

## Chapitre 1 : Géothermie et propriétés thermiques de la Terre.

### Programme officiel

La température croît avec la profondeur (gradient géothermique) ; un flux thermique atteint la surface en provenance des profondeurs de la Terre (flux géothermique). Gradients et flux varient selon le contexte géodynamique. Le flux thermique a pour origine principale la désintégration des substances radioactives contenues dans les roches. Deux mécanismes de transfert thermique existent dans la Terre : la convection et la conduction. Le transfert par convection est beaucoup plus efficace. 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. 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.

- (Revoir Geothermal fields in California : [https://www.youtube.com/watch?v=Viy2\\_IFPrqY](https://www.youtube.com/watch?v=Viy2_IFPrqY))

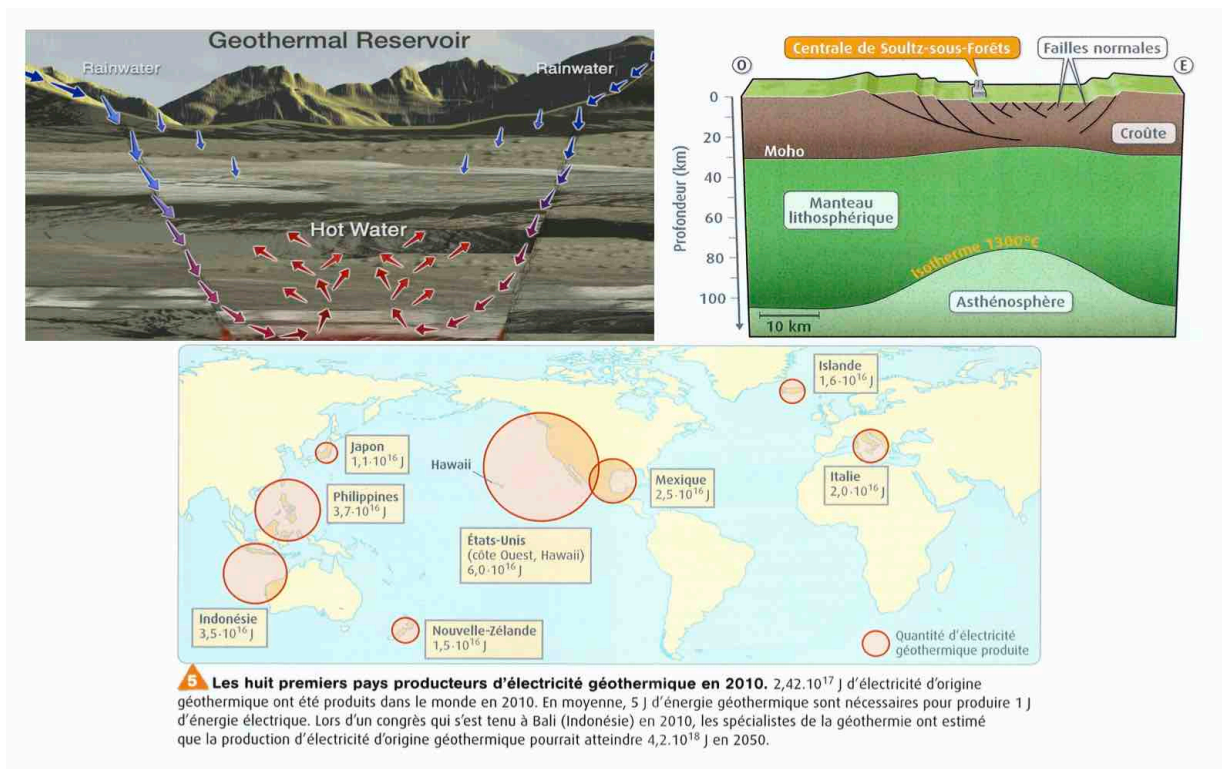
**Intro : bains de Bad Krozingen : Le Terre émet a sa surface de l'énergie thermique, d'où l'expression géothermique.**

**Utilise cette énergie pour satisfaire une partie de ces besoins énergétiques : électricité et chauffage.**

**Énergie inépuisable à l'échelle de l'humanité.**

**Comment exploite-t-on l'énergie géothermique ?**

### 1-L'énergie géothermique : son exploitation par l'homme.



- Énergie géothermique = énergie produite par la Terre.
- Gradient géothermique = quantité d'énergie par unité de surface.
- Chauffage des roches en profondeur (granites).
- Roches chaudes : chauffage des fluides (l'eau de pluie) ;
- Circulation de l'eau de pluie par les failles naturelles.

