

Du grec *géo* (terre) et *thermos* (chaud), la **géothermie** consiste à exploiter la chaleur stockée dans le sous-sol de notre planète. Le potentiel de cette énergie est considérable : 1 km<sup>2</sup> de roche, sur une profondeur de 10 km, renferme en moyenne une quantité d'énergie équivalant à 15 millions de TEP (Tonnes Equivalent Pétrole). L'utilisation de la **chaleur de la terre** pour le **chauffage**, la climatisation ou la **production d'électricité** offre beaucoup d'avantages. Cette chaleur peut être exploitée **partout**, elle est **locale** (consommation sur place), **régulière** (pas tributaire de conditions climatiques comme le solaire ou l'éolien), **économique**, et la région Poitou-Charentes ne manque pas de potentialités dans ce domaine.

## Le gradient

Expérimenté concrètement par des générations de mineurs de fond, l'accroissement de la température en fonction de la profondeur est appelé « gradient géothermal ». Il est en moyenne, sur la planète, de 3,3° C par 100 m, le flux d'énergie thermique à l'origine de ce gradient étant de l'ordre de 60 mW/m<sup>2</sup>. Ces valeurs peuvent varier de façon importante. Ainsi, en France métropolitaine, il est de 4° C pour 100 m en moyenne, mais varie de 10° C/100 m dans le nord de l'Alsace à seulement 2° C /100 m au pied des Pyrénées.

Une partie de la chaleur de la Terre est une relique de sa formation, il y a 4,55 milliards d'années. En son centre, dans le noyau, une énergie considérable s'est accumulée. Les températures y frisent les 4 200 ° C.

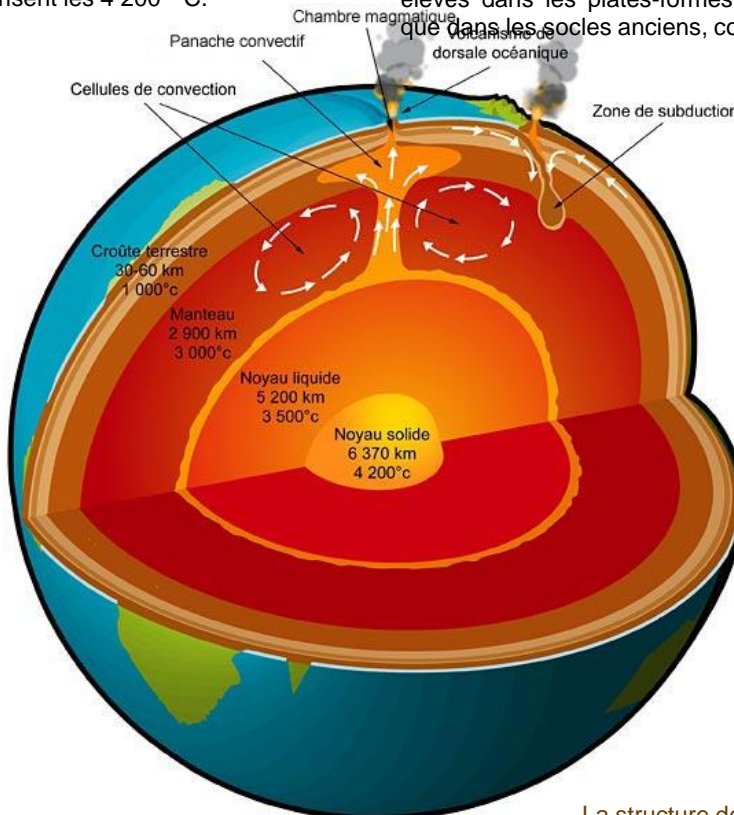
Le manteau de roche en fusion qui l'entoure est lui aussi très chaud avec des températures de 1000 à 3000° C.

Toute cette chaleur, qui provient du refroidissement du noyau, remonte difficilement à la surface car les roches intermédiaires de l'écorce terrestre sont de très mauvais conducteurs. L'essentiel de cette énergie arrive jusqu'à nous par conduction.

L'essentiel de la chaleur dégagée par notre globe n'a cependant pas pour principal responsable le refroidissement de son noyau, mais la désintégration des éléments radioactifs présents dans les roches : uranium, thorium, potassium... 90 % de l'énergie dissipée en surface provient de ce mécanisme.

Cette énergie varie selon :

- la composition chimique des roches, elle est ainsi environ 3 fois plus élevée pour les granites que pour les basaltes ;
- l'âge des roches : les gradients géothermiques sont plus élevés dans les plates-formes jeunes, comme en France, que dans les socles anciens, comme en Scandinavie.



