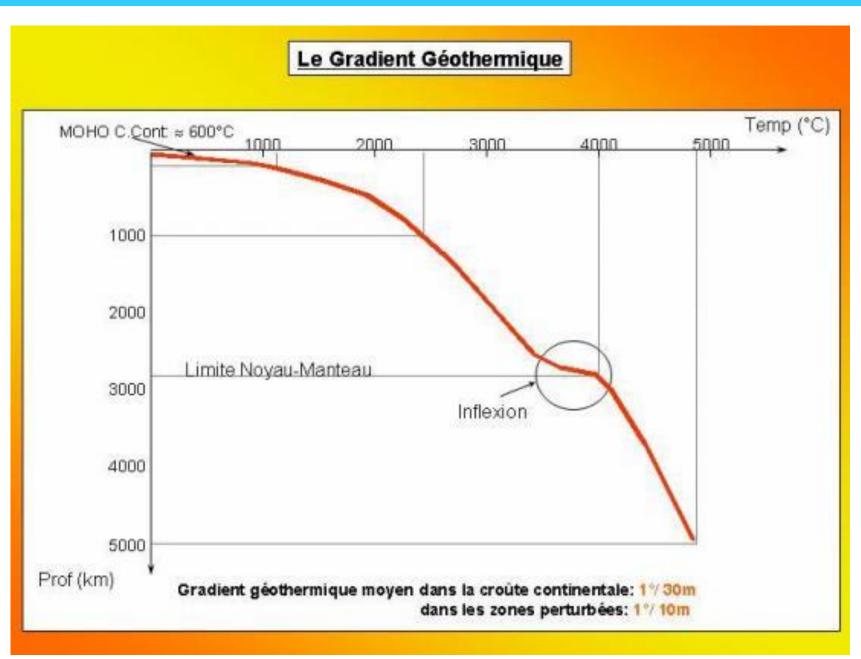
Thème: <u>Thème: Enjeux planétaires contemporains.</u>

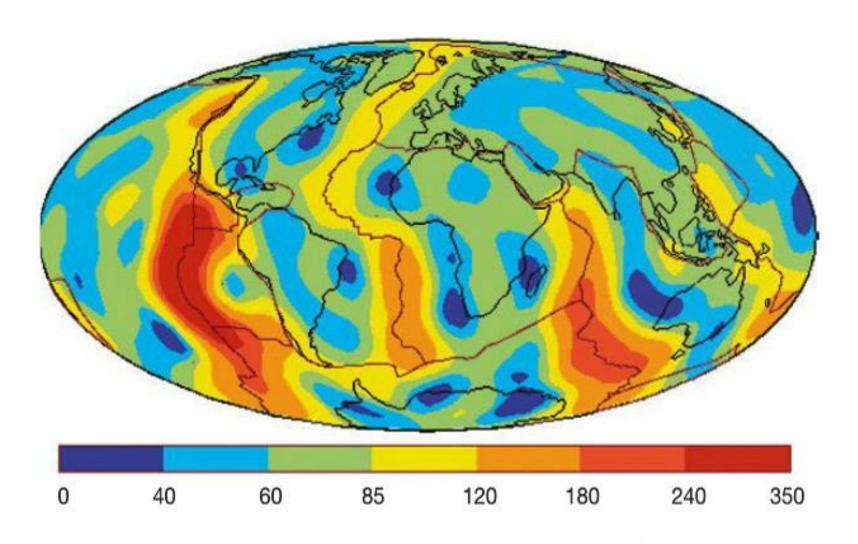
Géothermie et propriétés thermiques de la Terre

