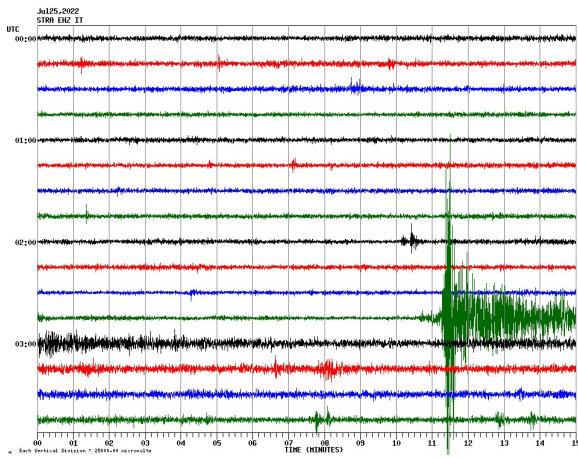


Quelques news de géologie - Juillet-Août 2022

Etna et Stromboli



Très forte explosion du Stromboli le 25 juillet, sans dommage pour les personnes (qui ont cependant dû être réveillées vu l'heure de l'évènement) et les biens, comme le montre l'enregistrement sismique ci-contre. Une petite coulée de lave puis retour rapide à la normale.

Quant à l'Etna, il montre depuis de nombreuses semaines un important dégazage (voir ci-dessous).



Source : <https://www.ct.ingv.it>

Découverte d'un diamant rose exceptionnel



Des mineurs en Angola ont extrait un rare diamant rose pur, considéré comme le plus gros à être découvert dans le monde depuis 300 ans, a annoncé mercredi la compagnie minière australienne qui exploite le site. Ce diamant de 170 carats a été baptisé «La Rose de Lulo», du nom de la mine du nord-est de l'Angola d'où il a été extrait. Il s'agit d'un des plus gros diamants roses jamais découverts, a indiqué la Lucapa Diamond Company dans un communiqué aux investisseurs. La découverte «historique» de ce diamant du type IIa, qui regroupe les pierres particulièrement rares et pures, a été saluée par le gouvernement angolais, partenaire de la mine...

Source : <https://www.lefigaro.fr/culture/patrimoine/decouverte-d-un-diamant-rose-considere-comme-le-plus-gros-en-300-ans-20220727>

Une eau de plus de 1,2 milliard d'années en Afrique du Sud

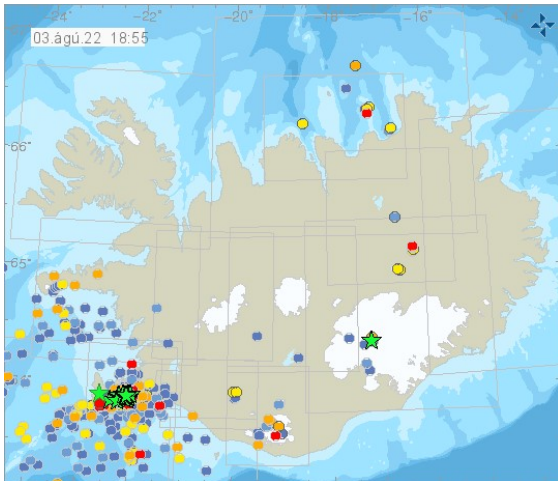
Des chercheurs canadiens découvrent une eau souterraine de plus de 1,2 milliard d'années dans une mine profonde d'Afrique du Sud.

« ... Nous rapportons ici des eaux souterraines enrichies dans les plus fortes concentrations de produits radiogéniques jamais découvertes dans les fluides, avec un excès de ^{86}Kr dans le fluide libre, et un temps de séjour >1 milliards d'années. Cette saumure, provenant d'une mine d'or sud-africaine située à 3 km sous la surface, démontre que les anciennes eaux souterraines préservées dans la croûte continentale profonde sur des échelles de temps géologiques d'un milliard d'années peuvent être plus répandues qu'on ne le pensait auparavant. Les résultats ont des implications au-delà de la Terre, où sur des planètes rocheuses telles que Mars, l'eau souterraine peut persister sur de longues échelles de temps malgré les conditions de surface inhospitalières ... » (<https://www.nature.com/articles/s41467-022-31412-2>).

