

Consigne :

En groupe de 4 maximum, sous la forme qui vous convient à partir des TP/exercices et avec l'aide du livre et de l'IA, créez votre cours.

- trouver les idées clés des TP/exercices
- définir les termes importants
- trouver des exemples
- associer des arguments
- approfondissement : prévoir des révisions (quiz, questions)

La dynamique interne de la Terre

I - La structure du globe terrestre :

A - Différentes couches de différents matériaux

La **croûte continentale** est formée de **granite** et de **gneiss**. Sa densité est d'environ 2.6 et a une épaisseur de 30 km.

La **croûte océanique** est formée de **basalte** et de **gabbro**. Sa densité est d'environ 3.0 et son épaisseur est de 5 km.

Le **manteau terrestre** est formé de **péridotites**. Son épaisseur est d'environ 2900 km.

Le **noyau externe** est **liquide**, son épaisseur est d'environ 2200 km.

Le **noyau interne** est formé de **fer** et de **nickel**, son épaisseur est d'environ 1300 km.

B - Les discontinuités :

Discontinuité : changement de milieu ou changement de propriétés (rigide ou ductile) entraînant un changement de vitesse de l'onde étudiée

Ex de discontinuités :

- Moho (entre croûte et manteau)
- LVZ (entre lithosphère et asthénosphère)
- Gutenberg (entre manteau et noyau externe)
- Lehmann (entre noyau externe et interne)

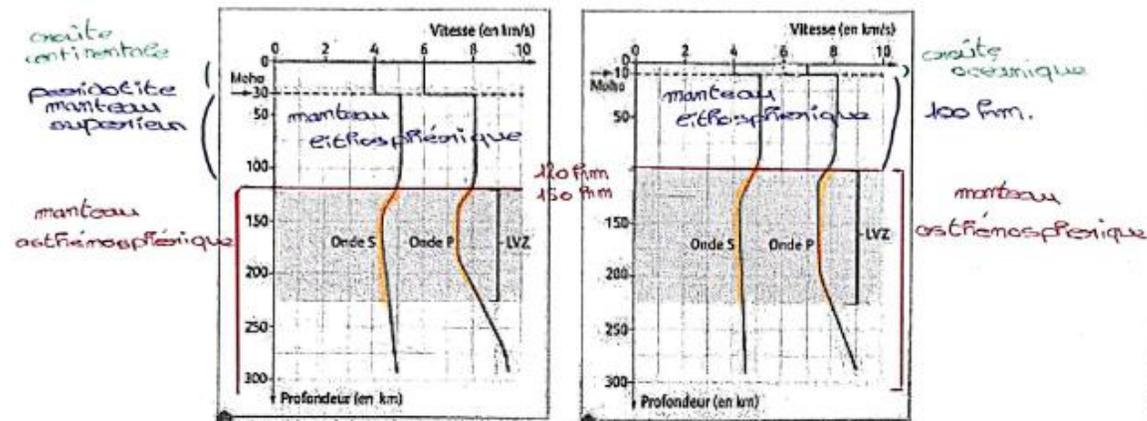
C - Les ondes pour comprendre la structure interne de la Terre :

La **vitesse de propagation** des ondes sismiques **varie** en fonction de la **roche parcourue**. Ainsi, le **changement de vitesse** implique une **variation de milieu**.

Il y a des **ondes de surface S** et de **volume P**. Les ondes **S** ne se propagent pas dans les **liquides** et les ondes **P** ont une **vitesse plus élevée** que les ondes **S**.

Ainsi, on peut modéliser la zone d'ombre sismique par l'analogie avec le comportement d'ondes lumineuses dans le cas de changement de milieu.

Cette expérience permet de supposer que le globe terrestre est composé de plusieurs milieux / couches.



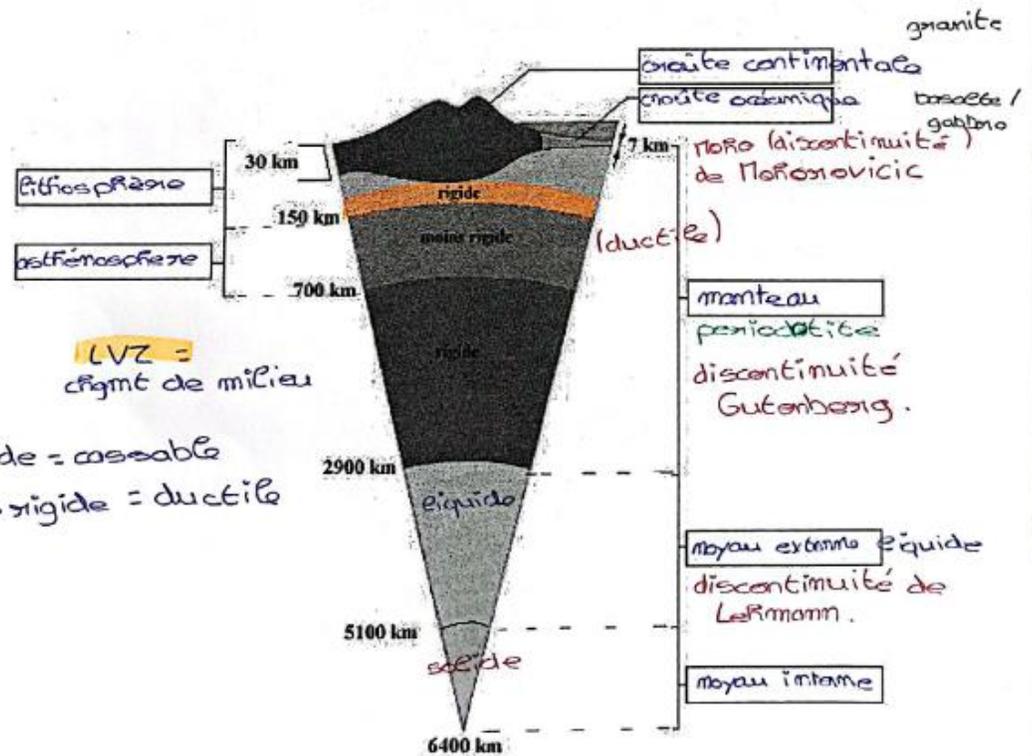
Variation de la vitesse de propagation des ondes P et S sous les continents. / Variation de la vitesse de propagation des ondes P et S sous les océans.

