

Manteau terrestre : le plus dur n'est pas celui qu'on croyait

Grâce à un outil de simulation multiéchelle financé par le Conseil européen de la recherche (ERC), l'équipe de Patrick Cordier à l'Unité matériaux et transformations (UMET - CNRS / Université de Lille / INRAE / Centrale Lille) a pu modéliser très précisément le comportement du périclase et de la bridgmanite, deux minéraux présents dans le manteau terrestre, dans les conditions de pression et de température extrêmes. Ces résultats publiés dans la revue *Nature* le 11 janvier 2023 viennent bousculer des hypothèses communément admises à leur sujet depuis plus de 30 ans.

La surface de la Terre est constituée de plaques rigides qui se déplacent les unes par rapport aux autres. Ces déplacements sont animés par de lents mouvements de convection qui brassent le manteau terrestre sous-jacent jusqu'au noyau. Le manteau inférieur, qui commence à 670 km de profondeur, constitue plus de 80 % en volume de la Terre. Sa capacité à se déformer joue donc un rôle majeur dans la dynamique de la Terre et l'aptitude de cette dernière à évacuer sa chaleur interne. D'un point de vue minéralogique, le manteau inférieur est principalement constitué d'un silicate de magnésium, la bridgmanite, mais aussi d'un oxyde de magnésium, le périclase, qui occupe environ 25 % du volume. Au sein du manteau, ces minéraux sont soumis à des conditions extrêmes (pression entre 25 et 135 GPa et température entre 2000 et 2800 K) qui sont très difficiles à reproduire en laboratoire. Ces dernières années, plusieurs équipes ont tout de même réussi à déformer des petits assemblages de bridgmanite et de périclase dans les conditions de pression et de température semblables à celles du manteau inférieur superficiel. Ces essais ont confirmé en 2019 l'idée communément admise que le périclase était beaucoup plus mou que la bridgmanite, ce qui, malgré sa présence moindre dans le manteau, lui conférait un rôle important dans sa viscosité.

Mais les conditions de pression et de température ne suffisent malheureusement pas à reproduire les déformations terrestres qui ont lieu à l'échelle géologique. Les écoulements dans le

manteau sont en effet extrêmement lents, sur des centaines de millions d'années, soit plus d'un milliard de fois plus lents que les essais en laboratoires, dans lesquels il faut accélérer les mécanismes en appliquant de plus fortes contraintes.

Pour étudier le comportement des minéraux à ces échelles de temps inaccessibles à l'homme, Patrick Cordier et son équipe ont développé une approche de modélisation numérique multiéchelle financée par le Conseil européen de la recherche (ERC). Baptisée *Timeman*, cette méthode permet d'intégrer de manière intrinsèque les échelles de temps naturelles dans ses calculs, et de s'affranchir ainsi d'une extrapolation des résultats, source de nombreuses approximations.

Appliquée aux conditions du manteau terrestre, cette technique vient de mettre en lumière des résultats pour le moins surprenants sur les minéraux en présence.

L'étude publiée dans *Nature* démontre en effet une inversion du comportement du périclase qui ne se déforme finalement quasiment pas dans ces conditions. Ces résultats remettent en question les modèles de viscosité traditionnels qui lui attribuaient un rôle important dans la déformation du manteau justement, et donc de la dynamique terrestre.

Par conséquent, la rhéologie du manteau inférieur est très bien décrite par le comportement de la bridgmanite, ce qui remet en question notre compréhension de la déformation des roches du manteau profond. Ces résultats apportent ainsi une nouvelle clé dans la compréhension de la dynamique terrestre.

En savoir plus :

Periclase deforms more slowly than bridgmanite under mantle conditions. Patrick Cordier, Karine Gouriet, Timmo Weidner, James Van Orman, Olivier Castelnaud, Jennifer M. Jackson & Philippe Carrez. *Nature*, janvier 2023

Contacts presse

Élodie Legrand
Chargée des relations presse
Université de Lille
06 71 75 45 27
relationspresse@univ-lille.fr

Bureau de presse
CNRS
01 44 96 51 51
presse@cnrs.fr