

GÉOSCIENCES

DU MAGMA POUR FAIRE GLISSER LES PLAQUES TECTONIQUES

Une petite quantité de roche fondue dans la partie supérieure du manteau réduit la viscosité qui freine le mouvement des plaques tectoniques.

Lors de la dérive des continents, comment la partie supérieure du manteau et la croûte terrestre, qui forment la lithosphère, se déplacent-elles avec une relative facilité sur la couche du manteau juste en dessous, l'asthénosphère? L'hypothèse la plus vraisemblable est que cette frontière présente une faible viscosité. Éric Debayle, géophysicien du CNRS à l'université de Lyon et à l'ENS de Lyon, et ses collègues confirment cette solution: ils ont mis en évidence qu'une petite fraction de la couche supérieure du manteau se trouve sous forme de magma (de la roche fondue), dans une proportion suffisante pour réduire la viscosité à l'interface lithosphère-asthénosphère.

Pour sonder la structure interne de la planète, les géophysiciens s'appuient principalement sur les ondes sismiques. Ils étudient les propriétés, notamment la vitesse, de ces ondes qui parcourent de grandes distances à travers le globe. C'est ainsi qu'en 1959, le sismologue allemand Beno Gutenberg a identifié la zone de moindre vitesse (*low velocity zone* ou LVZ, en anglais) qui marque la séparation entre la lithosphère et l'asthénosphère. Son interprétation a longtemps fait débat. La vitesse plus faible dans cette région pourrait s'expliquer par sa richesse en eau ou en magma, qui réduirait la viscosité. Or en 2018, l'équipe de Christopher Cline, de l'université australienne de Canberra, a montré grâce à des expériences en laboratoire que la présence d'eau influait peu sur la propagation des ondes sismiques. La piste du magma restait à confirmer et à quantifier.

La vitesse de propagation des ondes sismiques varie selon la température du milieu qu'elles traversent (plus la roche est froide, plus leur vitesse est élevée), mais aussi en fonction de la composition du milieu et s'il contient du magma. Mais il n'était pas possible de séparer ces différents facteurs avec la seule information de la vitesse. Pour résoudre ce problème, Éric Debayle et ses collègues ont développé une nouvelle technique qui consiste à prendre aussi en compte l'atténuation des ondes, qui dépend surtout de la température. En prenant en compte simultanément la vitesse et l'atténuation, les chercheurs ont



Le rift islandais témoigne de l'activité tectonique de la Terre. Sous les plaques océaniques, la présence d'une petite fraction de magma facilite les mouvements de la lithosphère sur le manteau plus profond.

4 cm par an

TELLE EST LA VITESSE DE DÉPLACEMENT DES PLAQUES OCÉANIQUES LES PLUS RAPIDES. OR C'EST SOUS CES DERNIÈRES QUE LA PROPORTION DE MAGMA EST LA PLUS IMPORTANTE.

distingué les différents facteurs et démontré la présence de magma dans l'asthénosphère.

L'équipe a ainsi estimé que la part de roche fondue dans l'asthénosphère sous les plaques océaniques est inférieure à 0,7% en volume. La fraction la plus importante est observée sous les dorsales et sous les points chauds (Tahiti, Hawaii, La Réunion, etc.). Une partie de ce magma remonte dans la croûte océanique, mais une partie resterait dans la LVZ, entre 100 et 200 kilomètres de profondeur. Cette fraction est suffisante pour découpler la lithosphère de l'asthénosphère.

Sous les plaques continentales, la fraction de magma serait très faible, voire nulle, probablement parce que la fusion de la lithosphère continentale, froide et plus épaisse, est plus difficile. Néanmoins, des régions assez actives, comme les rifts africains ou le Tibet, pourraient cacher une fraction de magma non négligeable. ■

S. B.

E. Debayle et al., *Nature*, vol. 586, pp. 555-559, 2020

CHASSEURS-CUEILLEURS DU MÉSOLITHIQUE

Sur le site des Gravilliers à Pontarlier, dans le Jura, l'équipe de Jean-Baptiste Lajoux, de l'Inrap, a mis au jour des traces de campements de chasseurs-cueilleurs. Le site témoigne de leur évolution pendant tout le Mésolithique, la période allant de 10000 à 5500 avant notre ère, quand certains Européens ont continué à vivre de chasse et de cueillette tandis que d'autres, des paysans venus du Proche-Orient, introduisaient la culture et l'élevage. Ainsi, les archéologues ont pu clairement distinguer entre le premier Mésolithique (jusqu'à 7000 avant notre ère), avec ses pointes de Sauveterre et triangles scalènes débités par percussion directe, et le second Mésolithique, avec ses fines lames trapézoïdales obtenues par percussion indirecte. ■

