

**Thème : Thème : Enjeux planétaires contemporains.**

## **Géothermie et propriétés thermiques de la Terre**



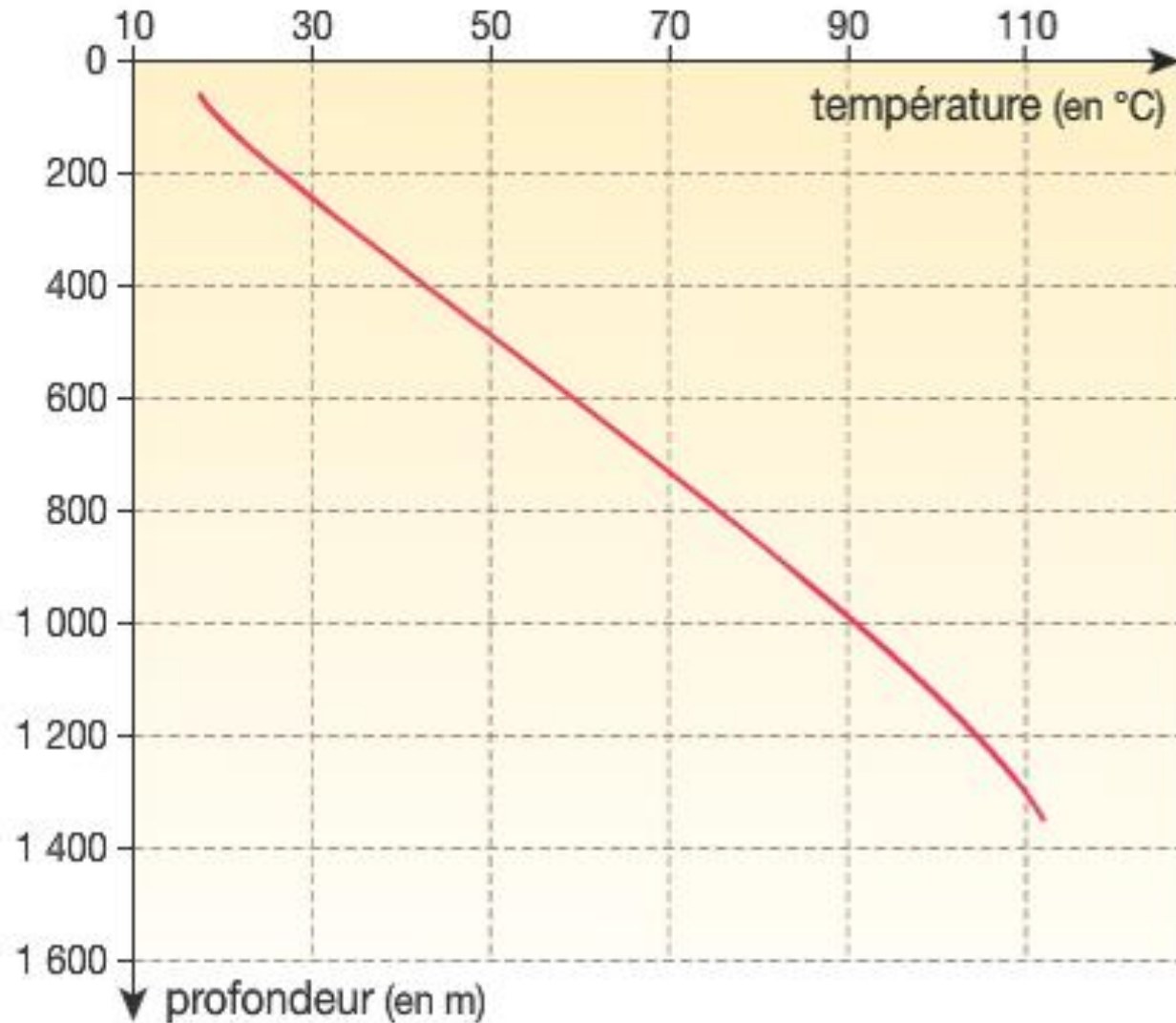
**Thème : Thème : Enjeux planétaires contemporains.**

# **Géothermie et propriétés thermiques de la Terre**

## **I. Gradient géothermique et flux géothermique.**

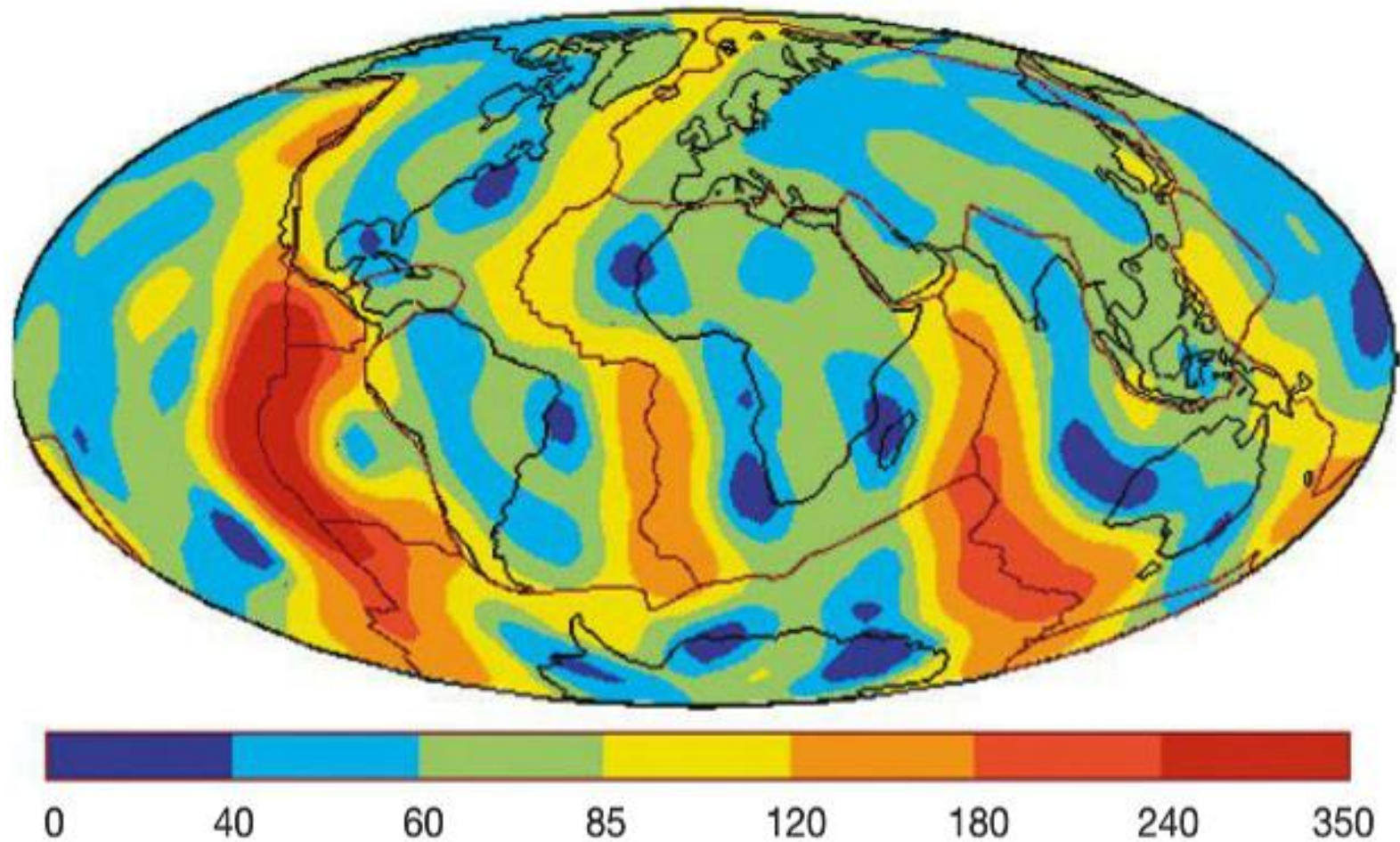
# Le gradient géothermique

## Une mesure du gradient géothermique en Alsace





# Le flux géothermique



Le flux géothermique mondial (mW · m<sup>-2</sup>)

