

La formation des enveloppes terrestres

G. Fanjat (fanjat@gm.univ-montp2.fr)

Introduction

- **Amorce:** Scénarios d'accrétion pour la Terre: accrétion homogène ou hétérogène
- **Observations** (sismologie, géologie) + modèles \Rightarrow Terre constituée d'enveloppes concentriques très différentes: atmosphère et hydrosphère, la croûte, le manteau et le noyau. Quels sont les différents processus à l'origine de ces différentes enveloppes? Quand se sont-ils produits? Qu'en est-il à l'heure actuelle?
- **Annonce du plan**

1 La différenciation manteau-noyau

1.1 De la Terre homogène à la dualité manteau-noyau

- Observation des chondrites et sidérites: source de fer
- Energie nécessaire à la fusion (énergie cinétique + radioactivité éteinte) et à la différenciation (énergie gravitationnelle)
- Eléments sidérophiles légers

1.2 Datation du noyau et de la graine

- Datation du noyau par Pb/Pb.
- Datation précise par radioactivité éteinte (Hf-W).
- Datation de la graine par bilan énergétique (entre 1 et 2 Ga probablement)

\Rightarrow Différenciation très précoce de la partie silicatée et de la partie ferreuse (40 Ma)

2 La formation des croûtes

2.1 La formation de la croûte continentale

- Observation des croûtes continentales anciennes (zircons à 4.4 Ga, Issua, Ancasta, Amitsoq) + cratons
- Datation de la formation par Rb/Sr (autour de 3.5 Ga)
- Komatiites: laves résultant d'un fort taux de fusion, montrant un géotherme élevé
- TTG et formation de CC entre 4 et 2.5 Ga: fusion de CO basaltique amphibolitisée, analogie avec les adakites actuelles.

\Rightarrow Formation en majorité de la CC à l'archéen par fusion de CO hydratée. Aujourd'hui autre processus (marges actives), par fusion du coin de manteau hydraté.

2.2 La formation de la croûte océanique

- Formation aux dorsales: fusion partiel du manteau par décompression adiabatique
- Calcul du taux de fusion.

⇒ Appauvrissement du manteau dans sa partie superficielle: formation du manteau supérieur.

3 La formation des enveloppes fluides

Pour ces deux enveloppes on peut se demander si elles ont une origine extra-terrestre ou si elles proviennent du dégazage du manteau.

3.1 La formation de l'hydrosphère

- Apport par un vernis tardif, chondrites? comètes? micrométéorites? dégazage du manteau? Ce qui est probable c'est une condensation rapide vers 4.4 Ga (argument sur la géochimie des zircons).
- Rapport D/H chondrites et de la Terre sont identiques ⇒ Apport majoritaire par chondrites ou dégazage et seulement 10% au maximum par les comètes lors du bombardement tardif.

3.2 La formation de l'atmosphère

- Datation par ^{40}Ar ⇒ Dégazage important du manteau très rapidement (4.4 Ga)
- Dégazage encore à l'heure actuelle, avec le rapport ^4He des basaltes.
- Notion de vitesse d'échappement: certains gaz non retenus car gravité trop faible.
- Origine de l'oxygène et faible quantité de CO_2 ? (cf compo atm de Vénus vs Mars vs Terre). Piégeage CO_2 dans les carbonates. Rôle de la photosynthèse dans la formation de O_2 , mis en évidence d'une atmosphère réductrice par les Banded Iron Formations à 2.7 Ga.

⇒ Volatiles dégazés rapidement suite à l'accrétion de la Terre

Conclusion

Bilan: Différenciation des enveloppes terrestres constitue un véritable tri s'opérant sur les propriétés physico-chimiques des éléments. L'atmosphère, constituée d'éléments volatils, le manteau silicaté constitué d'éléments lithophiles et le noyau, formés d'éléments sidérophiles. Ces enveloppes ont ensuite subi (et continuent à subir) des modifications suite à l'activité de la Terre.

Ouverture: Biosphère et origine de la vie???

Bibliographie

- Albarède F. (2001), La Géochimie, Editions scientifiques GB
- Allègre C. (2005), Géologie isotopique, Belin éd.
- Allègre C. (1985). De la pierre à l'étoile. Fayard éd.
- Brahic et al, Sciences de la Terre et de l'Univers, Vuibert éd., 2006
- Dewaele E. et Sanloup G. (2005). L'intérieur de la Terre et des planètes. Belin éd.
- Gargaud M. et al (2005). L'environnement de la Terre primitive, Presse universitaire de Bordeaux
- Poirier J. P. (1996). - Le noyau de la Terre. Masson éd.
- Divers PLS et La Recherche