



actualité
scientifique

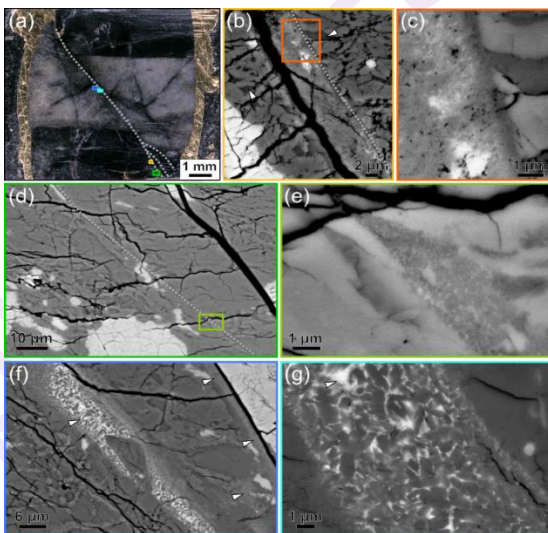
L'origine des séismes profonds : une nouvelle approche

La plupart des séismes ont lieu dans la lithosphère rigide et cassante et sont dus à des ruptures de la croûte le long de failles. Les séismes profonds sont quant à eux bien étranges, puisqu'ils se produisent bien au-delà de la classique transition fragile-ductile, où les roches fluent de manière visqueuse.

Les chercheurs du Laboratoire de géologie de l'ENS Paris (groupe « mécanique des roches ») s'est intéressé à la rupture par transformation de phase en tant que potentiel mécanisme à l'origine de cette sismicité profonde, initiée à plus de 400 km de profondeur. Les résultats confirment une origine possible à ces séismes.

L'étude est fondée sur des expériences de déformation à haute pression et haute température durant lesquelles sont enregistrées les émissions acoustiques provenant des échantillons. Ces dernières sont l'équivalent expérimental des séismes à l'échelle de l'échantillon ; leur magnitude varie typiquement de -9 à -5, tandis que la magnitude des plus petits séismes détectés est environ de 1, et celle des plus dévastateurs de 9. Des échantillons d'olivine synthétique ont été déformés pendant leur transformation en ringwoodite, cette même transformation qui a lieu dans la zone de transition où se produisent les séismes profonds. Contrairement à l'olivine naturelle silicatée du manteau terrestre, l'olivine synthétique pour l'occasion est composée de germanium et non de silicium. Cet élément induit la transformation en ringwoodite à des pressions bien plus faibles, permettant son étude dans une presse de Griggs (presse triaxiale, utilisant un confinement solide (NaCl) et pouvant chauffer par effet joule un échantillon de taille conséquente (8 mm de diamètre), ce qui permet d'atteindre quasiment l'intégralité des conditions en pression (5 GPa) et température (1 300 °C) de la lithosphère.

Les résultats confirment que cette transformation est à l'origine d'instabilités mécaniques qui causent la rupture sismogène des échantillons. La relation entre la vitesse de déformation des échantillons et la vitesse à laquelle ils se transforment semble contrôler l'apparition de cette instabilité mécanique. Cette relation suggère qu'un tel mécanisme peut également être à l'œuvre dans le manteau terrestre, où les roches se déforment bien plus lentement mais où les vitesses de transformation sont également bien plus lentes.



(a) microscopie optique, l'échantillon est visible en intégralité dans sa capsule en or. Il est constitué d'olivine de germanium (Ge-olivine), plus claire, au centre, entre deux cylindres de ringwoodite (Ge-spinel) plus sombre. L'olivine est partiellement transformée en ringwoodite. Une faille (pointillés) s'est propagée à travers les trois parties de l'échantillon. Les images (b) à (g) obtenues par microscopie électronique montrent la présence de produits de fusion recristallisés le long du plan de faille qui résultent de la propagation dynamique de la rupture à haute pression. © Julien Gasc

Pour en savoir plus...

Deep-focus earthquakes: From high-temperature experiments to cold slabs, J. Gasc, A. Schubnel et coll., *Geology* (2022)