

Méthodes géophysiques et géochimiques

L2 Vie et Terre

Partiel Bâtiment Halle aux farines. Salle 027C

Le jeudi 13 mars 2008 à 11h00

Durée : 1 heure30

1. Qu'est-ce qu'une chondrite ? **2 points 5 minutes**

Une chondrite est une météorite issue d'un corps parent indifférencié

2. Citez deux méthodes permettant de déterminer la composition chimique globale d'une chondrite. **2 points 5 minutes**

On choisira deux méthodes parmi :

- **Dissolution puis**
 - dosages colorimétriques potentiométriques
 - chromatographie
 - Formation un plasma (gaz très chaude et ionisé) et émission lumineuse (ICP-AES) ou spectrométrie de masse (ICP-MS). L'ICP-MS permet aussi une analyse isotopique.
- **Méthodes sans dissolution.**
 - Fluorescence X
 - Microsonde électronique (le faisceau électronique permet d'analyser des zones petites de l'ordre du micron)
 - Microsonde ionique. Permet aussi l'analyse isotopique

Toutes ces analyses nécessitent l'utilisation de standards.

3. Définissez les notions de minéral et de roche en géologie. Donnez un exemple de minéral et un exemple de roche. **2 points 5 minutes**

Minéral : c'est un solide rencontré dans la nature et doté d'une composition chimique précise et d'une structure (arrangement des atomes dans l'espace) bien définie.

Exemples Mg_2SiO_4 la forsterite (appartient au groupe des olivines) ; $MgSiO_3$ l'enstatite (appartient au groupe des pyroxènes)

Roche: c'est une association de minéraux

Exemple : une péridotite est une roche (contenant comme principaux minéraux des olivines et des pyroxènes)

4. Citez la principale méthode de détermination de la structure des minéraux et expliquez brièvement son principe général. **2 points 5 minutes**

La diffraction des rayons X est la méthode normale d'étude de la structure tridimensionnelle des atomes dans les minéraux.

Elle consiste à faire interférer une lumière particulière, les rayons X avec le réseau cristallin du minéral. On observe les franges d'interférence qui renseignent sur les espacements entre atomes dans le minéral. La clé de cette technique est que la longueur d'onde des rayons X est du même ordre de grandeur que les espacements entre les atomes dans un minéral.

5. Proposez une méthode permettant de dater l'âge absolu d'une météorite. Expliquez cette méthode en en donnant l'équation fondamentale. Quel âge trouve-t-on le plus souvent ? Que date-t-on exactement ? **2 points (+1) 15 minutes**

La radiochronologie. Voir équation fondamentale en cours. Ne pas oublier d'expliquer ce que sont chacun des paramètres de l'équation. En général, la datation des météorites indique un âge de 4.5 milliards d'années. Ce que l'on date exactement, c'est l'arrêt de l'activité géologique sur l'endroit de la petite planète qui a donné naissance à cette météorite.

6. En sismologie, qu'est ce que la zone d'ombre ? Dans la Terre, à quoi est-elle due ? Énoncez la condition sur les vitesses des ondes sismiques pour qu'existe une zone d'ombre. **2 points (+1) 15 minutes**

C'est une zone de la Terre où, pour un séisme donné, aucune onde sismique n'est reçue. En passant dans un milieu à plus faible indice, le rayon s'éloigne de la normale. Pour les ondes sismiques, l'indice est $1/v$ où v est la vitesse des ondes. Si la vitesse des ondes sismiques augmente, l'indice diminue. Donc lorsque le rayon descend vers l'intérieur de la Terre, il se courbe vers le haut. Sauf lorsque l'on passe dans un milieu à plus faible vitesse. Un schéma montre facilement que cela crée alors une zone d'ombre. Dans la Terre, la principale zone d'ombre est due au passage du manteau au noyau car les ondes P voient leur vitesse diminuer à ce passage. On a une zone d'ombre lorsque la vitesse diminue avec la profondeur au lieu d'augmenter.

7. Expliquez brièvement le principe de la tomographie sismique. **2 points 5 minutes**

On découpe la Terre en cubes ou en parallélépipèdes. Grâce au grand nombre de séismes et de stations, on peut déterminer si un cube est plus rapide ou plus lent que la moyenne des vitesses d'ondes sismiques à cette profondeur. On représente en bleu les zones plus rapides que la moyenne (plus froides, plus denses) et en rouge les zones plus lentes que la moyenne (plus chaude, moins dense).

8. Que délimite dans la Terre la discontinuité sismique dite de 670 km ? Quelle est son interprétation en termes de diagramme de phases. Expliquez la démarche permettant d'estimer ainsi la température à cette profondeur ? **2 points 10 minutes**

Elle délimite le manteau supérieur et le manteau inférieur. Elle correspond à la transformation des minéraux du manteau (forme γ de Mg_2SiO_4 se transformant en forme pérovskite de $MgSiO_3$ et MgO). On connaît exactement la pression à 670 km de profondeur grâce à la sismologie. La connaissance du diagramme de phase de Mg_2SiO_4 permet de connaître la ligne pression-température pour la transformation

de la forme γ en forme pérovskite de MgSiO_3 et MgO . En reportant sur cette ligne la pression régnant à 670 km de profondeur, on obtient la température à cette profondeur.

9. En utilisant un diagramme de phases, donnez une interprétation du volcanisme des dorsales océaniques ? Comment appelle-t-on les roches issues du refroidissement rapide des laves caractéristiques de ce volcanisme ? Comment qualifie-t-on les éléments chimiques qui se concentrent dans ces laves par rapport à la péridotite du manteau qui leur a donné naissance. **2 points 10 minutes**

Sous les dorsales, on a un mouvement ascendant d'un manteau plus chaud que la moyenne. A la remontée, on croise la fusion : fusion par decompression. Qui produit des basaltes lesquels concentrent les éléments incompatibles qui se concentrent dans ces laves par rapport à la péridotite du manteau qui leur a donné naissance.

10. Qu'est ce qu'un élément chimique lithophile ? Dans quelle zone du tableau périodique se trouvent plutôt les éléments lithophiles ? Quelles est donc leur caractéristique chimique principale ? Donnez un exemple d'élément lithophile. **2 points 5 minutes**

C'est un élément chimique qui se concentre dans les roches, par rapport au métal. Plutôt à gauche. Ils sont électropositifs. Le magnésium est un exemple d'élément lithophile.