Source : <https://geosoc.fr/liens-docman/pangea/1710-pangea-infos-n-47-aout-2022/file.html>

Islande : une nouvelle éruption fissurale

Mercredi 3 août une nouvelle éruption, le long d'une fissure de 300 m, a débuté. Elle est située à environ 40 km de Reykjavik.



Elle a été précédée par une forte activité sismique dont deux séismes de magnitude supérieure à 5 (voir carte ci-contre des séismes durant les 48 h précédentes, à la date du 3 août).



Source : <https://en.vedur.is/earthquakes-and-volcanism/earthquakes/>

Le rift est-africain : un futur océan au cœur d'enjeux géologiques et sociétaux

À l'est du continent Africain, la terre se fracture depuis déjà 25 millions d'années. À l'origine de cette faille se trouve le rift Est-Africain qui annonce l'ouverture d'un futur océan. Au-delà des phénomènes géologiques à l'œuvre, le rift s'inscrit dans un environnement sociétal complexe et son activité soulève de nombreux enjeux liés à la gestion des ressources et des risques.

Quels sont les phénomènes géologiques qui caractérisent les premiers stades de l'ouverture d'un océan ? Quels enjeux, à court et long termes, ces phénomènes soulèvent-ils ? On fait le point avec Christel

Tiberi, Stéphanie Gautier et Fleurice Parat du laboratoire Géosciences Montpellier (CNRS / Univ. Montpellier).

Les océans que l'on connaît aujourd'hui n'ont pas toujours ressemblé à ces immenses étendues d'eau, plus ou moins profondes, qui regorgent d'espèces marines en tout genre. Effectivement, les formes des océans varient et évoluent au cours des temps géologiques. Aujourd'hui même, on retrouve des endroits sur Terre où un océan s'apprête à naître, c'est le cas à l'est du continent Africain.

Mais à quoi ressemble un océan en cours d'apparition et comment se forme-t-il ? Généralement, un océan naît d'une déformation puis d'une rupture continentale qui crée comme une fracture dans la Terre. Cette première étape est appelée rifting et se caractérise par la création de failles marquant l'ouverture de l'océan mais aussi par la création de bassins où se concentrent des ressources essentielles (eau, minerais, énergies fossiles, géothermie), un processus qui n'aboutira pas nécessairement à la formation d'un océan. Cette phase initiale découle de la structure et de la composition des différentes couches terrestres, du mouvement des plaques tectoniques de la Terre, et de plusieurs processus géologiques parfois complémentaires, parfois antagonistes (volcanisme, sismicité, etc...)...

Le rift est-africain s'étend sur 4000 km de l'Afar au Golfe du Mozambique et est apparu depuis déjà 25 millions d'années ! La zone du rift la plus ancienne se situe au nord du continent, vers l'Afar alors que la plus récente, qui correspond aux tous premiers stades de l'ouverture, se situe au sud en Tanzanie. Dans cette partie, le rift se divise en trois branches distinctes. Des failles et des volcans actifs témoignent des



dynamiques terrestres à l'œuvre du futur océan. Ces trois branches sont séparées par des bassins localisés dans des dépressions où vont se concentrer les ressources naturelles. Mais l'ouverture de ce rift s'avère particulièrement difficile et se fait à une vitesse estimée d'environ 7 mm/an, 4 fois plus lentement que pour l'Atlantique (3cm/an environ). À l'origine de cette ouverture, plusieurs phénomènes géologiques agissent ensemble pour casser la lithosphère (la couche supérieure de la Terre) africaine épaisse d'environ 100 km. Ces phénomènes ...

C'est donc de manière interdisciplinaire que le projet HATARI (HAzard in TANzanian Rift) explore les différentes questions qui se posent autour du rift dans le nord de la Tanzanie. Cette zone se distingue par son fort développement économique et touristique et par la diversité de ses ressources...