I. Gradient géothermique et flux géothermique.

Le gradient géothermique

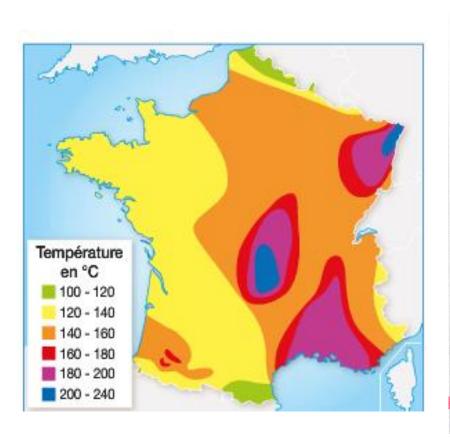


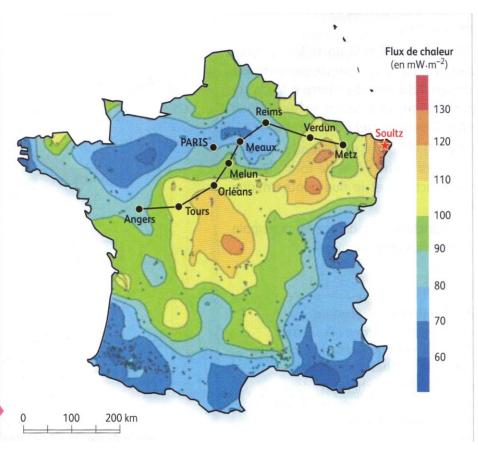
Le flux géothermique



Le flux géothermique mondial (mW·m⁻²)

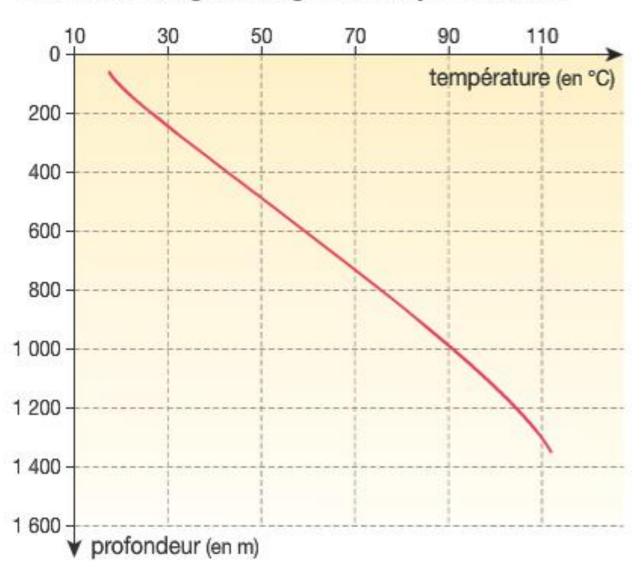
Le flux géothermique en France





Le gradient géothermique en Alsace

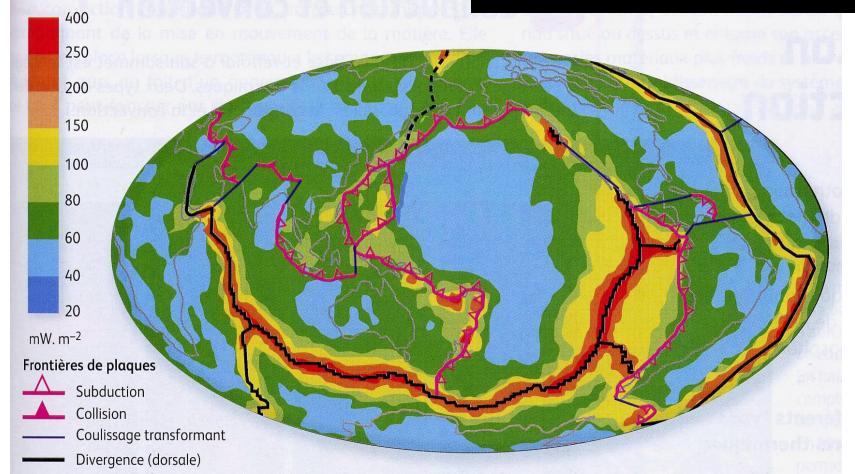
Une mesure du gradient géothermique en Alsace



