

Zoom Science - Mai 2010

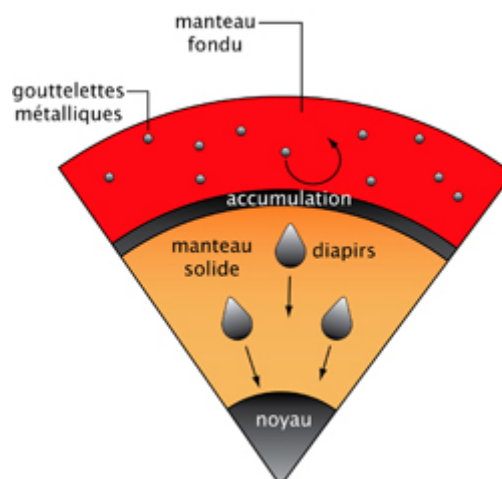
L'oxygène est-il un élément léger du noyau terrestre ?

Julien Siebert.

Équipe « Minéralogie de l'intérieur de la Terre »

Les teneurs en éléments sidérophiles (« qui aiment le fer ») du manteau indiquent que le noyau de notre planète Terre s'est probablement formé alors qu'une grande partie du manteau était en fusion. Cependant, les conditions de pression et de température requises pour expliquer les teneurs en sidérophiles, ne correspondent pas exactement à celles estimées pour le manteau fondu. Combinant données expérimentales et thermodynamiques, Corgne et al.^{*}, démontrent que la présence d'oxygène dans le noyau serait à l'origine de cette apparente discordance. L'oxygène apparaît dès lors, comme un bon candidat pour l'élément léger du noyau

La composition exacte du noyau terrestre reste encore mystérieuse. Nous savons que le noyau contient environ 85% de fer et 5% de nickel, mais les autres constituants demeurent inconnus. Le noyau étant moins dense qu'un alliage de fer et de nickel, les éléments manquants sont supposés plus légers. Les candidats privilégiés sont soit le silicium, le soufre, le carbone, l'oxygène ou l'hydrogène, ou une combinaison de ces éléments. Cette question de la nature de l'élément léger dans le noyau reste controversée ; un point que nos chercheurs ont voulu éclaircir.



Les concentrations des éléments dits sidérophiles dans le manteau, sont une signature de la formation du noyau. Le consensus actuel veut que ces teneurs résultent d'un mécanisme de formation du noyau à des conditions de haute température et haute pression. Cette conclusion, basée sur l'étude géochimique d'échantillons géologiques naturels et synthétiques, est une des bases de la théorie de l'océan magmatique. Théorie selon laquelle le noyau se serait formé, alors que le



manteau était largement fondu (Figure), suite à l'accumulation d'énergies cinétique et gravitationnelle après la naissance de notre planète.

D'un point de vue dynamique, cette théorie de formation du noyau propose que le métal, s'est d'abord équilibré chimiquement avec le manteau fondu, lors de sa migration jusqu'à la base de l'océan magmatique. Ensuite, la ségrégation ultérieure de métal à travers la partie solide du manteau pour former le noyau est très rapide ce qui empêche toute interaction chimique. Mais si l'on regarde dans le détail cette théorie présente un problème majeur. Les conditions d'équilibration requises pour expliquer l'abondance des éléments sidérophiles dans le manteau, ne correspondent pas exactement aux conditions de pression et de température à la base de l'océan magmatique.

Corgne et al. ont utilisé des données expérimentales d'équilibration à haute température et haute pression, ainsi que des données de métallurgie pour étudier cette apparente anomalie. Leurs résultats montrent que la nature de l'élément léger du noyau, un facteur précédemment ignoré, peut modifier sensiblement les conditions requises pour l'équilibration. La modélisation thermodynamique entreprise par Corgne et al. indique que, parmi le silicium, l'oxygène, le carbone et le soufre, c'est l'oxygène qui est l'élément léger le plus probable, puisque sa présence dans le noyau permet de gommer la discordance entre les conditions d'équilibration et les conditions dans l'océan magmatique.

Une information de taille, puisque l'identité de cet élément léger a des répercussions fortes sur la compréhension de la dynamique du noyau, le fonctionnement du champ magnétique, la connaissance de la composition de la Terre globale et son processus d'accrétion, ou encore sur la nature de la frontière noyau-manteau.

* Alexandre Corgne ^a, **Julien Siebert** ^b James Badro ^b

a. Institut de physique du globe de Paris, équipe de minéralogie, 140 rue de Lourmel
75015 Paris, France

b. IMPMC, UMR CNRS 7590, Université Paris 6, Université Paris 7, IPGP, IRD, 140
rue de Lourmel, 75015 Paris, France

Earth and Planetary Science Letters 288 (2009) 108-114

Copyright: 2009 Elsevier B.V

Campus Boucicaut
140 rue de Lourmel - 75015 PARIS
Tél : +33 1 44 27 52 17
Fax : +33 1 44 27 37 85