Extraction de ces fluides pour deux usages :

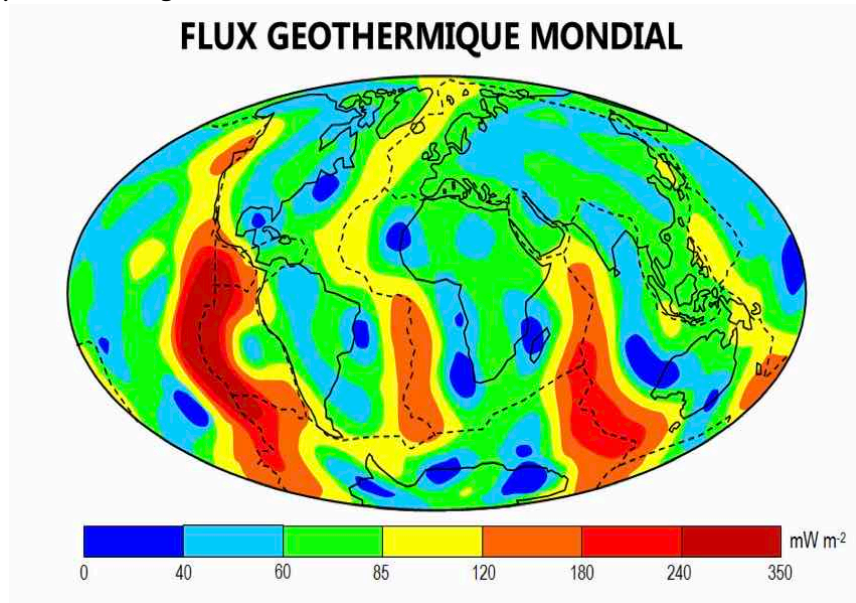
- chauffage collectif
- si vapeur alors production d'électricité. (Revoir « Geothermal fields in California » : [https://www.youtube.com/watch?v=Viy2\\_IFPrqY](https://www.youtube.com/watch?v=Viy2_IFPrqY))

Le prélèvement de cette énergie = infime partie de ce qui est dissipée en surface.

Énergie géothermique : une alternative aux énergies fossiles.

Quelle est l'origine de cette énergie géothermique ?

2-L'énergie géothermique : son origine.



- **Zones les plus favorables** : une forte activité magmatique (magmatisme de subduction, de point chaud, de rifting, de dorsale).
- Gradient géothermique > au gradient géothermique moyen sous les continents.
- Documents 1 et 2, page 228.
  - Calculez l'énergie thermique produite par chacune des enveloppes terrestres.
  - Tirez vos conclusions

Les différentes enveloppes terrestres contiennent des éléments radioactifs: uranium ( $^{238}\text{U}$  et  $^{235}\text{U}$ ), thorium ( $^{232}\text{Th}$ ) et potassium ( $^{40}\text{K}$ ). Leur désintégration produit de l'énergie thermique:  $9,94 \cdot 10^{-5} \text{ W.kg}^{-1}$  pour  $^{238}\text{U}$  et  $^{235}\text{U}$  réunis;  $2,69 \cdot 10^{-5} \text{ W.kg}^{-1}$  pour  $^{232}\text{Th}$ ;  $2,79 \cdot 10^{-5} \text{ W.kg}^{-1}$  pour  $^{40}\text{K}$  ( $1\text{W} = 1 \text{ J.s}^{-1}$ ). Cette source d'énergie interne – inépuisable à l'échelle de l'humanité – est à l'origine de 50 à 75 % de l'énergie thermique dissipée par la Terre.

**1 La principale source d'énergie interne de la Terre.**

Enveloppes	Masse (en kg)	Concentrations des éléments (en ppm)		
		$^{238}\text{U}$ et $^{235}\text{U}$	$^{232}\text{Th}$	$^{40}\text{K}$
Croûte continentale	$1,38 \cdot 10^{22}$	1,60	5,80	2,38
Croûte océanique	$6,90 \cdot 10^{21}$	$9,00 \cdot 10^{-1}$	2,70	$4,76 \cdot 10^{-1}$
Manteau	$4,00 \cdot 10^{24}$	$2,70 \cdot 10^{-2}$	$9,40 \cdot 10^{-2}$	$3,90 \cdot 10^{-2}$
Noyau	$1,99 \cdot 10^{24}$	$1,00 \cdot 10^{-5}$	$1,00 \cdot 10^{-4}$	$1,19 \cdot 10^{-4}$

**2 Concentration en éléments radioactifs dans les enveloppes terrestres.** Ppm signifie « partie pour million » : 1 ppm d'uranium = 1 mg d'uranium par kg de roche.

