

Thème : Enjeux planétaires contemporains.

Géothermie et propriétés thermiques de la Terre



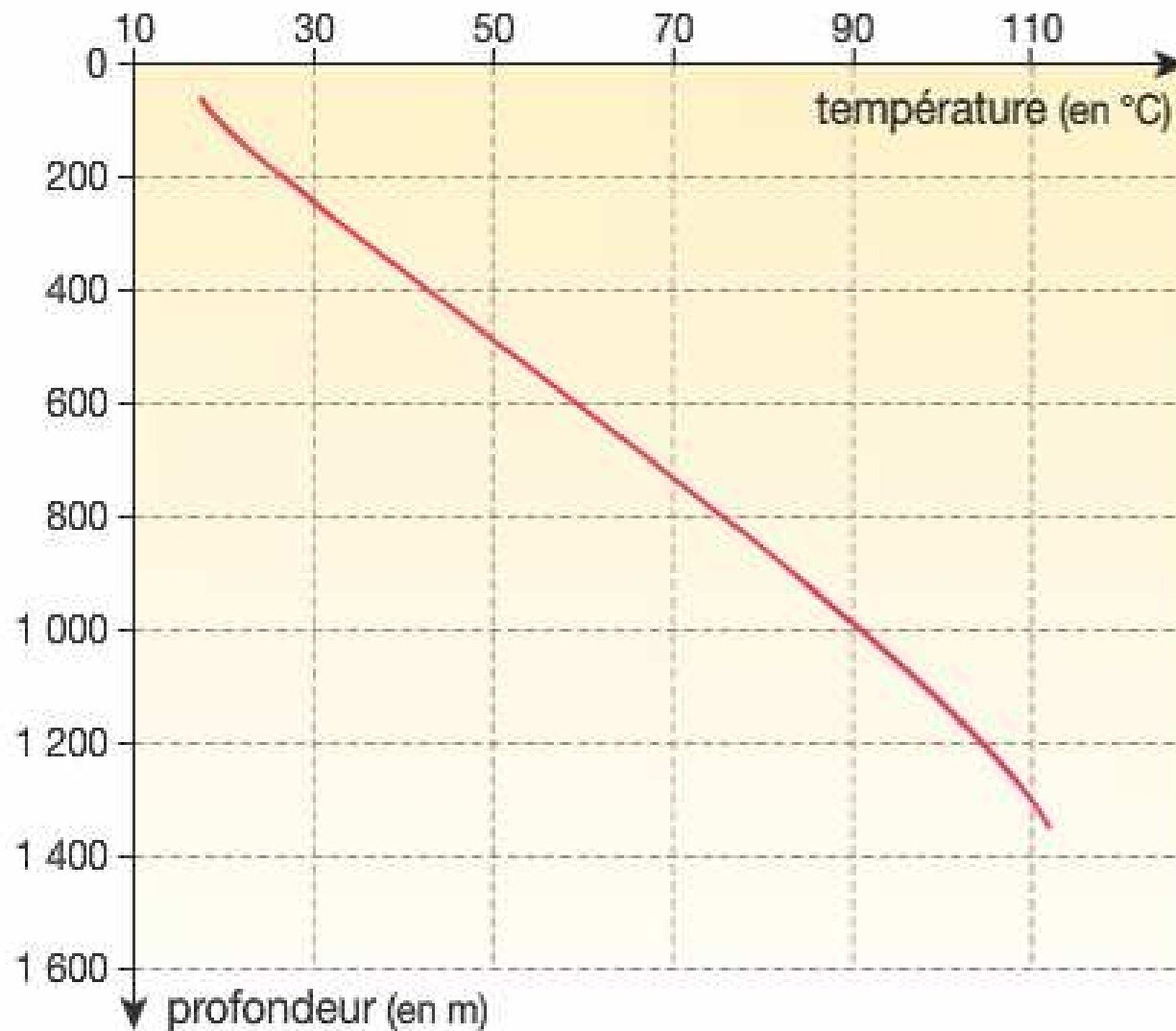
Thème : Enjeux planétaires contemporains.

Géothermie et propriétés thermiques de la Terre

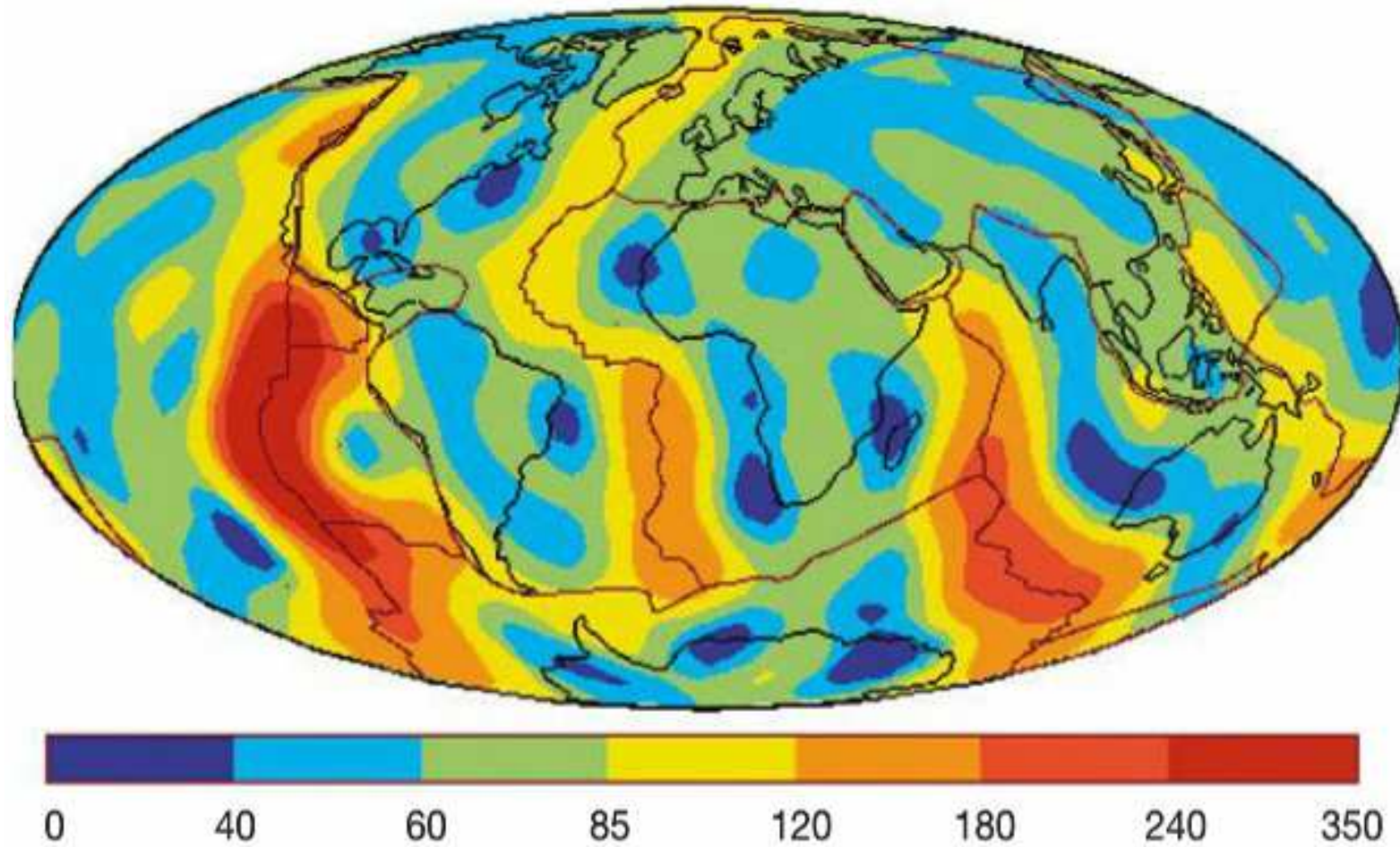
I. Gradient géothermique et flux géothermique.

Le gradient géothermique

Une mesure du gradient géothermique en Alsace



Le flux géothermique



Le flux géothermique mondial (mW · m⁻²)

Le flux géothermique et contexte géodynamique

Faible :

Plaines abyssales

Plateaux continentaux

Fosses océaniques

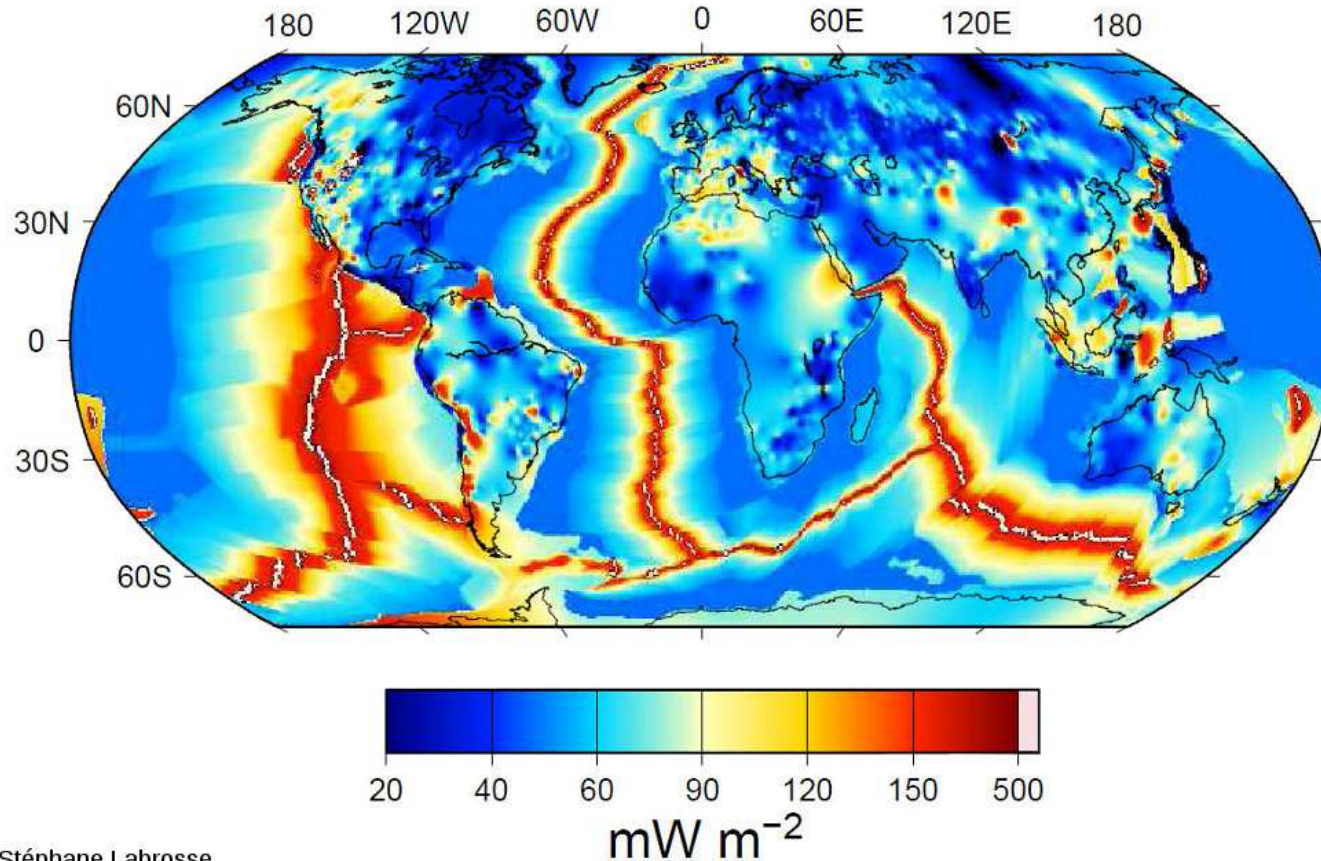
Élevé :