Source : <https://www.insu.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/le-rift-est-africain-un-futur-ocean-au-coeur-denjeux-geologiques-et-societaux>

Zoom sur la réactivité des minéraux argileux

Les minéraux argileux sont des composants omniprésents des environnements de surface, qu'ils soient terrestres ou extra-terrestres, comme sur Mars. Leur réactivité en fait des acteurs incontournables des cycles biogéochimiques dans la zone critique (la zone critique est l'environnement terrestre qui s'étend de l'atmosphère, jusqu'aux roches non altérées. C'est l'environnement hétérogène dans lequel des interactions complexes entre la roche, le sol, l'eau, l'air et les organismes vivants se regroupent.) . Leurs propriétés de stockage et de mise à disposition de nutriments, métaux, actinides et lanthanides, ainsi que d'accumulation de ressources minérales exploitables justifient les études foisonnantes concernant les processus de rétention associés à ces minéraux.

Modéliser et prédire la réactivité des minéraux argileux se heurtent toutefois à la diversité des méca-

nismes de rétention, ainsi que leur forte dépendance aux conditions environnementales telles que l'acidité, la teneur en eau, ou encore l'état de compaction des milieux étudiés. Pour pallier ces difficultés, la communauté scientifique s'est emparée d'outils de mesure et de modélisation permettant de découpler ces mécanismes, et ce de l'échelle de terrain jusqu'à l'échelle moléculaire.

Un groupe interdisciplinaire et international, mené par des chercheurs de l'Institut des sciences de la Terre d'Orléans et de l'Université de Nanjing (Chine), a réalisé ... (pour en savoir plus : <https://www.nature.com/articles/s43017-022-00301-z>).

Source : <https://insu.cnrs.fr/index.php/fr/cnrsinfo/zoom-sur-la-reactivite-des-mineraux-argileux>

Une forêt fossile cachée dans le Gard

La région d'Alès est connue et exploitée depuis le Moyen Âge pour ses gisements de charbon. Les niveaux charbonneux se retrouvent dans des niveaux sédimentaires d'âge carbonifère supérieur, soit âgés de 300 millions d'années. Comme son nom l'indique, cette période géologique est bien connue pour avoir produit d'importantes quantités de charbon, notamment en Europe de l'Ouest. À l'origine de cette spécificité, un taux de CO₂ très important, environ 30 fois supérieur à celui du XIX^e siècle, un climat et des températures propices au développement d'une végétation dense et notamment de grands arbres à écorce.

Le niveau des mers est alors relativement bas, ce qui favorise la création de mers épicontinentales et de petits bassins. Il faut s'imaginer de vastes marécages tropicaux au-dessus desquels s'élèvent des arbres de plus de 40 mètres de haut, comme les lépidodendrons, ainsi que des fougères arborescentes. La quantité de matière organique en décomposition (restes de feuilles, de troncs...) est alors très importante dans ces petits bassins inondés. Au fur et à mesure de leur enfouissement, ces résidus de végétaux vont se transformer lentement en charbon.

C'est ainsi que le bassin d'Alès, dans le Gard, est exploité de façon industrielle jusqu'en 2002, avec un pic d'activité en 1958. Quelque 20.000 mineurs travaillent alors dans la région pour sortir plusieurs millions de tonnes de charbon. Au début des années 1990, l'exploitation est cependant très réduite et ne subsiste qu'au niveau de quelques mines à ciel ouvert, notamment au nord du hameau de Champclauson. Sur ce site en particulier, les fronts de taille font apparaître les restes de troncs fossilisés, intacts et en position « debout » (voir photo ci-contre d'un tronc de Sigillaire).

Si la grande partie de ces mines a ensuite été comblée et revégétalisée, une association a réussi à sauvegarder un petit affleurement afin de nous permettre de contempler ce à quoi ressemblait l'environnement du Carbonifère. Le site est aujourd'hui aménagé et permet d'effectuer un voyage de 300 millions d'années.



