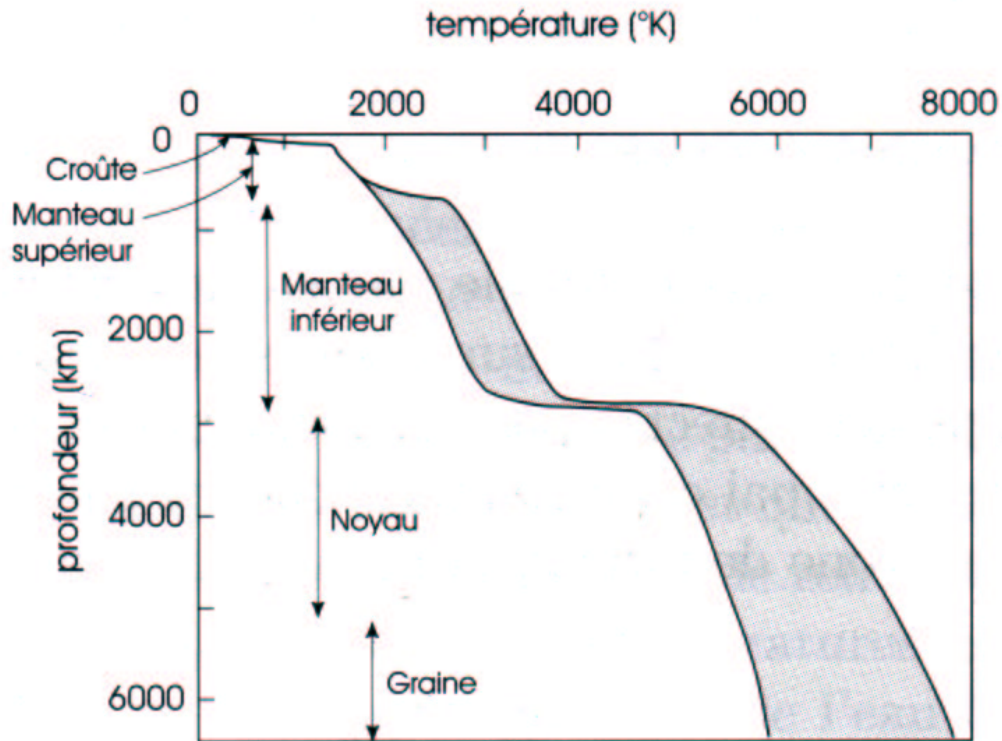


# Convection mantellique

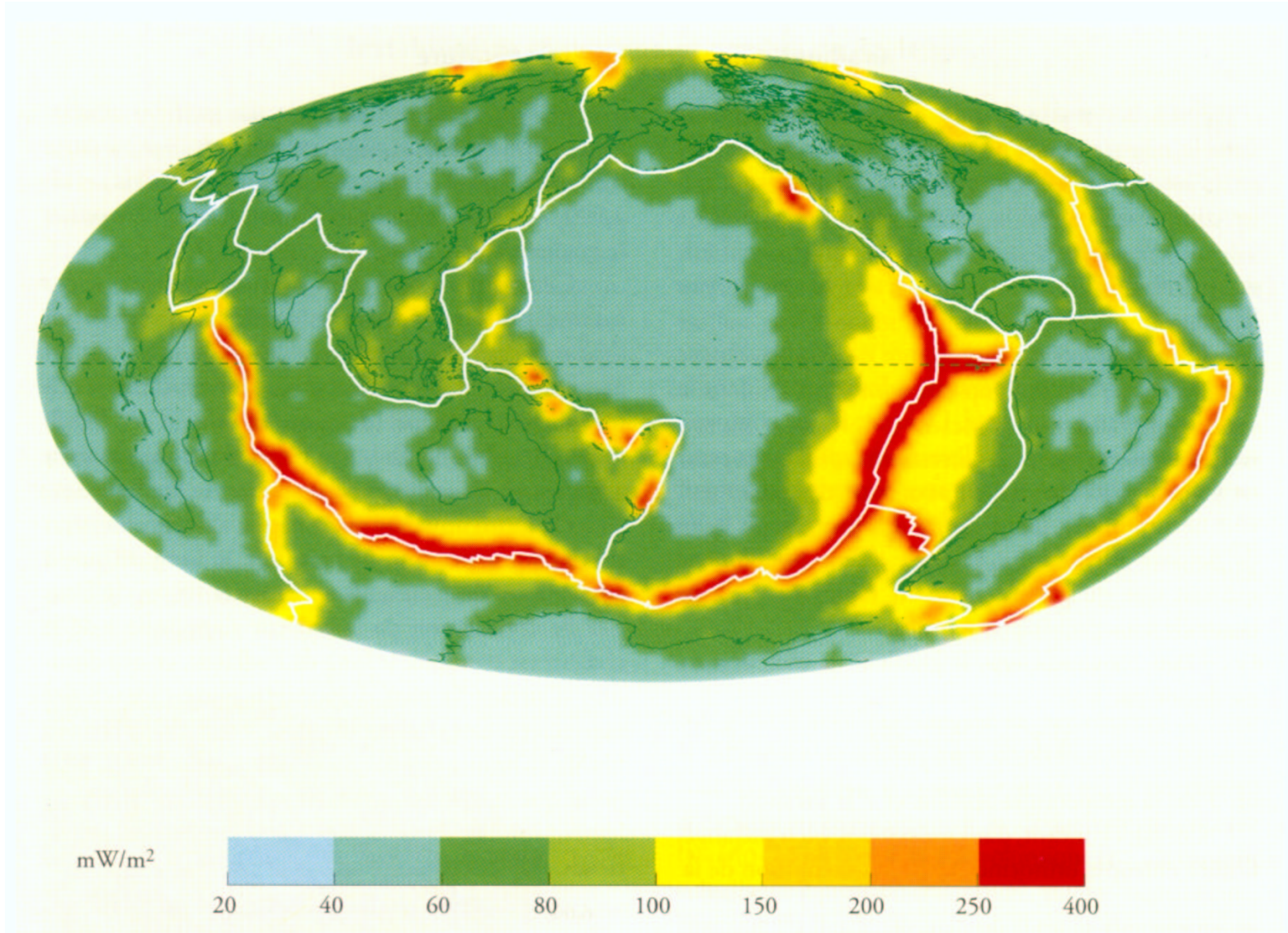
- Montée de matière chaude à l'axe des dorsales ou des points chauds, dérive des plaques lithosphériques froides et retour par plongée dans les zones de subduction
  - ⇒ matérialise un circuit fermé de matériaux terrestres qui se boucle dans le manteau
- Le manteau terrestre, ductile, est animé de courants de convection lents de l'ordre de 1 à 12 cm/an
  - ⇒ vitesse des plaques, expression de cette dynamique à la surface de la Terre
- Mouvement induit par différence de température entre la surface du globe (15°C) et la limite noyau-manteau 3000°K

# Le Géotherme Terrestre



- **Gradient Géothermique**: variation de température entre 2 profondeurs égale à 30°C par km (forage)
- **Flux de Chaleur**: égale au gradient géothermique multiplié par le coefficient de conductibilité thermique des roches traversées ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$  ou HFU)

