
Communiqué de presse

Contacts :

Emmelyne Mitard
Communication
Institut de physique
du globe de Paris
+ 33 (0)1 83 95 76 01
mitard@ipgp.fr

Satish Singh
Chercheur IPGP
singh@ipgp.fr

24 juin 2022

L'imagerie sismique haute résolution lève le voile sur la frontière lithosphère-asthénosphère

La surface de la Terre est divisée en plaques tectoniques distinctes, qui composent la lithosphère et « flottent » sur l'asthénosphère. Mais la localisation exacte de la frontière entre lithosphère et asthénosphère restait encore énigmatique. À l'aide de techniques de sismique réflexion profonde à haute résolution, une équipe de l'Institut de physique du globe de Paris (IPGP/Université de Paris/CNRS) a pu imager cette frontière sur un profil de 1 400 km de long dans l'océan Atlantique et permis de déterminer les structures et dynamiques de cette zone frontière.

La Terre est la seule planète du système solaire dont la surface est divisée en différentes plaques, communément appelées lithosphère. Le concept de la tectonique des plaques est basé sur l'existence d'une lithosphère solide et rigide qui se déplace sur une asthénosphère déformable ; les volcans et séismes étant les manifestations les plus visibles marquant les frontières entre ces plaques. Au niveau des dorsales, où se forme la croûte océanique par remontée et fusion du manteau, la lithosphère est de faible épaisseur mais à mesure que la plaque s'éloigne de la dorsale, la lithosphère refroidit et s'épaissit, marquant la séparation avec l'asthénosphère.

Située à plusieurs dizaines de kilomètres de profondeur, l'étude de cette frontière, fondamentale à la compréhension de la formation et de l'évolution de la lithosphère et plus largement, de la dynamique de la tectonique des plaques restait un sujet de débat. En effet, les techniques sismologiques d'imagerie traditionnelles proposaient une résolution trop faible pour imager précisément la base de la lithosphère, pouvant même conduire à des résultats contradictoires selon les méthodes utilisées ou par rapport à certaines modélisations. Certains résultats indiquant que la lithosphère s'épaissit avec le temps tandis que d'autres indiquent que la lithosphère se trouve à une profondeur constante d'environ 70 km, produisant des modèles contradictoires de la frontière lithosphère-asthénosphère. Certaines études suggèrent par exemple que cette frontière lithosphère-asthénosphère correspond à la discontinuité de



Gutenberg, définie par Beno Gutenberg au début du 20^e siècle, située à une profondeur de 70 à 80 km.



Acquisition des données sismiques à bord du navire océanographique Trident (WesternGeco) dans l'océan Atlantique équatorial.

En 2015, dans le cadre d'un financement de l'European Research Council (ERC), des chercheurs de l'Institut de physique du globe de Paris (IPGP/Université Paris Cité/CNRS) ont mené une campagne à bord du navire océanographique Trident de la société WesternGeco dans l'océan Atlantique équatorial. Grâce à une technologie de pointe utilisée dans l'industrie, ils ont acquis 1 400 km de profil de sismique réflexion couvrant une zone de la lithosphère océanique âgée de 2 à 75 millions d'années. Une puissante source d'énergie sonore a été utilisée pour sonder les profondeurs de la terre, ce signal émis se reflétant sur les différentes couches en profondeur, formant, en retour, une image de la structure interne sous la surface. Ce signal de retour a été enregistré à l'aide d'un câble de 12 km de long, appelé flûte marine, sur lequel les capteurs étaient disposés tous les 3,125 mètres. Le navire se déplaçant à une vitesse d'environ 7 km/h, les données sismiques étaient enregistrées tous les 75 m, permettant d'imager les structures de la Terre profonde avec une résolution jamais égalée, à intervalles de 6,25 m en continu tout le long des 1 400 km de profil.

Les auteurs de l'étude, publiée ce 17 juin 2022 dans la revue *Science Advances*, ont ainsi découvert deux réflexions distinctes dans le manteau terrestre : une frontière lithosphère-asthénosphère qui s'approfondit avec l'âge de la lithosphère et une discontinuité de Gutenberg qui reste constante à une profondeur de 75 km.

Ces résultats suggèrent, d'une part, que la frontière lithosphère-asthénosphère ressemble bien à une frontière entre état solide et fusion qui correspond à une température de ~1250 °C, où la lithosphère solide repose sur des lentilles de magma riche en eau. Et d'autre part, que la discontinuité de Gutenberg est une frontière qui se forme à la dorsale divisant le manteau riche en eau et le manteau pauvre en eau, et reste stable au cours du temps.