Source : <https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/foret-foret-fossile-cachee-gard-100164/>

Un cratère météoritique très bien préservé

Dans la zone photographiée par le satellite européen, l'Anti-Atlas marque la frontière avec le désert du Sahara dans l'ouest de l'Algérie. Au centre de l'image, on distingue en effet clairement un cercle parfait. Il s'agit du cratère météoritique de Ouarkiz. D'un diamètre de 3,5 km, il a été formé par l'impact d'un météore il y a environ 70 millions d'années. Malgré le climat particulièrement aride de la région, on peut voir que l'intérieur du cratère est marqué par des traces de chenaux (formes arborescentes qui s'étendent de gauche à droite). L'écoulement occasionnel de rivières a certainement permis le remplissage sédimentaire du cratère.

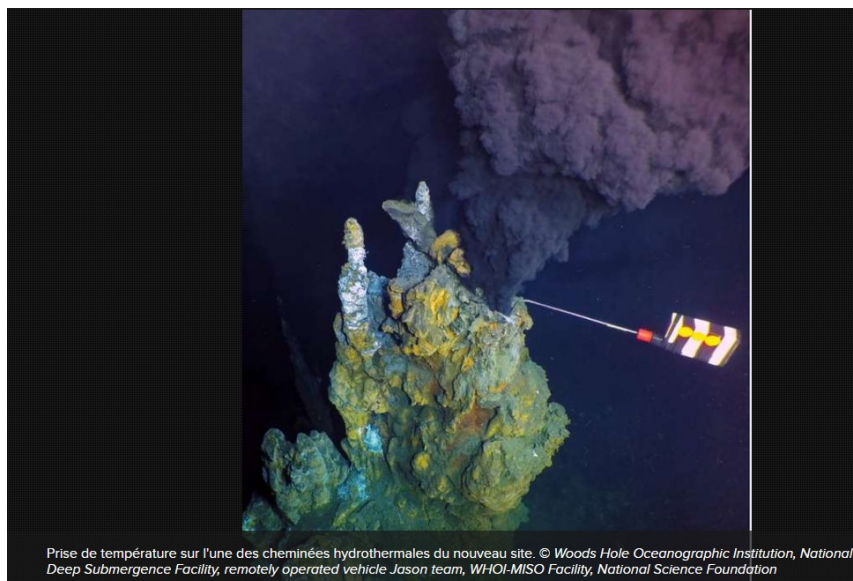


© Copernicus Sentinel data (2016), ESA, CC by-sa 3.0 IGO

Source : <https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/geologie-magnifique-crateres-impact-sahara-vu-espace-100212/>

Découverte d'un champ hydrothermal important dans le Pacifique

La majorité des champs hydrothermaux découverts se situent généralement au niveau de l'axe des dorsales océaniques, à l'image du site de Lucky Strike, gisant à 1.700 mètres de profondeur sur la dorsale médio-atlantique. C'est à cet endroit en effet qu'a lieu l'activité magmatique principale. La remontée du magma ouvre des fissures dans le socle océanique, dans lequel l'eau de mer s'infiltre, se réchauffe et se charge en minéraux et gaz dissous avant de ressortir au niveau d'événements hydrothermaux.



Prise de température sur l'une des cheminées hydrothermales du nouveau site. © Woods Hole Oceanographic Institution, National Deep Submergence Facility, remotely operated vehicle Jason team, WHOI-MISO Facility, National Science Foundation

Mais des chercheurs viennent de découvrir un nouveau champ hydrothermal, dans un environnement plus inhabituel. Le nouveau site a été localisé dans le Pacifique, à 2.500 mètres de profondeur, 321 kilomètres au large de la côte ouest du Mexique, au niveau de la dorsale Est-Pacifique. Mais le site, vaste comme un terrain de football, ne se situe pas exactement sur l'axe de la dorsale comme habituellement, mais sur les flancs. On parle alors de site « hors axe ». Ce nouveau et important champ hydrothermal se compose de nombreuses cheminées, s'élevant sur 10 à 12 mètres de haut et crachant

d'énormes quantités d'un fluide noir à plus de 430 °C. Des températures bien plus élevées que tout ce qui avait pour l'instant pu être observé sur cette dorsale.