# Le Flux de chaleur Terrestre



# Le Flux de chaleur Terrestre

- Mesures effectuées par forages
  - Valeurs maxima: chaînes de montagnes récentes et régions volcaniques actives (dorsales océaniques et volcans intraplaques)
  - Valeurs minima: vieux fonds océaniques (Nord-Est Pacifique) et vieux socles continentaux (Afrique, Sibérie et Canada)
  - Distribution complexe sur les continents (éléments radioactifs, échauffement de la croûte lors de orogénèses, amincissement de la lithosphère et érosion) comparé aux océans (refroidissement en fonction de l' âge de la lithosphère océanique)
  - Chaleur totale dégagée par la Terre:  $4.2 \cdot 10^{13}$  W (séisme:  $10^{12}$  W, soleil:  $7.1 \cdot 10^{17}$  W)
  - Chaleur dégagée par les océans plus importante ( $3.04 \cdot 10^{13}$  W) que celle dégagée par les continents ( $1.16 \cdot 10^{13}$  W)
    - Perte de chaleur moyenne  $0.05 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ , valeur maximale de  $0.6 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$  à l'axe des dorsales
- ⇒ La Terre est une machine faiblement exothermique

# Le Géotherme Terrestre

## Source de la chaleur

- Désintégration des éléments radio-actifs de longue durée présents dans les roches (Uranium, Thorium, Potassium):  **$3.2 \cdot 10^{13} \text{ W}$**
- Chaleur primitive accumulée lors de la phase d'accrétion de la Terre:  **$1. \cdot 10^{13} \text{ W}$**
- Chaleur latente libérée lors de la cristallisation du Fer (croissance de la Graine): **faible apport**
- Chaleur produite par mouvements différentiels entre les enveloppes terrestres: **faible apport**

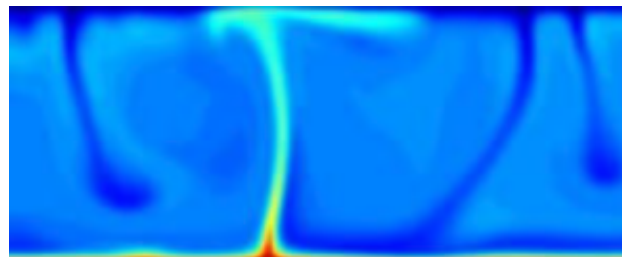
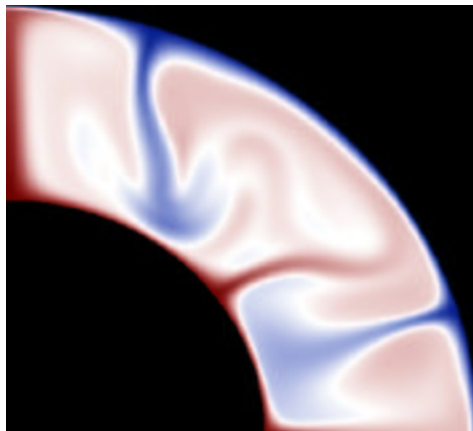
## Modalités de Transfert Thermique

- La conduction thermique: en l'absence de mouvement de matière, la chaleur se déplace des parties chaudes vers les parties froides
  - Interface lithosphère/atmosphère et lithosphère/hydrosphère
  - Phénomène lent 100 Ma pour traverser 50 km de lithosphère
  - Permet d'expliquer  $1.7 \text{ à } 1.8 \cdot 10^{13} \text{ W} \Rightarrow$  insuffisant