# Le flux géothermique et contexte géodynamique

**Faible :**

**Plaines abyssales**

**Plateaux continentaux**

**Fosses océaniques**

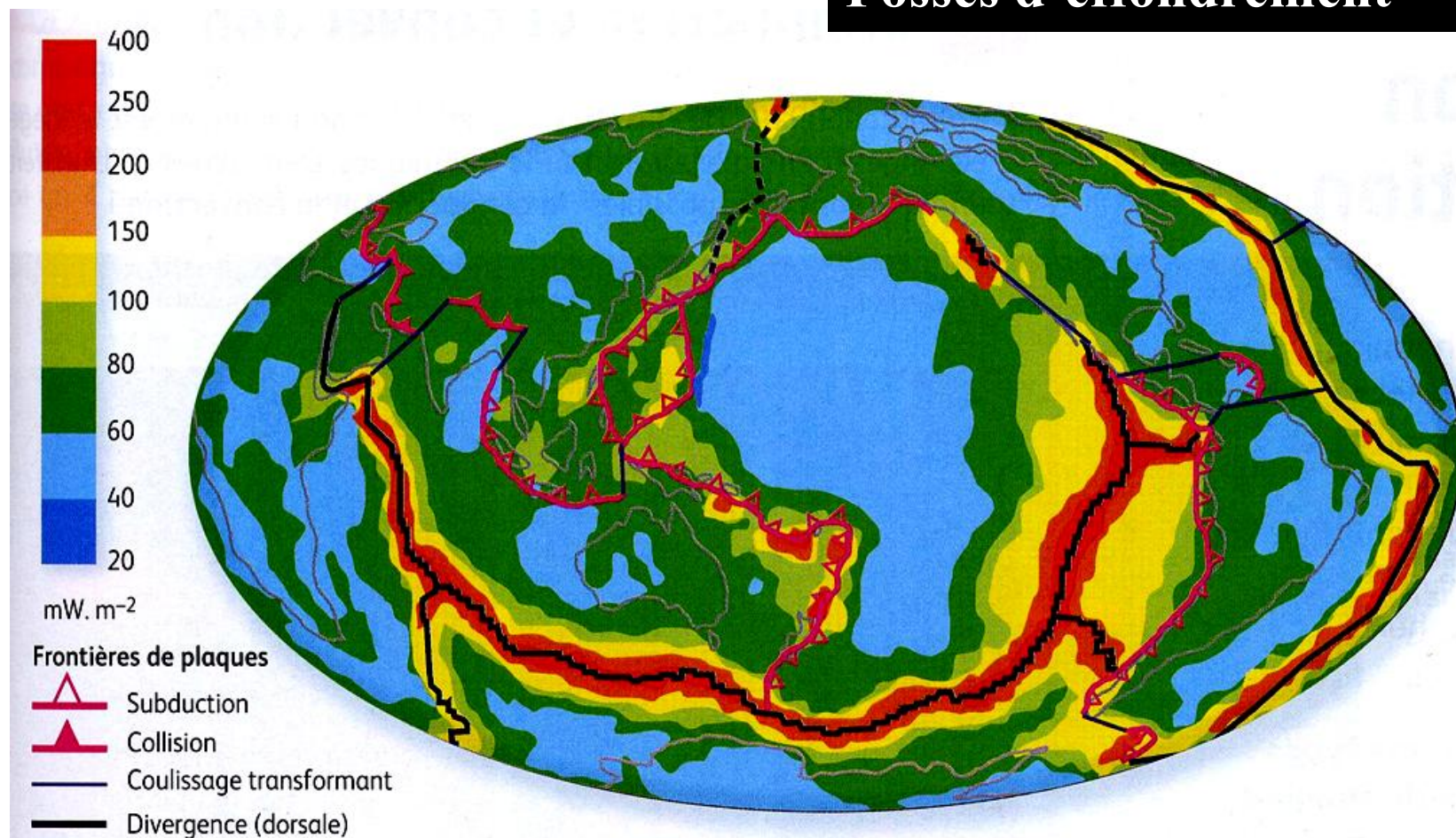
**Élevé :**

**Dorsales**

**Points chauds**

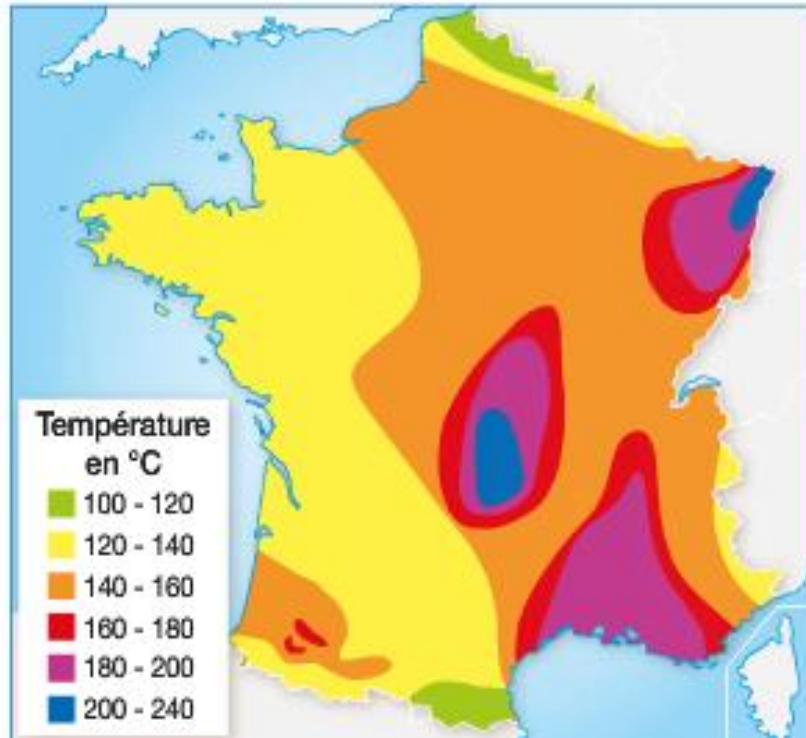
**Arcs volcaniques (subduction)**

**Fossés d'effondrement**

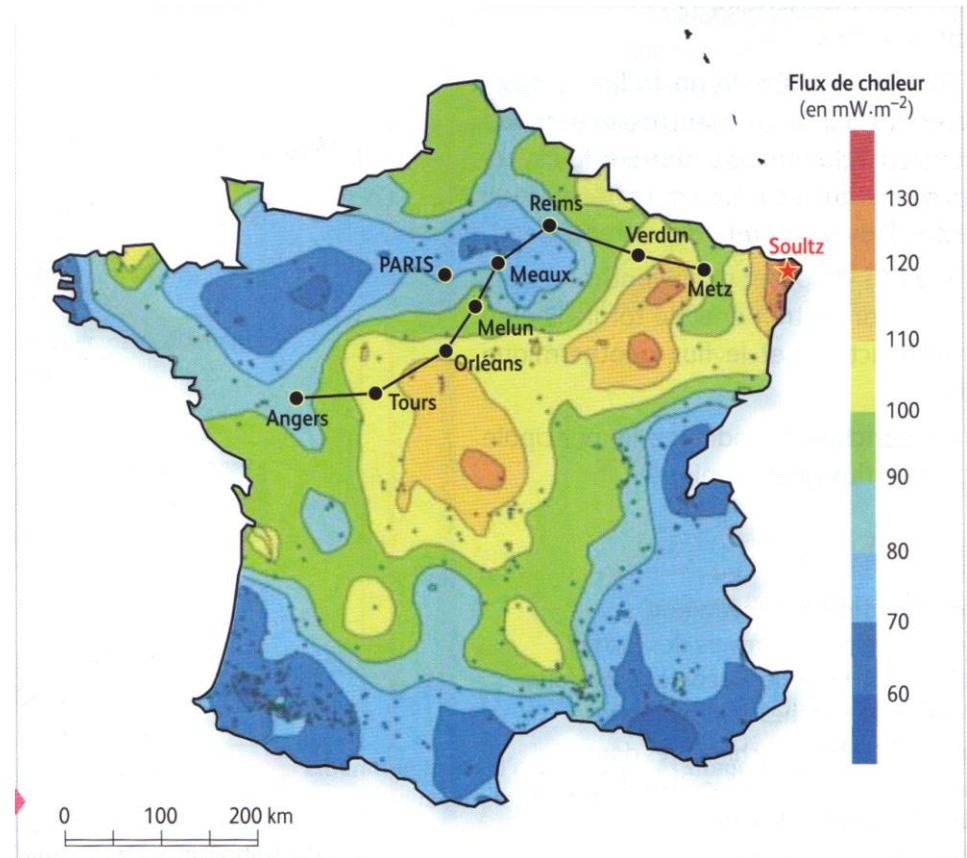




# Le flux géothermique en France



Température à 5000 m



**Thème : Thème : Enjeux planétaires contemporains.**

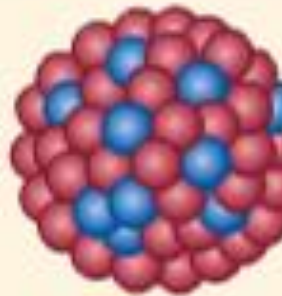
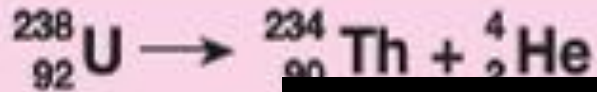
## **Géothermie et propriétés thermiques de la Terre**