Dorsales

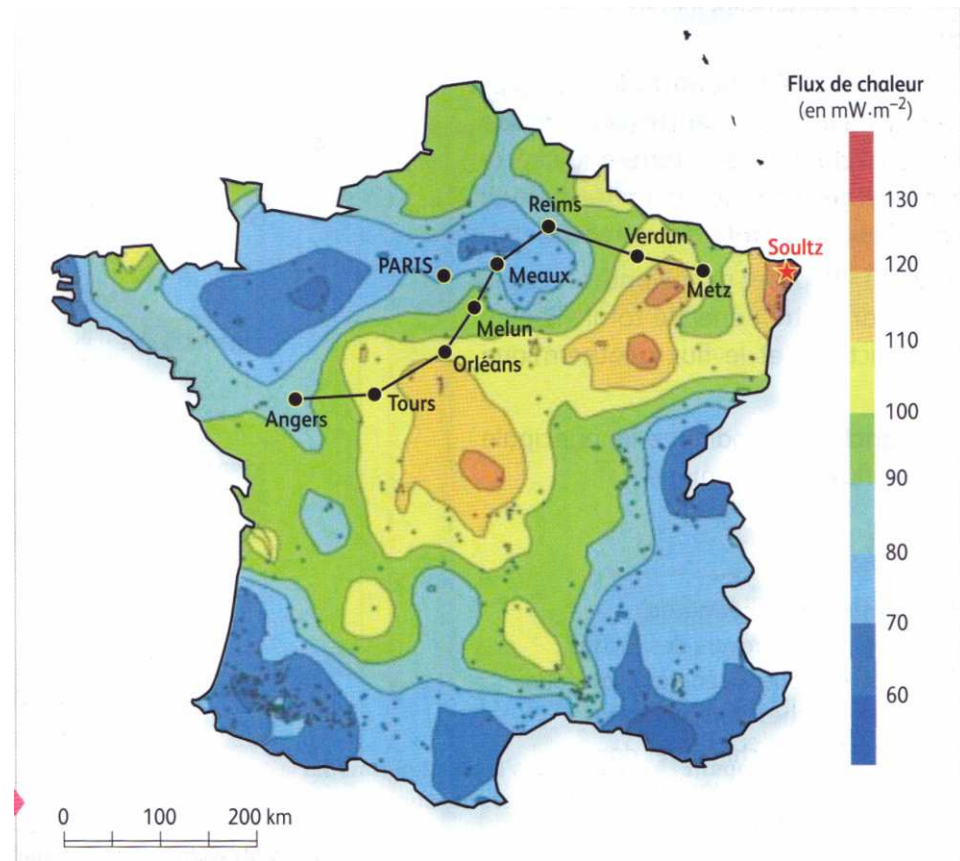
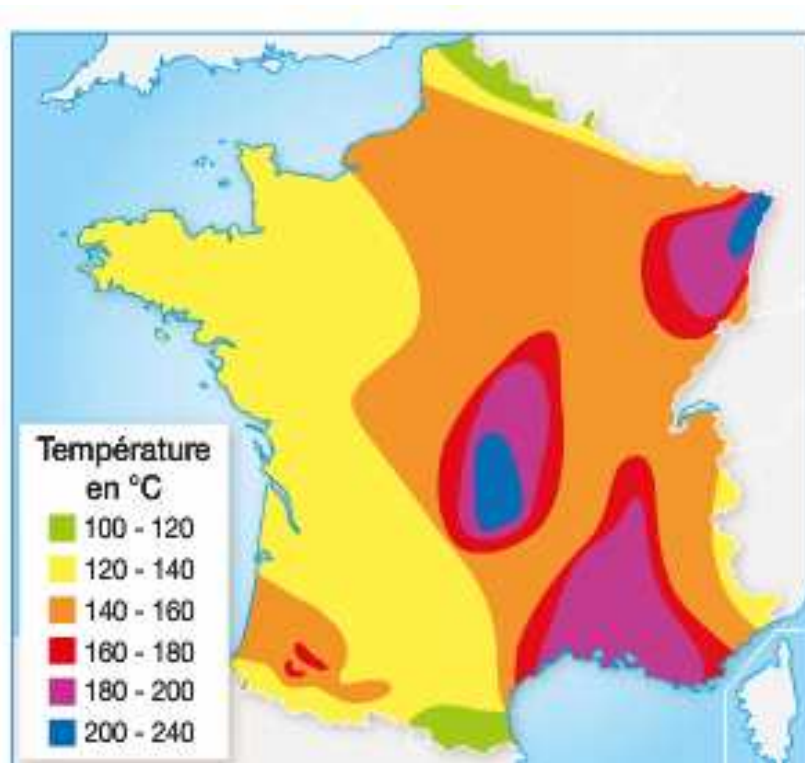
Points chauds

Arcs volcaniques (subduction)

Fossés d'effondrement



Le flux géothermique en France



Température à 5000 m de profondeur

Thème : Thème : Enjeux planétaires contemporains.

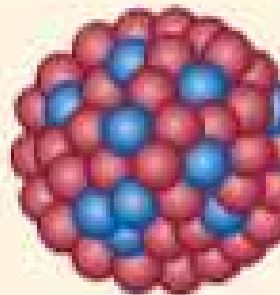
Géothermie et propriétés thermiques de la Terre

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 ${}^{40}\text{K}$

thorium 234



2 protons
+
2 neutrons

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.

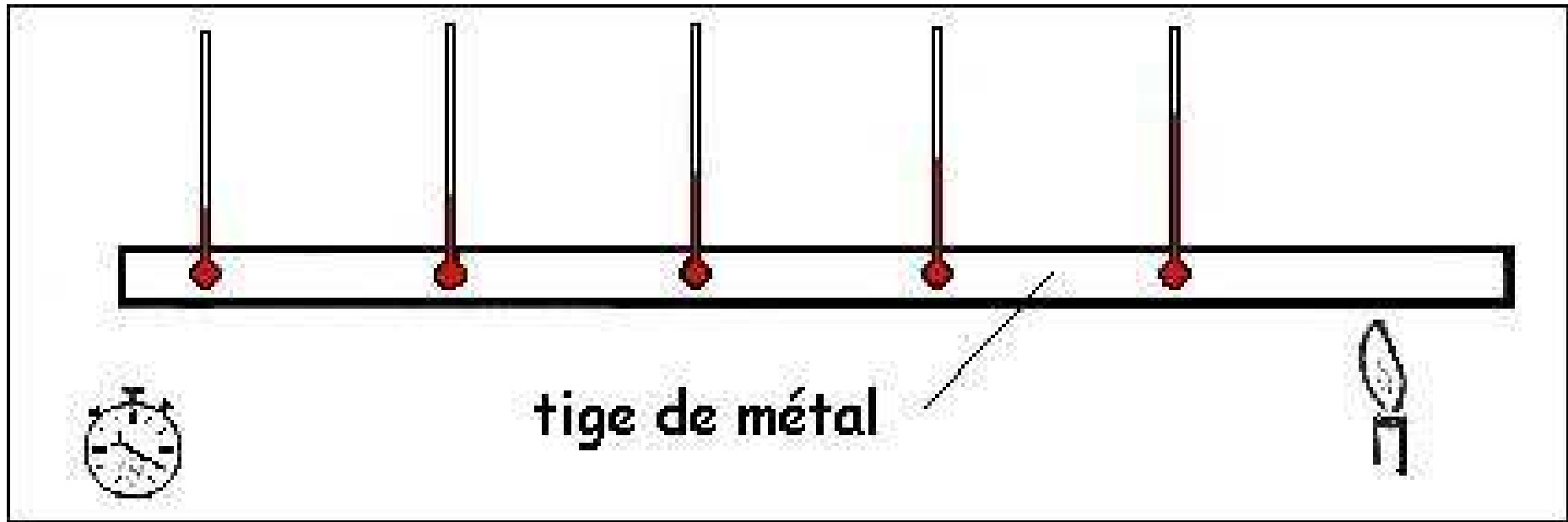
Géothermie et propriétés thermiques de la Terre