Pour les chercheurs à l'origine de la découverte, ce genre de site hors axe pourrait être bien plus fréquent

que ce que l'on pense, ce qui impacterait les actuels modèles hydrologiques des systèmes hydrothermaux, ainsi que la distribution supposée des sources de chaleur et d'éléments chimiques dans l'océan. Les résultats de cette étude ont été publiés dans la revue *Pnas* (pour en savoir plus : <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2205602119>).

Source : <https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/ocean-decouverte-champ-hydrothermal-important-fond-ocean-100231/>

Découverte d'un fossile d'un nouveau Mosasaure

Un étrange fossile vient juste d'être découvert dans le bassin d'Oulad Abdoun, au Maroc : un lézard géant ! Nommé *Thalassotitan atrox*, ce gigantesque reptile marin, appartenant à la famille des mosasaures mesurait une dizaine de mètres de long, soit plus de deux fois la taille des plus grands reptiles actuels, les crocodiliens. Apparenté aux iguanes et varans, il aurait vécu durant la fin du Crétacé supérieur, et aurait même régné sur les océans, selon une étude publiée dans *Cretaceous Research*... (pour en savoir plus : <https://www.bath.ac.uk/announcements/scientists-discover-fossils-of-giant-sea-lizard-that-ruled-the-oceans-66-million-years-ago/>)

Source : <https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/fossile-decouverte-lezard-geant-semaite-terreur-ocean-il-y-66-millions-annees-100399/>

Un peu de géologie extra-terrestre

Le 21 février 2021, le rover Perseverance de la NASA atterrissait sur Mars dans le cratère Jezero. En octobre, le rover confirmait l'intérêt de son site d'atterrissage : le cratère Jezero abritait bien un lac il y a 3,6 milliards d'années. Les premières analyses sont surprenantes : les scientifiques n'ont pas observé les roches sédimentaires formées par l'accumulation de sable et de boue qu'ils s'attendaient à trouver dans un ancien environnement aquatique, mais ont identifié à la place des roches magmatiques dérivant de processus volcaniques profonds ou de surface. Certaines de ces roches se sont formées par l'accumulation de grains millimétriques d'olivine, (voir ci-contre) comme on en trouve dans certaines météorites martiennes. La présence de ces roches grenues à la surface de Mars est étonnante...

A ce jour 12 échantillons de roches ont été récoltés pour être rapportés sur Terre en 2033...

L'instrument franco-américain Supercam a largement contribué à ces découvertes par l'imagerie de la texture des roches grâce à sa caméra à très haute résolution, et par l'analyse de leur chimie et de leur minéralogie grâce à ses différents spectromètres...

pour en savoir plus : <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abo.2756>