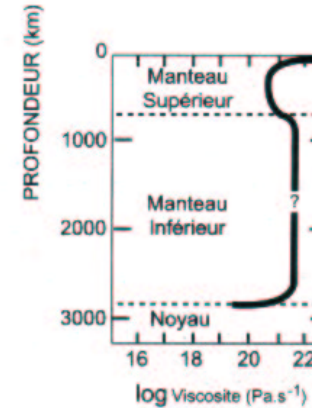
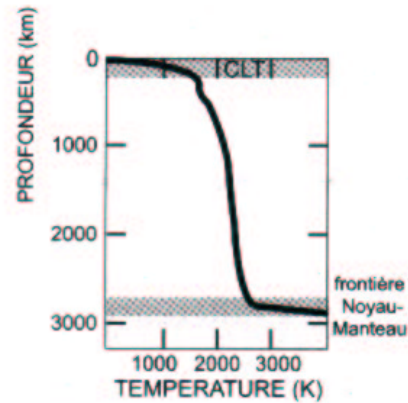
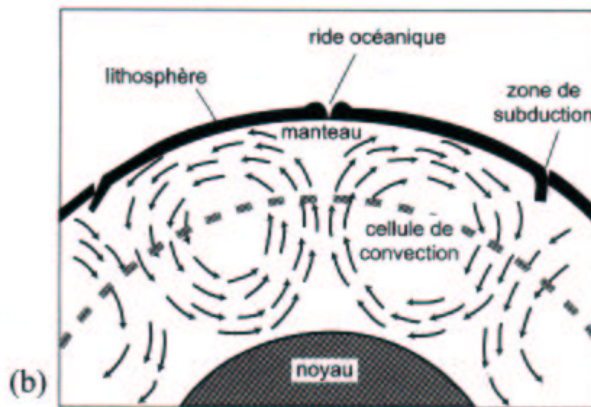
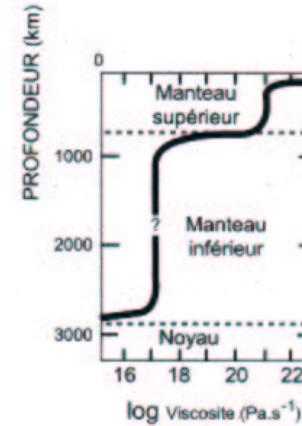
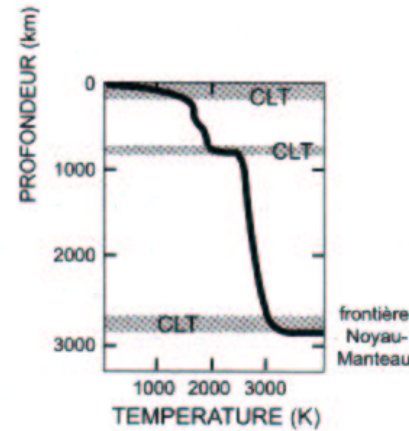
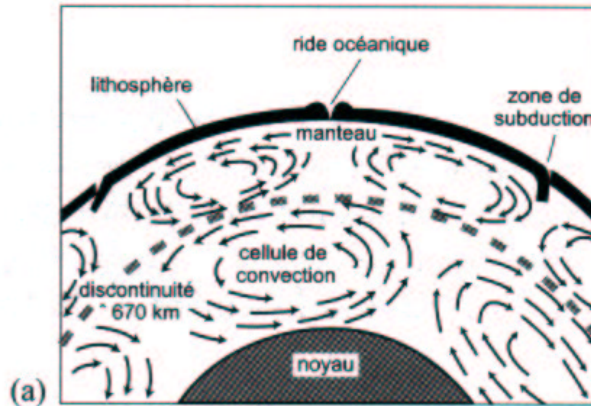
$\Rightarrow$  La Convection Mantellique

# La convection mantellique

- Circulation organisée en cellules fermées
  - La chaleur est transportée des parties chaudes profondes vers les parties froides de surface par mouvement de matière
  - Le mouvement est induit et entretenu par la force d'Archimède qui s'exerce la branche chaude plus légère montante et sur celle froide descendante.
- Influence de différents facteurs:
  - Les couplages entre la lithosphère, le manteau et le noyau
  - Variation de la viscosité dans le manteau en fonction de la profondeur
  - Présence de plaques rigides à la surface