Ondes S ne se propagent pas dans les liquides

La low velocity zone

La vitesse des ondes P dans les roches: basalte 7 km/s granite 6 km/s peridotite 8 km/s

Interpréter le graphique pour compléter vos observations du TP2 puis compléter le schéma bilan



LVZ = rigid de milieu

rigide = cassable
moins rigide = ductile

matériau chaud
- dense → puis en haut
il se refroidit, devient dense ↓

définition
par la mise en mouvement de la matière soumise à la source de chaleur

définition
de proche en proche à partir de la source de chaleur (sans mouvement de matière)

localisation
→ lithosphère
→ interface manteau / noyau
→ croûte (30°/km)

localisation
→ noyau externe
→ manteau inférieur
et asthénosphérique (0.3°/km)

matériau:
→ liquide
→ fluide
→ ductile

les transferts de chaleur dans le globe terrestre

convection

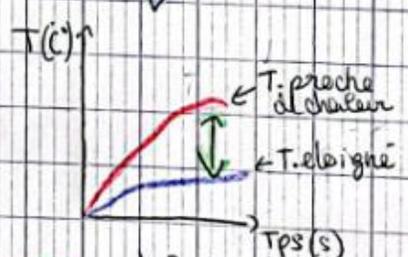
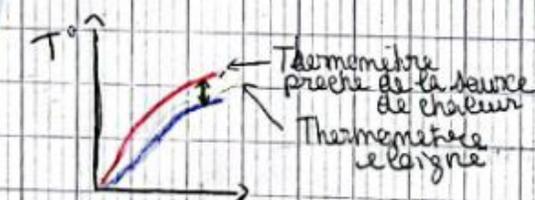
conduction

matériau
→ stagnante
→ cassante
→ solide

gradient géothermique faible

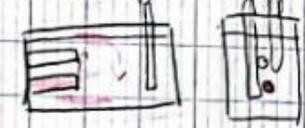
gradient géothermique fort

(augmentation de la T)
en fonction de la profondeur
 $\frac{\Delta T}{\Delta \text{profondeur}}$



modèle:
source de chaleur en bas

modèle: source de chaleur en haut



→ écart faible selon les profondeurs
→ faible gradient
→ bon transfert

→ écart fort selon les profondeurs
→ fort gradient
→ mauvais transfert de chaleur



1. Les points chauds

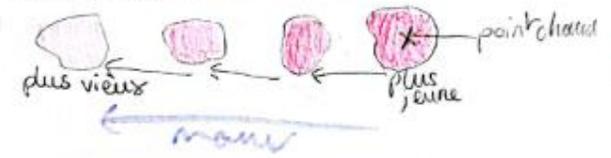
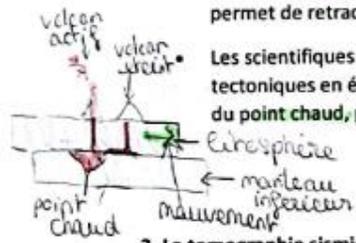
Les **points chauds** sont des zones géologiquement actives, où des panaches de matière chaude provenant du manteau profond remontent à la surface de la Terre. Ces panaches sont relativement fixes, ce qui signifie qu'ils créent des volcans au fur et à mesure que la plaque tectonique se déplace au-dessus d'eux.

Utilisation pour étudier les mouvements horizontaux :

- Lorsque les plaques tectoniques se déplacent au-dessus d'un point chaud, les volcans forment une chaîne, comme par exemple les îles Hawaï. L'observation de cette chaîne permet de retracer la direction et la vitesse du déplacement de la plaque.

$$\frac{d_{moy}}{\Delta \text{âge moy}} = v_{moy}$$

Les scientifiques peuvent estimer la vitesse et la direction du mouvement des plaques tectoniques en étudiant l'âge des îles et des volcans le long de cette chaîne. Plus on s'éloigne du point chaud, plus les îles sont vieilles.