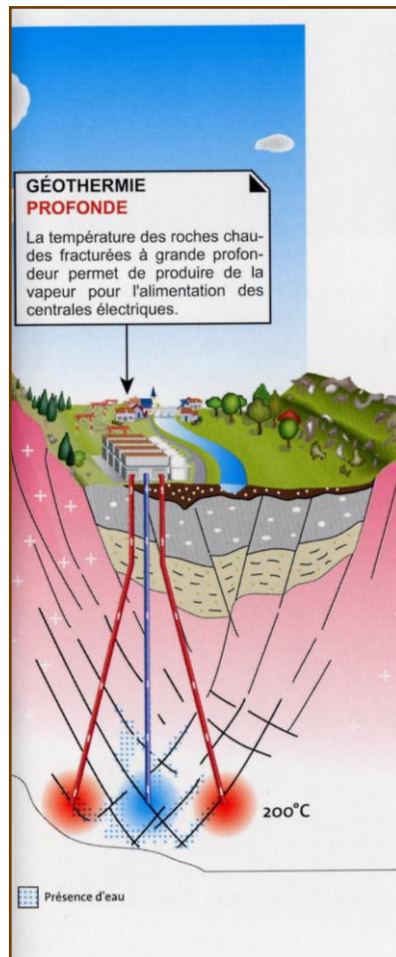
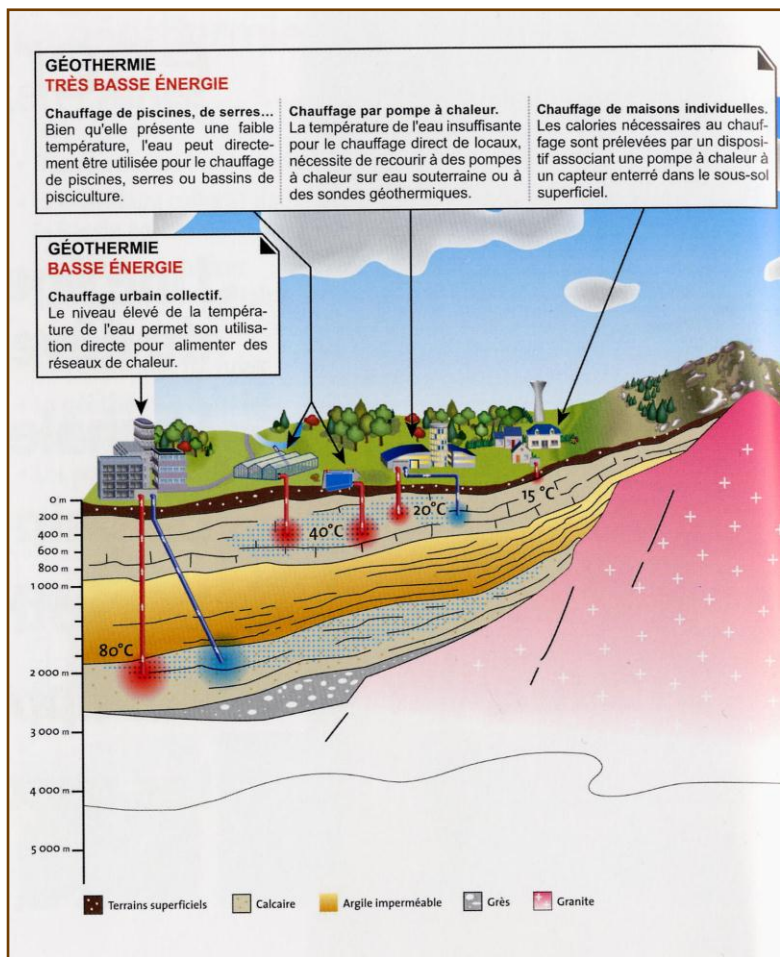
La structure de la terre

Source : ADEME-

# Les deux grandes filières

La géothermie a donné naissance à deux grandes filières qui se distinguent par des technologies et des applications différentes :

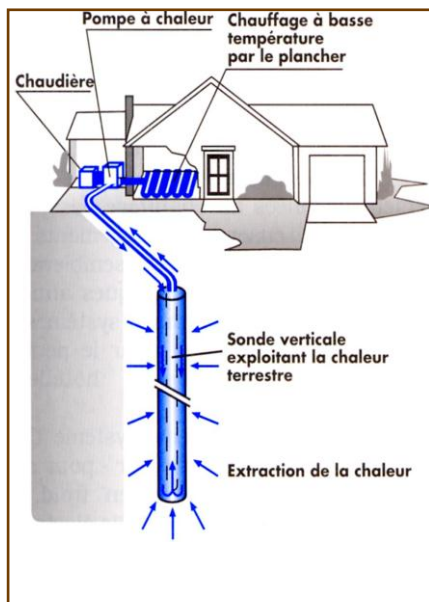
- La **production de chaleur** par la très basse, la basse et la moyenne température du sol : géothermie de très basse et basse énergie,
- La **production d'électricité** par la haute température du sol : géothermie profonde.