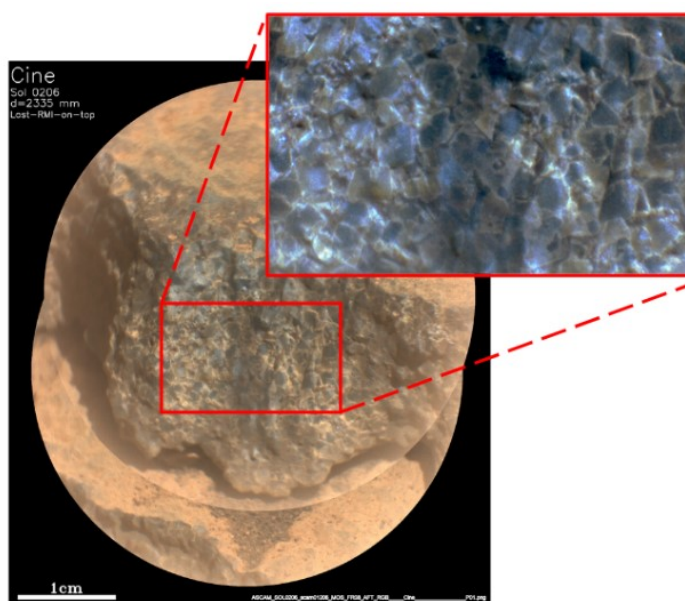


Image RMI de la roche Cine par l'instrument SuperCam montrant la texture de cumulat grenu riche en olivine. L'olivine est le premier minéral à cristalliser lors des processus magmatiques dont il est un excellent traceur. © NASA/JPL-Caltech/LANL/CNES/CNRS/IRAP

Source : <https://www.cnrs.fr/fr/planete-mars-premieres-surprises-geologiques-pour-le-rover-perseverance-dans-le-crater-jezero>

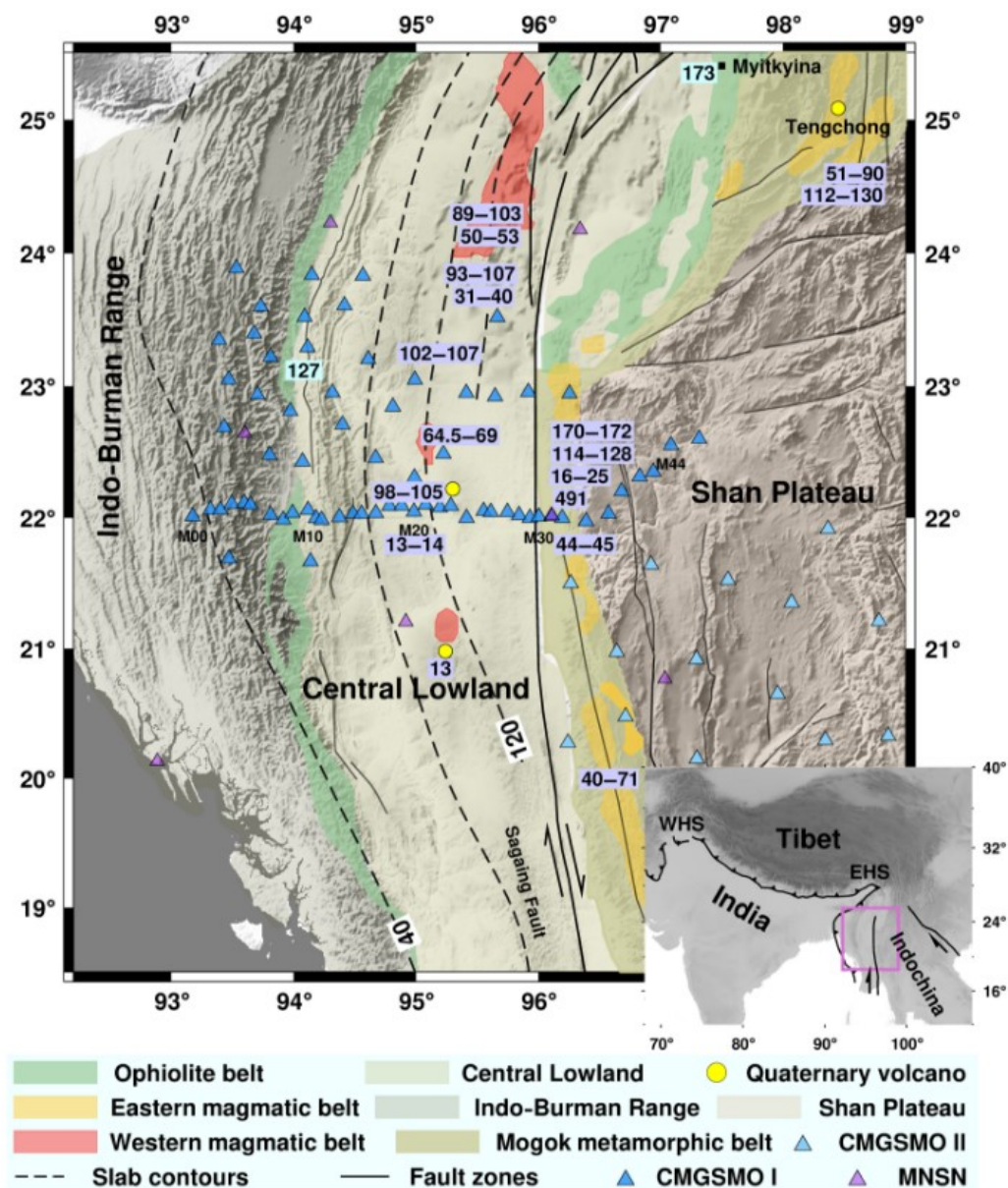
Comment expliquer l'étonnante vitesse de collision entre l'Inde et l'Asie ?