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

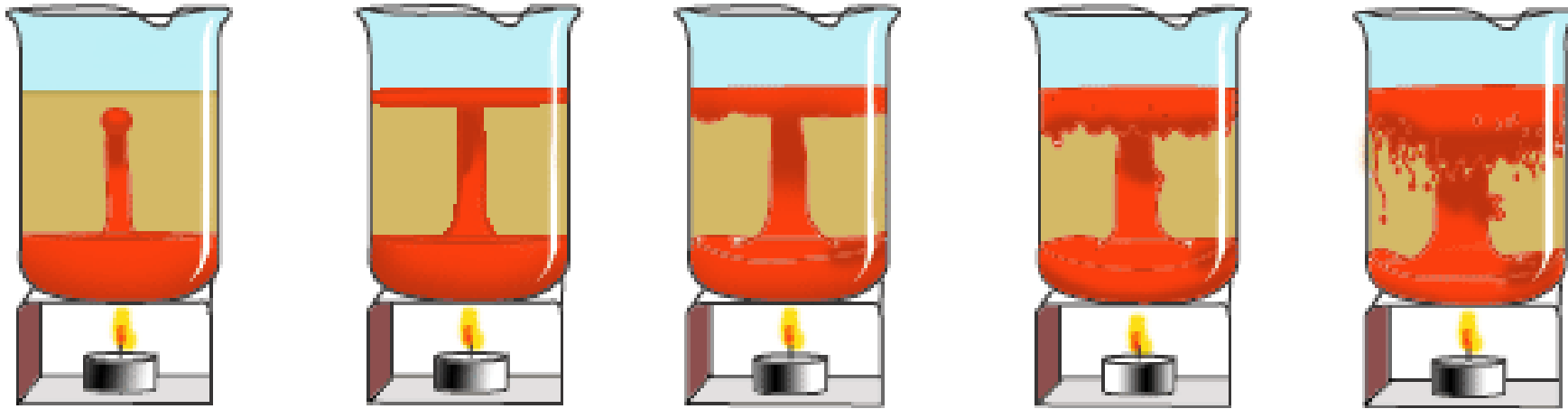


Transfert de chaleur de proche en proche sans mouvement de matière

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

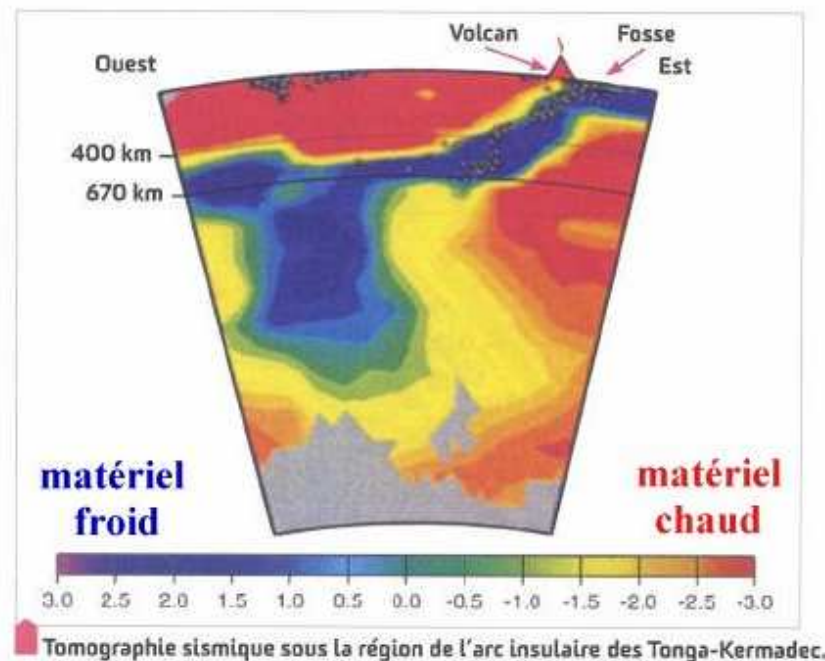
très efficace

Milieu ductile → manteau, noyau externe

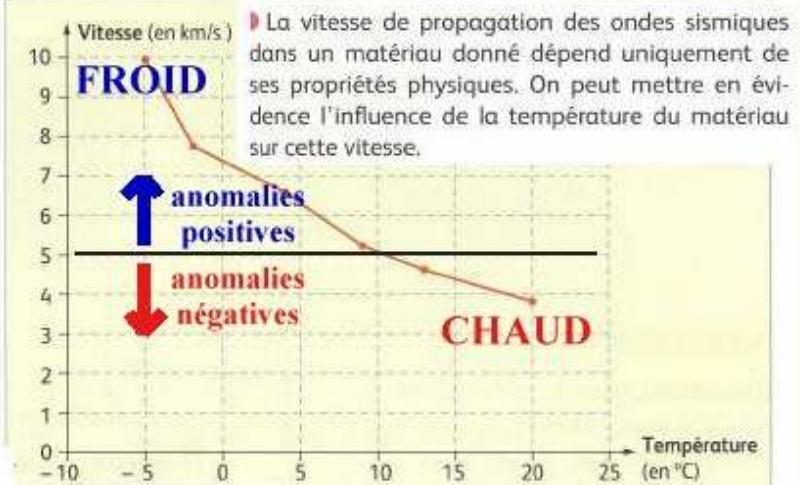
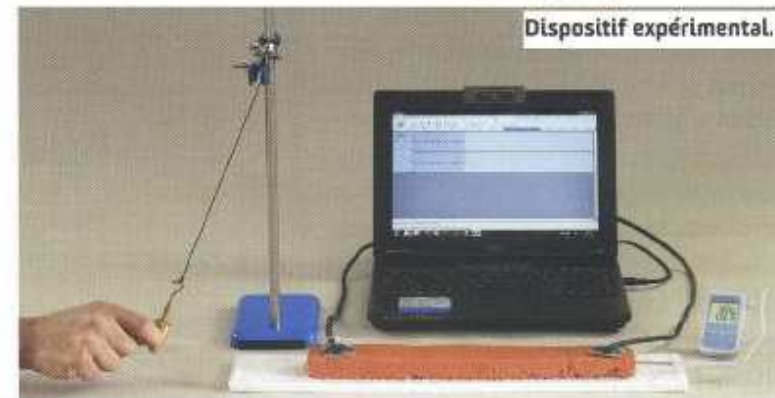
Principe de la tomographie sismique

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.