Le flux géothermique et contexte géodynamique







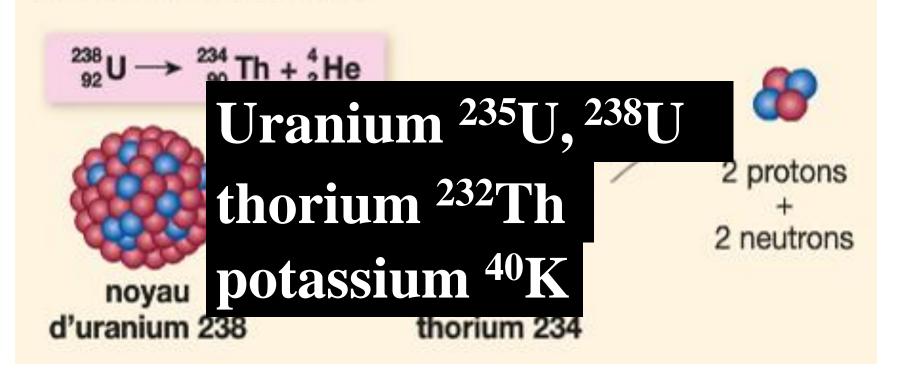
Thème: Thème: Enjeux planétaires contemporains.

Géothermie et propriétés thermiques de la Terre

- I. Gradient géothermique et flux géothermique.
- II. Origine du flux géothermique.

Origine de l'énergie interne du globe

Le noyau atomique instable des isotopes radioactifs se fragmente spontanément en libérant un rayonnement et de l'énergie thermique.



Concentration en radioéléments des différentes enveloppes du globe

La croûte continentale est l'enveloppe la plus concentrée en radioéléments, mais les 2/3 de l'énergie sont produits par le manteau, dont le volume est supérieur

| | | 95,2 | 25,6 | 0,00348 |
|---------------------|----------------------------------|-------------------------|--------|---------|
| Enveloppes | Masse des enveloppes | Concentration (en ppm*) | | |
| Croûte continentale | $1,38 \times 10^{22} \text{ kg}$ | 1,6 | 5,8 | 200 000 |
| Croûte océanique | $1,90 \times 10^{21} \text{kg}$ | 0,9 | 2,7 | 4000 |
| Manteau | $3,70 \times 10^{24} \text{ kg}$ | 0,02 | 0,1 | 200 |
| Noyau | $2,32 \times 10^{24} \text{ kg}$ | 0,00001 | 0,0001 | 1 |

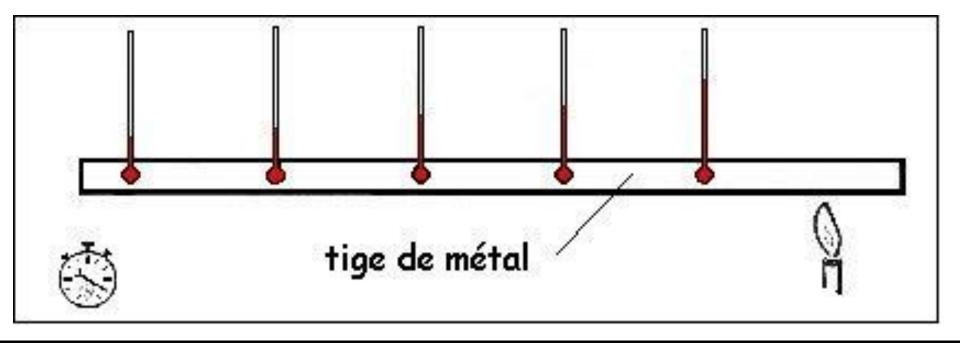
^{*} partie par million

Thème: Thème: Enjeux planétaires contemporains.

Géothermie et propriétés thermiques de la Terre

- I. Gradient géothermique et flux géothermique.
- II. Origine du flux géothermique.
- III. Les transferts d'énergie au sein de la planète.

