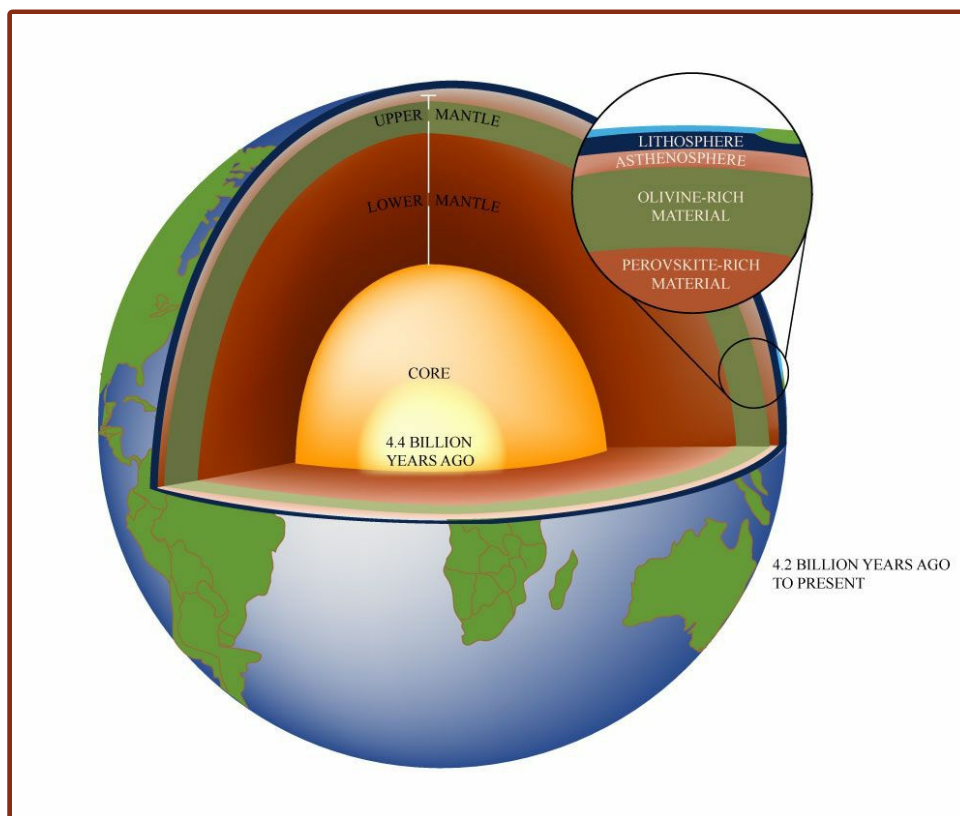


Le manteau terrestre est plastique... grâce à de minuscules défauts des cristaux

Comment les roches se déforment-elles pour permettre les mouvements de convection du manteau terrestre ? Cette question, jusqu'ici irrésolue, vient enfin de trouver une réponse : des défauts cristallins microscopiques, appelés désinclinaisons, seraient à l'origine de ce phénomène déterminant à l'échelle de la planète.



Sous la croûte terrestre se trouve le manteau (*mantle* en anglais). Sa plasticité a longtemps été un mystère... jusqu'à aujourd'hui. © mitopencourseware, Flickr, cc by nc sa 2.0

Le manteau terrestre, sur lequel reposent les continents, constitue une enveloppe solide animée de lents et constants mouvements de convection. C'est grâce à eux que la Terre évacue sa chaleur en continu. Comprendre ce phénomène est donc primordial pour l'étude de la tectonique des plaques. Pour que le manteau puisse s'animer de mouvements de convection, il est nécessaire que la structure cristalline de ses roches se déforme. Ceci constituait jusque-là un paradoxe que la science n'arrivait pas tout à fait à résoudre. En effet, les défauts de la structure des cristaux, appelés dislocations, qui expliquent très bien la plasticité des métaux, n'étaient pas suffisants pour comprendre les déformations que subissent certaines roches du manteau.