Voir Doc 1 et 2 page 228, Belin TS : CC  $5 \cdot 10^{12} \text{ W}$  / CO :  $1 \cdot 10^{12} \text{ W}$  / Noyau :  $10^9 \text{ W}$  / Manteau :  $10^{13}$

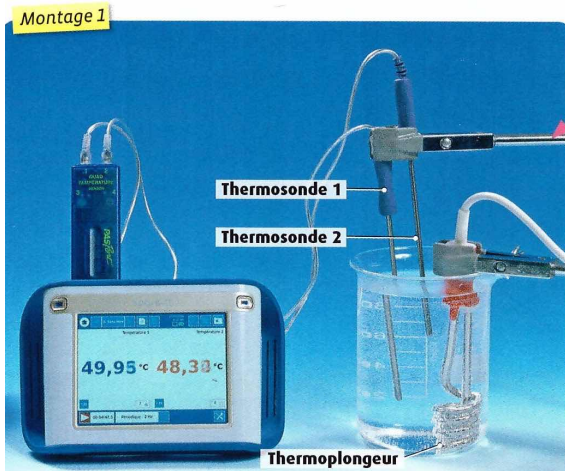
- Origine : **désintégration des éléments radioactifs** contenus dans les roches des différentes enveloppes terrestres.
- Manteau : plus gros producteur/propriété : ductile
- Croute terrestre : très gros producteur/propriété : rigide

## Comment l'énergie thermique fabriquée en profondeur est-elle transférée à la surface ?

### 3-Le transfert en surface de l'énergie géothermique

- Expériences :
  - Le granite chauffé puis retourné : à schématiser puis à interpréter

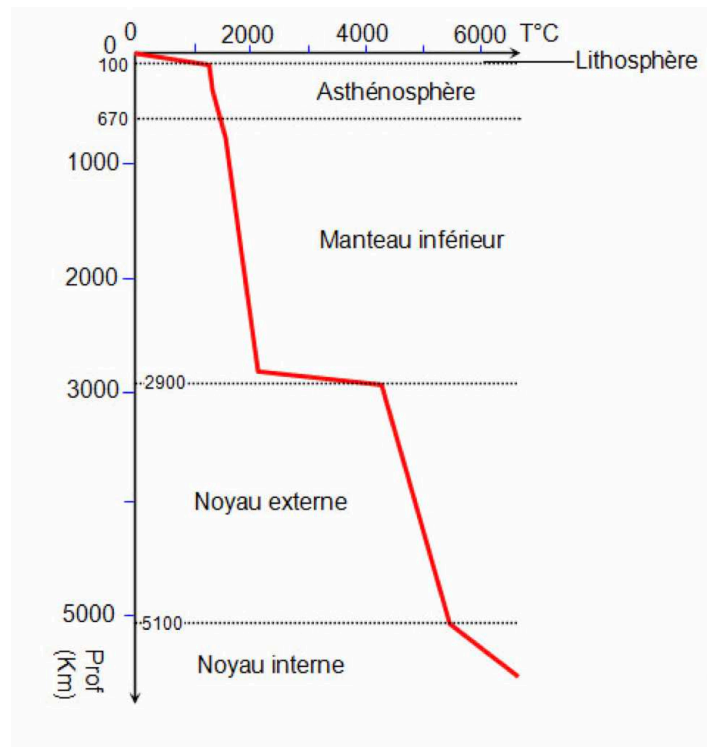
- Les thermoplongeurs (D'après Belin, TS) : à schématiser et à interpréter



#### JE MANIPULE

- ▶ Deux béchers sont remplis d'une même quantité d'eau qui est chauffée, soit par un thermoplongeur placé au fond (montage 1), soit par un thermoplongeur placé en surface (montage 2).
- ▶ À l'aide de deux thermosondes, relevez la température en surface et au fond de l'eau toutes les 30 secondes.
- ▶ Pour chaque montage:
  - affichez à l'aide d'un tableur les courbes présentant l'évolution de la température au fond et en surface en fonction du temps.
  - calculez le gradient thermique entre la surface et le fond à la fin de l'expérience. Exprimer le résultat en  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}^{-1}$ .
  - calculez la quantité d'énergie transférée depuis l'extrémité du bécher où est le thermoplongeur jusqu'à l'autre extrémité.

