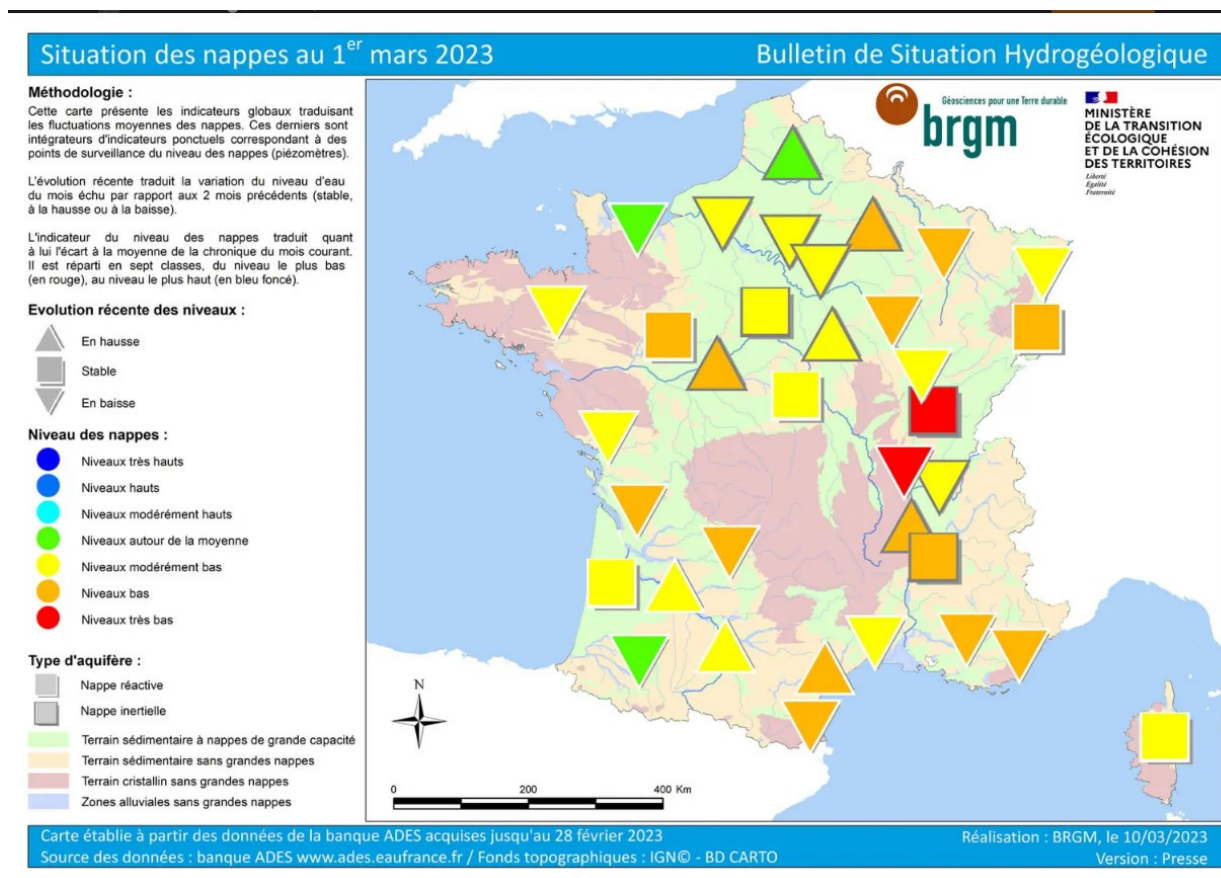


Quelques news de géologie - Mars 2023

Nappes d'eau souterraine au 1^{er} mars 2023



L'absence de précipitations efficaces durant le mois de février a entraîné une inversion des tendances, avec la moitié des nappes en baisse. Les nappes réactives, sensibles à l'absence de pluies, sont globalement en baisse. Les tendances sur les nappes inertielles sont plus contrastées. La recharge 2022-2023 reste déficitaire.

De ce fait, la situation des nappes s'est dégradée et est peu satisfaisante. En effet, les pluies infiltrées durant l'automne sont très insuffisantes pour compenser les déficits accumulés durant l'année 2022 et améliorer durablement l'état des nappes. En conséquence, les niveaux des nappes restent sous les normales mensuelles avec 80% des niveaux modérément bas à très bas. La plupart des secteurs affichent des niveaux nettement inférieurs à ceux de février de l'année dernière.

