

Sujet 1 : Ondes sismiques et structure du globe

Le globe est constitué de plusieurs couches concentriques emboîtées et composées de roches différentes et/ou de propriétés physiques différentes. On parle de discontinuités pour définir les limites de ces couches.

L'étude de la propagation des ondes sismiques a permis d'établir le modèle de la structure interne du globe.

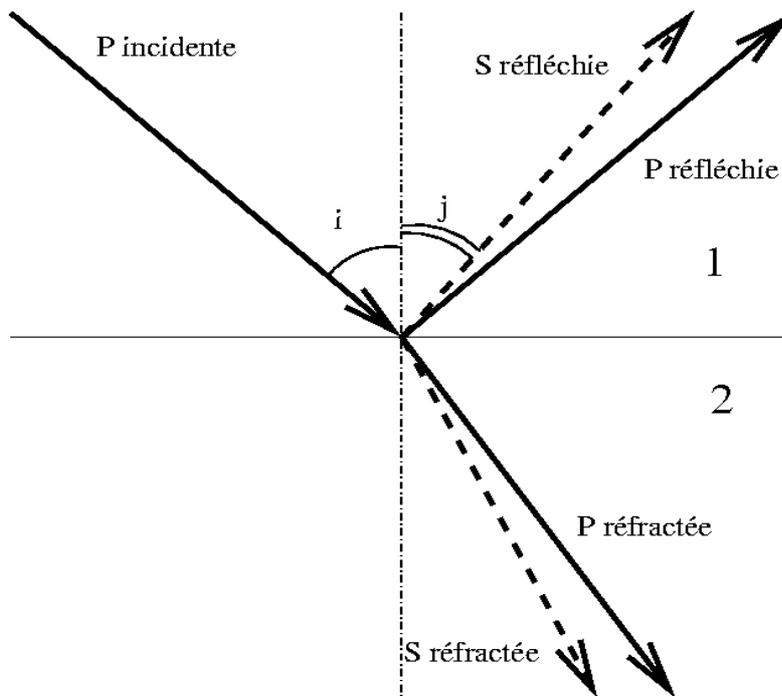
De quelle manière les géologues ont-ils procédé ?

Après avoir étudié les différentes ondes sismiques, nous expliquerons comment l'étude de leur propagation permet de définir la structure du globe.

I – Les ondes sismiques

1 – quelques notions physiques

Réflexion, réfraction, différence de vitesse suivant la densité des milieux traversés.



La réflexion et la réfraction des ondes P et S entre deux milieux 1 et 2

2 – Les différents types d'ondes sismiques

Ondes P : premières, rapides et se propageant dans tous les milieux

Ondes S : secondes, moins rapides et ne se propageant que dans les solides

Comment ces propriétés permettent-elles de trouver la structure du globe ?

II – Le modèle du globe

1 – Des roches différentes

On observe une augmentation brusque de la vitesse des ondes P et S vers 10 km sous les océans et vers 30 km sous les continents. Cette augmentation s'explique par une augmentation de la densité du milieu traversé. On passe de la croûte constituée de granite ou de basalte au manteau composé de péridotite plus dense. On met donc en évidence la discontinuité de Mohorovicic.

Schéma : variation vitesse ondes P et S dans les 50 premiers km

La vitesse des ondes P diminue fortement vers 2900 km de profondeur et les ondes S disparaissent. Cette discontinuité correspond au passage du manteau constitué de péridotite au noyau contenant du fer liquide.

Zone d'ombre sismique : Sur les stations sismiques situées entre 103° et 143° de distance angulaire à l'épicentre d'un séisme (soit de l'ordre de 12 000 à 16 000 Km environ), on observe une zone d'ombre sismique, c'est-à-dire une zone dans laquelle aucune station n'enregistre d'ondes sismiques directes provenant d'un séisme -> mise en évidence d'un obstacle à la propagation : le noyau
C'est la discontinuité de Gutenberg.

