sphère de 1 km de rayon permettrait d'alimenter pendant un siècle une centrale électrique de 10 MW.

La principale difficulté consiste à créer un échangeur souterrain par stimulation hydraulique des fractures existantes dans la roche en profondeur.

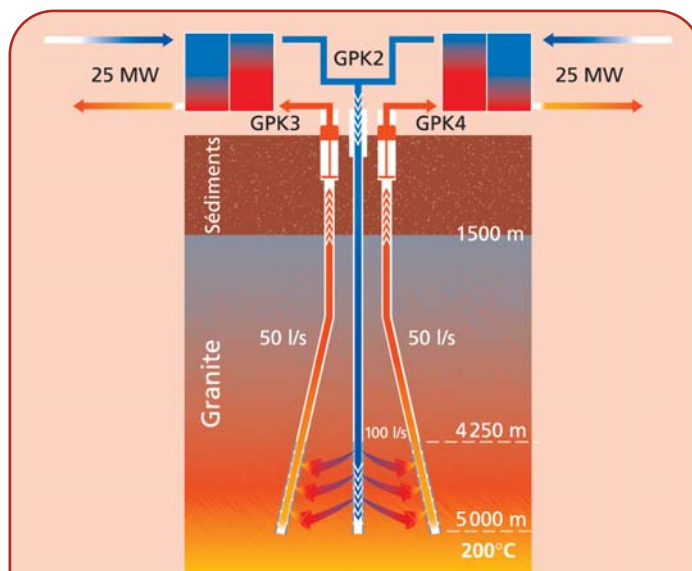
Réservoirs d'eau chaude :

Le plus souvent, l'eau des gisements géothermiques reste liquide et, suivant sa température, elle peut être utilisée soit pour le chauffage, soit pour la production d'électricité. Dans ce dernier cas, la baisse de pression que subit l'eau chaude pendant sa remontée vers la surface produit sa vaporisation de sorte qu'en tête de puits on dispose d'un mélange diphasique eau-vapeur dont on peut utiliser la phase gazeuse pour alimenter des turbines.

La centrale de Bouillante en Guadeloupe exploite cette forme de ressource. En 2004, sa puissance installée a été portée à près de 16 MW avec la mise en service de 3 nouveaux puits. Elle contribue ainsi à fournir près de 10% des besoins énergétiques de l'île.



Centrale géothermique de Bouillante (Guadeloupe)



Dans le cadre d'un projet européen, EDF participe à la construction de la première unité pilote de ce type à Soultz-sous-Forêt en Alsace où il s'agit de faire circuler de l'eau dans un échangeur souterrain à 5000 mètres de profondeur dans le massif granitique du fossé rhénan afin de récupérer 50 MW thermiques à près 200 °C pour générer de 5 à 6 MW électriques. La production directe de vapeur d'eau dans ces conditions de pression et de température n'étant plus possible, on utilise alors comme fluide travail un fluide organique dans une installation en cycle fermé (cycle binaire).



Place de l'énergie géothermique

Données économiques

L'intérêt économique des centrales électriques géothermiques dépend beaucoup du gisement. Dans les zones les plus favorables, production directe à partir de vapeur comme en Californie, au Mexique et aux Philippines, le système est rentable et des coûts de production sont de l'ordre de 0,03 €/kWh. Pour les gisements de faible potentiel et de moyenne température, la petite taille des installations et les mauvais rendements induisent des coûts d'investissement et de production élevés (0,08 €/kWh) qui nuisent beaucoup à son développement.

Impact environnemental

La production d'électricité par voie géothermique permet d'éviter des rejets de CO₂ et son impact environnemental est très restreint dans le cas de l'exploitation des roches fracturées tout comme dans le cas de la géothermie classique avec réinjection des rejets en profondeur.

Situation actuelle dans le monde

Une vingtaine de pays produisent de l'électricité à partir de la géothermie. Dans le monde entier, la capacité de production des installations géothermiques installées dans 18 pays était d'environ 5 800 MW en 1990, elle atteint aujourd'hui les 8700 MW avec une production d'environ 56 TWh dont 15 TWh pour les USA 10,3 TWh pour les Philippines et 4,5 TWh pour l'Italie.

En Allemagne, un ambitieux programme de développement de la géothermie est en cours, fondé sur l'exploitation de nappes d'eau à des températures plus faibles (90 °C -120 °C) par cycle binaire.

La géothermie joue un rôle essentiel pour les pays en développement : 22% de l'électricité produite aux Philippines, 12% au Salvador mais aussi en Islande (15%) et en Nouvelle-Zélande.

Le Japon est le premier producteur mondial d'équipement géothermique (70%).

Perspectives d'évolution

La croissance annuelle observée historiquement au niveau mondial est assez faible et irrégulière (environ 200 MW€/an sur les 10 dernières années). Sur le long terme, on prévoit généralement une hausse de cette forme de production en Amérique centrale et en Asie.



Habitation alimentée en géothermie