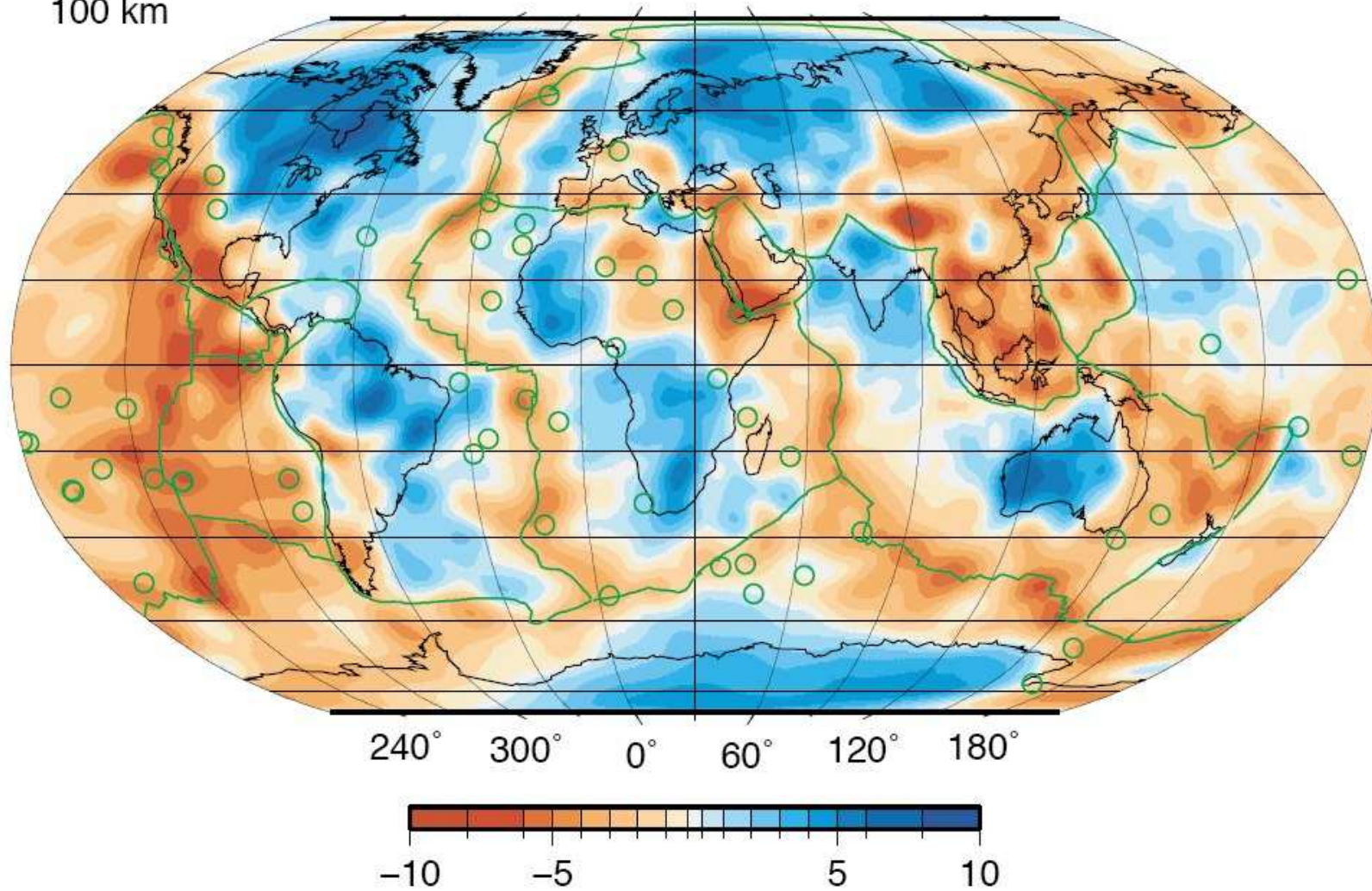
Modélisation analogique



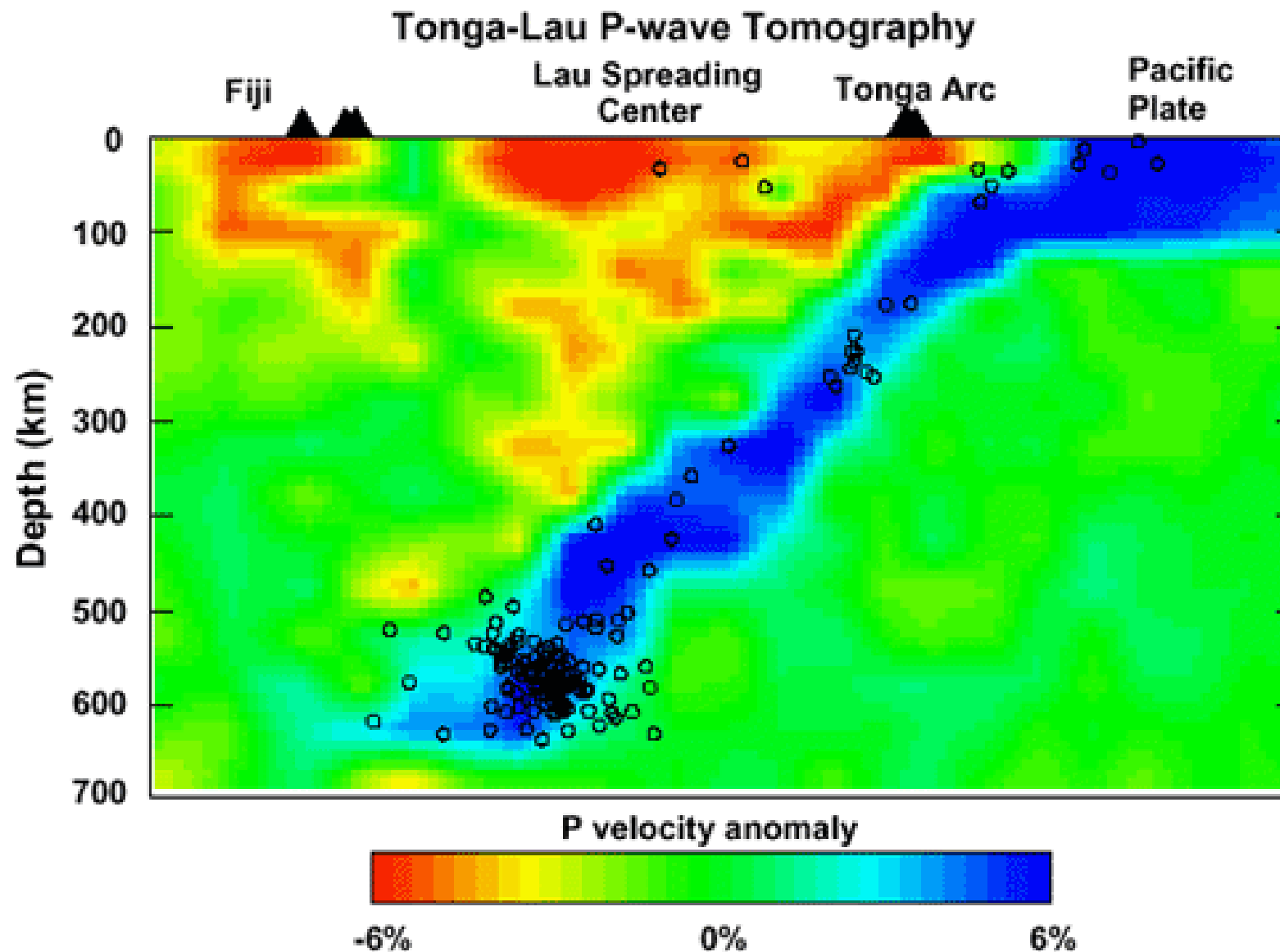
Représentation graphique des résultats expérimentaux.

Tomographie sismique à 100 km de profondeur

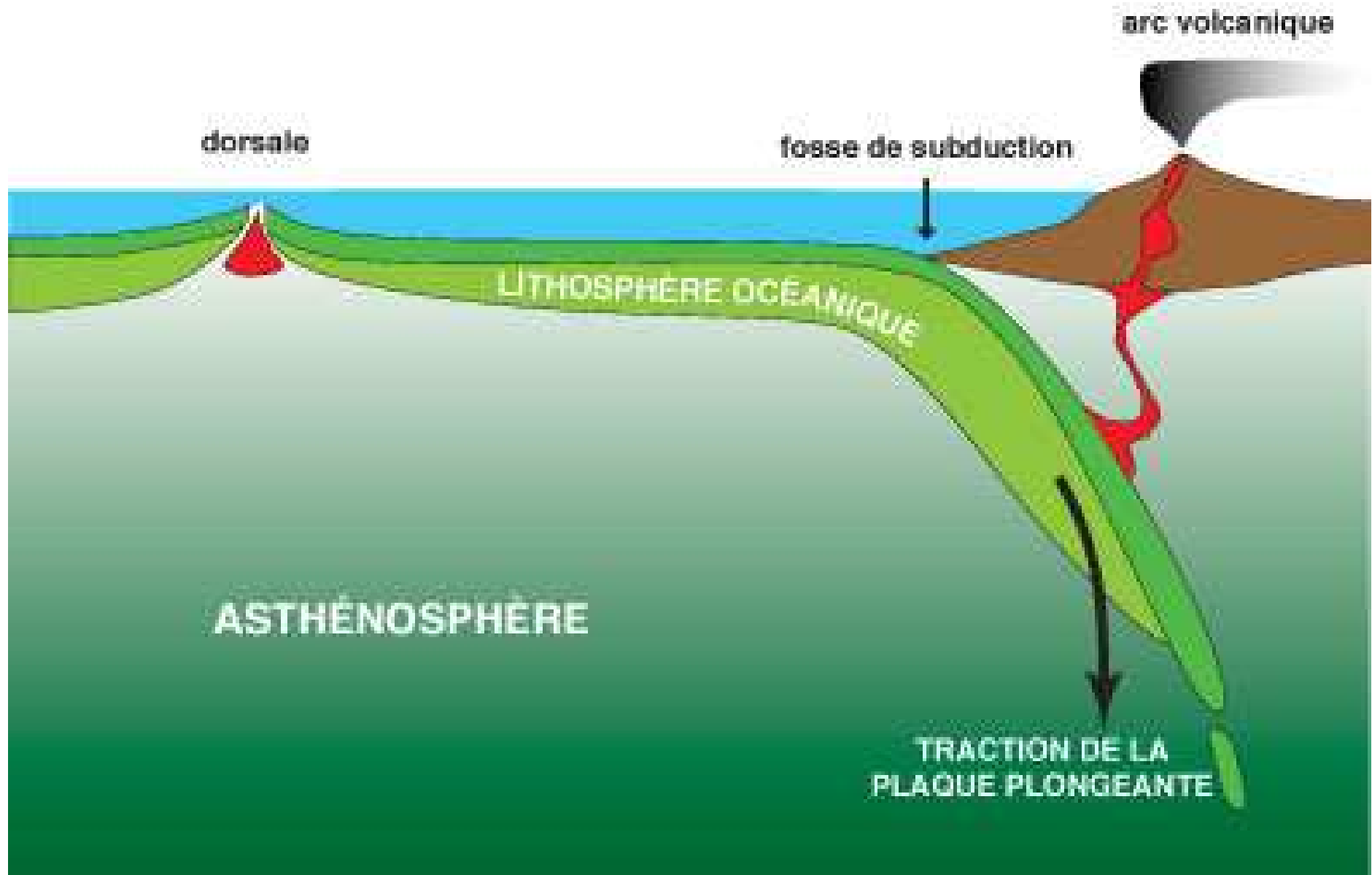
100 km



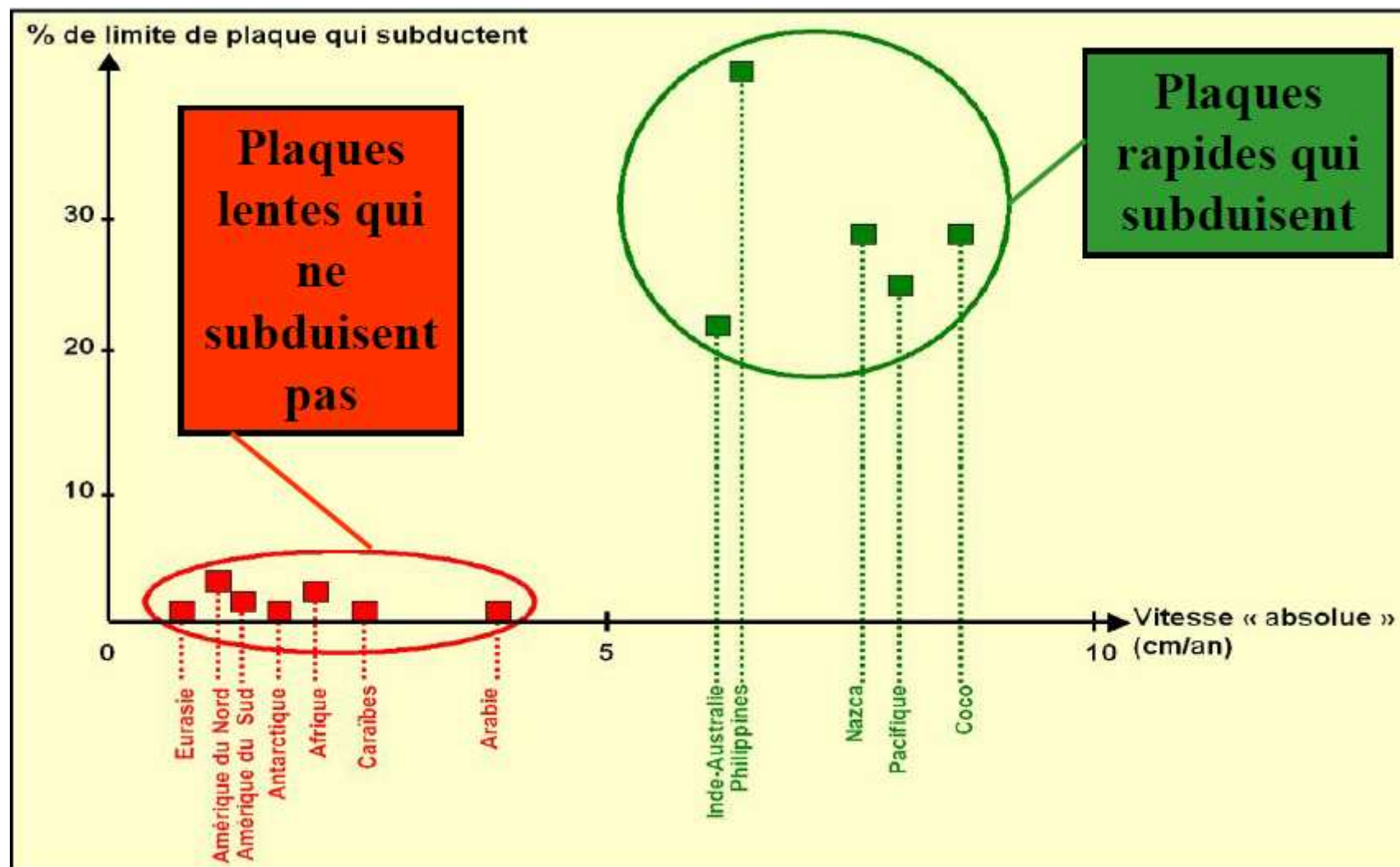
Mise en évidence d'une zone de descente de matière par tomographie sismique



