

## Chapitre 1: La structure du globe terrestre (SUITE et FIN)

### II L'apport des études sismologiques à la connaissance du globe terrestre

#### b) La distinction lithosphère – asthénosphère

##### VOIR TP3

Dans le manteau supérieur il existe une zone moins rigide (située entre 100 et 300 km de profondeur environ): c'est l'**asthénosphère qui présente un comportement mécanique ductile**.

L'asthénosphère est située sous un ensemble plus rigide formé de la croûte terrestre et la partie la plus superficielle du manteau supérieur. Cet ensemble, croûte et partie supérieure du manteau, appelé aussi manteau lithosphérique, constitue la **lithosphère**. **La lithosphère présente un comportement mécanique cassant**.

*Remarque : l'épaisseur de la lithosphère est généralement de 120 km mais elle peut être variable: la lithosphère continentale a une épaisseur qui peut atteindre 200 km alors que l'épaisseur de la lithosphère océanique varie entre 5-7 km à 100 km.*

Les variations de température et de pression jouent un rôle prépondérant sur les propriétés physiques des matériaux. **La limite lithosphère-asthénosphère est donc une limite thermique. Ces deux enveloppes sont séparées par l'isotherme 1 300°C.**

**On a donc 2 enveloppes fonctionnelles (et non plus structurales) :**

- La lithosphère (entre 0 et 100 km env.) est composée de la croûte et du manteau lithosphérique. La lithosphère est solide cassante qui forme une plaque. La lithosphère se termine par une limite thermique : l'isotherme 1300°C.

- **L'asthénosphère** (de 100 à 670 km) est composée d'une partie du manteau supérieur (sans le manteau lithosphérique). **La partie supérieure de l'asthénosphère est la LVZ** (zone de moindre vitesse des ondes sismiques ou Low Velocity Zone) **qui est « molle » et qui permet à la lithosphère de se déplacer sur l'asthénosphère.**

### III L'apport des études thermiques à la connaissance du globe terrestre

##### VOIR TP4

#### a) Les modes de transfert de chaleur au sein de la Terre

La température interne de la Terre croît avec la profondeur mais pas de façon continue. Le profil d'évolution de la température interne présente des différences suivant les enveloppes internes de la Terre, liées aux **modes de transfert thermique** : la **conduction et la convection**.

Deux mécanismes de transfert inégalement efficaces

L'énergie thermique est propagée par conduction et par convection :

➤ la **conduction** est un **transfert de chaleur de proche en proche sans déplacement de matière**. L'échange thermique entre une région chaude et une région voisine plus froide se matérialise par un **fort gradient géothermique** (par exemple dans la croûte, 30°C/km). L'efficacité de ce transfert dépend de la conductivité du matériau.

➤ la **convection** correspond à un **transfert de chaleur par déplacement des matériaux** dont la température varie peu. Le **gradient géothermique est alors très faible**, de 0,3°C/km par exemple). La matière chaude a généralement tendance à s'élever (densité plus faible) alors que la matière froide a tendance à descendre (densité plus forte). Ces échanges de matière ont été identifiés par tomographie sismique et ont mis en évidence des flux de matière circulaires formant des cellules de convection. Ce **transfert d'énergie est très efficace**.

Le profil d'évolution de la température en fonction de la profondeur présente donc des variations suivant les enveloppes internes de la Terre, liées aux modes de transfert thermique.

### **b) Géotherme, gradient et flux géothermiques**

**Le géotherme correspond aux variations de températures en fonction de la profondeur** et d'un contexte géologique (géotherme continental, géotherme de subduction). Il peut être évalué par le **gradient géothermique qui définit l'élévation de température en fonction d'une profondeur donnée** (°C/km).

Les mesures de températures dans les mines et les forages profonds montrent que la température augmente de 3°C tous les 100 mètres dans la croûte continentale. Ce gradient n'est pas aussi fort dans toutes les couches terrestres.

**Le flux géothermique correspond à l'énergie dissipée par la surface terrestre.** Cette grandeur mesure la dissipation de la chaleur par le globe. Il dépend du gradient géothermique mais également de la conductivité thermique des roches. Le flux géothermique moyen est de l'ordre de 87mW/m<sup>2</sup>.

### **c) Les apports de la tomographie sismique**

On peut considérer la Terre comme une sphère dans laquelle existe une **convection lente dans le manteau** à l'origine des remontées et des descentes asthénosphériques. Celles-ci sont à l'origine de la **dynamique lithosphérique** et donc aussi à l'origine des manifestations de surface. Ces cellules de convection sont repérables par tomographie sismique. De part et d'autre de cette zone convective existent **deux couches où règne la conduction**: la **lithosphère et l'interface manteau inférieur/noyau externe**.

**Ainsi, l'énergie interne de la Terre est efficacement transférée par convection de la profondeur vers la surface dans le manteau puis dissipée par conduction à travers la lithosphère.**

L'étude des ondes sismiques a permis de réaliser un modèle théorique de structure et de composition de la planète Terre : c'est le **modèle PREM** (Preliminary Reference Earth Model).

**Néanmoins**, le principe de la tomographie sismique est basée sur les **anomalies de vitesse de propagation des ondes sismiques par rapport au modèle théorique. Ces anomalies prouvent que les enveloppes terrestres ne sont pas homogènes et sont en lien avec des anomalies thermiques qui font varier la vitesse des ondes.** Les ondes qui montrent un retard par rapport aux autres ont traversé une zone plus chaude et moins dense. Celles qui sont accélérées ont traversé une zone plus froide et plus dense.

Les principales anomalies identifiées sont les suivantes :

- **Des anomalies de haute température sont constatées au niveau des dorsales et des points chauds. Ces types d'anomalies montrent généralement une colonne chaude ascendante (convection).**

- **Des anomalies de faible température sont constatées au niveau des zones de subduction. Dans ce cas, la plaque océanique plongeante froide s'enfonce dans le manteau (convection).**