Parmi les manifestations de la tectonique des plaques et de la formidable migration des continents au cours du temps, les chaînes de collision sont certainement les plus emblématiques et les plus visibles dans le paysage. L'Himalaya, qui abrite le plus haut sommet du monde, résulte ainsi de la collision du continent indien avec l'Asie. Cet événement représente l'un des épisodes tectoniques majeurs de l'histoire géologique « récente ». L'analyse des mouvements des continents, par le biais des anomalies magnétiques enregistrées par les fonds océaniques, nous apprend en effet qu'au Trias, l'Inde était localisée bien plus au sud, au sein du supercontinent Gondwana, lequel commence alors à se fragmenter. Entre le nord du bloc indien et le continent eurasiatique se trouve un immense océan aujourd'hui disparu, l'océan Téthys. C'est la double action de l'ouverture de l'actuel océan sud-ouest indien et la fermeture de la Téthys qui va entraîner la rapide migration de l'Inde vers le nord. Rapide, c'est encore peu dire. Car l'Inde va ainsi se déplacer à une vitesse assez exceptionnelle de 20 cm/an ! Une course folle qui l'amène très rapidement au contact de l'Asie. La violente collision qui va soulever toute la région et donner naissance à l'Himalaya mais plus globalement à l'aire Hindu Kush-Himalaya va ainsi débuter il y a environ 60 millions d'années. Depuis longtemps, les scientifiques s'intéressent aux moteurs de cette fulgurante migration continentale. Parmi les modèles proposés, celui d'une double subduction. Une hypothèse qui vient d'être étayée par une étude récente, publiée dans *Science Advances*.