• Les différentes filières géothermiques (extrait de la plaquette « Géothermie » BRGM/ADEME)

## La production de chaleur

### La géothermie de très basse énergie : les pompes à chaleur



Les nappes souterraines peu profondes (de quelques dizaines à quelques centaines de mètres) présentent des températures qui varient de 12 à 30° C selon la profondeur. La ressource peut servir pour des utilisations de chauffage et d'eau chaude sanitaire en ajoutant en surface une pompe à chaleur.

Une pompe à chaleur permet de transférer de l'énergie d'un niveau à basse température vers un niveau à température élevée. Ce transfert consomme de l'énergie mais l'énergie totale restituée est bien supérieure à celle qui est fournie pour faire fonctionner la pompe à chaleur. On parle d'un « coefficient de performance (COP) » qui peut varier de 4 à 5, voire plus pour les machines les plus récentes.

Lorsqu'il n'y a pas d'eau dans le sous-sol, on peut encore exploiter la chaleur diffuse en implantant dans la terre, verticalement ou horizontalement, des capteurs chargés d'un fluide caloporteur.

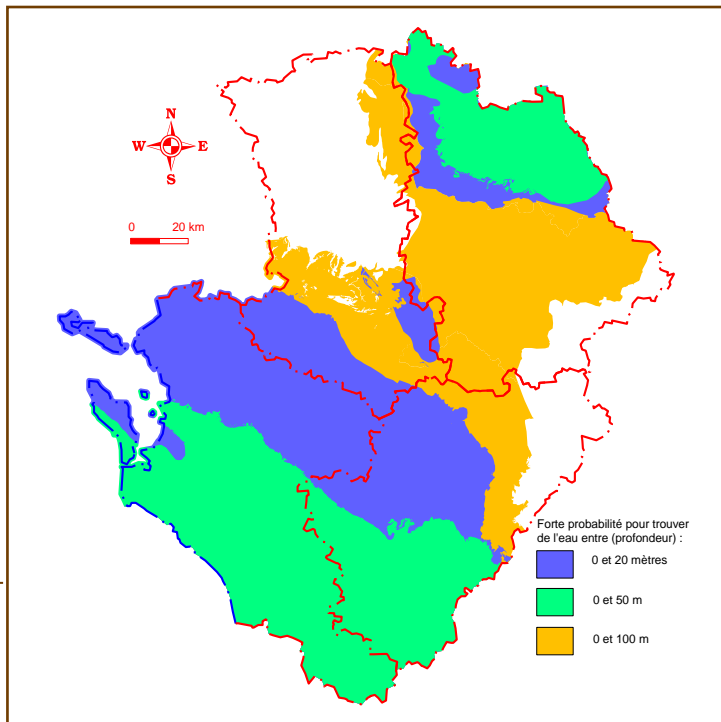
• Schéma de principe d'un système de chauffage par pompe à chaleur