- Transfert de l'énergie géothermique depuis les profondeurs de la Terre vers les enveloppes superficielles = flux géothermique.



- **La conduction :**

Où ? Dans la lithosphère :

Comment ? Propagation de proche en proche (dans la roche), sans mouvement de matière.

Si le transfert de chaleur se fait par conduction dans la lithosphère, comment sait-on ce qui se passe dans le manteau, à priori inaccessible aux forages ?

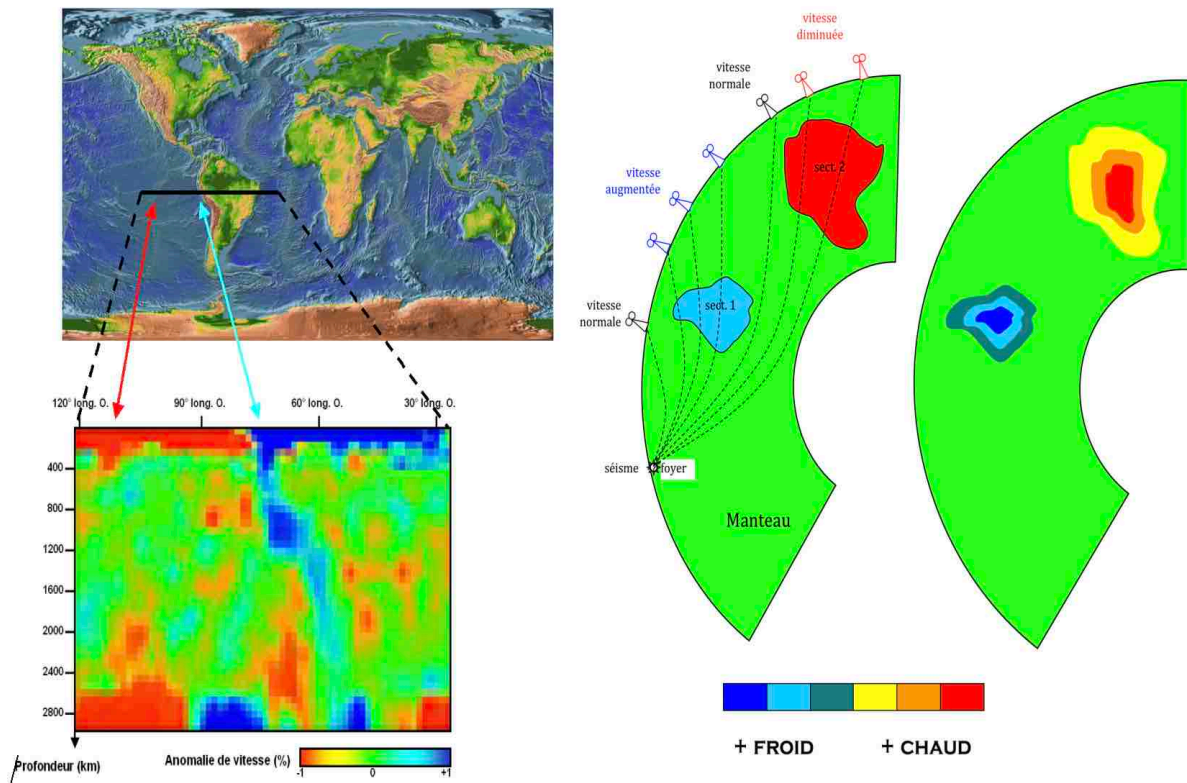
Technique : la Tomographie sismique (voir livre page 232)

- **La convection :**

Où ? Dans le manteau : mouvements de matière à l'état solide => transfert à la surface.