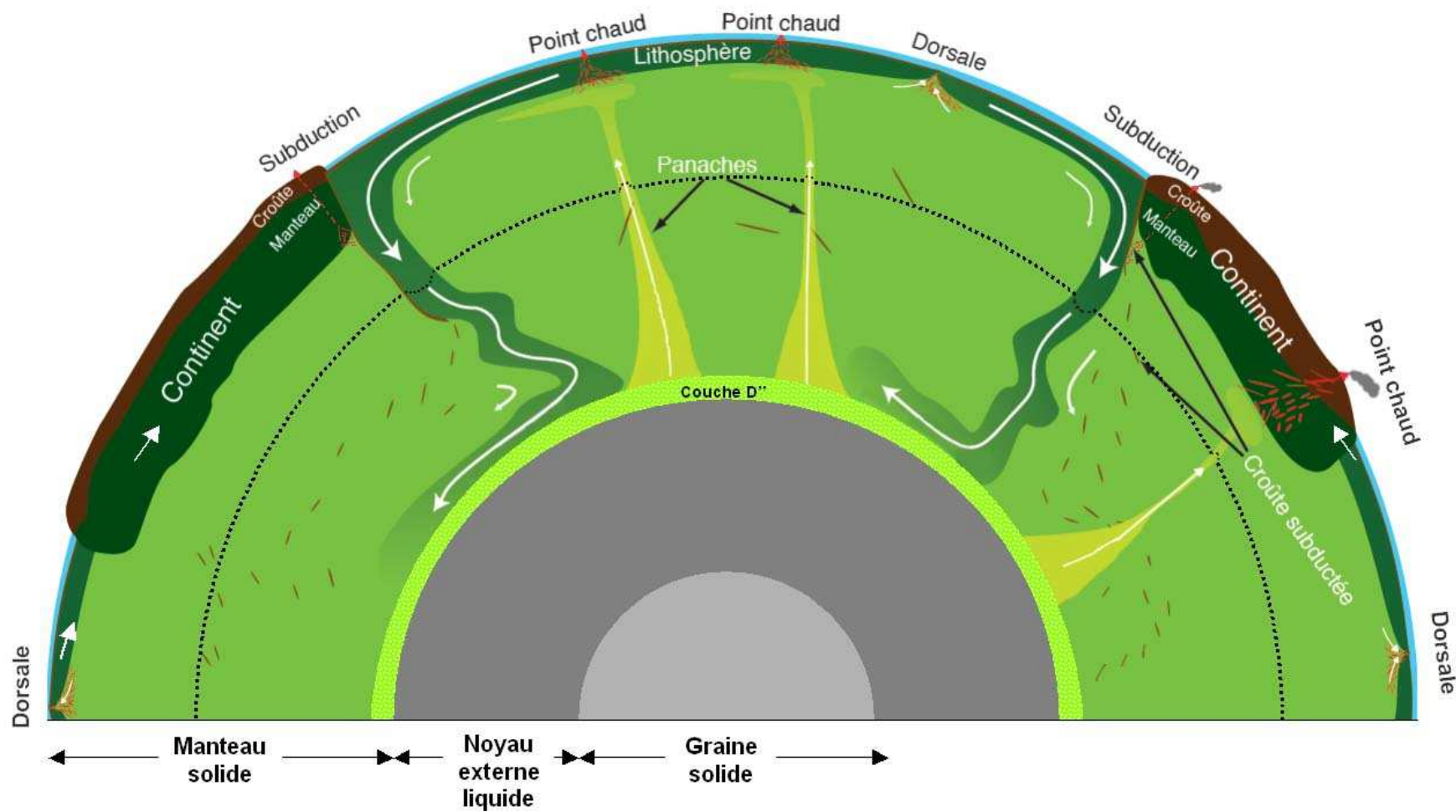
Le moteur du mouvement des plaques



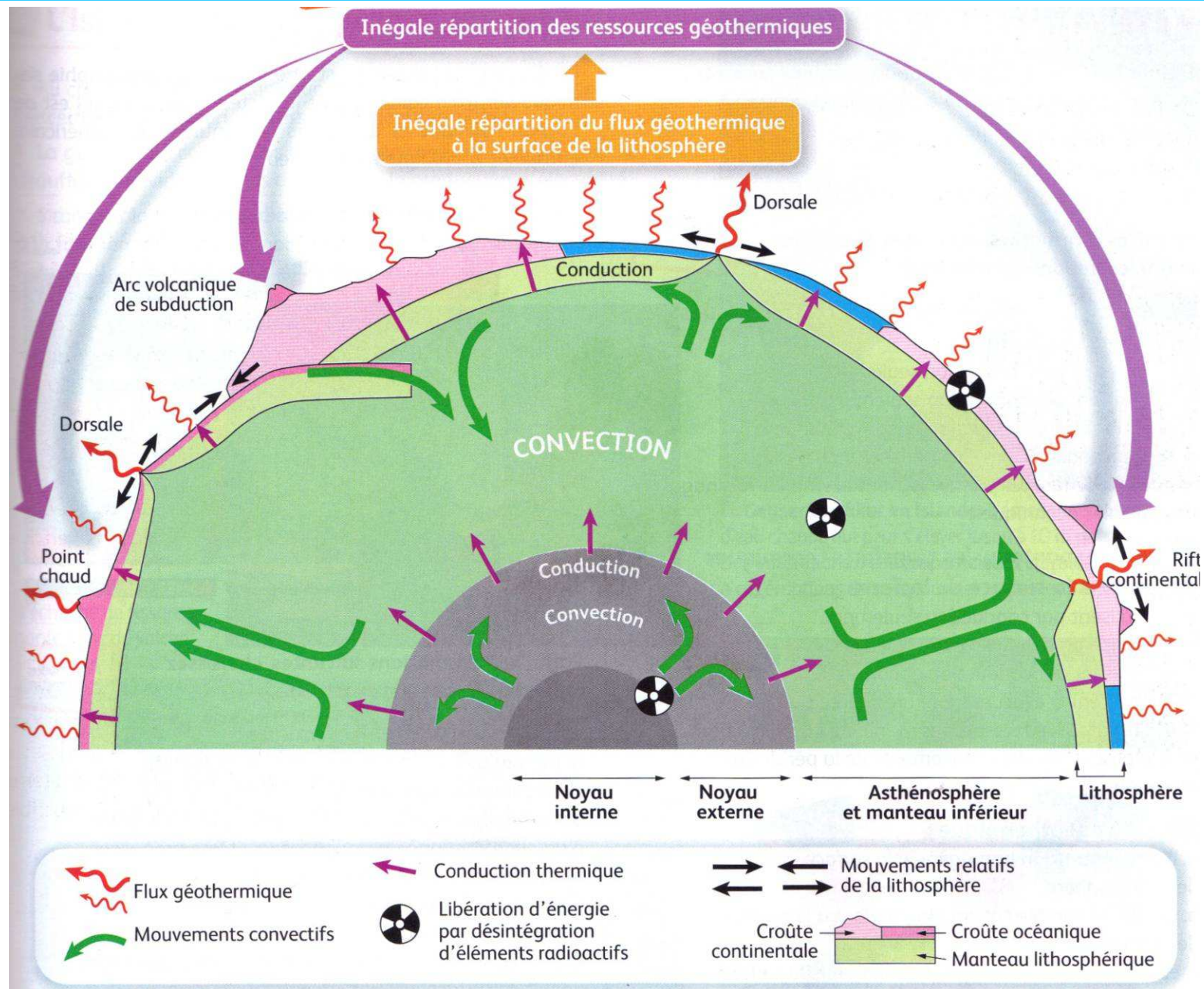
Le moteur du mouvement des plaques



Un modèle actuel de convection



Transferts d'énergie au sein du globe



Thème : Thème : Enjeux planétaires contemporains.

