

LA FUSION PARTIELLE DU MANTEAU AURAIT RETARDE L'ETABLISSEMENT DE LA TECTONIQUE DES PLAQUES PENDANT 2.5 MILLIARDS D'ANNEES

La transition entre l'Archéen et le Protérozoïque coïncide avec le début de la tectonique des plaques telle que nous la connaissons aujourd'hui. Malgré son importance, la cause de cette transition géologique majeure reste méconnue. Une équipe de chercheurs du *Laboratoire magmas et volcans (LMV/OPGC, UCA / CNRS / IRD / UJM)*, du *Synchrotron SOLEIL* et du *Laboratoire des Conditions Extrêmes et Matériaux : Haute Température et Irradiation (CNRS)* ont mesuré la courbe de fusion du manteau jusqu'à environ 700 km de profondeur en utilisant la conductivité électrique et la diffraction des rayons X. Ils observent une fusion partielle à des températures 200 à 250 degrés plus basses que celles généralement acceptées. Cela implique qu'une grande partie du manteau supérieur était partiellement fondue au cours de l'archéen, lorsque le manteau était significativement plus chaud qu'aujourd'hui. Les chercheurs suggèrent que la cristallisation finale du manteau, à la fin de l'archéen, a modifiée radicalement la dynamique de la lithosphère et du manteau.

Dans les premiers stades de la formation de la Terre, le manteau a fondu presque intégralement jusqu'à de grandes profondeurs. L'énergie nécessaire provenait d'une combinaison de grands impacts météoritiques, de la désintégration radioactive et de l'énergie gravitationnelle relâchée lors de la ségrégation du noyau. Ensuite, l'océan magmatique a rapidement cristallisé, selon des mécanismes physico-chimiques qui restent encore très débattus. Mais il ne fait pas de doute que l'intérieur de la Terre reste encore très chaud aujourd'hui, avec des régions du manteau partiellement fondues.

Par ailleurs, les études des terrains les plus anciens ont permis d'établir une série de changements majeurs représentée par l'échelle des temps géologiques. Concernant la Terre primitive, un changement majeur correspond à la transition entre l'archéen et le protérozoïque il y a 2.5 milliards d'années. A cette époque, la dynamique de la lithosphère dominée par le jeu de petites plaques instables est progressivement remplacée par la tectonique des plaques telle que nous la connaissons aujourd'hui. Malgré l'importance de cette transition, ses causes profondes restent méconnues.

Pensant qu'il pouvait y avoir une relation entre les hautes températures régnant dans le manteau primitif et la dynamique de la lithosphère, les chercheurs ont entrepris d'affiner les propriétés de fusion du manteau supérieur, situé entre 100 km et 670 km de profondeur et correspondant à des pressions entre 5 et 25 GPa. Grâce à l'utilisation de méthodes de détection *in situ* de la fusion (la diffraction des rayons X et la conductivité électrique), ils ont détecté une fusion très progressive entre le solidus (apparition de la première fraction de liquide) et le liquidus (disparition des derniers cristaux). Aussi, les résultats convergent pour une fusion du manteau de 200-250 K en dessous des températures précédemment reportées.

Une implication majeure est que le manteau supérieur devait donc être partiellement fondu pour les hautes températures régnant dans le manteau Archéen, et à fortiori au cours de l'Hadéen. Le degré de fusion du manteau reste difficile à estimer précisément, car il dépend de nombreux paramètres. Néanmoins, la fusion partielle du manteau pourrait avoir couvert une large fraction du manteau supérieur, en particulier entre 100 et 400 km de profondeur. Pendant l'archéen, la fusion a pu favoriser un découplage mécanique entre la lithosphère et le manteau sur lequel elle repose, avant que plus tard, avec le refroidissement séculaire, la solidification finale du manteau induise un changement de dynamique globale, avec l'établissement de la tectonique des plaques et la subduction de la croûte océanique.

Bibliographie

Deep and persistent melt layer in the Archaean mantle. D. Andrault, G. Pesce, G. Manthilake, J. Monteux, N. Bolfan-Casanova, J. Chantel, D. Novella, N. Guignot, A. King, J.P. Itié and L. Hennet. *Nature Geoscience*. DOI: 10.1038/s41561-017-0053-9.

Contacts

Denis Andrault (denis.andrault@uca.fr)

Légende: Le cœur de la presse multi-enclumes installée sur le synchrotron SOLEIL à Gif-sur-Yvette. Un faisceau de rayon X (illustré par le doigt) permet de détecter *in situ* la fusion de l'échantillon mantellique comprimé au centre des enclumes cubiques jusqu'à une pression de plus de 250 000 atmosphères, soit plus de 670 km de profondeur dans le manteau.