Les données collectées lors de cette campagne océanographique indiquent également que le passage ou la présence d'un point chaud, qui remonte du manteau, peut avoir un effet de rajeunissement de la lithosphère, soulever la frontière lithosphère-asthénosphère et détruire la discontinuité de Gutenberg.

Sources

Audhkhasi, P. and Singh, S. C. *Discovery of distinct Lithosphere Asthenosphere Boundary and the Gutenberg Discontinuity in the Atlantic Ocean*, *Science Advances*, 8, June 17, 2022. [Doi:10.1126/sciadv.abn5404](https://doi.org/10.1126/sciadv.abn5404).

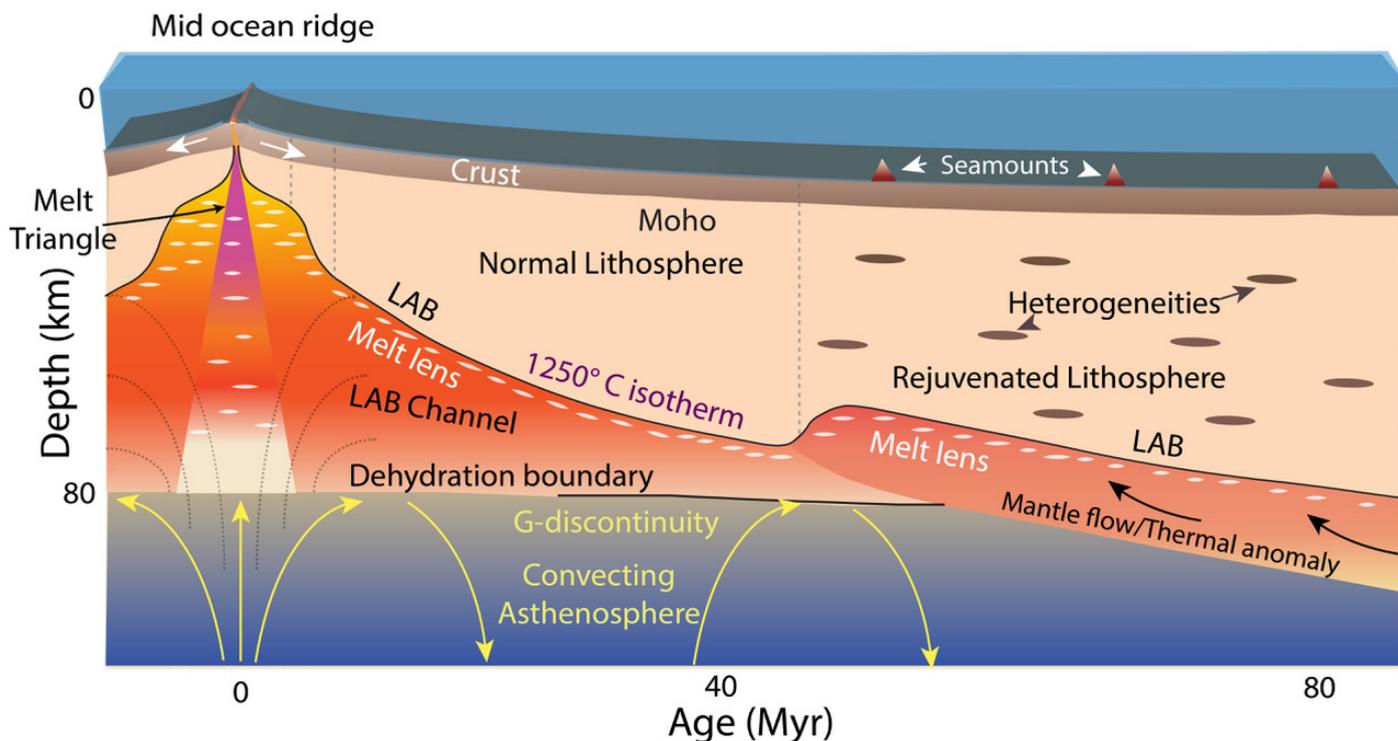


Schéma illustrant la découverte de la frontière lithosphère-asthénosphère (LAB) et la discontinuité de Gutenberg (G).. Le triangle sous la dorsale médio-océanique représente le magma. La frontière LAB est indiquée par une ligne noire continue suivant l'isotherme 1250 ± 20 °C pour des âges de lithosphères >12 Ma. Pour des âges >47 Ma, la lithosphère est rajeunie par les points chauds. Les ellipses horizontales en blanc représentent les lentilles de magma sur la frontière LAB. L'anomalie thermique du manteau est indiquée pour des âges >50 Ma par des flèches noires courbes indiquant le sens d'écoulement du manteau. L'anomalie thermique du manteau introduit des hétérogénéités dans la lithosphère et génère des volcans sur le plancher océanique comme à Mayotte ou la Réunion.