

COMMUNIQUÉ DE PRESSE

Grenoble, le 25 avril 2025

Des analyses géochimiques de magma révèlent une activité dynamique de la lithosphère terrestre il y a 4 milliards d'années

Grâce à une plateforme d'analyse géochimique unique au monde au sein de l'Institut des sciences de la Terre de Grenoble (UGA/CNRS/USMB/IRD/Université Gustave Eiffel), des scientifiques de l'Université Grenoble Alpes ont mis en lumière, contrairement aux théories en vigueur, une activité dynamique de tectonique des plaques de notre planète il y a 4 milliards d'années. Cette découverte centrée sur des analyses géochimiques d'inclusion magmatique et complétée par des modélisations numériques effectuées au German Research Center for Geosciences, sera publiée dans la revue *Nature Communications* du 25 avril 2025.

Des inclusions magmatiques vitrifiées (figure 1) préservées dans des cristaux d'olivine formés il y a 3.3 milliards d'années ont été analysées au travers d'approches *in situ* grâce à des développements analytiques novateurs, et uniques au monde, réalisés sur la plateforme analytique de l'ISTerre ([IMAP](#))¹ (figure 2).

Les résultats obtenus indiquent que le magma piégé dans ces cristaux d'olivines est issu de la fusion partielle d'un domaine du manteau terrestre formé il y a plus de 4 milliards d'années. Par ailleurs, ces analyses montrent aussi que cette source mantellique a subi des processus d'extraction de croûte continentale qui n'avait jamais été identifiés auparavant. En somme, les nouveaux résultats présentés dans cette étude mettent en lumière les processus géologiques qui gouvernent l'évolution de la Terre il y a plus de 4 milliards d'années.

Cette découverte, centrée sur des analyses géochimiques d'inclusion magmatique, par les scientifiques de l'ISTerre, a été complétée par des modélisations numériques effectuées au German Research Centre for Geosciences ([GFZ](#)) (figure 3). Ces modélisations indiquent que les résultats géochimiques obtenus sur un site géologique particulier en Afrique du Sud sont représentatifs des processus se déroulant sur Terre durant l'Hadéen (4.5 à 4.0 Ga) et que le volume de croûte continentale présent à la surface de la Terre durant ces temps très anciens était très proche du volume actuel.

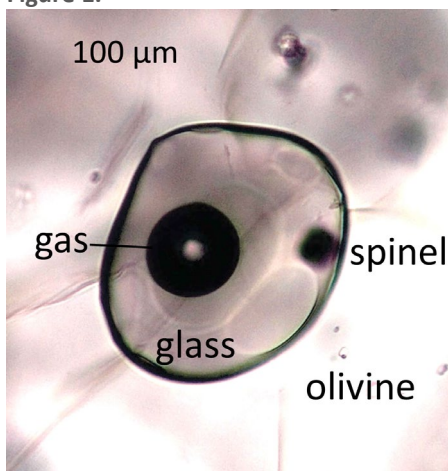
Des nouveaux résultats qui démontrent que l'activité lithosphérique durant l'Hadéen était dynamique

Les interprétations tirées des résultats couplés géochimie/modélisation sont iconoclastes puisqu'une partie significative de la communauté scientifique considère que la dynamique lithosphérique à l'Hadéen était

largement statique, faite de bombardements météoritiques et d'activités volcaniques sporadiques mais que la tectonique des plaques horizontale telle que nous la connaissons aujourd'hui n'était pas active. A l'inverse, les nouveaux résultats présentés dans cette étude montrent que l'activité lithosphérique durant l'Hadéen était dynamique, faite de plumes mantelliques (remontées de matériel chaud provenant de la limite manteau/noyau) qui, à leur arrivée à la surface du globe, génèrent des mouvements tectoniques horizontaux amenant à de la subduction. C'est lors de la subduction de plaques océaniques à l'Hadéen que les premiers continents se sont formés. Ce type d'activité dynamique apparaît par ailleurs bien plus favorable à l'émergence de la vie sur Terre que la configuration statique jusqu'alors imaginée pour l'Hadéen.

Ces travaux ont été réalisés grâce à une subvention du conseil Européen à la recherche (European Research Council, ERC) dans le cadre du projet Synergy 856555 portant l'acronyme MEET Monitoring Earth Evolution through Time, mené par le professeur de l'UGA Alexander V. Sobolev (ISTerre, UGA, France), Stephan V. Sobolev (GFZ, Germany), et John W. Valley (University of Wisconsin–Madison, USA) <https://meet.osug.fr/>.

Figure 1.



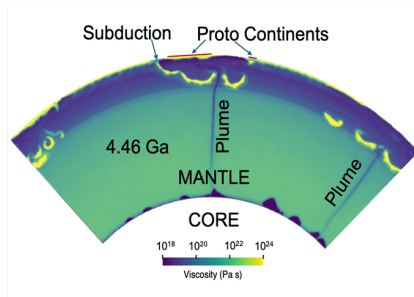
Des inclusions magmatiques vitrifiées préservées dans des cristaux d'olivine formés il y a 3.3 milliards d'années ont été analysées pour leur composition isotopique en strontium (Sr) ainsi que pour leur composition en éléments traces (concentrations $\leq$ ppm).

Figure 2.



Ces analyses ont été réalisées au travers d'approches in situ grâce à des développements analytiques novateurs, et unique au monde, réalisés sur la plateforme analytique de l'ISTerre ([IMAP](#)).

Figure 3.



Coupe transversale de la Terre dans un modèle géodynamique datant du début de l'Hadéen (il y a 4,46 milliards d'années). Ce modèle illustre la structure interne de la Terre, avec des couleurs représentant les niveaux de viscosité : le jaune indique la lithosphère froide et très visqueuse ainsi que les plaques subductées, tandis que le bleu représente les panaches mantelliques chauds à faible viscosité. Les premières formations continentales apparaissent en rouge.

Notes

1- La plateforme IMAP a été co-financée par le CNRS, l'European Research Council via une bourse ERC Synergy grants et par la Région Auvergne-Rhône-Alpes. Elle fait partie du réseau « Microscopie et micro-analyses électronique » au sein du Réseau géochimique & expérimental français (RéGEF).

Références

A. Vezinet, A. V. Chugunov, A. V. Sobolev, C. Jain, S. V. Sobolev, V. G. Batanova, E. V. Asafov, A. N. Koshlyakova, N. T. Arndt, L. V. Danyushevsky, and J. W. Valley, *Nature Communications* 2025.

DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-025-59024-6>

Contact presse

Muriel Jakobiak-Fontana

Directrice adjointe communication - Université Grenoble Alpes

muriel.jakobiak@univ-grenoble-alpes.fr

+33 6 71 06 92 26

Contacts scientifiques

Adrien Vezinet

1^{er} auteur, postdoctorant UGA – ISTerre

[+33 6 60 17 68 96](tel:+33660176896)

Alexander Sobolev

Professeur UGA - ISTerre

[+33 6 88 10 50 43](tel:+33688105043)

Stephan Sobolev

GFZ, Germany

[+49 176 565 157 33](tel:+4917656515733)