Transfert de chaleur par conduction

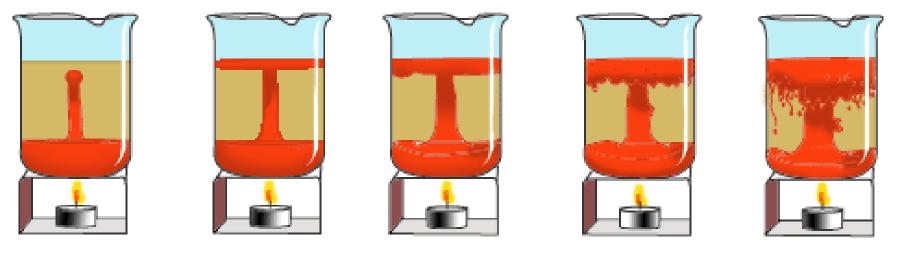


Transfert de chaleur de proche en proche sans mouvement de matière

Peu efficace

Milieu rigide \rightarrow lithosphère

Transfert de chaleur par convection



Simulation d'un mouvement de convection

Le transfert de chaleur s'accompagne d'un mouvement de matière

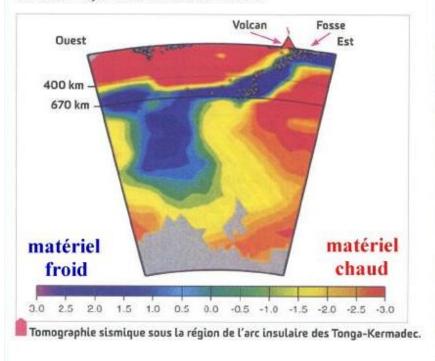
très efficace

Milieu ductile \rightarrow manteau, noyau externe

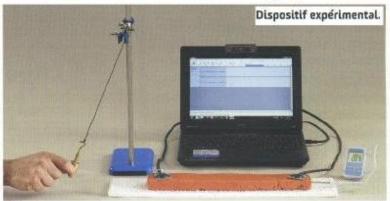
Principe de la tomographie sismique

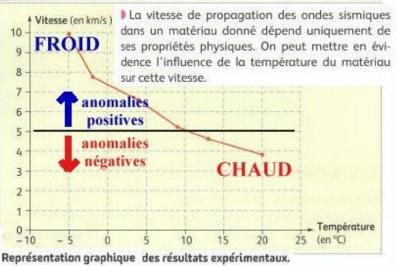
Tomographie sismique

- La tomographie sismique est une méthode pouvant être assimilée à un scanner pour la Terre -
- Grâce aux nombreuses données sismiques, il est possible de calculer une vitesse de propagation des ondes sismiques pour chaque endroit du globe situé à une profondeur donnée. On peut alors comparer cette valeur locale à la valeur moyenne calculée dans le modèle.