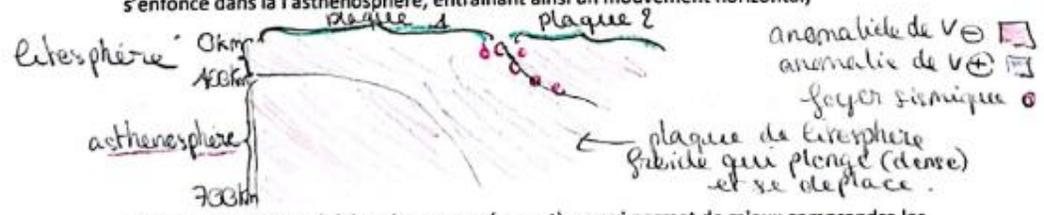
2. La tomographie sismique

La **tomographie sismique** est une méthode qui utilise les ondes sismiques (générées par des tremblements de terre ou des explosions) pour étudier la structure interne de la Terre. Les ondes sismiques se propagent à travers la Terre et sont réfléchies ou réfractées par les différentes couches de la Terre (croûte, manteau, noyau). En analysant la vitesse de ces ondes et les délais dans leur propagation, on peut obtenir une image de la structure de la Terre à différentes profondeurs.

Utilisation pour étudier les mouvements horizontaux :

- La tomographie sismique permet de mieux comprendre la dynamique du manteau terrestre, notamment la convection du manteau qui génère des mouvements horizontaux des plaques tectoniques.
- Anomalie de vitesse positive = zone plus froide du manteau
Anomalie de vitesse négative = zone plus chaude du manteau
- En combinant les données de la tomographie sismique avec d'autres techniques, les géologues peuvent étudier les zones de subduction comme au niveau de la fosse du Chili (où une plaque plus froide et donc plus dense de lithosphère glisse sous une autre plus chaude et s'enfonce dans la l'asthénosphère, entraînant ainsi un mouvement horizontal)

⇒ voir argument



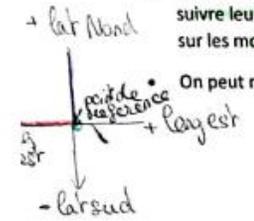
et les zones de rifting (où les plaques se séparent), ce qui permet de mieux comprendre les déplacements horizontaux de la lithosphère.

3. Le GPS (Système de Positionnement Global)

Le **GPS** est une technologie basée sur un réseau de satellites qui permet de mesurer précisément la position de n'importe quel point à la surface de la Terre. Les stations GPS au sol peuvent mesurer avec une grande précision les déplacements des plaques tectoniques en temps réel.

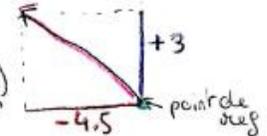
Utilisation pour étudier les mouvements horizontaux :

- Le GPS permet de suivre avec une précision millimétrique les déplacements des plaques tectoniques. Ces mesures permettent d'observer des déformations très lentes de la croûte terrestre qui ne sont pas visibles à l'œil nu.
- Par exemple, en plaçant des stations GPS sur différentes plaques, les scientifiques peuvent suivre leur vitesse et leur direction de déplacement, ce qui donne des informations directes sur les mouvements horizontaux de la lithosphère.



On peut représenter ces mouvements à l'aide d'un vecteur résultant en cm/an

exemple :
→ longitude : 4.5
→ latitude : 3
→ résultant = 5.5cm
(avec une règle)
→ 5.5cm/an



4. Les champs magnétiques

Les **champs magnétiques** de la Terre sont utilisés pour étudier les variations magnétiques enregistrées dans les roches océaniques. Le champ magnétique subit des inversions. Au fur et à mesure que la croûte océanique se forme à partir du magma en montée dans les dorsales océaniques, des minéraux ferromagnétiques (comme la magnétite) s'alignent selon le champ magnétique terrestre au moment où la roche se refroidit. Ce processus crée une sorte de "bande magnétique" (normales ou inversés) qui peut être mesurée et analysée.

Utilisation pour étudier les mouvements horizontaux :

- En 1963 : expérience de Vine et Matthews : ils observent des anomalies magnétiques symétriques des deux cotés d'une dorsale océanique et prouvent ainsi que la croûte se forme au niveau des dorsales et se déplace horizontalement.
- L'étude des anomalies magnétiques symétriques sur les fonds océaniques permet de reconstituer l'histoire de l'expansion des fonds marins et de mesurer les vitesses de divergence des plaques tectoniques.
- Les zones de divergence (dorsales océaniques) présentent des bandes magnétiques symétriques et parallèles de part et d'autre, ce qui permet de mesurer la vitesse à laquelle les plaques se séparent. Cela donne une estimation précise des déplacements horizontaux de la lithosphère.

Conclusion

Ces quatre techniques (points chauds, tomographie sismique, GPS et champs magnétiques) sont complémentaires et permettent d'étudier les mouvements horizontaux de la lithosphère de manière détaillée. En combinant ces différentes approches, les scientifiques peuvent obtenir des informations précieuses sur la dynamique des plaques tectoniques, leur vitesse, leur direction et leurs interactions.