**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.



noyau  
d'uranium 238

Uranium  ${}^{235}\text{U}$ ,  ${}^{238}\text{U}$   
thorium  ${}^{232}\text{Th}$   
potassium  ${}^{40}\text{K}$



2 protons  
+  
2 neutrons

thorium 234



# 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

Enveloppes	Masse des enveloppes	Concentration (en ppm*)		
		95,2	25,6	0,00348
Croûte continentale	$1,38 \times 10^{22}$ kg	1,6	5,8	200 000
Croûte océanique	$1,90 \times 10^{21}$ kg	0,9	2,7	4 000
Manteau	$3,70 \times 10^{24}$ kg	0,02	0,1	200
Noyau	$2,32 \times 10^{24}$ kg	0,000 01	0,000 1	1

\* partie par million

**Thème : Thème : Enjeux planétaires contemporains.**

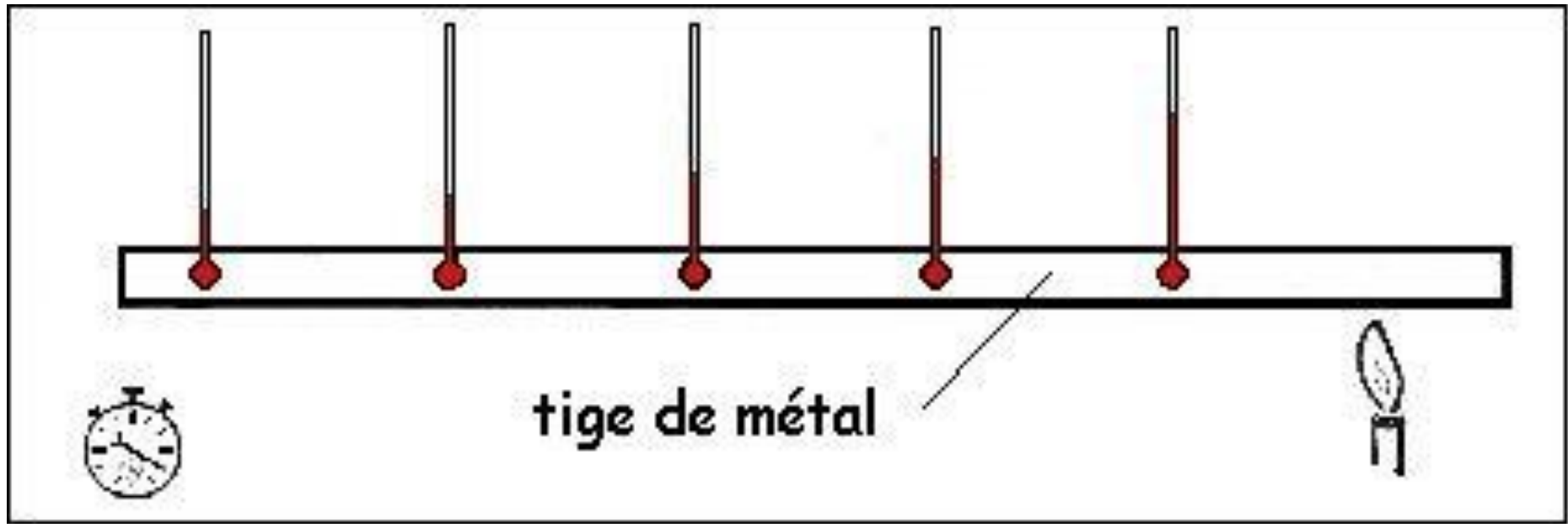
## **Géothermie et propriétés thermiques de la Terre**

**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



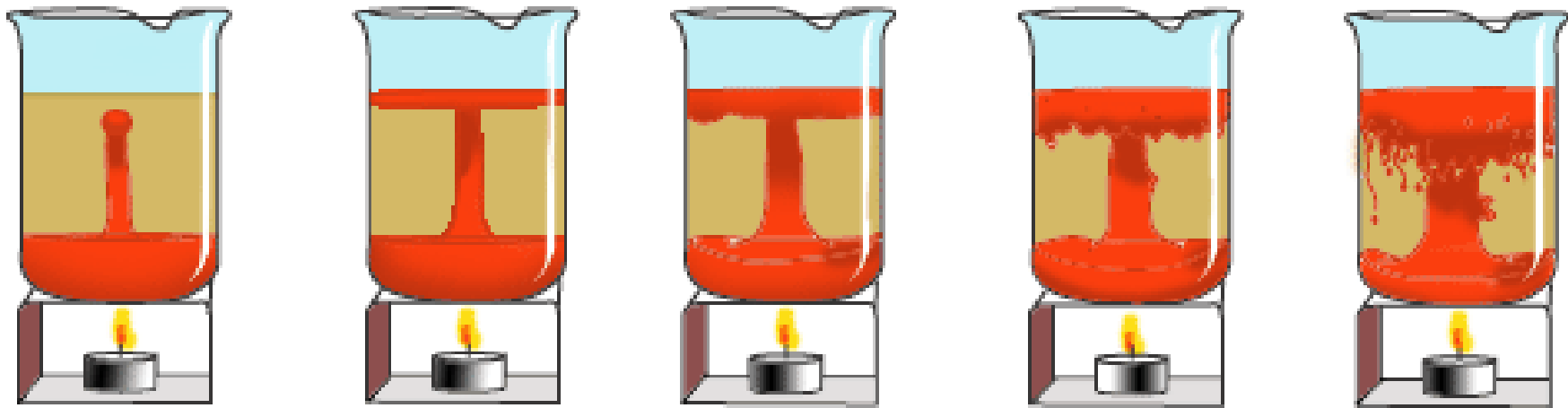
Transfert de chaleur de proche en proche sans mouvement de matière