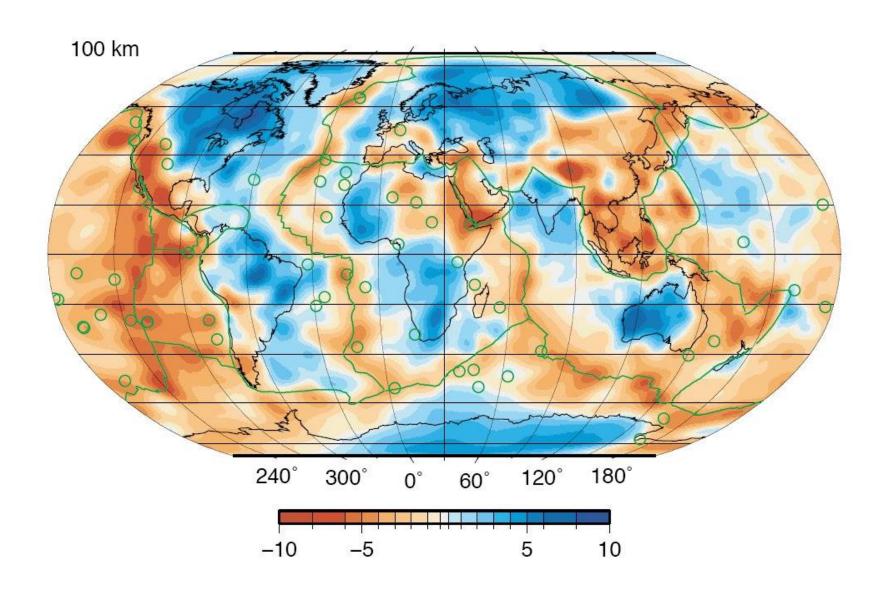


Modélisation analogique

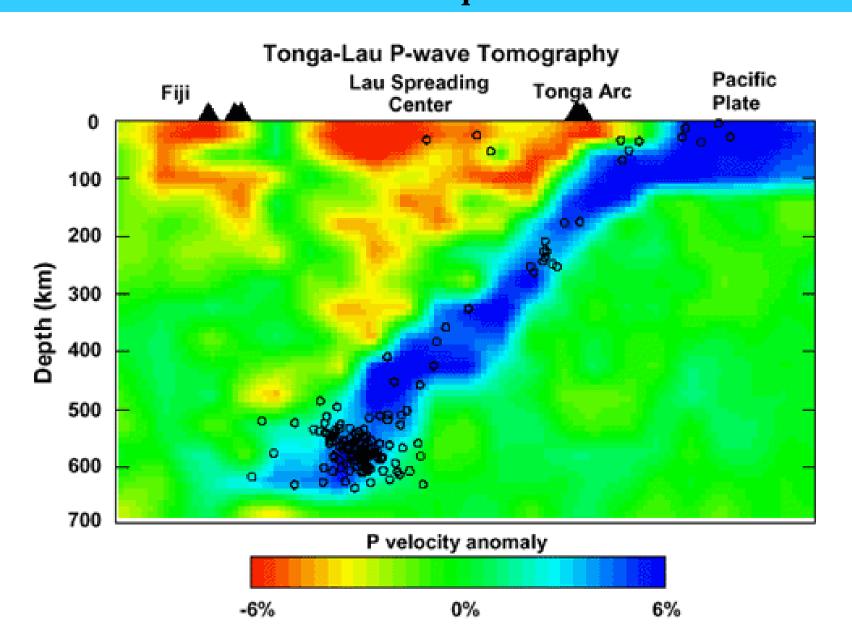




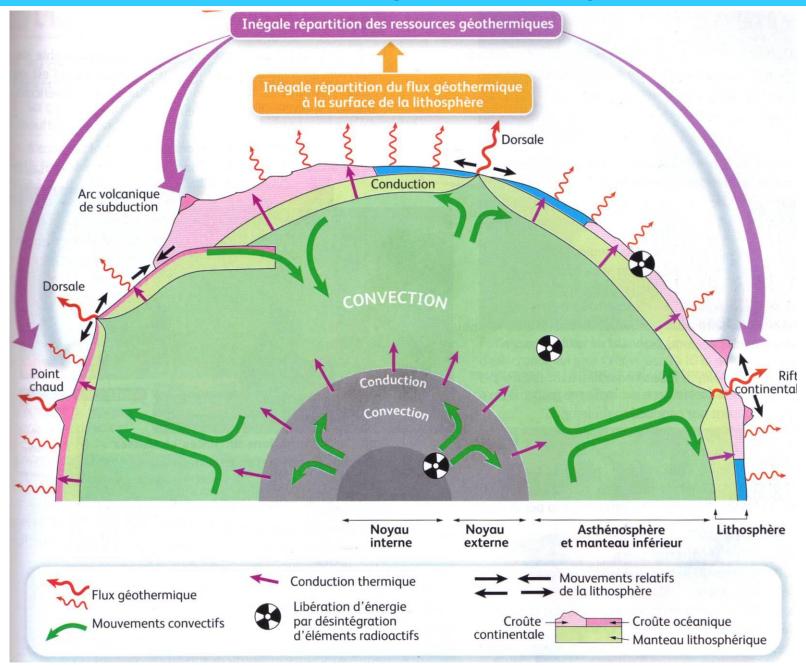
Tomographie sismique à 100 km de profondeur