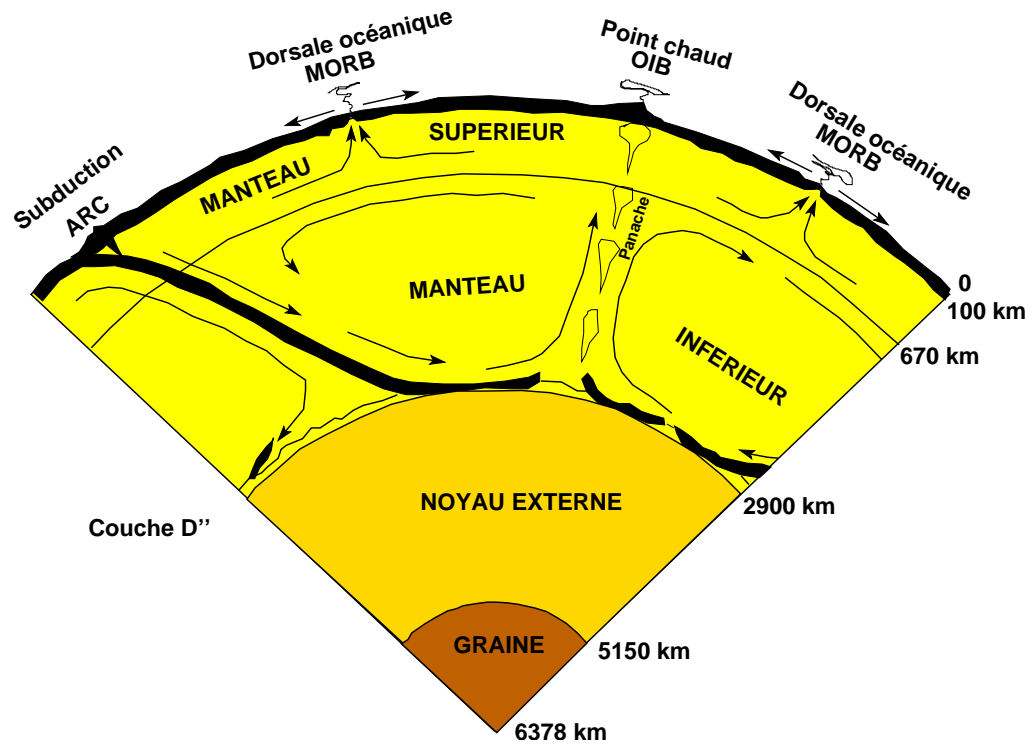


# 1 ou 2 couches de cellule ?



- CLT: Couche Limite Thermique
  - Variation de la Viscosité
- ⇒ Pas d'observation directe des ces paramètres physiques