Une équipe du CNRS vient d'apporter une explication inattendue à cette problématique. Celle-ci met en jeu des défauts cristallins très mal connus et jusqu'alors jamais pris en compte, appelés désinclinaisons et situés à l'interface entre les grains minéraux qui composent les roches. En prenant comme cas d'étude l'olivine, le constituant principal du manteau supérieur, les chercheurs sont parvenus pour la première fois à visualiser ces défauts et à modéliser le comportement des joints de grains face à une contrainte mécanique. Ces résultats, publiés dans la revue *Nature*, dépassent largement le cadre des géosciences : ils apportent un outil nouveau et extrêmement puissant à l'étude de la dynamique des solides et aux sciences des matériaux en général.

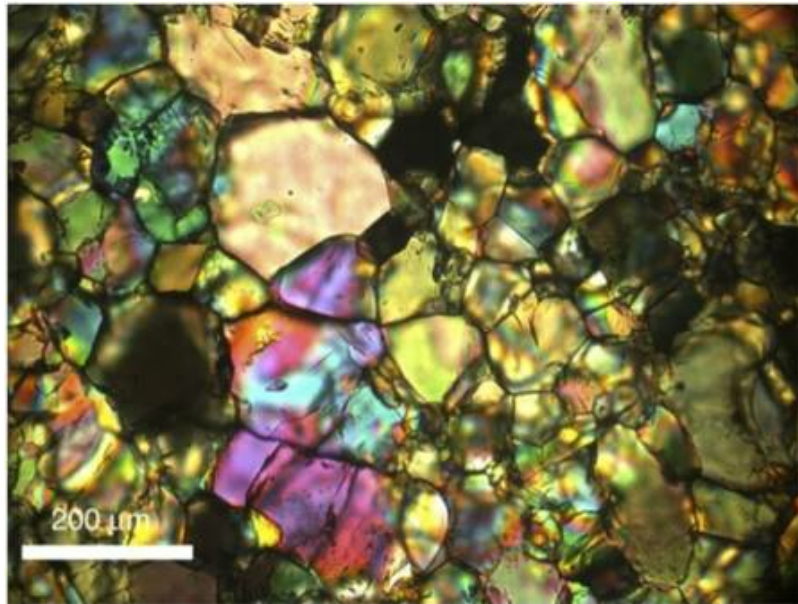


Image en microscopie optique et lumière polarisée d'un polycristal d'olivine naturel. Les désinclinaisons de l'olivine, à l'interface entre les grains, expliqueraient la plasticité du manteau terrestre. © Sylvie Demouchy, Montpellier

Un manteau terrestre rigide mais dynamique

Les chercheurs imaginaient bien que la solution se trouvait au niveau des interfaces des grains minéraux qui composent les roches. Cependant, jusqu'à présent, ils manquaient d'outils conceptuels pour décrire et modéliser le rôle joué par les parois entre les grains dans la plasticité des roches. Grâce à un microscope électronique et un traitement spécial des images, l'équipe française est enfin parvenue à observer les désinclinaisons sur des échantillons d'olivine. À l'aide d'un modèle mathématique, ils ont démontré qu'elles expliquaient la plasticité de l'olivine. En appliquant des contraintes mécaniques, les désinclinaisons permettent aux joints de grains de se déplacer et à l'olivine de se déformer dans n'importe quelle direction. Ainsi, écoulement et rigidité du manteau ne sont plus incompatibles.

Ces travaux vont bien au-delà de l'explication de la plasticité des roches du manteau terrestre. Il s'agit d'une avancée majeure en sciences des matériaux. En effet, la prise en compte du rôle des désinclinaisons devrait fournir aux scientifiques un outil nouveau pour expliquer de nombreux phénomènes liés à la mécanique des solides. Les chercheurs veulent poursuivre leur étude de la structure des joints de grains sur d'autres minéraux, mais aussi sur d'autres solides comme des métaux.