Mise en évidence d'une zone de descente de matière par tomographie sismique



Transferts d'énergie au sein du globe

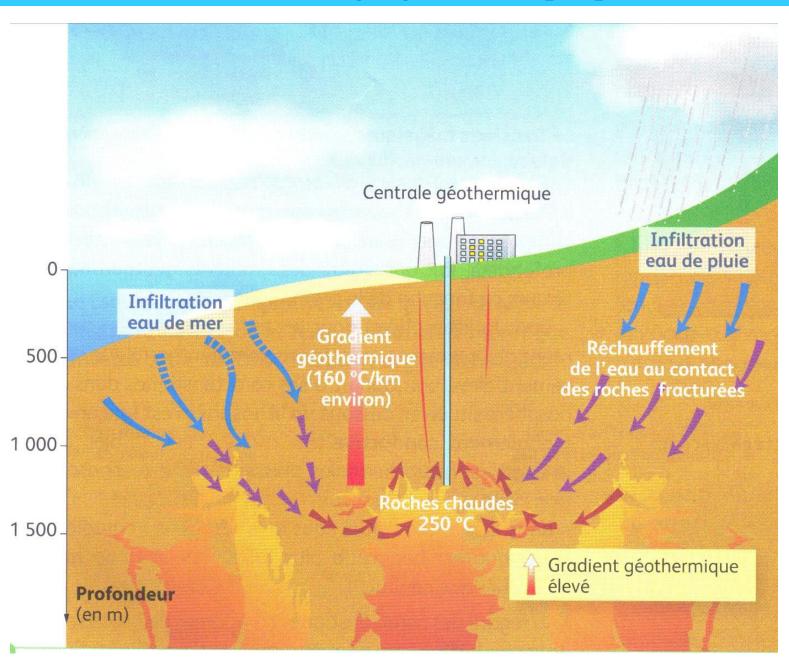


Thème: Thème: Enjeux planétaires contemporains.

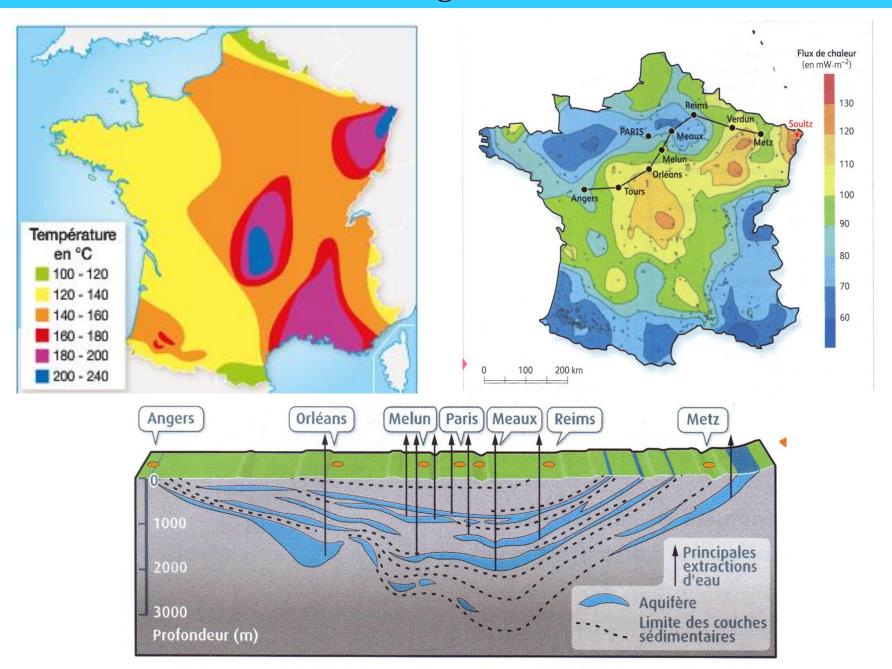
Géothermie et propriétés thermiques de la Terre

- I. Gradient géothermique et flux géothermique.
- II. Origine du flux géothermique.
- III. Les transferts d'énergie au sein de la planète.
- IV. Utilisation de l'énergie géothermique par l'homme.

