

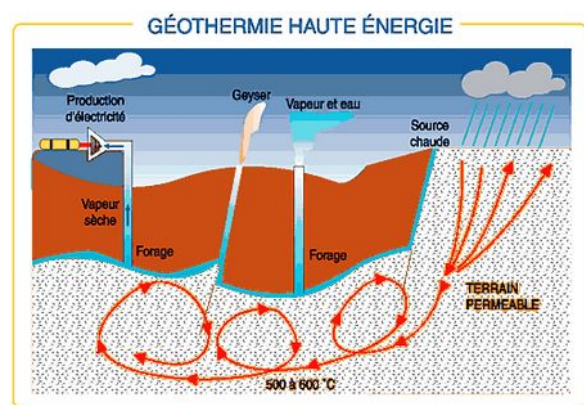
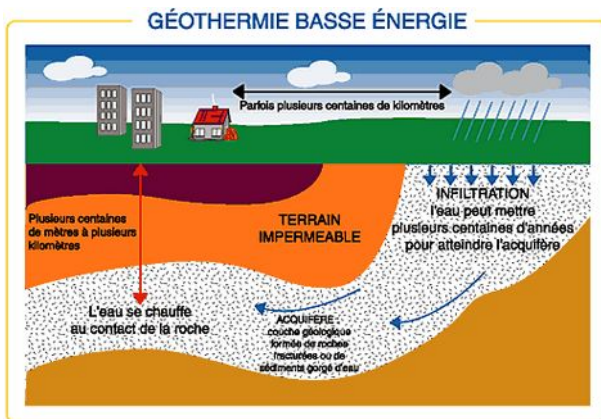
CHAPITRE 5 GÉOTHERMIE ET PROPRIÉTÉS THERMIQUES DE LA TERRE

La température à la surface de la terre est liée à 2 apports énergétiques. **L'énergie solaire**, d'origine externe au globe terrestre, fournit un **flux thermique d'origine externe**. Un **flux thermique dont l'origine est interne** se dirige aussi vers la surface.

5.1 L'exploitation de l'énergie thermique interne à la Terre :

Cette énergie thermique interne peut être exploitée de différentes manières pour chauffer des habitations (géothermie à basse énergie) ou pour produire de l'électricité dans des centrales géothermiques industrielles (géothermie haute énergie).

5.1.1 Les utilisations de l'énergie thermique :

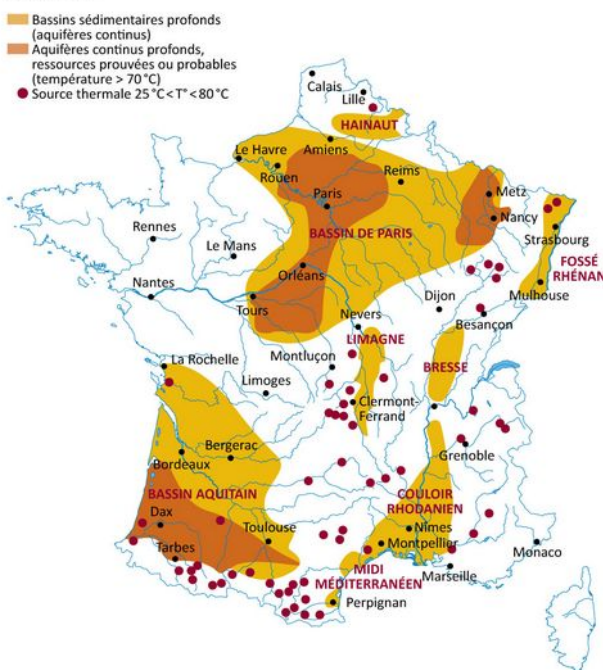


L'énergie thermique du sous-sol peut être utilisée à des profondeurs relativement faibles pour simplement chauffer l'eau, il s'agit d'une géothermie basse énergie utilisée pour chauffer les habitations. Elle peut être utilisée à des profondeurs plus élevées pour transformer l'eau liquide en eau vapeur permettant de produire de l'électricité, on parle de géothermie haute énergie dont l'exploitation est industrielle. Noter que cette exploitation industrielle n'est pas toujours possible (ou rentable).

5.1.2 Localisation des centrales géothermiques industrielles

Le gisement géothermique français

source : BRGM



La majorité des installations industrielles utilisant la géothermie sont localisées dans les zones volcaniques liées à la **subduction** (Japon, Nouvelle Zélande, Philippines, Guadeloupe,...).