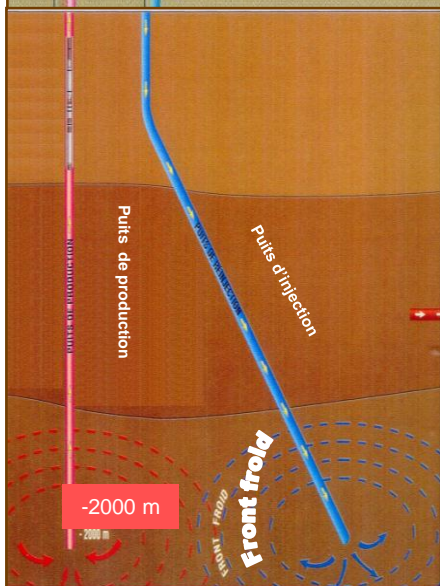
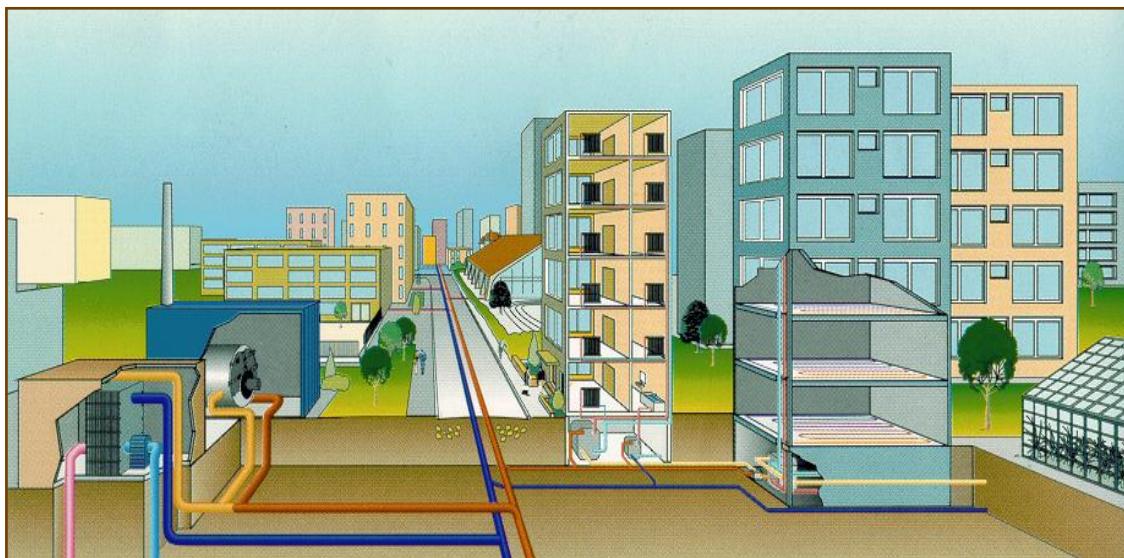
En Poitou-Charentes, il est possible d'installer presque partout les pompes à chaleur exploitant la chaleur des nappes. Mises à part les zones de socle dans lesquelles des nappes ne sont pas toujours présentes, les formations des bassins sédimentaires renferment en général des nappes pouvant donner des débits plus ou moins importants. Ces aquifères se trouvent toutefois à des profondeurs différentes allant de la surface à plusieurs centaines de mètres.

De nombreuses installations ont été réalisées par des particuliers, des agriculteurs (serres), des industriels et des collectivités.

- Zones à forte probabilité de présence d'une nappe peu profonde pour de la géothermie très basse température



### La géothermie de basse à moyenne énergie

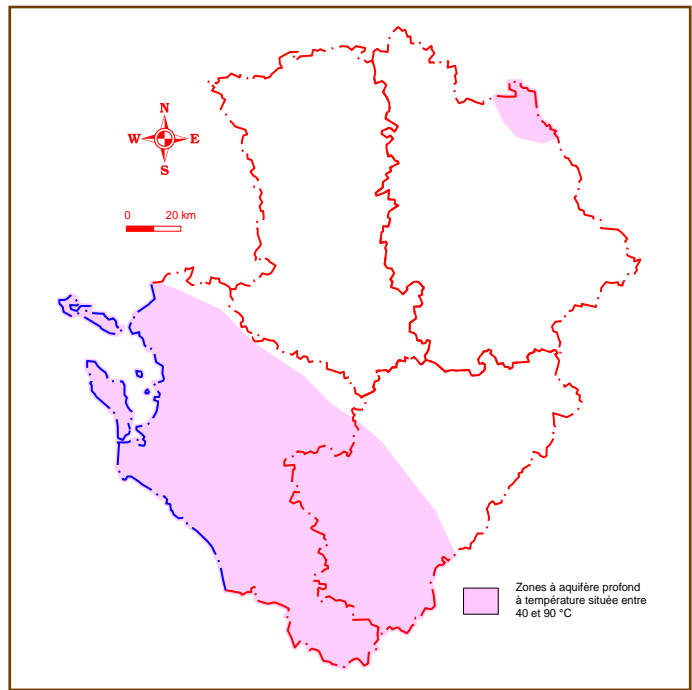


A des profondeurs un peu plus importantes (de 500 à 2000 m) on trouve des nappes d'eau à des températures situées entre 40 et 90° C. Ces nappes peuvent être utilisées pour chauffer des bâtiments collectifs.

Dans le Bassin de Paris, l'aquifère calcaire du Dogger (Jurassique moyen) assure le fonctionnement de 34 installations. En région Centre, les sédiments gréseux du Trias permettent de chauffer 1310 logements HLM. A Paris, les sédiments de l'Albien (Crétacé inférieur) assurent le chauffage et la climatisation de la Maison de Radio France.

