

La Formation des Enveloppes Terrestres

Tristan FERROIR

May 15, 2008

Introduction

Deux scénarios sont proposés pour la formation de la Terre : l'accrétion homogène et l'accrétion hétérogène.

Il convient aussi de définir certains termes que sont sidérophile, chalcophile, atmophile, lithophile, compatible et incompatible. En effet, comme nous allons le voir, l'ensemble de la formation des enveloppes terrestres à contribuer à la réalisation d'un véritable tri géochimique.

Comment à partir d'une Terre homogène peut-on former des enveloppes différenciées? Quels sont les grands mécanismes qui permettent cette différenciation? Les enveloppes ont-elles évoluées au cours des temps géologiques au moins dans leur grandes lignes?

I La formation du noyau terrestre

A De la Terre homogène à la dualité noyau-manteau : observations et source de la différenciation

- Observation d'une chondrite ordinaire et expérience de pensée
- Source de chaleur permettant la fusion partielle

B La formation du noyau terrestre

- La formation du noyau à partir de la fusion partielle d'une chondrite ordinaire
- Le problème de la Terre chondrite carbonée

C Datation de la formation du noyau et de la graine

- Datation de la formation du noyau : le couple Pb/Pb
- Principe du couple radioactif $^{182}\text{Hf}/^{182}\text{W}$
- Datation fine de la formation du noyau
- Datation de la formation de la Graine

II La formation des croutes

A La formation de la croute continentale à l'archéen

- Caractère spécifique de l'archéen : gradient géothermique élevé (sapphirine + quartz = 900° à 60km de profondeur), komatiite...
- Les TTGs et la formation de la croute continentale (FP manteau → croute océanique basaltique, puis transformation en amphibolite à grenat par le métamorphisme de subduction donne le magma parent des TTGs, cristallisation fractionnée)
- Datation de la formation de la croute continentale primitive par le couple Rb/Sr

B La formation de la croute océanique

- Processus permettant la fusion partielle
- Principe de calcul du taux de fusion partielle
- Participation à la formation du manteau supérieur

III La formation des enveloppes fluides

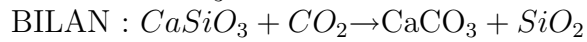
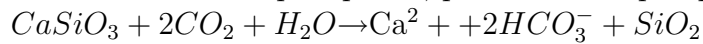
A La formation de l'atmosphère terrestre

- Idée : l'atmosphère serait issue du manteau par dégazage. On aurait alors eu une atmosphère primitive riche en CO₂, H₂O, CH₄, NH₃.
- La composition en gaz du manteau peut-être approchée par les *popping-rocks*
- Le ⁴⁰Ar dont une partie a été produite par le ¹²⁹Xe permet de montrer qu'une partie de l'atmosphère résulte d'un dégazage du manteau mais que ce dégazage n'a affecté que le manteau supérieur.
- He et Ne montre qu'une partie de la nébuleuse protosolaire a contribué à la formation de l'atmosphère : le rapport He/Ne de l'atmosphère est intermédiaire entre celle du soleil et celle des météorites.
- On peut dater la formation de l'atmosphère terrestre par le couple ⁴⁰Ar - ³⁶Ar.

B La formation de l'hydrosphère

- Dégazage du manteau → eau
- La composition de l'atmosphère et sa pression font que la condensation a été quasi-immédiate.

- L'océan primitif avait une température de l'ordre de 70-80°C (isotopes du Si). Chargée d'acide chlorhydrique et sulfurique, cette protohydrosphère attaque les roches volcaniques et solubilise le calcium. A des endroits où elle est plus basique, calcaire et dolomie précipitent, permettant le pompage du CO₂ atmosphérique.



- L'eau continue à sortir du manteau, l'océan devient moins acide.
- L'oxygène est apparu tardivement dans l'atmosphère comme en témoigne les gisements d'uranium sédimentaire du Witwatersand et la pyrite associée. La Vie a du amener l'oxygène.

Conclusion

La Formation des enveloppes terrestres est permis par deux mécanismes distincts : la fusion partielle et le dégazage. Dans les deux cas, ceux-ci réalisent des tris géochimiques : les sidérophiles se retrouve dans le noyau, les lithophile d'abord dans le manteau puis dans la croute. Enfin, les atmophiles se retrouvent dans l'atmosphère. La connaissance des comportements de ces éléments notamment compatible/incompatible permet aussi de réaliser une chronologie fine des événements ayant permis la différenciation de la planète Terre.

Après cette différenciation des enveloppes, ces dernières ne sont pas restées "statiques" mais ont évoluées au cours du temps. C'est notamment le cas de l'hydrosphère qui a été présente sous différents états comme au moment de la terre boule de neige. De meme, une fois formée dans leur grande majorité, les croutes n'ont cessé d'être recyclée, surtout la croute continentale.

Biblio

De la Pierre à l'Etoile - Atmosphère, Hydrosphère

Geologie Isotopique - Datation

L'Environnement de la Terre primitive - Croute continentale, atmosphère

Géologie de la croute océanique - Formation de la croute océanique