Peu efficace

Milieu rigide → lithosphère



# Transfert de chaleur par convection



Simulation d'un mouvement de convection

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

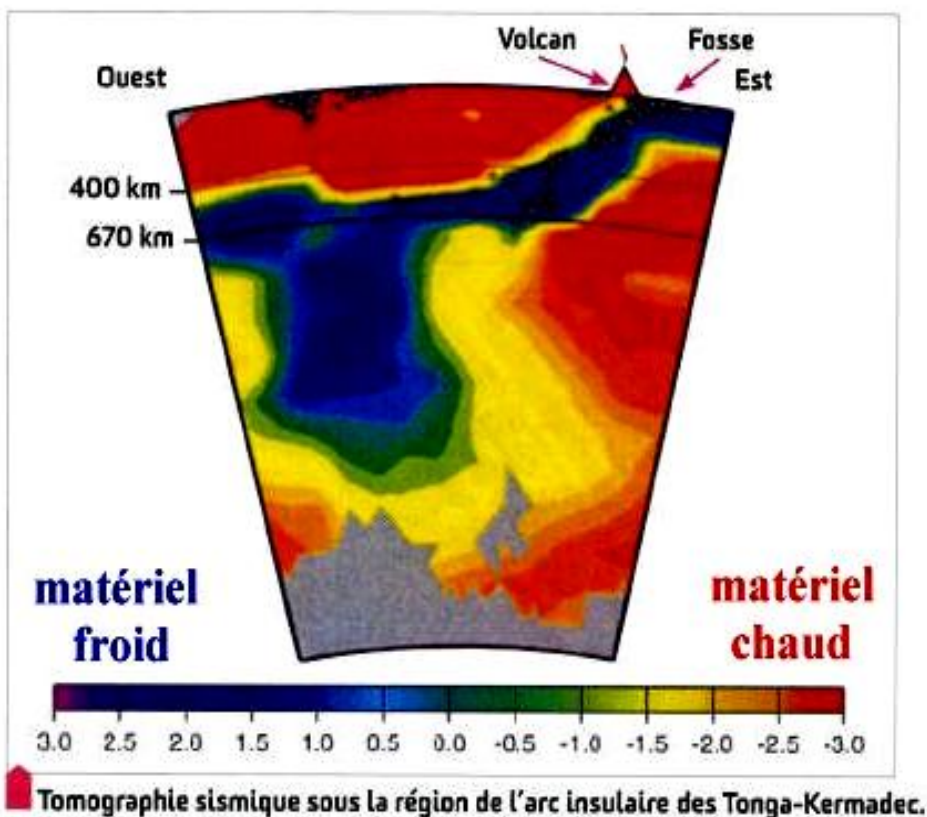
très efficace

Milieu ductile → manteau, noyau externe

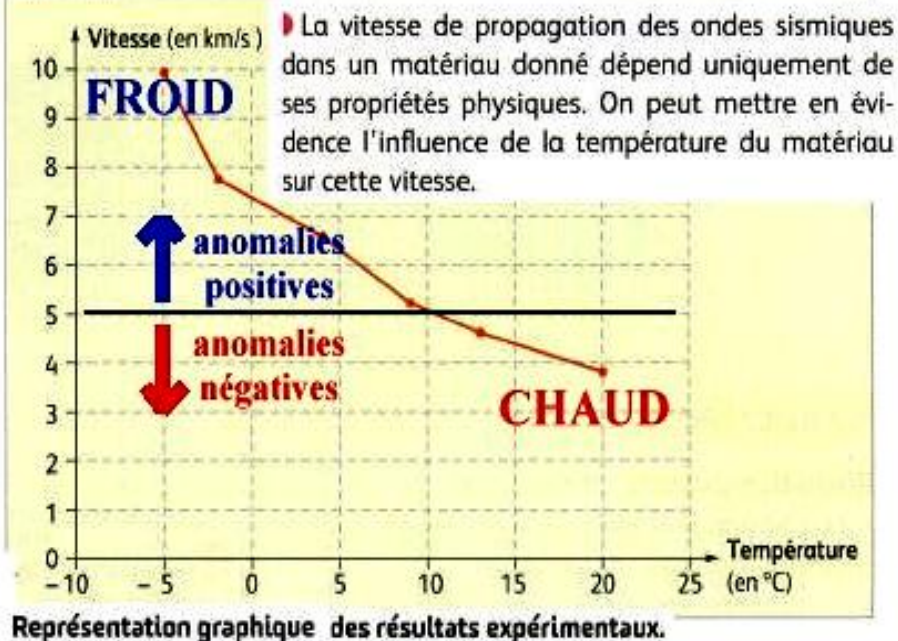
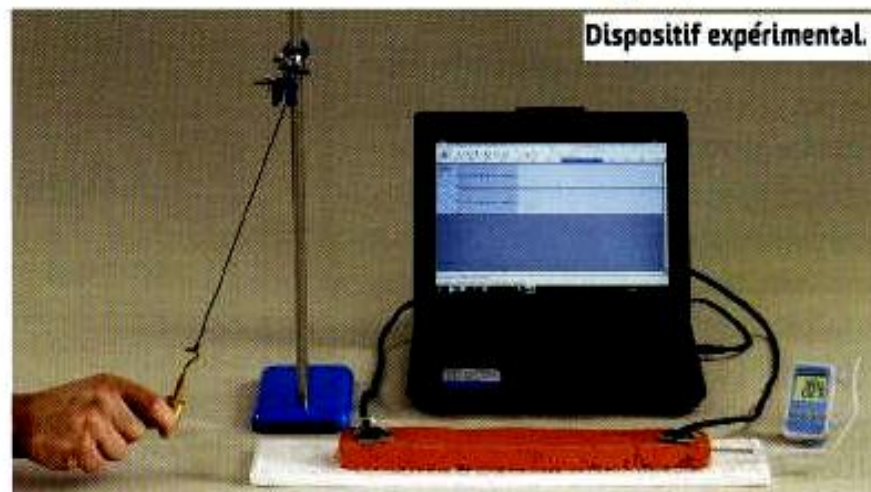
# Principe de la tomographie sismique