Dans le Bassin aquitain, la nappe de la base du Crétacé supérieur, à environ 1000 m de profondeur, alimente 6 forages géothermiques assurant le chauffage de logements collectifs dans la Communauté Urbaine de Bordeaux. Près du bassin d'Arcachon, un ancien forage pétrolier assure la production d'un élevage d'esturgeon à partir d'une nappe située à environ 1800 m de profondeur.

**En Poitou-Charentes**, pour capter des eaux profondes chaudes, il existe des potentialités uniquement dans les parties les plus profondes des bassins sédimentaire. Les aquifères du Jurassique inférieur (Infra-Toarcien), voire du Trias, peuvent être exploités à cette fin. Ils renferment des eaux chaudes, fortement minéralisées, dont la température correspond au gradient géothermique moyen (3,3° C pour 100 m de profondeur). Le lent renouvellement de ces eaux (les datations donnent en général plusieurs dizaines de milliers d'années) entraîne leur enrichissement en sulfates, chlorures, sodium, potassium... Plusieurs forages à vocation géothermique ont été réalisés dans ces nappes à La Rochelle, Jonzac, St Jean-d'Angély...



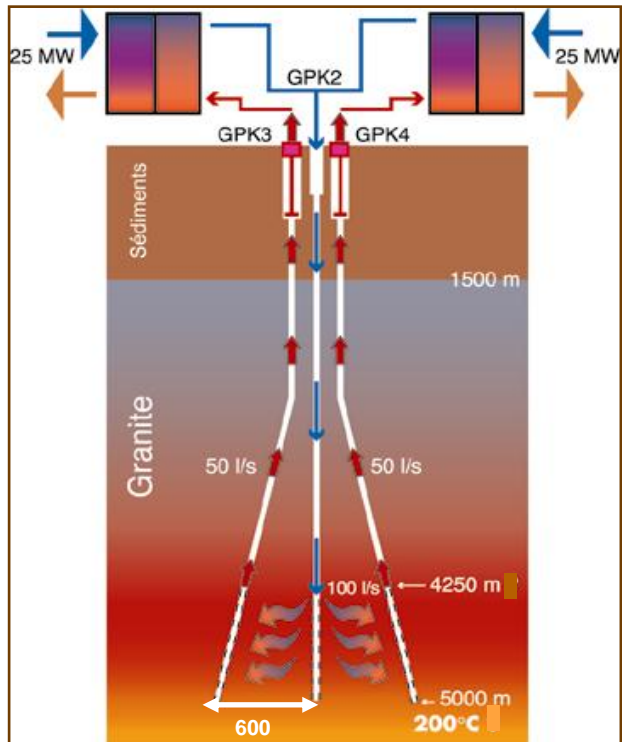
- Zones à forte probabilité de présence d'une nappe pour de la géothermie basse énergie

## La production d'électricité

### La géothermie profonde

Il existe en Alsace un programme européen pilote initié en 2000 et qui s'achèvera en 2007 : le projet de Soultz-sous-Forêts qui vise à extraire la chaleur des granites profonds pour la transformer en électricité.

Trois forages profonds de 5000 m ont été réalisés, ainsi qu'un puits d'injection et deux puits de récupération. Ce dispositif fait circuler l'eau injectée dans le granite fracturé pour la réchauffer. Une centrale de production d'électricité d'une puissance de 5 à 6 MW devrait être mise en service en 2006. Si le dispositif en cours d'essai confirme ses potentialités, une production à grande échelle pourrait se développer, permettant de se substituer à plusieurs centrales nucléaires, et ceci sans aucune pollution. Les coûts économiques de ce type de production d'énergie montrent que, malgré des investissements initiaux importants, cette production d'énergie serait compétitive avec un coût de l'ordre de 8 centimes d'euro par kWh produit à l'horizon 2015. Ce coût pourrait même s'abaisser à 5 centimes d'euro.



- Schéma du prototype de Soultz-sous-Forêts (extrait de la plaquette « Géothermie » BRGM/ADEME)

**En Poitou-Charentes**, le sous-sol est favorable à ce type d'installation. Il dispose, comme en Alsace, d'un socle fracturé pour permettre à grande profondeur la circulation de l'eau injectée. Ces conditions existent au niveau du Seuil du Poitou, entre Poitiers, Niort et Ruffec, où les granites sont traversés par des réseaux de failles importantes (failles de Parthenay, d'Availles-Limouzine, d'Aiffres...). Les forages profonds (jusqu'à 1000 m) réalisés par l'ANDRA dans le Civraisien ont montré l'existence d'un socle