Géothermie et propriétés thermiques de la Terre

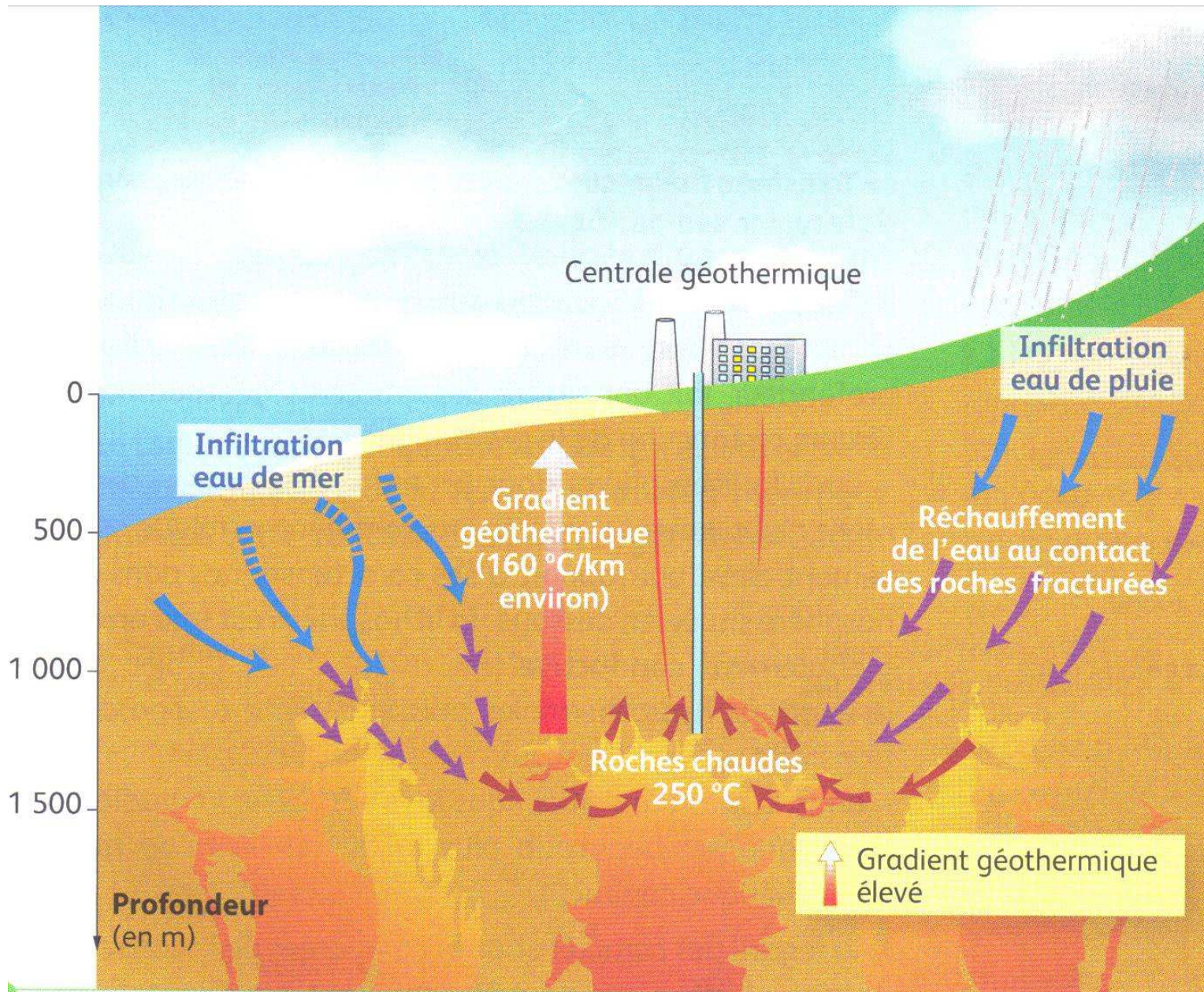
I. Gradient géothermique et flux géothermique.

II. Origine du flux géothermique.

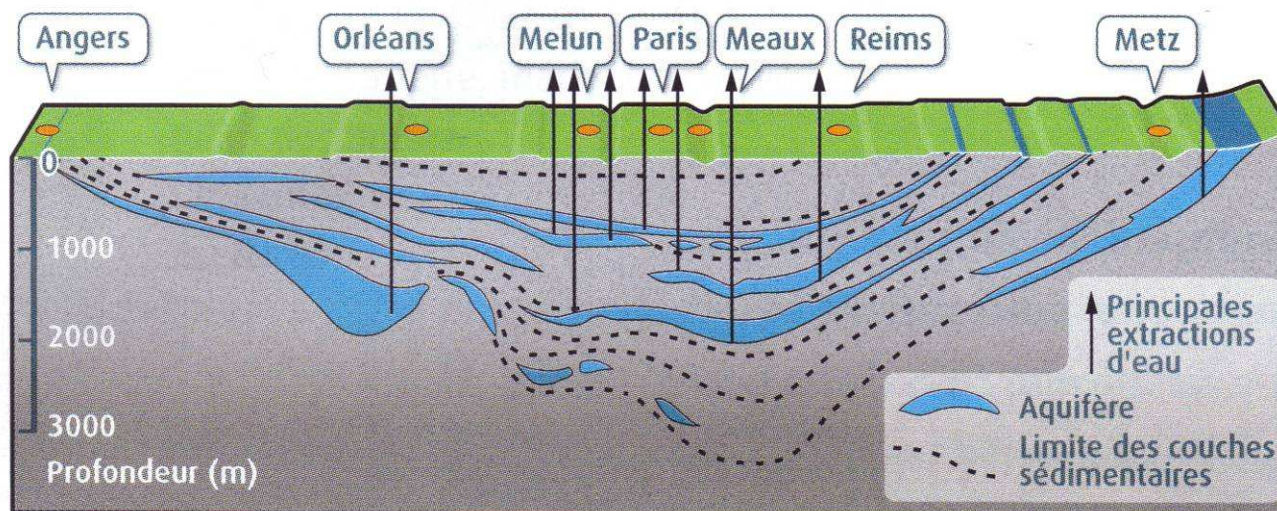
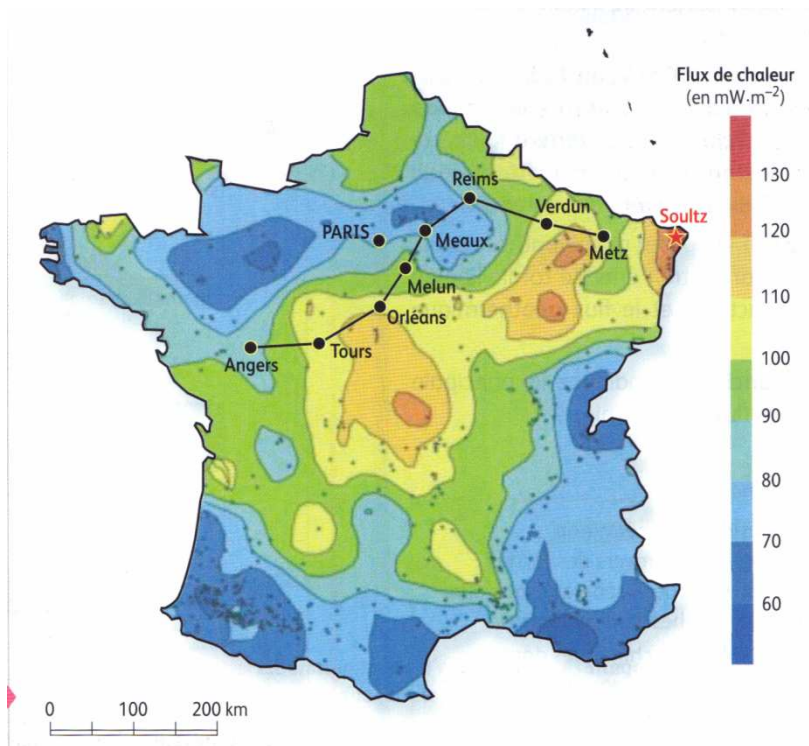
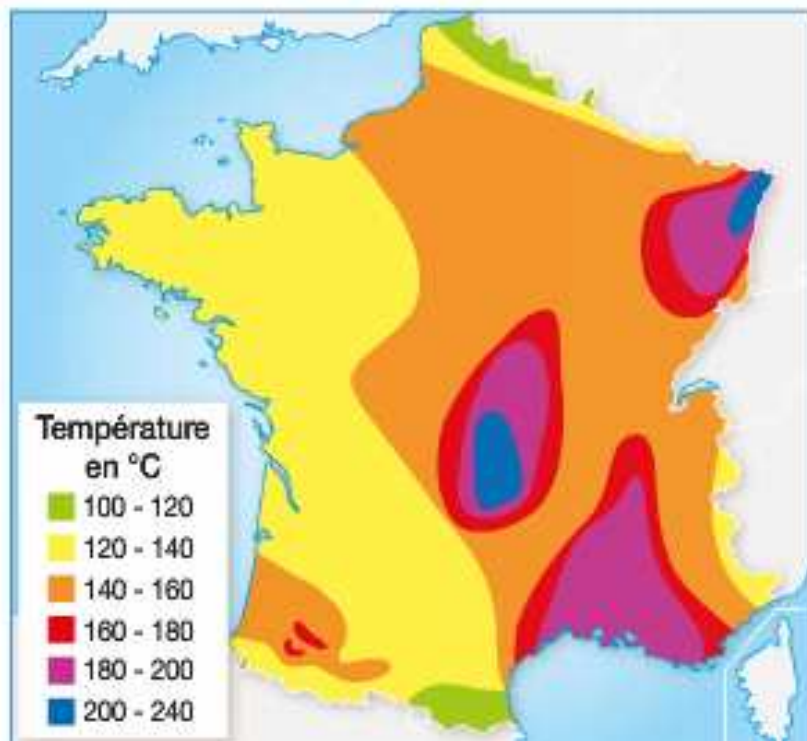
III. Les transferts d'énergie au sein de la planète.