F. S.

Inrap : <https://bit.ly/2Vt5Wia>

VIROLOGIE

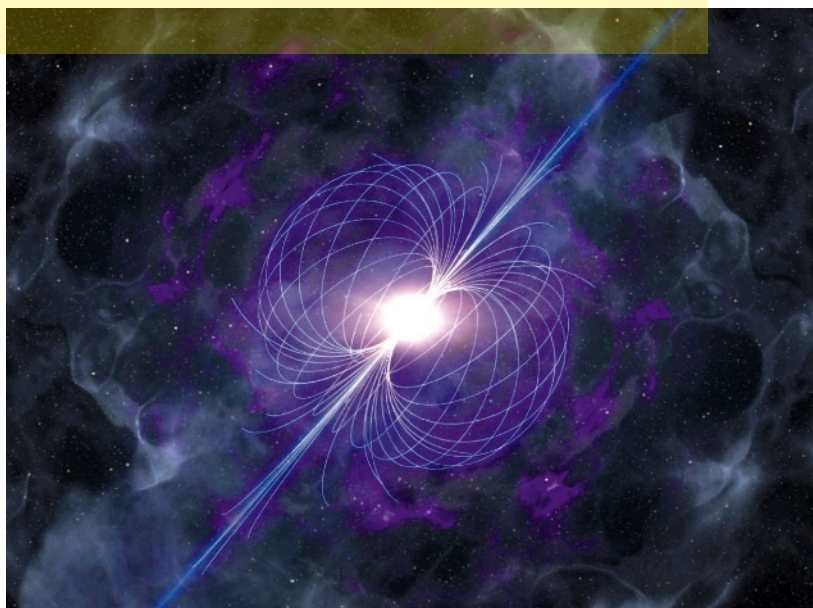
ZIKA: LE RÔLE DU MOUSTIQUE

L'infection par le virus Zika a parfois des conséquences graves, comme la microcéphalie ou le syndrome de Guillain-Barré. La plus grosse épidémie a touché l'Amérique latine et les Caraïbes en 2015-2016. En revanche, l'absence de contagion d'ampleur sur le continent africain, où la présence du virus est pourtant avérée et les conditions favorables à sa propagation, interroge les scientifiques. Louis Lambrechts, virologue à l'institut Pasteur, et ses collègues du CNRS, de l'institut Pasteur et de l'IRD, se sont penchés sur le vecteur de Zika: le moustique *Aedes aegypti*. Ils ont ainsi découvert qu'une sous-espèce de ce dernier, *A. aegypti aegypti*, vivant dans les milieux urbains d'Amérique et d'Asie, où elle se nourrit du sang des humains, était plus sensible au virus, c'est-à-dire que ce moustique se faisait infecter plus facilement par le virus et était donc plus propice à sa transmission. ■

W. R.-P.

F. Aubry et al., *Science*, vol. 370, pp. 991-996, 2020

A-T-ON OBSERVÉ LA NAISSANCE D'UN MAGNÉTAR?



La fusion de deux étoiles à neutrons aurait formé une étoile à neutrons plus massive, un « magnétar », doté d'un champ magnétique très intense.

Le 22 mai 2020, le satellite *Neil Gehrels Swift Observatory* de la Nasa a détecté un sursaut gamma, c'est-à-dire une bouffée de rayons gamma brève et intense (avec une quantité d'énergie émise en 0,6 seconde équivalente à celle qu'émettra le Soleil durant toute sa vie). Différents instruments ont alors suivi cet événement. Les données suggèrent qu'il s'agit de la coalescence de deux étoiles à neutrons, un phénomène qui donne en général naissance à un trou noir. Cependant, le rayonnement mesuré par le télescope spatial *Hubble* dans l'infrarouge était environ dix fois plus intense que la prédiction théorique!

Wen-fai Fong, de l'université Northwestern, aux États-Unis, et ses collègues ont alors proposé deux scénarios. Le premier fait intervenir des ondes de choc dans la matière expulsée lors de la fusion des deux étoiles à neutrons. Le second prévoit que l'astre formé par la coalescence serait un magnétar, dont l'intense champ magnétique en rotation proviendrait de la transformation d'une partie de l'énergie mécanique des deux étoiles à neutrons en énergie de champ magnétique. Ce champ magnétique extrême transférerait alors une partie de son énergie aux particules chargées de la matière expulsée, augmentant la puissance de son rayonnement. D'après Wen-fai Fong et ses collègues, ce mécanisme est en mesure d'expliquer l'anomalie dans le domaine infrarouge. Les chercheurs estiment qu'entre quatre mois et trois ans après ce sursaut, les télescopes devraient observer un phénomène équivalent dans la gamme des fréquences radio. Une prédiction qui permettra de mettre à l'épreuve les deux scénarios et de savoir si l'on vient effectivement d'assister, en direct, à la naissance d'un nouveau magnétar. ■

LUCAS GIERCZAK

W. Fong et al., *The Astrophysical Journal*, à paraître