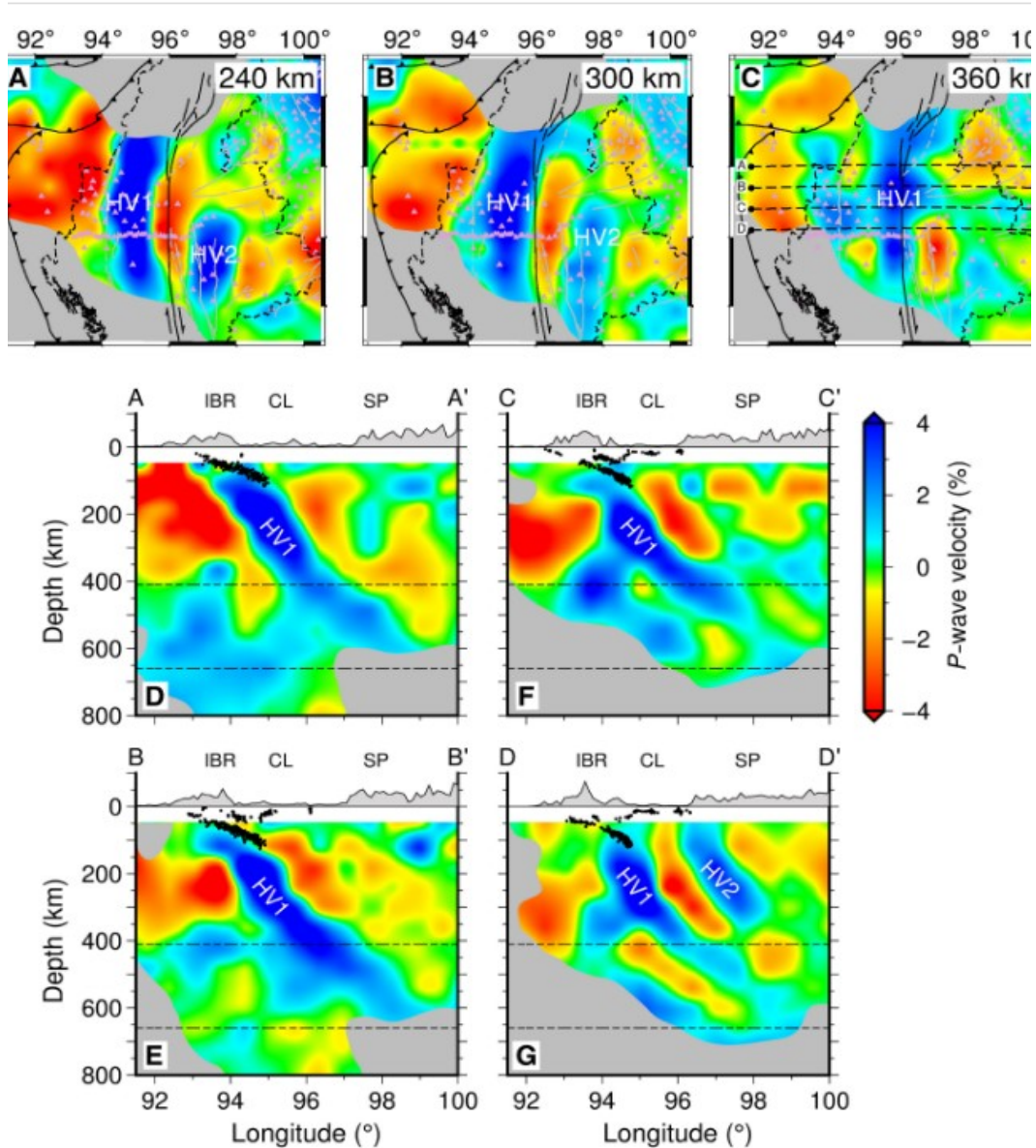
L'équipe de chercheurs chinois a en effet mis en évidence la présence, dans le manteau supérieur situé sous la région du Myanmar, dans l'est de la chaîne, des restes d'anciens slab. Un slab représente la partie

de la plaque entrée en subduction, c'est-à-dire qui est passée sous la plaque chevauchante.

En imageant avec précision la partie supérieure du manteau dans cette région, grâce aux ondes sismiques et au déploiement d'un nouveau réseau de stations sismiques, les scientifiques ont pu observer pour la première fois la présence, non pas d'un, mais de deux plans de subduction parallèles, plongeant dans les profondeurs du manteau au niveau de la suture de l'ancien océan Téthys...



Situation géographique et géologique de la zone d'étude.



Modèle tomographique de la vitesse de l'onde P.

(A à C) Tranches horizontales de vitesse de l'onde P sous notre région d'étude à des profondeurs de 240, 300 et 360 km. Les lignes pleines grises et noires représentent des structures géologiques. Les triangles violet clair représentent la distribution des stations sismiques. Les épaisses lignes pointillées noires AA', BB', CC' et DD' en (C) marquent les emplacements des quatre sections transversales présentées en (D) à (G). (D à G) Tranches verticales de la vitesse finale de l'onde P sous notre région d'étude. Des points noirs marquent l'emplacement des tremblements de terre. Des lignes pointillées noires représentent les discontinuités de 410 et 660 km. Les images sont découpées sur la base de l'intensité du noyau de sensibilité au temps de déplacement des ondes P. IBR, chaîne indo-birmane; CL, Plaine centrale; SP, Plateau Shan. (pour en savoir plus : <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abo1027>)

Source : <https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/tectonique-plaque-terre-expliquer-etonnante-vitesse-collision-inde-asie-100430/>