IV. Utilisation de l'énergie géothermique par l'homme.

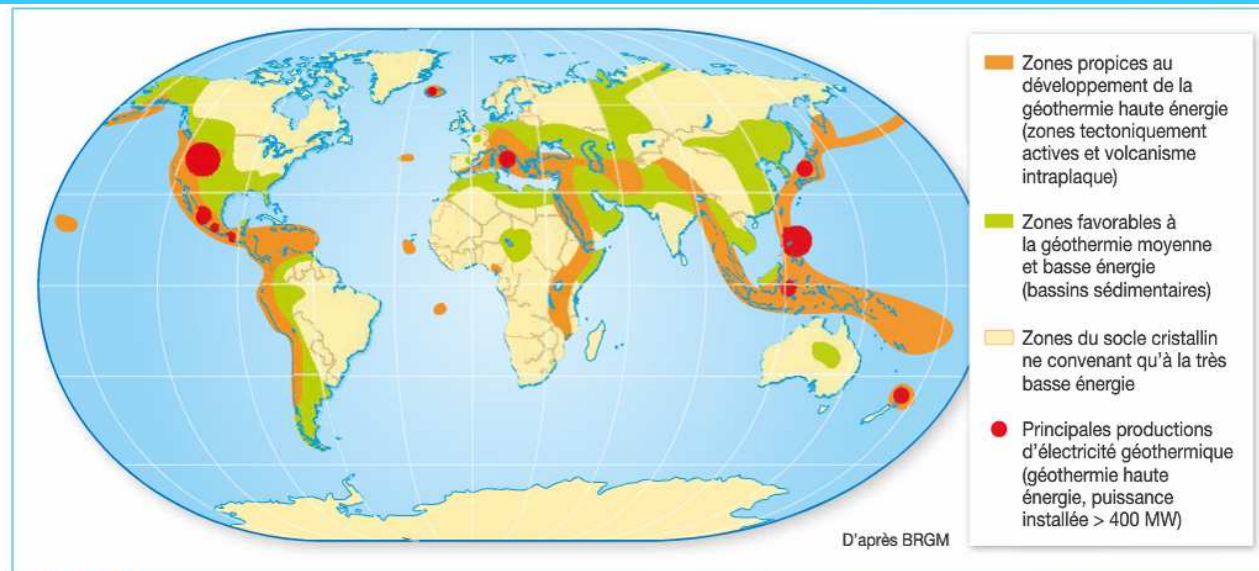
Site de Bouillante en Guadeloupe



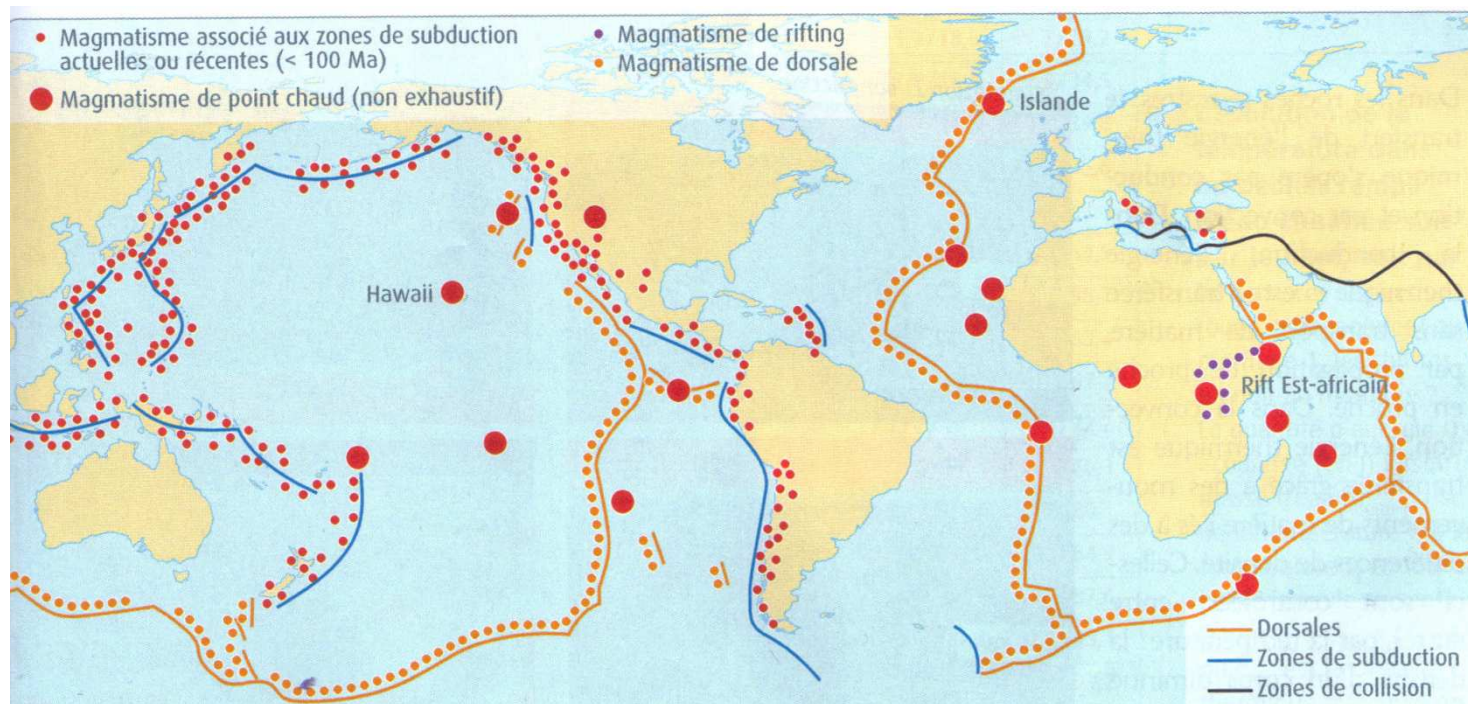
Géothermie basse énergie dans le bassin de Paris



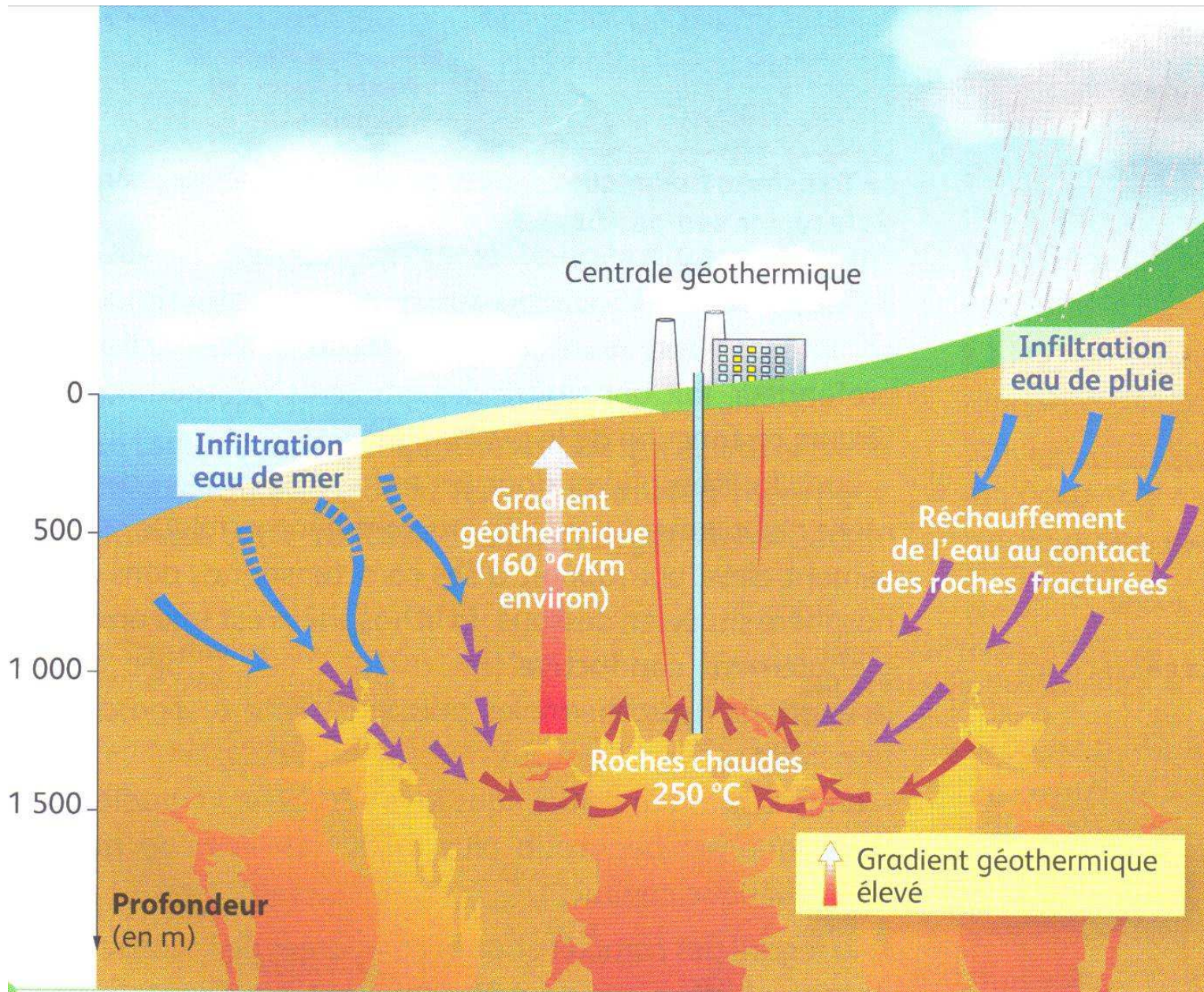
Géothermie haute énergie



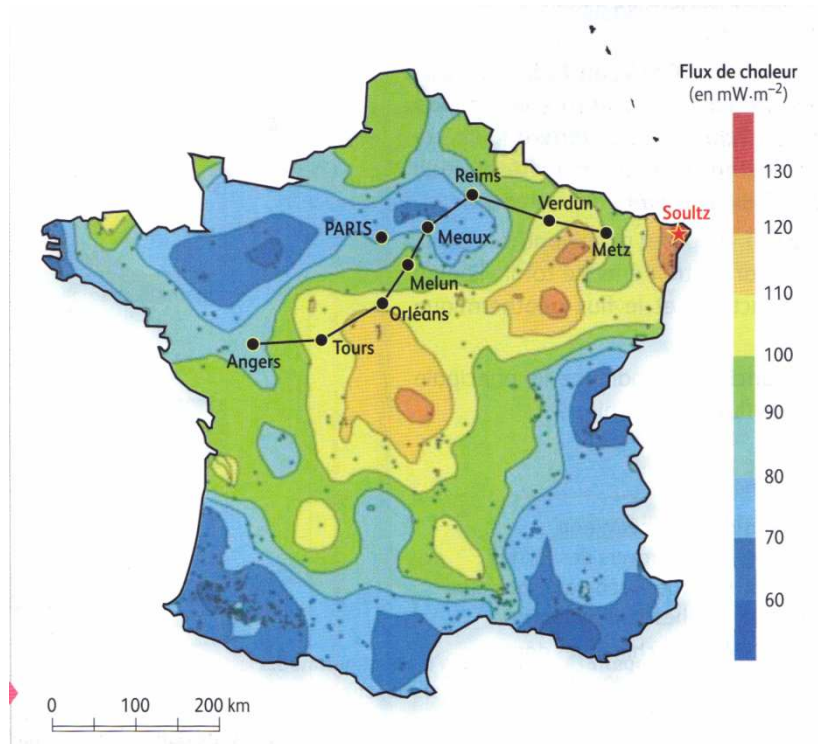
Doc. 2 Zones propices au développement de la géothermie haute énergie.