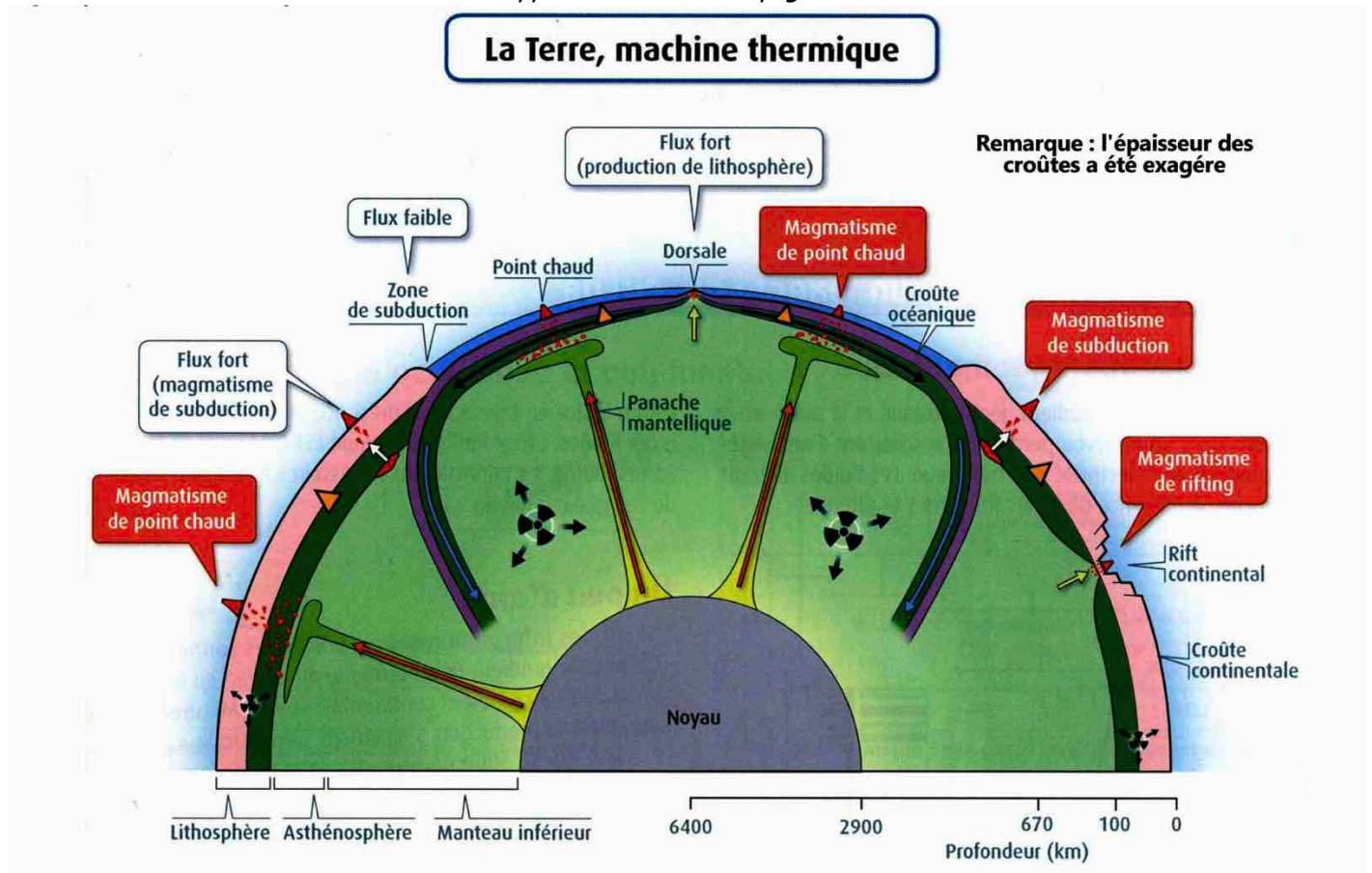
Manifestations :

- ascension de roches mantelliques chaudes et à l'état solide,
- Et par le plongement de plaques lithosphériques océanique refroidie dans le manteau sous-jacent (dans les zones de subduction)



*Énergie géothermique : transformation en énergie mécanique (mouvement de la matière) : la Terre est donc une machine thermique.*

Apprendre le schéma page 237



**Conclusion :**

Exploitation inépuisable à l'échelle de l'humanité = alternatives possibles énergies fossiles=> un enjeu contemporain majeur pour la lutter contre l'émission de gaz à effet de serre donc conte le réchauffement climatique.

**Savoir définir :**

Géothermie, gradient géothermique, flux géothermique, éléments radioactifs, conduction, convection, tomographie sismique, dorsale, point chaud, zone de subduction.