## 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 .



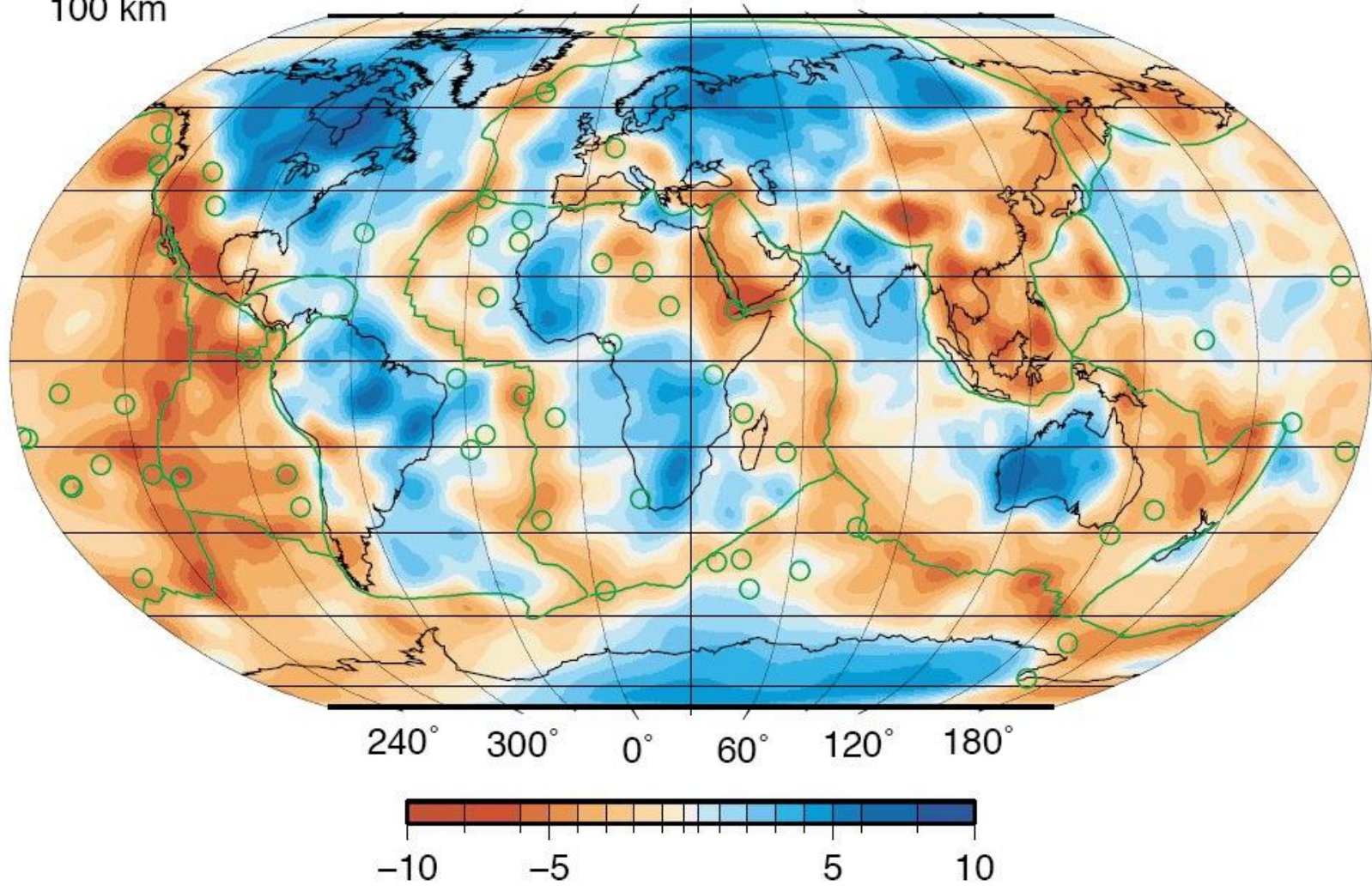
## Modélisation analogique





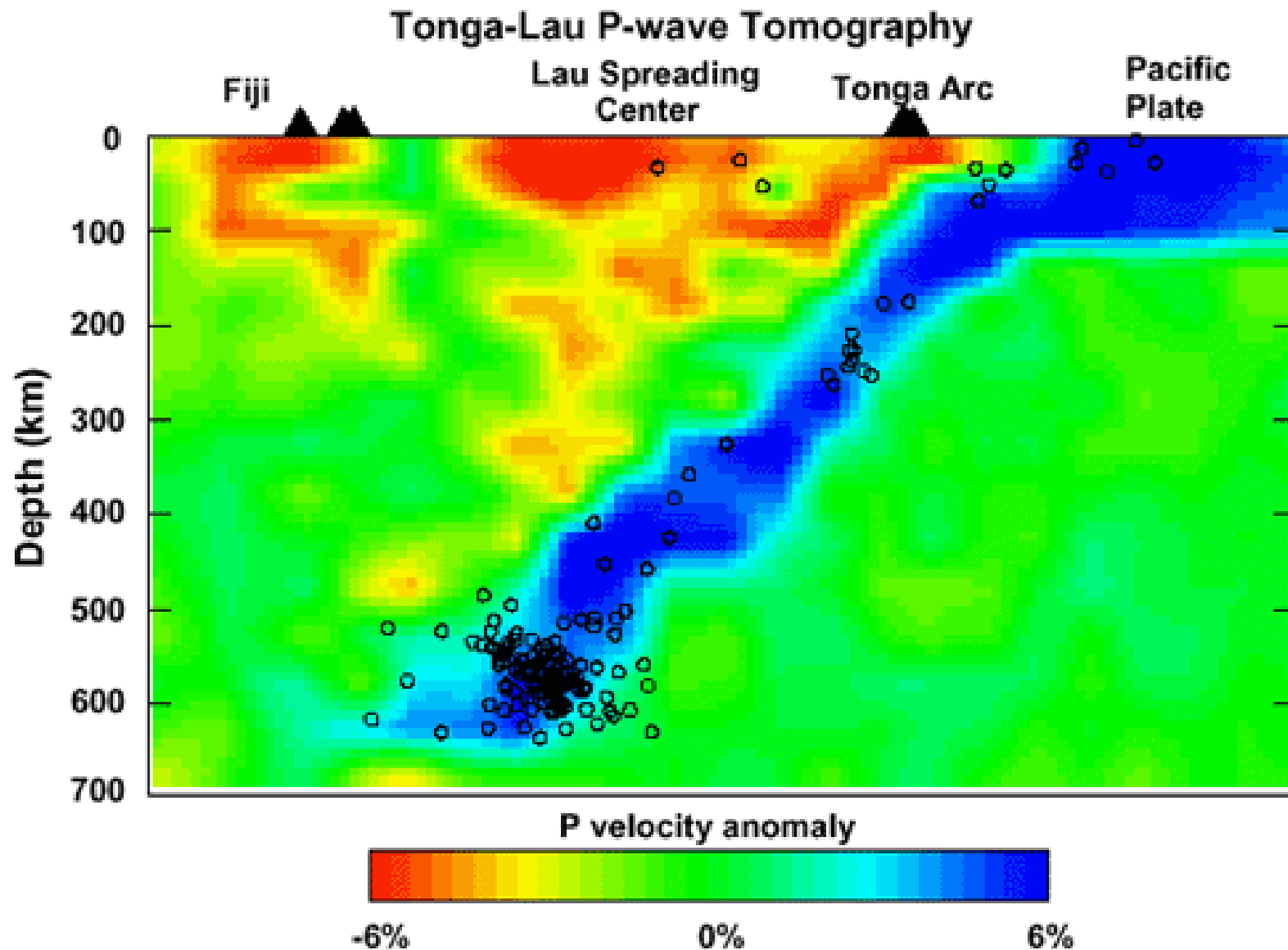
# Tomographie sismique à 100 km de profondeur