Quelques unes sont associées aux **dorsales** (Islande, Açores), aux **fossés d'effondrement** (Alsace) ou à des **points chauds** (Islande, Hawaï), certaines sont situées dans des zones de **collision** (Italie).

Il en existe aussi dans des **régions stables** du globe, comme les bassins sédimentaires ou même les cratons (Bassin Parisien, Québec,...).

Cette diversité des implantations montre l'importance de ce gisement d'énergie, que l'Homme pourrait utiliser davantage qu'il ne le fait actuellement.

Le fonctionnement des centrales géothermiques est donc basé sur l'existence du flux thermique provenant de l'intérieur du globe terrestre (= flux géothermique).

5.2 Le flux géothermique :

La géothermie exploite le flux thermique qui parvient en surface. Plus le flux thermique est élevé, plus son exploitation est facile. Il convient de bien distinguer le flux et le gradient géothermique.

5.2.1 Le gradient à l'origine du flux : contexte général.

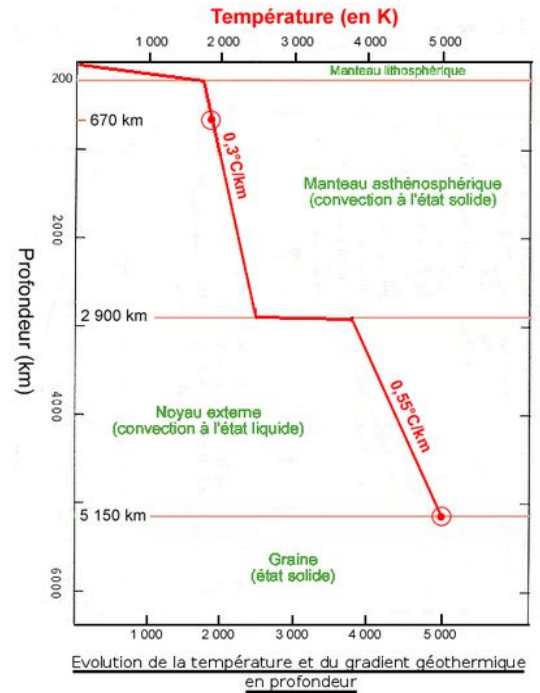
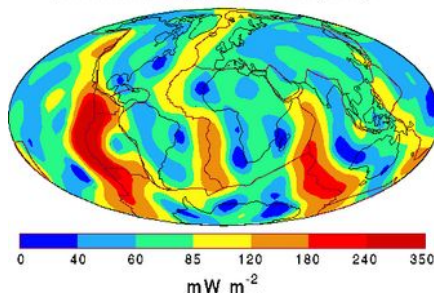
La température croît avec la profondeur, on parle de gradient géothermique.

Le **gradient géothermique** est l'augmentation de température constatée dans le sous-sol à mesure que l'on s'éloigne de la surface en °C par 100 m ou °C par km) = 3°C pour 100m en moyenne en surface.

Ce gradient géothermique conduit à des échanges énergétiques entre les zones de températures différentes, on parle de flux géothermique.

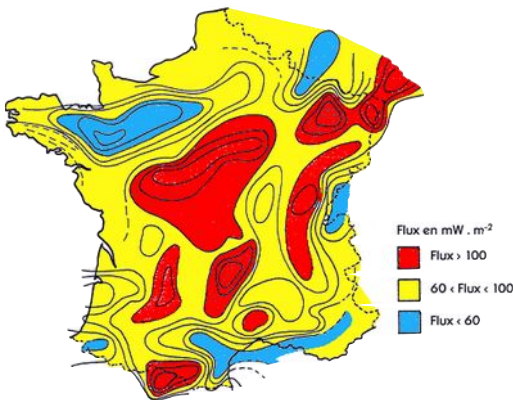
Le **Flux géothermique** est la quantité d'énergie thermique traversant une unité de surface par unité de temps (en Watt/m² ou J/s/m²).