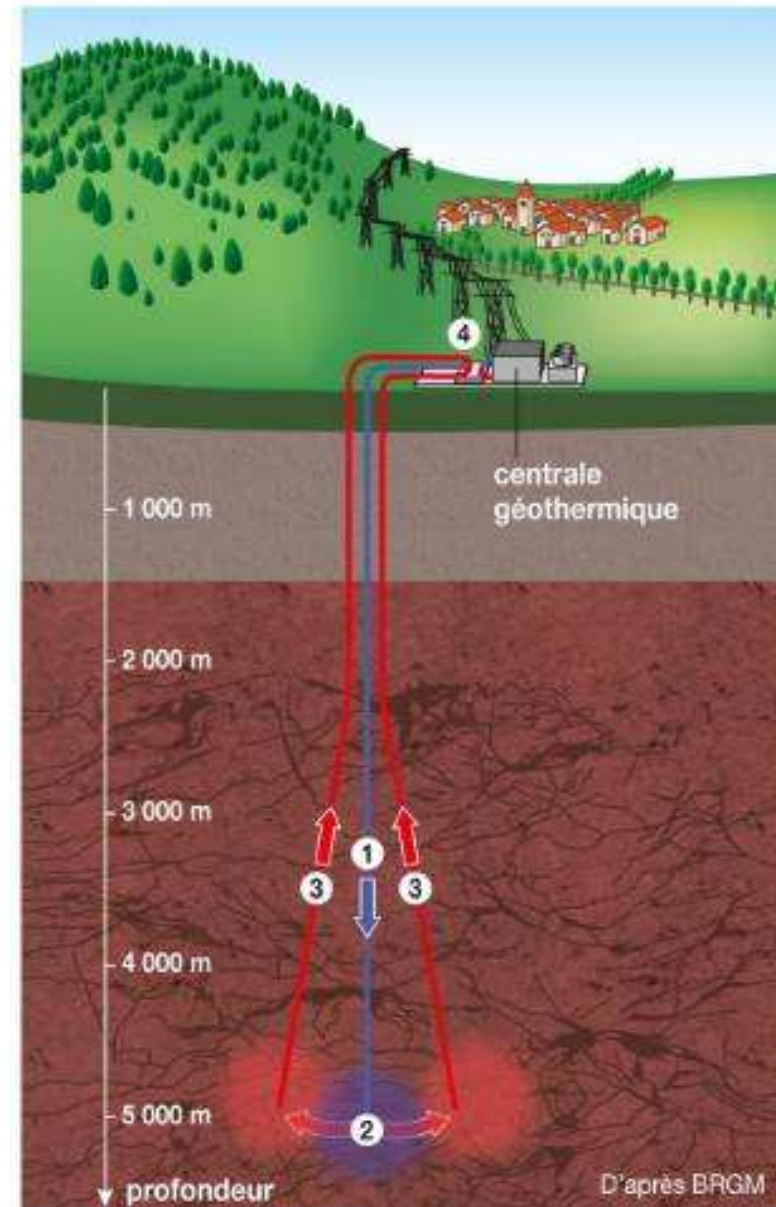
Site de Bouillante en Guadeloupe



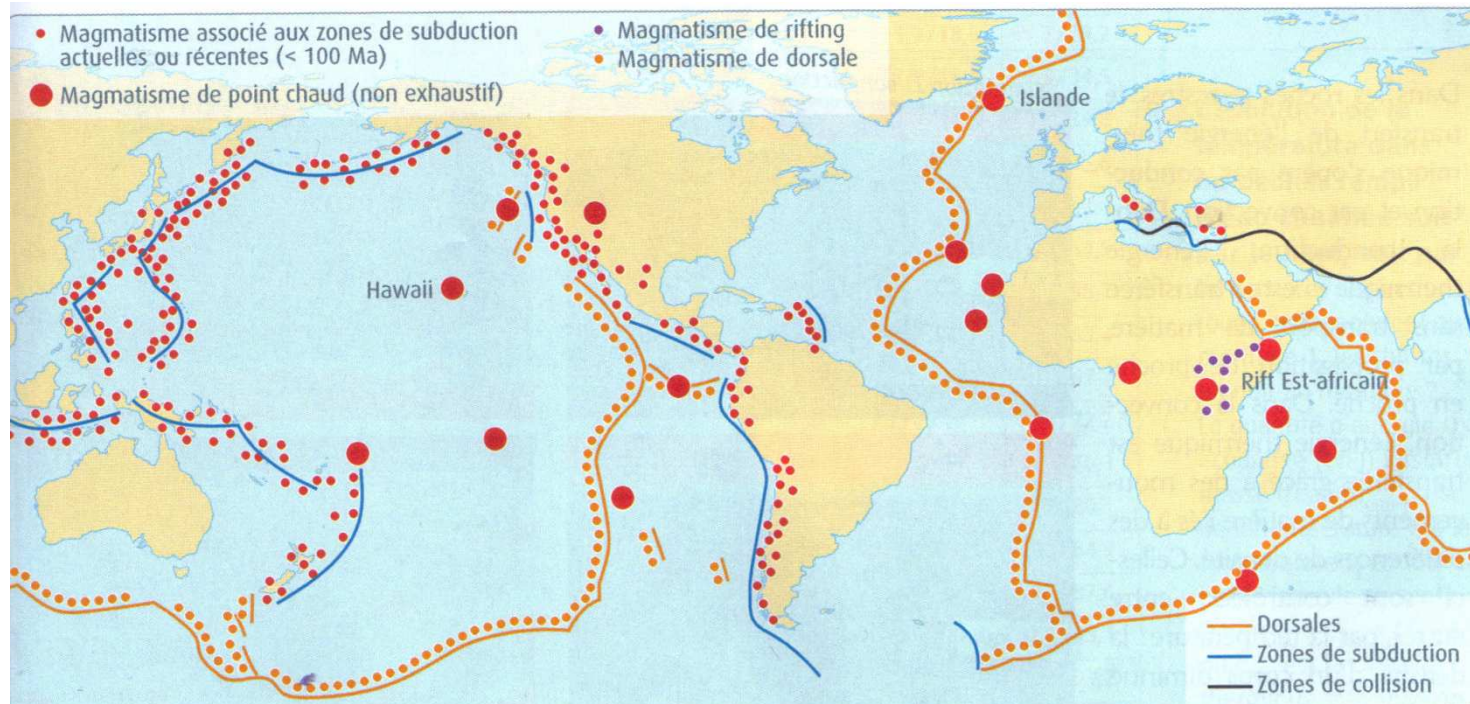
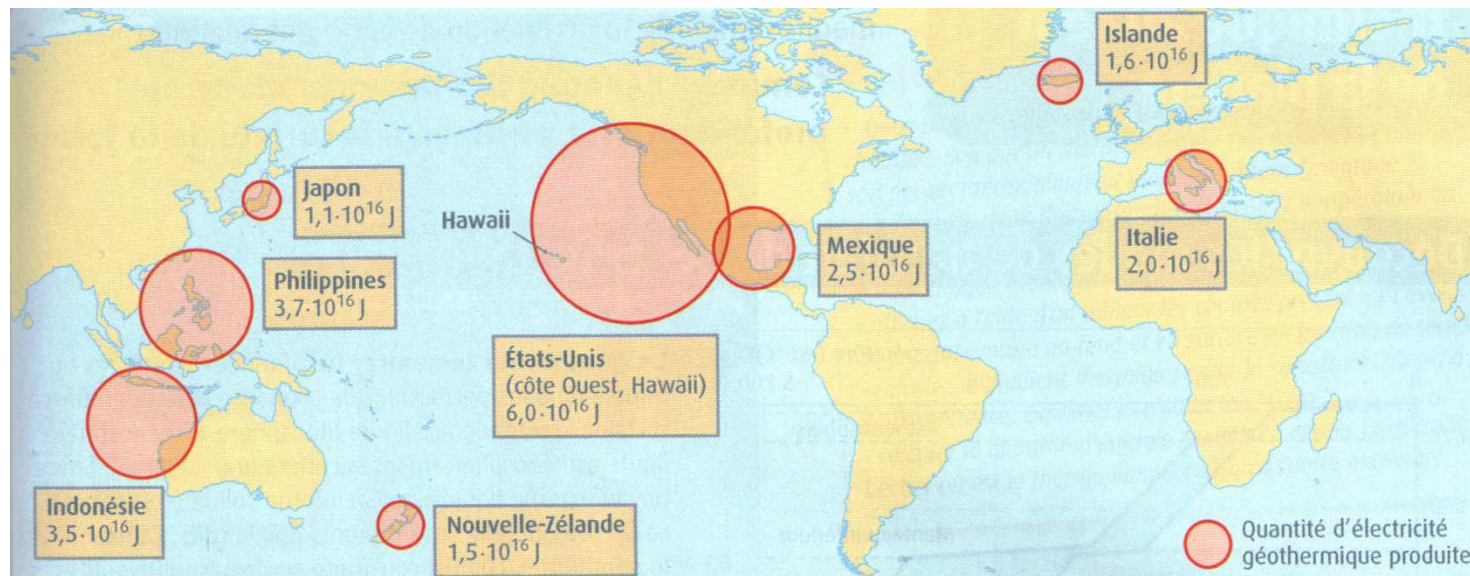
Exploitation de l'énergie géothermique dans le fossé rhénan



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



Mobilisation de connaissances

La Terre est une machine thermique : elle libère une énergie qualifiée de géothermique, potentiellement utilisable par l'Homme, et variable d'un endroit à un autre.

Après avoir indiqué l'origine du flux géothermique, décrire les mécanismes de transferts thermiques vers la surface et comparer les variations de ce flux selon le contexte géodynamique (dorsale et zone de subduction).

Aucune valeur de flux géothermique n'est attendue.

La réponse doit être structurée avec une introduction et une conclusion