100 km

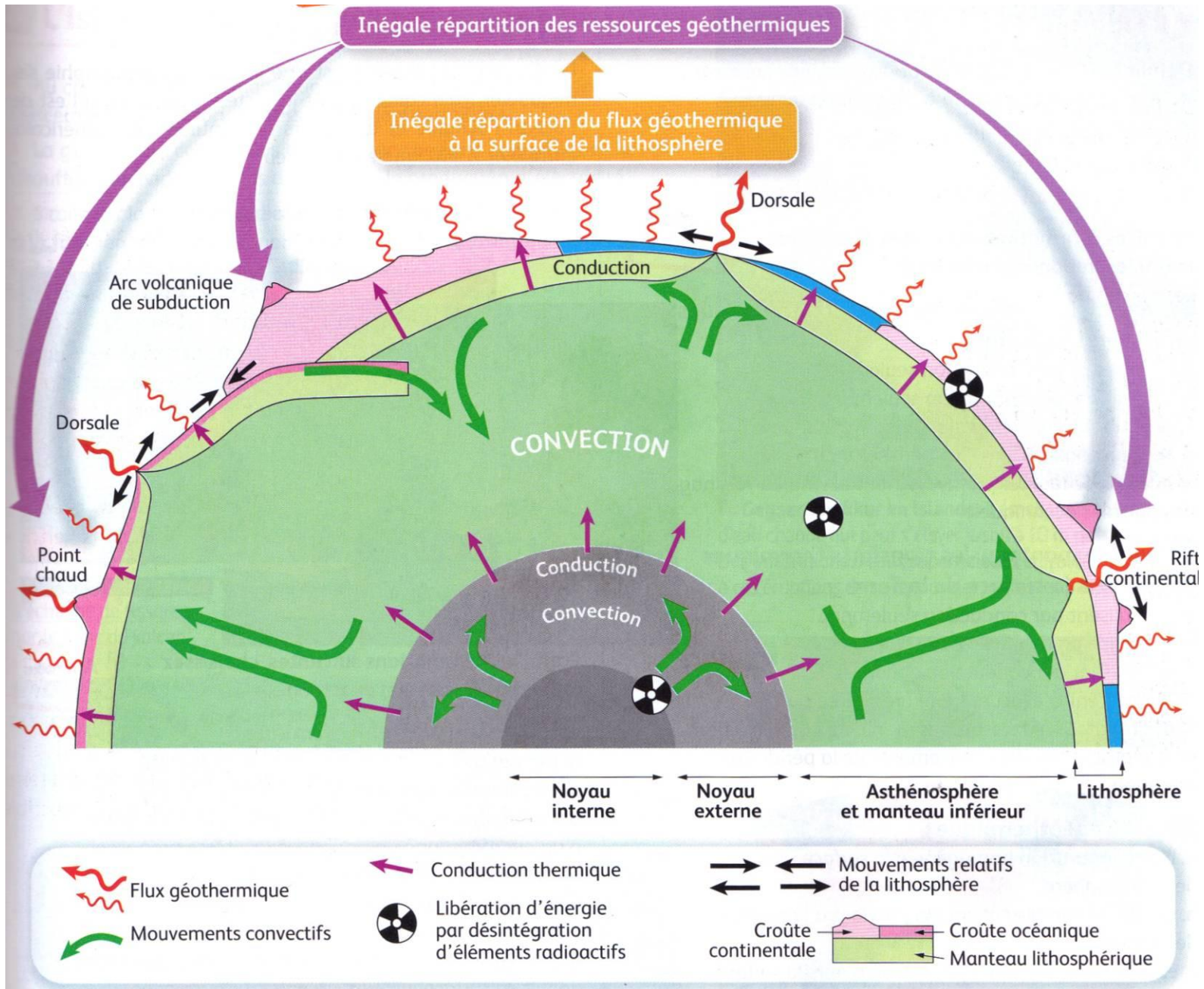




# Mise en évidence d'une zone de descente de matière par tomographie sismique



# 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.**



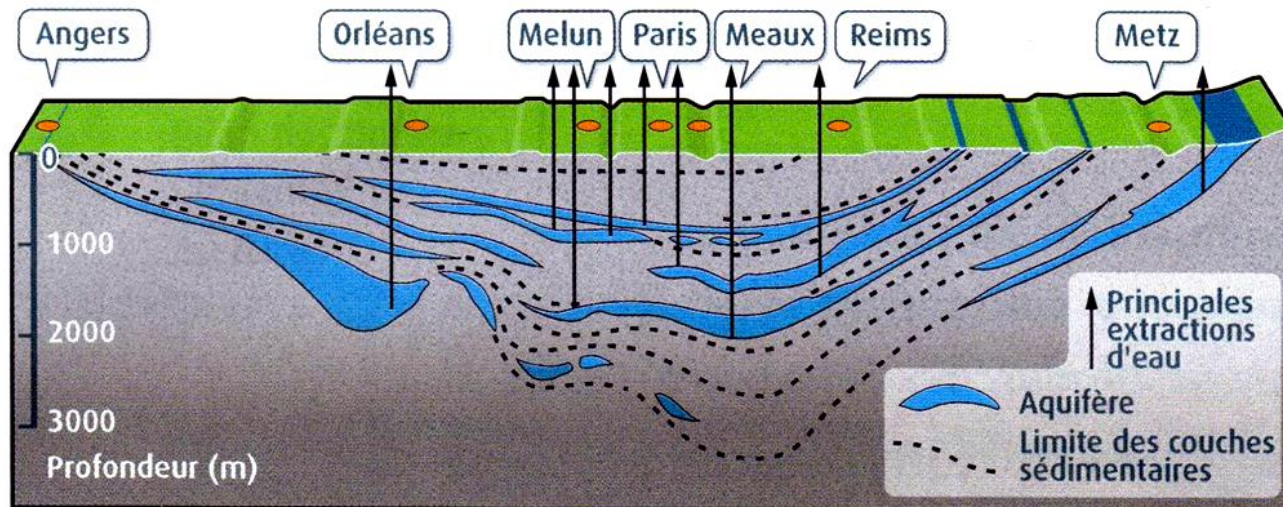
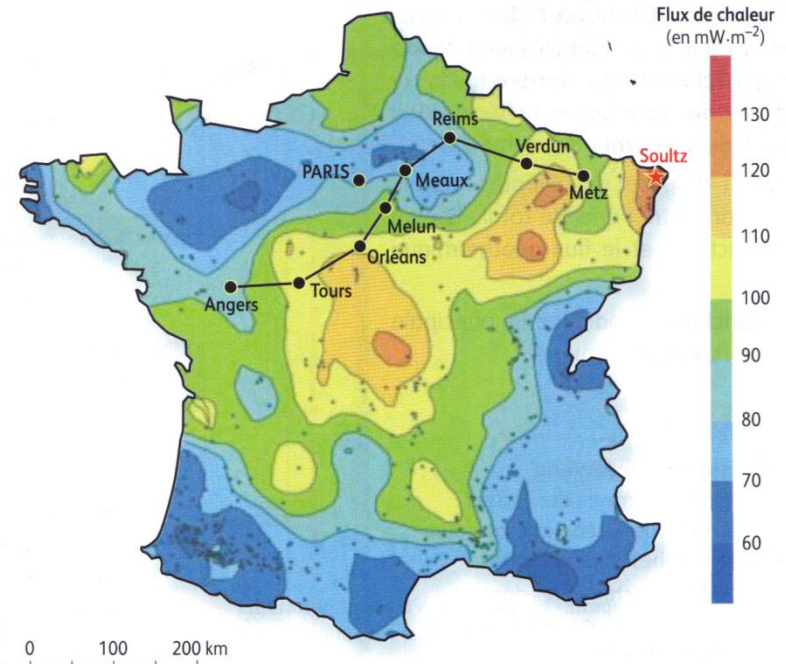
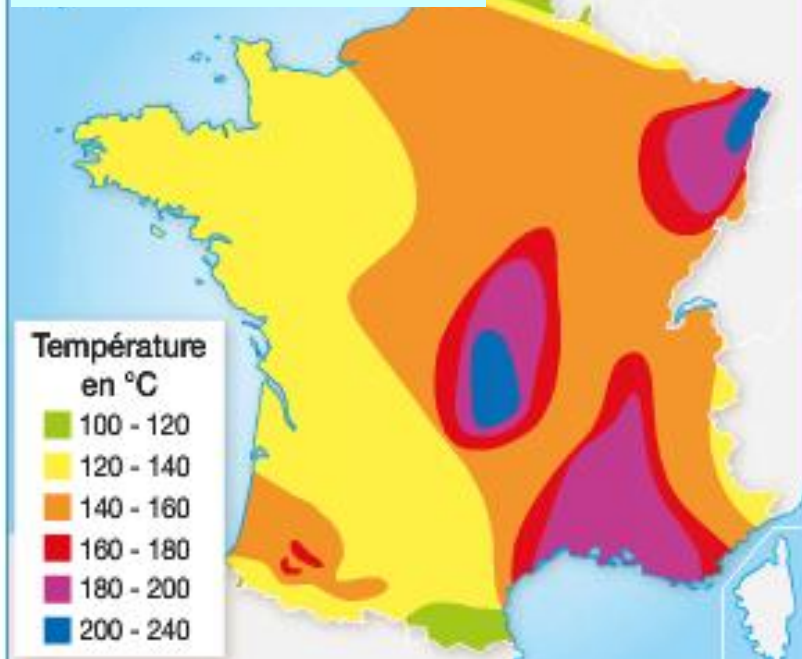
**L'énergie géothermique** chauffe en permanence les **roches** et **l'eau** qui s'infiltré en profondeur.

L'homme peut extraire ces eaux chaudes pour produire :

- de la **chaleur (chauffage)**
- de l'**électricité**

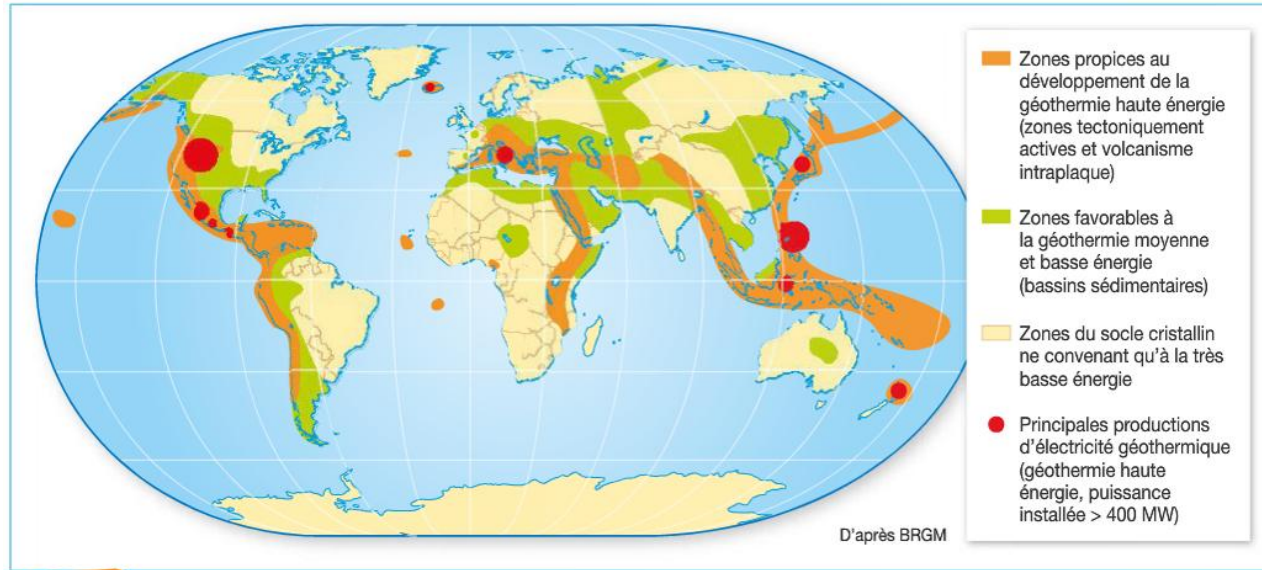
# Géothermie basse énergie dans le bassin de Paris