# Circulation convective à 1 niveau

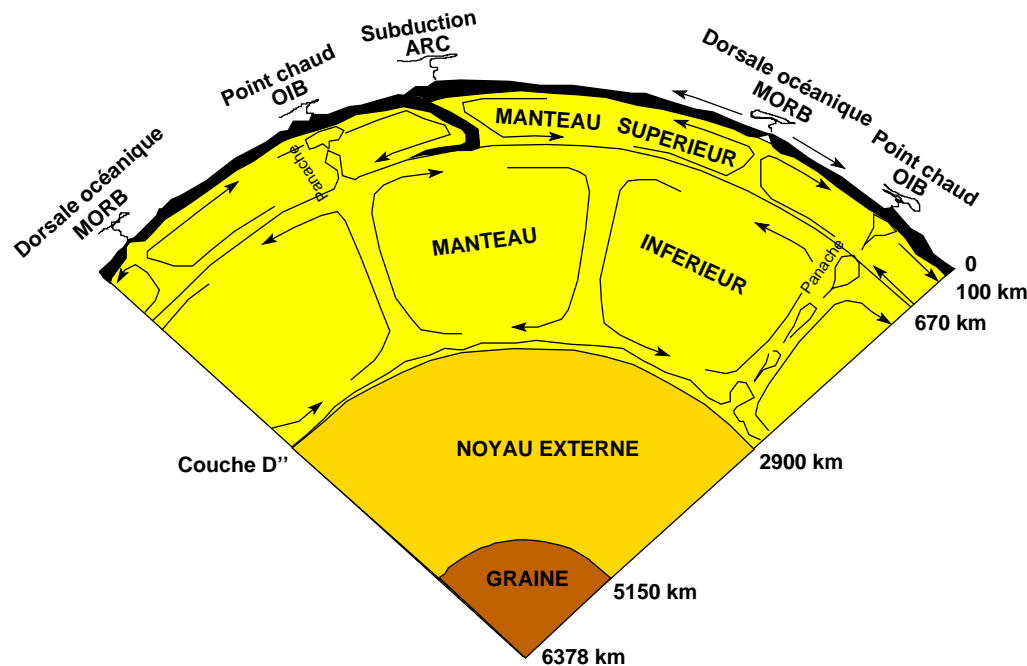


Arguments en faveur:

- Géophysique: étude du rebond post-glaciaire  
→ valeur de la viscosité du manteau constante pour tout le manteau  $\nu = 10^{22} \text{ Pa}\cdot\text{s}^{-1}$
- Sismologique: Images tomographiques de zones de subduction plongeante



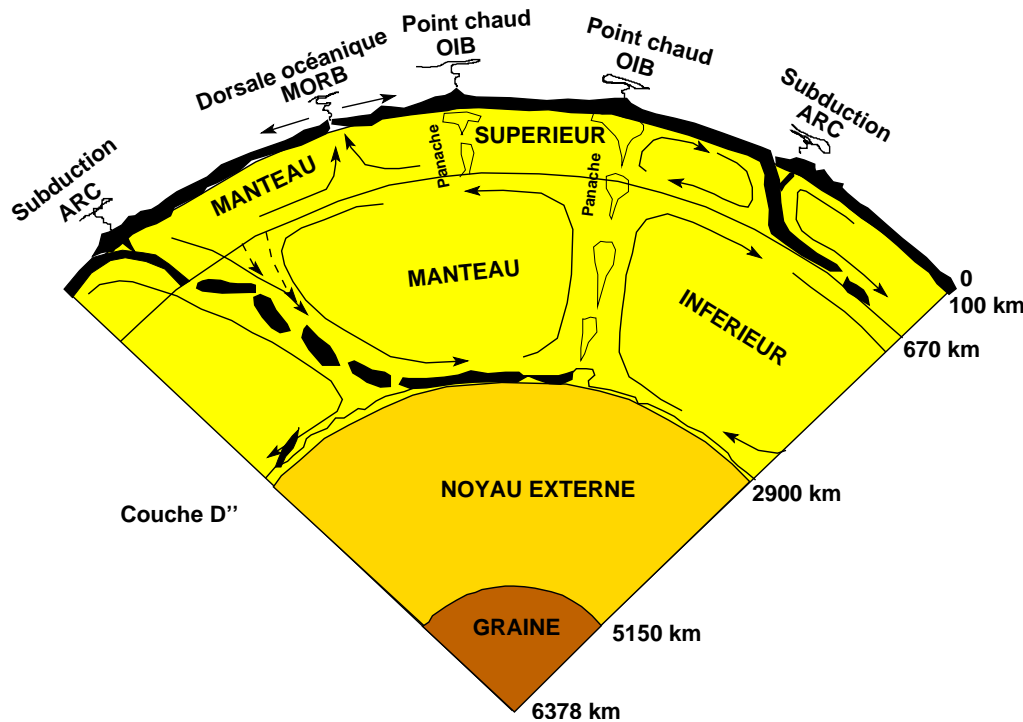
# Circulation convective à 2 niveau



Arguments en faveur:

- Géochimique: OIB et MORB
  - Analyse isotopique des roches du manteau suggèrent deux réservoirs distincts
  - 1/3 du manteau fortement appauvri en éléments traces lors de la formation de la croûte continentale
- ⇒ compatible avec un brassage efficace d'un tiers du manteau par courants convectifs → Manteau supérieur: 1/3 de la masse totale du manteau
- Sismologique: pas de séismes en-dessous de 700 km