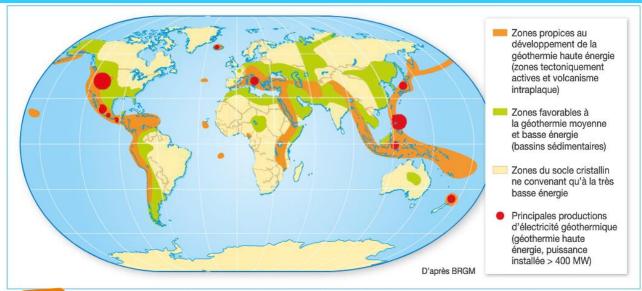
Utilisation de l'énergie géothermique par l'homme



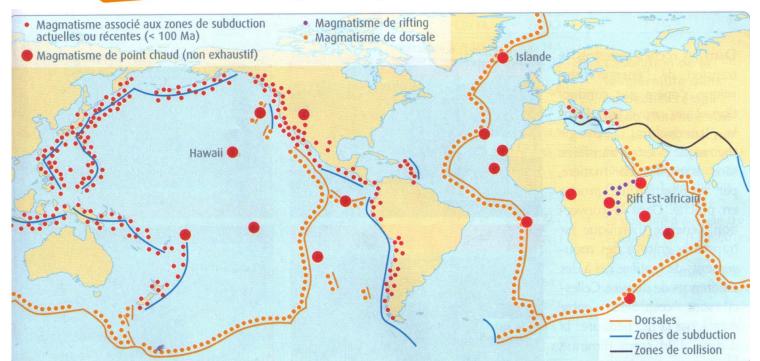
Géothermie basse énergie dans le bassin de Paris



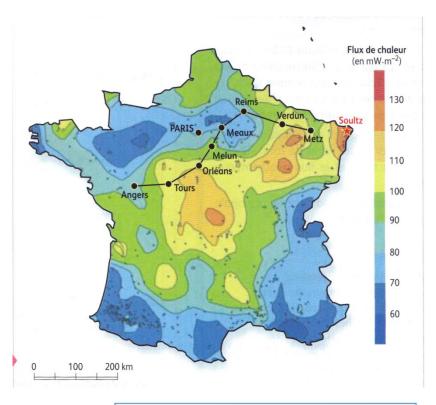
Géothermie haute énergie



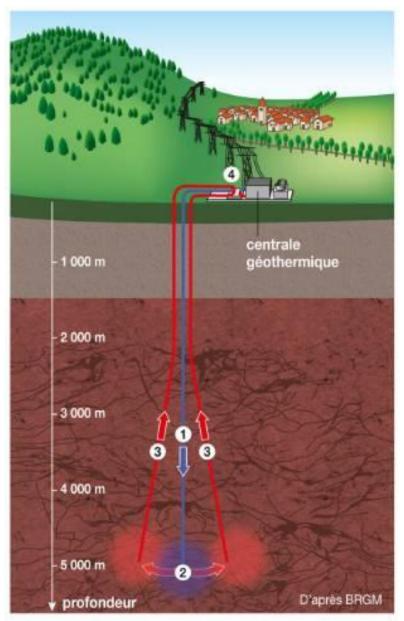
Doc. 2 Zones propices au développement de la géothermie haute énergie.



Exploitation de l'énergie géothermique dans le fossé rhénan



- Injection d'eau froide à 5 000 m de profondeur par le puits central.
- Circulation d'eau dans les fractures et réchauffement au contact de la roche chaude (200 °C).
- Extraction de l'eau réchauffée du sous-sol par deux puits de production.
- 4. En surface, transformation par l'intermédiaire d'un échangeur thermique de l'eau chaude du circuit primaire en vapeur dans le circuit secondaire pour entraîner une turbine qui produit de l'électricité.



Production d'électricité géothermique dans le monde