Température à 5000 m

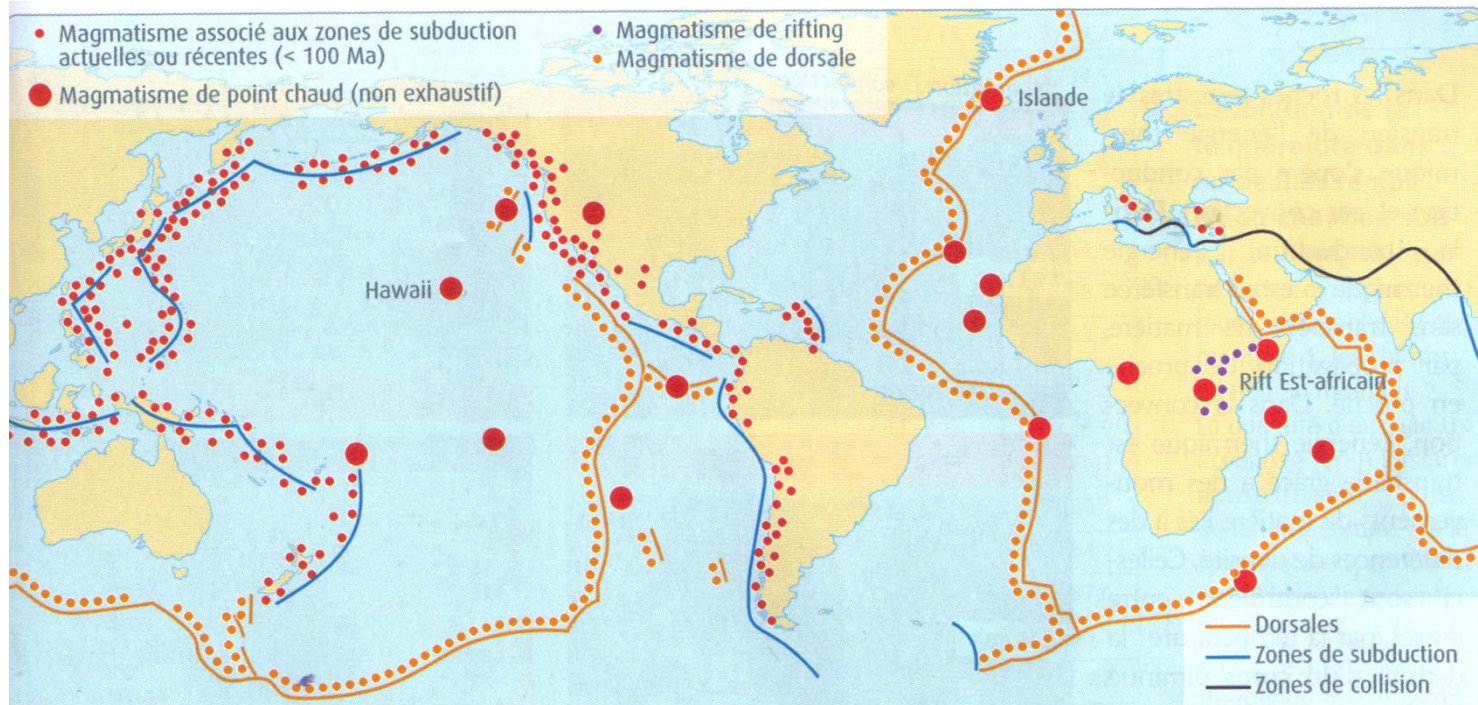




# Géothermie haute énergie

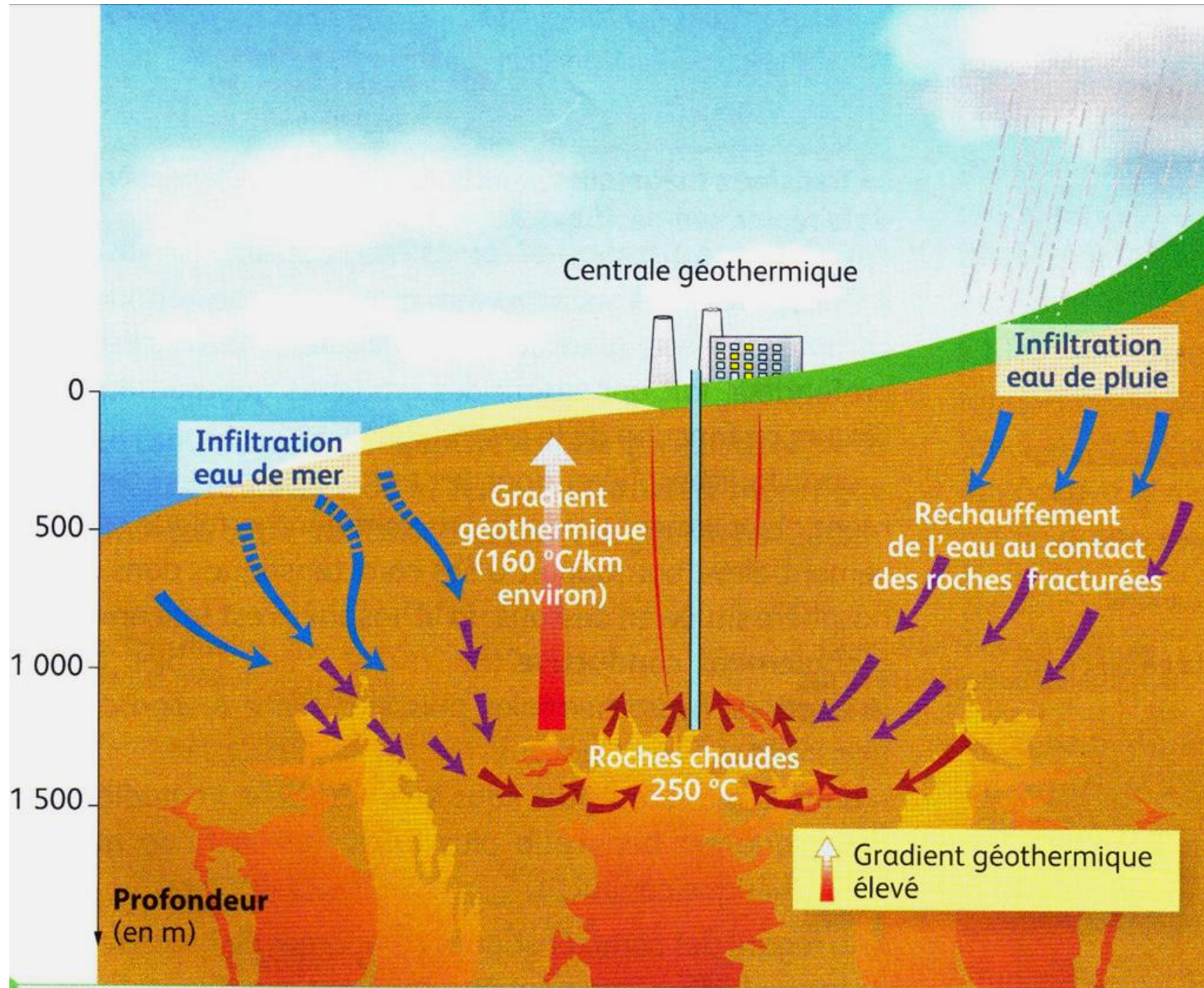


**Doc. 2** Zones propices au développement de la géothermie haute énergie.



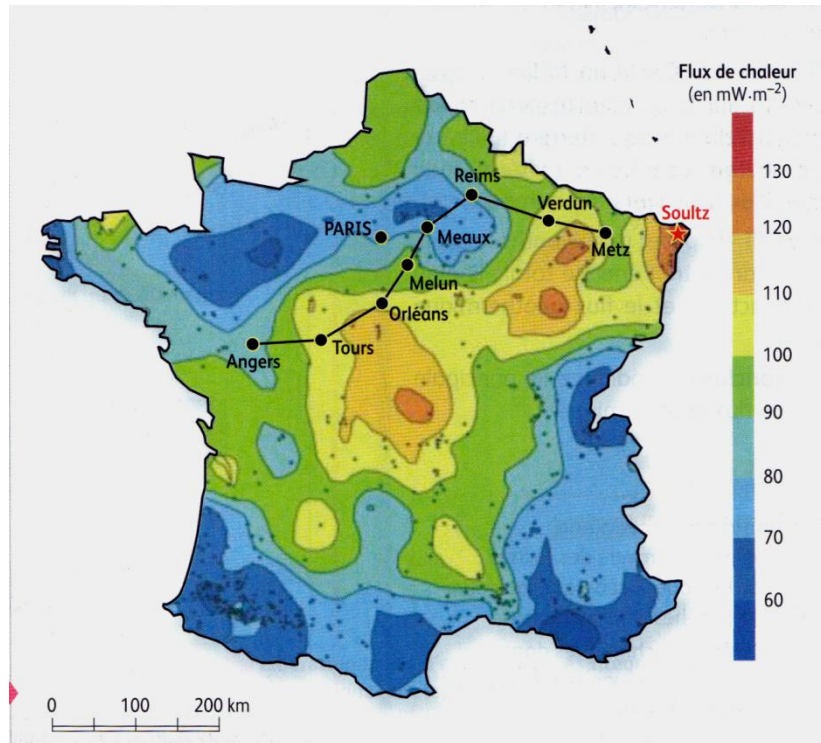


# Site de Bouillante en Guadeloupe

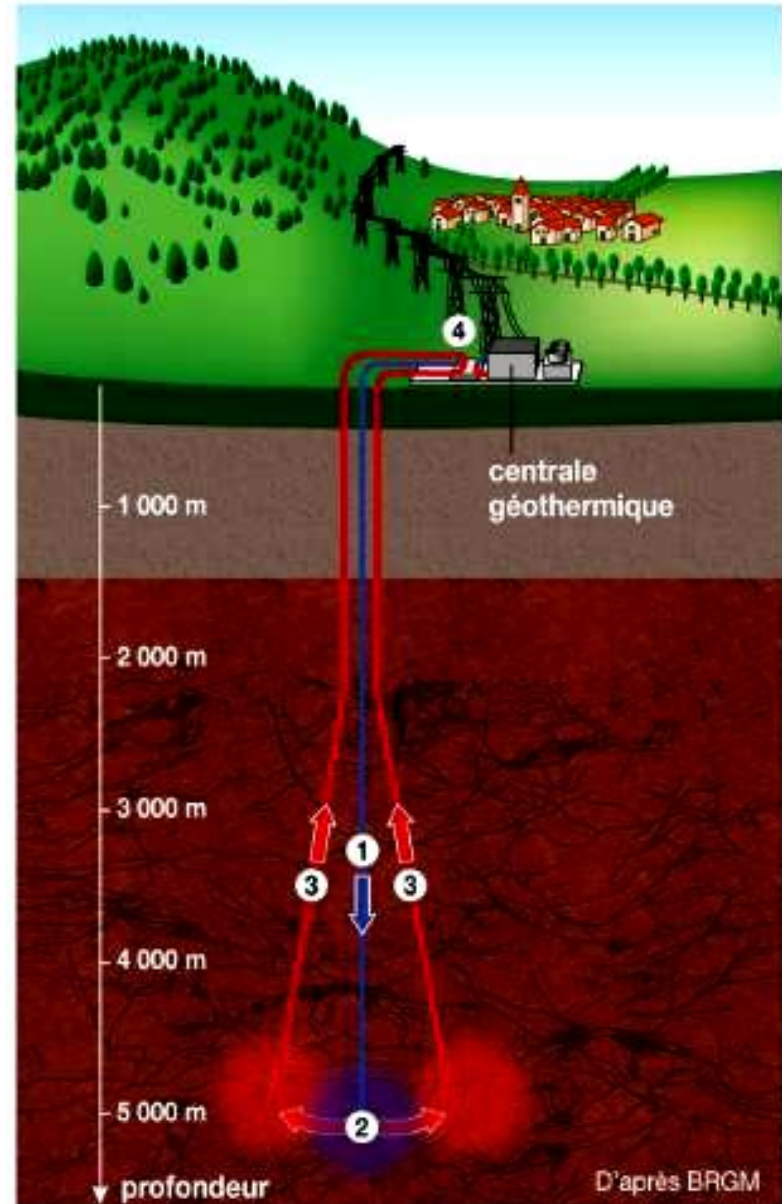




# Exploitation de l'énergie géothermique dans le fossé rhénan

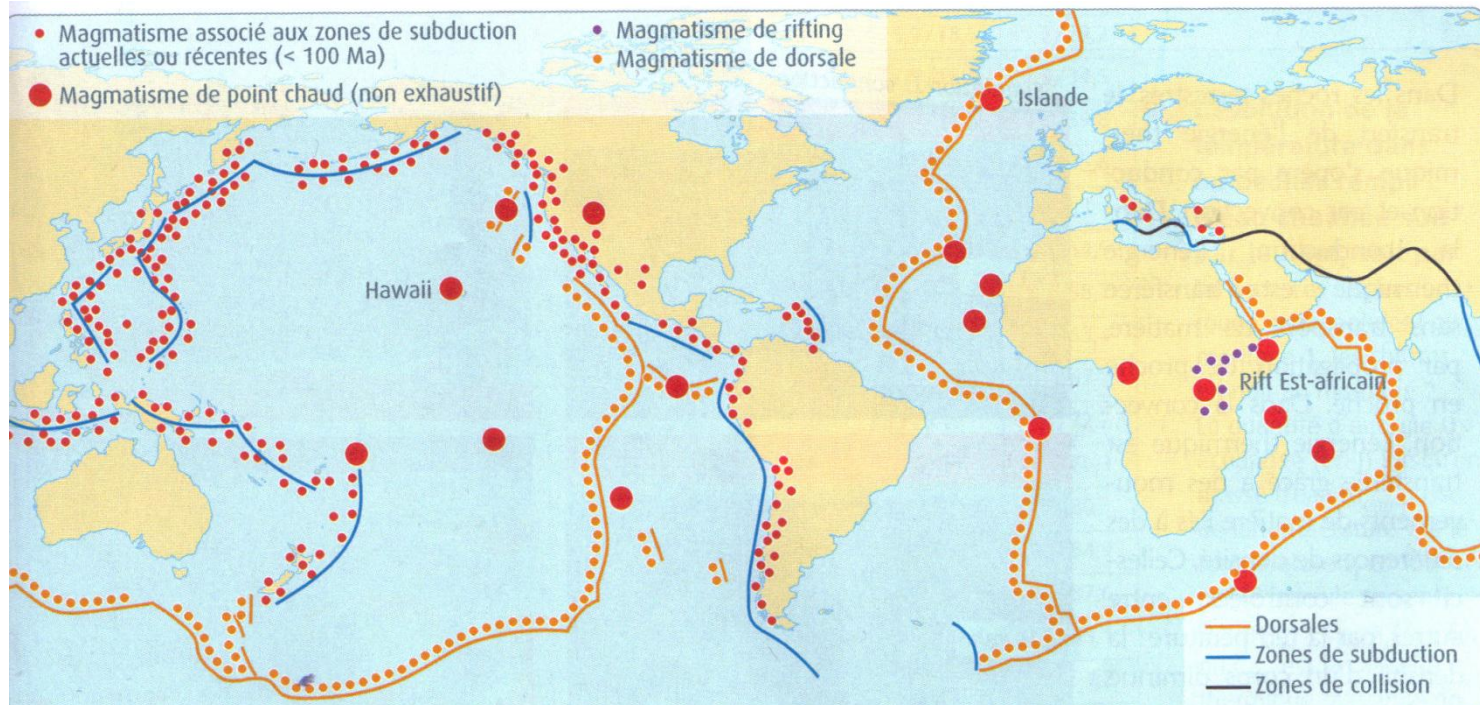
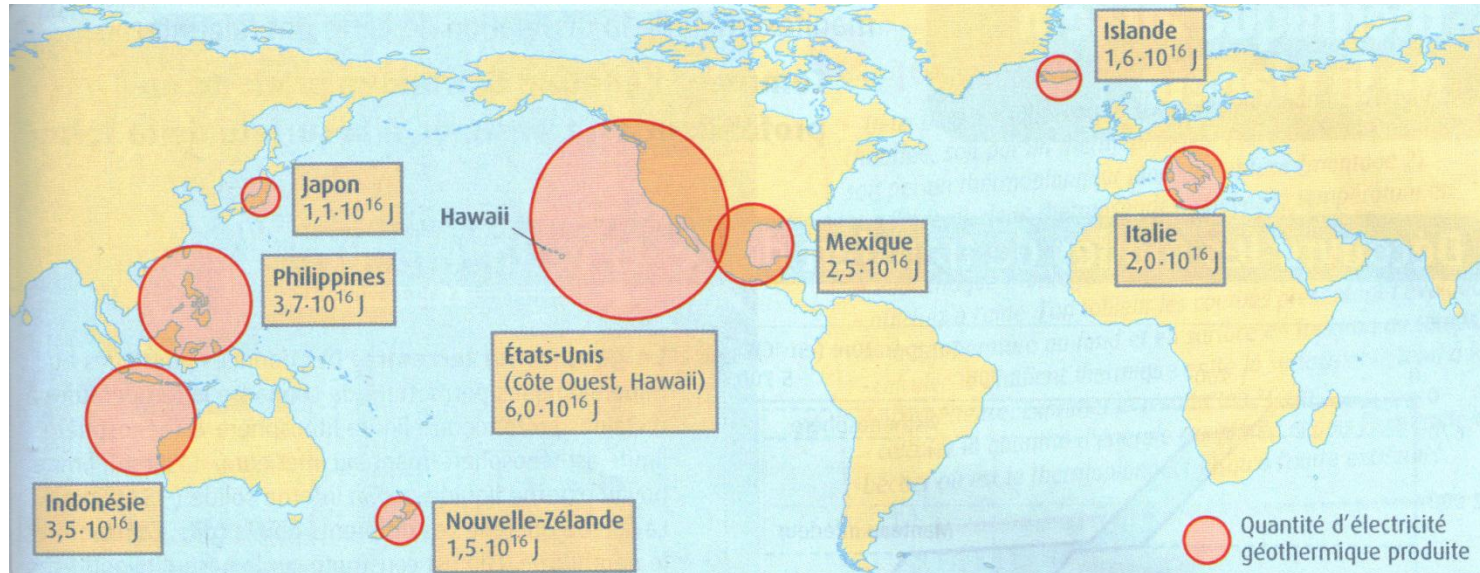


1. Injection d'eau froide à 5 000 m de profondeur par le puits central.
2. Circulation d'eau dans les fractures et réchauffement au contact de la roche chaude ( $200\text{ }^\circ\text{C}$ ).
3. Extraction de l'eau réchauffée du sous-sol par deux puits de production.
4. En surface, transformation par 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



# La méiose

## Gènes liés

Réaliser la méiose d'une cellule hétérozygote pour 2 gènes liés :  
Gène A : allèle A (dominant) et a (récessif)  
Gène B : allèle B (dominant) et b (récessif)

Réaliser un échiquier de croisement avec un individu homozygote récessif pour les 2 gènes.  
Indiquer les génotypes et les phénotypes des cellules oeufs

## Gènes indépendants

Réaliser la méiose d'une cellule hétérozygote pour 2 gènes indépendants :  
Gène A : allèle A (dominant) et a (récessif)  
Gène B : allèle B (dominant) et b (récessif)

Réaliser un échiquier de croisement avec un individu homozygote récessif pour les 2 gènes.  
Indiquer les génotypes et les phénotypes des cellules oeufs