Flux thermiques (<http://accs.ens-lyon.fr/>)



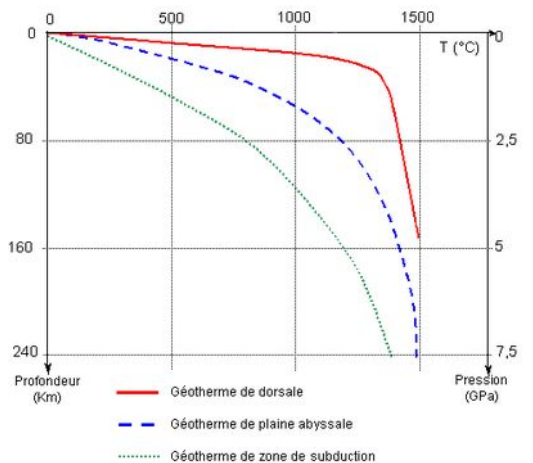
5.2.2 Le gradient à l'origine du flux : contexte local.

Le flux géothermique atteint donc la surface en provenance des profondeurs de la Terre. Gradients et flux varient selon le contexte géodynamique (dorsale, zone de subduction, zone stable ...) ce qui se traduit par des géothermes (évolution des températures en profondeur) différents selon les endroits..



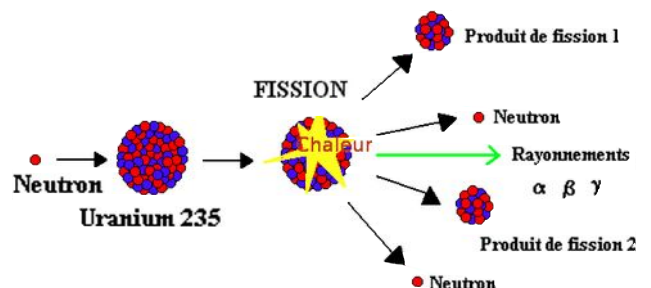
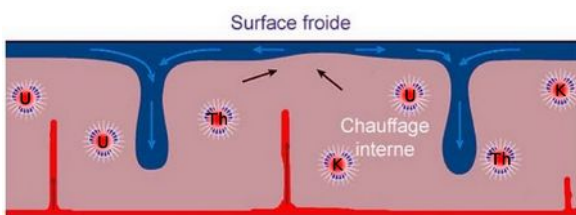
Géothermes dans différentes zones du globe terrestre

Flux géothermique en France



5.2.3 L'origine de l'énergie thermique interne

L'énergie thermique à l'origine du gradient et donc du flux provient de la **désintégration des substances radioactives** contenues dans les roches (du manteau essentiellement) thorium, potassium et uranium.

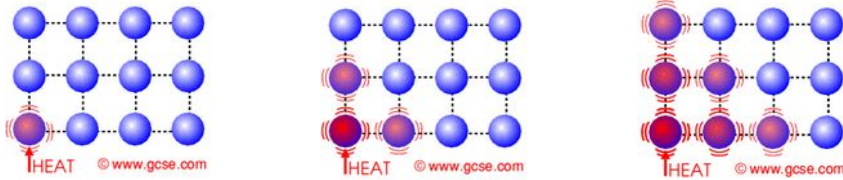


Il s'agit d'une ressource énergétique inépuisable à l'échelle humaine .

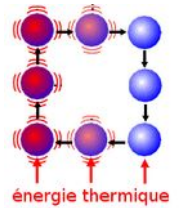
5.3 Les mécanismes de transfert énergétique :

5.3.1 Conduction et convection

Deux mécanismes de transfert thermique existent dans la Terre : la **conduction** (transfert de mouvement d'un atome à un autre sans déplacement de matière \triangleleft), seule possible en milieu solide, et la **convection** (déplacement d'un atome avec ses caractéristiques thermiques \triangleleft), convection qui peut se produire en milieu liquide ou ductile.