Schéma de la zone limite manteau-noyau

On observe cependant d'autres variations des vitesses des ondes P et S mais moins brutales. A quoi correspondent-elles ?

2 – Des propriétés physiques différentes

Aux alentours de 120 km alors que le milieu traversé est constitué de péridotites, on remarque une diminution faible et localisée de la vitesse des ondes P et S. Le milieu est donc moins dense à cet endroit. Il s'agit de la Low Velocity Zone qui correspond à la limite lithosphère-asthénosphère.

Schéma de la LVZ

Une augmentation de la vitesse de propagation des ondes est également observée vers 700 km de profondeur dans le manteau. Cette variation visualise le passage dans le manteau inférieur.

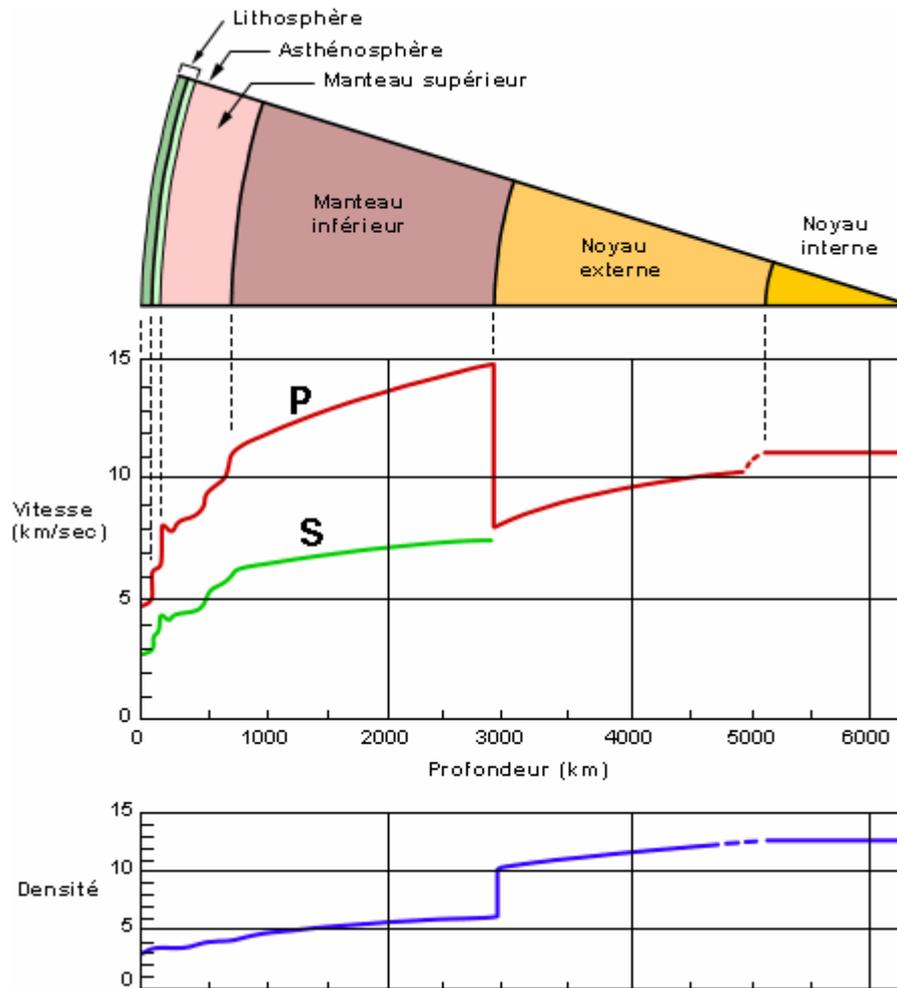
Enfin, vers 5100 km, on voit réapparaître les ondes S et on observe une forte augmentation de la vitesse des ondes P. On passe d'un milieu où le fer est liquide à un milieu où le fer est solide et donc très dense. C'est la discontinuité de Lehman qui marque la transition noyau externe-noyau interne.

