



www.cnrs.fr



COMMUNIQUÉ DE PRESSE NATIONAL | PARIS | 03 MARS 2014

La plasticité du manteau terrestre enfin expliquée

Le manteau terrestre constitue une enveloppe solide animée de lents et constants mouvements de convection. Comment les roches se déforment-elles pour permettre un tel mouvement alors que les minéraux tels que l'olivine -constituant principal du manteau supérieur- ne présentent pas assez de défauts dans leur structure cristalline pour expliquer les déformations observées dans la nature ? Une équipe menée par l'Unité matériaux et transformations (CNRS/Université Lille 1/Ecole nationale supérieure de chimie de Lille), vient d'apporter une explication inattendue à cette question. Celle-ci met en jeu des défauts cristallins très mal connus et jusqu'alors jamais pris en compte, appelés « désinclinaisons », situés à l'interface entre les grains minéraux qui composent les roches. En prenant comme cas d'étude l'olivine, 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 qui viennent d'être publiés dans *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.

La Terre évacue sa chaleur en continu grâce aux mouvements de convection qui animent le manteau terrestre sur lequel reposent les continents. Comprendre cette convection est donc primordial pour l'étude de la tectonique des plaques. Le manteau est constitué de roches solides. Pour que celui-ci puisse s'animer de mouvements de convection, il est nécessaire que la structure cristalline de ses roches puisse se déformer. 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 expliquer les déformations que subissent certaines roches du manteau.

Les chercheurs imaginaient bien que la solution était à chercher au niveau des interfaces des grains minéraux qui composent les roches. Cependant, ils manquaient d'outils conceptuels pour décrire et modéliser le rôle joué par ces parois entre les grains dans la plasticité des roches. Les chercheurs de l'Unité matériaux et transformations (CNRS/Université Lille 1/Ecole nationale supérieure de chimie de Lille) en collaboration avec ceux du laboratoire Géosciences Montpellier (CNRS/Université Montpellier 2) et du Laboratoire d'étude des microstructures et de mécanique des matériaux (CNRS/Université de Lorraine/Arts et Métiers ParisTech/Ecole Nationale d'Ingénieurs de Metz) ont réussi à expliquer ce rôle. En effet, ils ont montré que la structure cristalline des interfaces entre les grains présente des défauts très particuliers appelés « désinclinaisons », défauts qui n'avaient jusqu'à présent jamais été pris en compte. Les chercheurs sont parvenus à les observer pour la première fois sur des échantillons d'olivine (qui constitue jusqu'à 60% du manteau supérieur), grâce à un microscope électronique et un traitement spécial des images. Puis, ils sont allés plus loin : à l'aide d'un modèle mathématique de ces « désinclinaisons », ils ont démontré que celles-ci expliquaient la plasticité de l'olivine. En appliquant des contraintes mécaniques, les « désinclinaisons » permettent aux joints de grains de se déplacer, et donc à l'olivine de se déformer dans n'importe quelle direction. Ainsi, écoulement et rigidité du manteau ne sont plus incompatibles.



www.cnrs.fr



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. La prise en compte 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 grains sur d'autres minéraux, mais aussi sur d'autres solides comme des métaux.

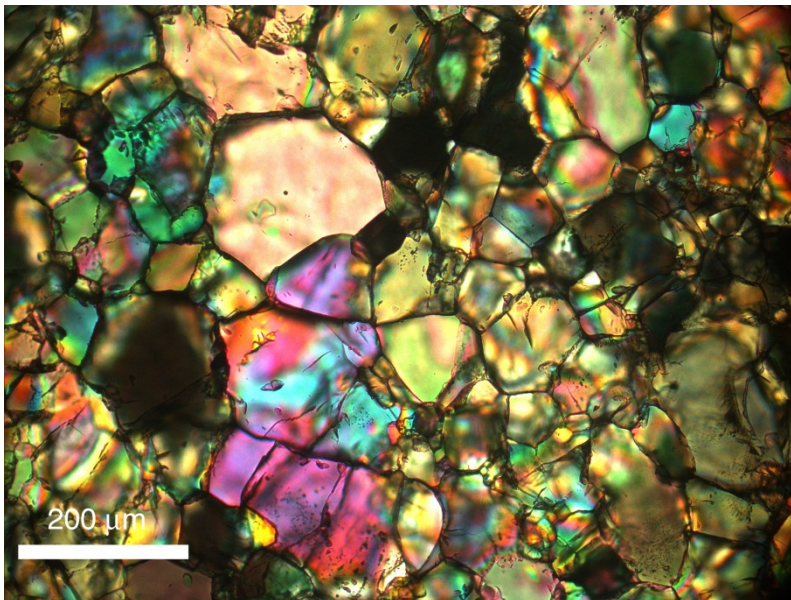


Image en microscopie optique et en lumière polarisée-analysée d'un polycristal d'olivine naturel (Mylonite d'Oman). Crédit : S. Demouchy, Montpellier.

Références

Disclinations provide the missing mechanism for deforming olivine-rich rocks in the mantle, Patrick Cordier, Sylvie Demouchy, Benoît Beausir, Vincent Taupin & Claude Fressengeas, *Nature*, 6 mars 2014, doi:10.1038/nature13043

Contacts

Chercheur

Patrick Cordier | T 03 20 43 43 41/06 49 29 18 79 | patrick.cordier@univ-lille1.fr

Presse CNRS | Laetitia Louis | T 01 44 96 51 37 | laetitia.louis@cnrs-dir.fr