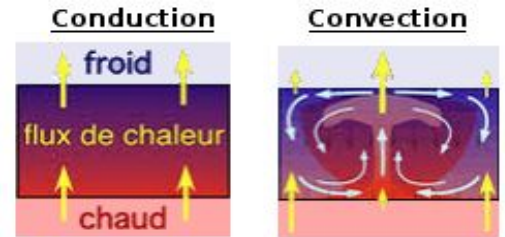


Transfert par convection, déplacement de matière



Transfert par conduction, pas de déplacement de matière

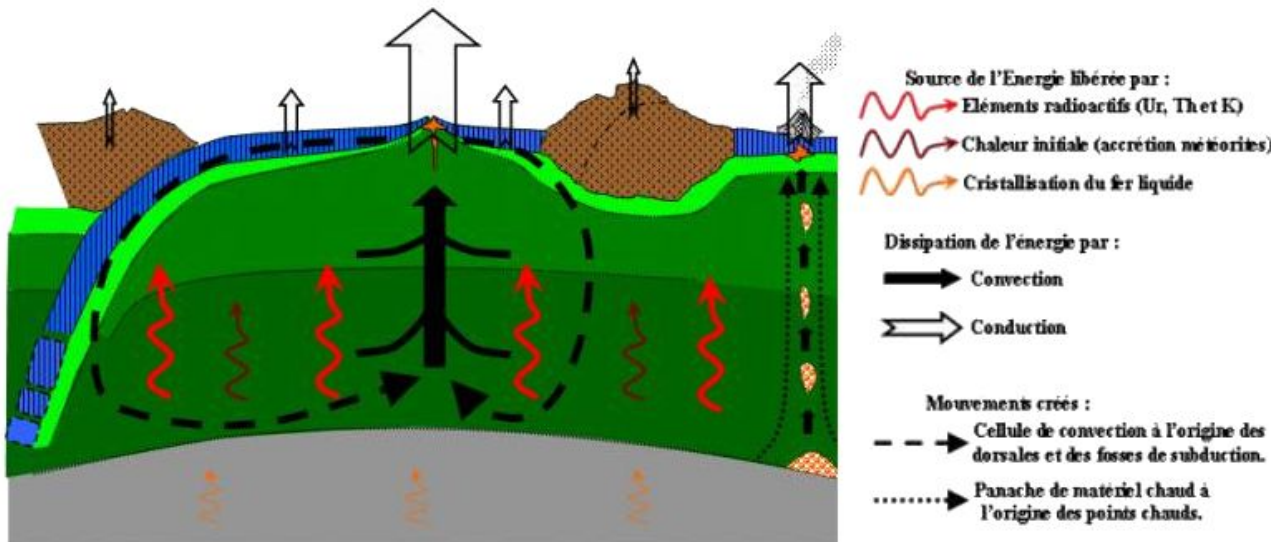
La convection est liée à la différence de densité entre les matériaux chauds (moins denses) ayant tendance à se déplacer vers le haut (ascenseur thermique) où ils se refroidissent d'où une augmentation de leur densité entraînant leur mouvement vers le bas. Noter que le flux thermique étant à l'origine des mouvements de convection dans l'asthénosphère, il est à l'origine des mouvements des plaques



5.3.2 Transfert à l'intérieur du globe

Le transfert par convection est beaucoup plus efficace (donc rapide). Lorsque du magma ou l'asthénosphère sont proches de la surface, la convection dans le magma ou l'asthénosphère va apporter rapidement de grandes quantités d'énergie. Cela se traduit en surface par un flux géothermique localement plus élevé que la moyenne.

À l'échelle globale, le flux fort dans les **dorsales** est associé à la production de lithosphère nouvelle ; au contraire, les **zones de subduction** présentent un flux faible associé au plongement de la lithosphère âgée devenue dense.



Dans les zones de subduction, le flux est certes faible à la verticale de la zone de plongement de la plaque lithosphérique, mais il est fort dans l'arc volcanique associé. C'est d'ailleurs là que sont implantées la plupart des grandes installations industrielles géothermiques, représentant 70% de l'énergie géothermique actuellement exploitée .

La Terre est une machine thermique . L'énergie géothermique utilisable par l'Homme est variable d'un endroit à l'autre. Le prélèvement éventuel d'énergie par l'Homme ne représente qu'une infime partie de ce qui est dissipé. La géothermie est une ressource énergétique quasi inépuisable, utilisable par l'Homme .

Géothermie et propriétés thermiques de la Terre

Table des matières

CHAPITRE 5 GÉOTHERMIE ET PROPRIÉTÉS THERMIQUES DE LA TERRE.....	1
5.1 L' exploitation de l'énergie thermique interne à la Terre :.....	1
5.1.1 Les utilisations de l'énergie thermique :.....	1
5.1.2 Localisation des centrales géothermiques industrielles.....	1
5.2 Le flux géothermique :.....	2
5.2.1 Le gradient à l'origine du flux : contexte général.....	2
5.2.2 Le gradient à l'origine du flux : contexte local.....	2
5.2.3 L'origine de l'énergie thermique interne.....	2
5.3 Les mécanismes de transfert énergétique :.....	3
5.3.1 Conduction et convection.....	3
5.3.2 Transfert à l'intérieur du globe.....	3