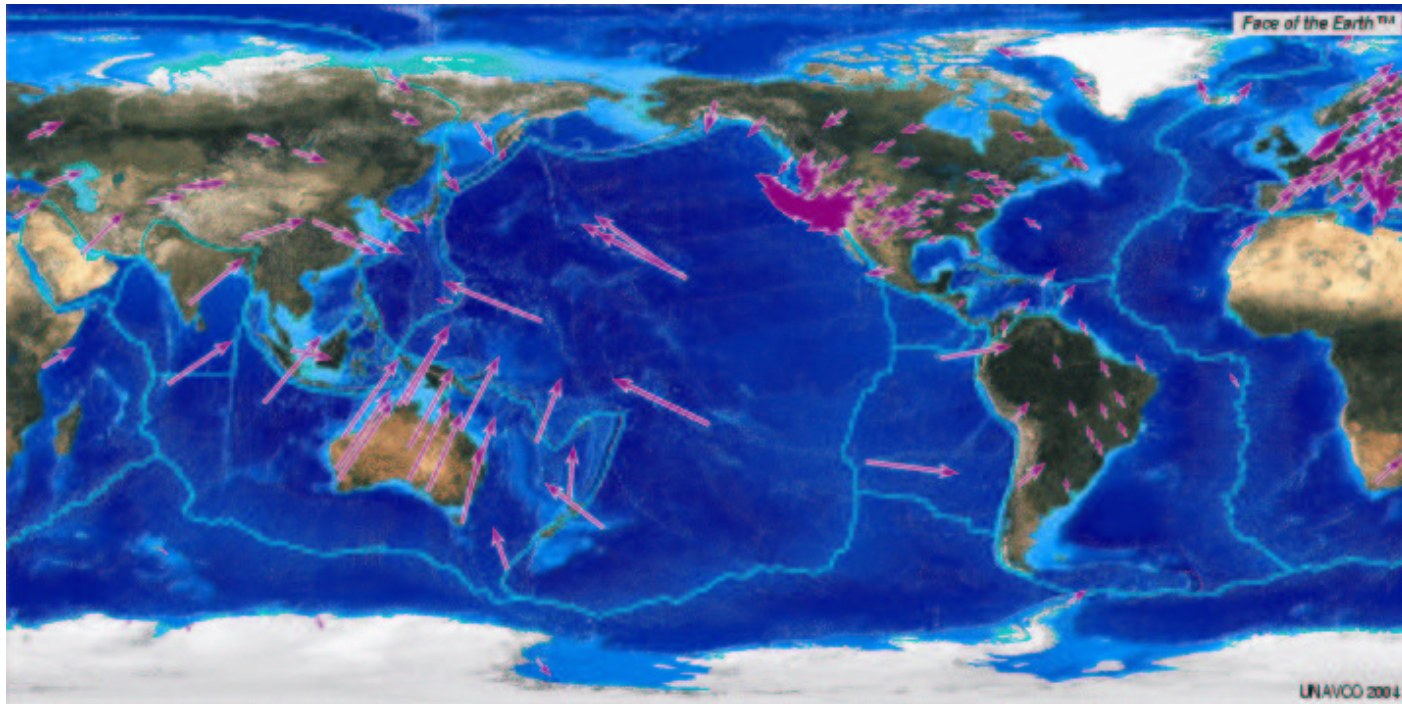
# Circulation convective mixte



Arguments en faveur:

- Sismologique: Images tomographiques
- Simulation numérique de la convection: mise en évidence de la coexistence de 2 régimes convectifs se développant à des échelles différentes
  - 1 petite échelle dans le manteau supérieur et une convection intermittente à grande échelle à travers l'ensemble du manteau

# Cinématique: mouvement absolu



- calcul de vecteur de vitesse absolu grâce aux données GPS

# Cinématique: géofiction