Schéma

Conclusion

Sans être parvenu à atteindre plus de 15 km sous la surface du globe, l'Homme a quand même, grâce à l'étude de la propagation des ondes sismiques, une connaissance fiable de la structure interne de la Terre.

Schéma Bilan



Sujet 2a : L'activité volcanique de la chaîne des Puys

1 – L'étude se fera de la base vers le sol actuel

- Blocs basaltiques : volcan proche du lieu de dépôt et ancien car la couche est la plus profonde. Le Lemptégy daté de 30000 ans semble être le meilleur candidat.
- Lapillis basaltiques : volcan pas trop éloigné et d'âge inférieur ou égal à 30000 ans. Le seul possible est le Puy des Gouttes.
- Cendres et blocs de mugéarite : un seul volcan a émis ce type de lave : le Lemptégy.
- Cendres hawaïte : un seul possible : le Puy de Côme, daté de 16000 ans.
- Cendres trachytiques : un seul volcan : Le Puy Chopine daté de 8500 ans.

2 – La différenciation magmatique explique les différents types de lave émis par les deux Lemptégy. Lors de la première éruption, le magma n'a pas stagné dans une chambre magmatique, il n'a donc pas eu le temps de se différencier. Il a engendré une lave fluide basaltique. Lors de la seconde éruption, le magma a eu le temps de se différencier et donc de s'enrichir un peu en silice et a donné naissance à une lave Mugéaritique légèrement plus visqueuse que le basalte.

3 – Un séisme, sans doute engendré par une éruption est responsable de cette faille. Elle ne recoupe que les deux couches les plus profondes. Elle a donc joué il y a 30000 ans lors de la seconde éruption du Lemptégy.

Sujet 2b : Fusion partielle et magma basaltique

Au niveau de la dorsale on observe une création de magma. Quelle est l'origine de ce magma et comment donne-t-il naissance aux roches de la lithosphère océanique ?
On répondra à ces questions grâce à l'étude des documents proposés.

Documents a et b : Un échantillon de péridotite avant et après fusion partielle.

Lors de la fusion partielle, provoquée expérimentalement, on observe la formation d'un verre qui correspond au liquide de fusion partielle qui a refroidi.
Ce liquide correspond à la fonte d'une partie des minéraux qui constituent la péridotite initiale.

Quelle est la composition de ce verre ?

Documents c et d : La composition des différents éléments étudiés

Le basalte et le verre ont globalement la même composition chimique. Elle diffère beaucoup de celle de la péridotite.

On remarque grâce au document d que cette dernière est constituée d'éléments minéraux riches en fer, magnésium (olivine et pyroxène) et contenant du calcium, sodium, aluminium (feldspaths).

Le verre et le basalte sont riches en alumine, sodium et calcium, ce qui veut dire qu'ils proviennent de la fusion de minéraux riches en ces éléments : surtout le feldspaths calco-sodiques.

Dans la nature qu'est-ce qui explique cette fusion partielle ?

Document e : L'origine de la fusion partielle

En étudiant le graphique, on s'aperçoit que si une péridotite subit une dépressurisation à température constante elle peut rentrer en fusion partielle, c'est à dire franchir le solidus.

Les conditions expérimentales de température et de pression correspondent aux conditions qui règnent à 30 km de profondeur à l'aplomb de la dorsale. Or à cette profondeur la péridotite est partiellement fondue et peut donc engendrer un liquide de fusion partielle.

Synthèse

Lors de la remontée de l'asthénosphère au niveau de la dorsale, la péridotite subit une décompression à température constante. Les feldspaths calco-sodiques fondent en premiers pour donner un liquide de fusion partielle riche en calcium, sodium et aluminium. Ce liquide donnera naissance à un magma qui lorsqu'il s'épanchera en surface donnera du basalte.