En mars et jusqu'à la reprise de la végétation, l'évolution des tendances dépendra essentiellement de la pluviométrie. La recharge pourrait reprendre courant mars sur les secteurs arrosés et la situation pourrait alors s'améliorer. En cas de précipitations insuffisantes, la vidange pourrait se poursuivre sur les nappes réactives et se généraliser sur les nappes inertielles. L'état des nappes devrait alors continuer à se dégrader.

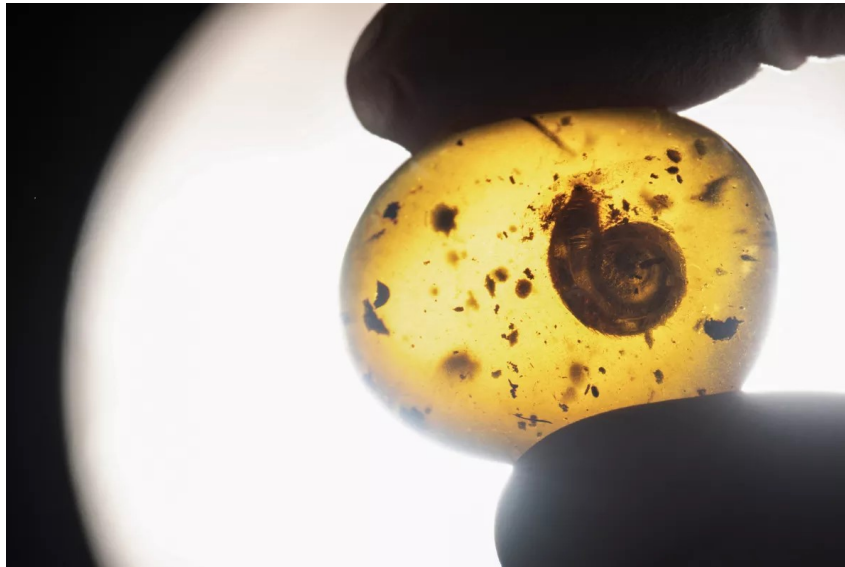
Pour les prochains mois, cette recharge 2022-2023 déficitaire risque d'impacter l'ensemble des nappes inertielles du Bassin parisien et plus particulièrement celles du couloir Rhône-Saône. Concernant les nappes réactives, des pluies abondantes et perdurant durant le printemps pourraient permettre de retrouver des niveaux satisfaisants. Cependant, la reconstitution des stocks d'ici le printemps reste difficilement envisageable sur les nappes réactives affichant des niveaux très bas.

Source : [Nappes d'eau souterraine au 1er mars 2023 | BRGM](#)

Découverte d'un escargot fossile «poilu» vieux de 99 millions d'années

Un escargot fossile vieux de 99 millions d'années, «contemporain des dinosaures» et dont la coquille est dotée de «*poils courts et hérissés*», a été récemment découvert, a-t-on appris ce mardi auprès du Musée d'histoire naturelle de Colmar où il va être exposé.

Prisonnier dans une pièce d'ambre de Birmanie, cette espèce, «*nouvelle pour la science*», a été baptisée «*Archaeocyclotus brevillostus*», indique dans un communiqué le musée alsacien. La coquille, qui mesure 9 mm de long et 3,1 mm de haut, «*est notamment caractérisée par des poils courts et hérissés sur l'ensemble de sa périphérie*», précise le musée, qui s'est vu remettre ce précieux fossile l'an passé par un collectionneur...



«*Il y a 30 espèces d'escargots qui sont connues dans l'ambre birman*», une résine fossile extraite de la vallée de Hukawng (nord de la Birmanie) et qui date d'environ 99 millions d'années, explique M. Bichain. Celui-ci insiste sur le caractère «*extraordinaire*» de ce gisement d'ambre qui «*donne une vraie fenêtre sur la biodiversité de l'ère des dinosaures*». Au total, «*il y a 200 spécimens (d'escargots) en collection*», ce qui est «*très, très faible*», relève-t-il encore. «*Toute nouvelle espèce nous informe donc sur l'histoire du groupe*», poursuit le chercheur...

Source : [Découverte d'un escargot fossile «poilu» vieux de 99 millions d'années \(lefigaro.fr\)](https://www.lefigaro.fr/science/2020/01/20/20-01-20-escargot-fossile-99-millions-d-annees-20200120)

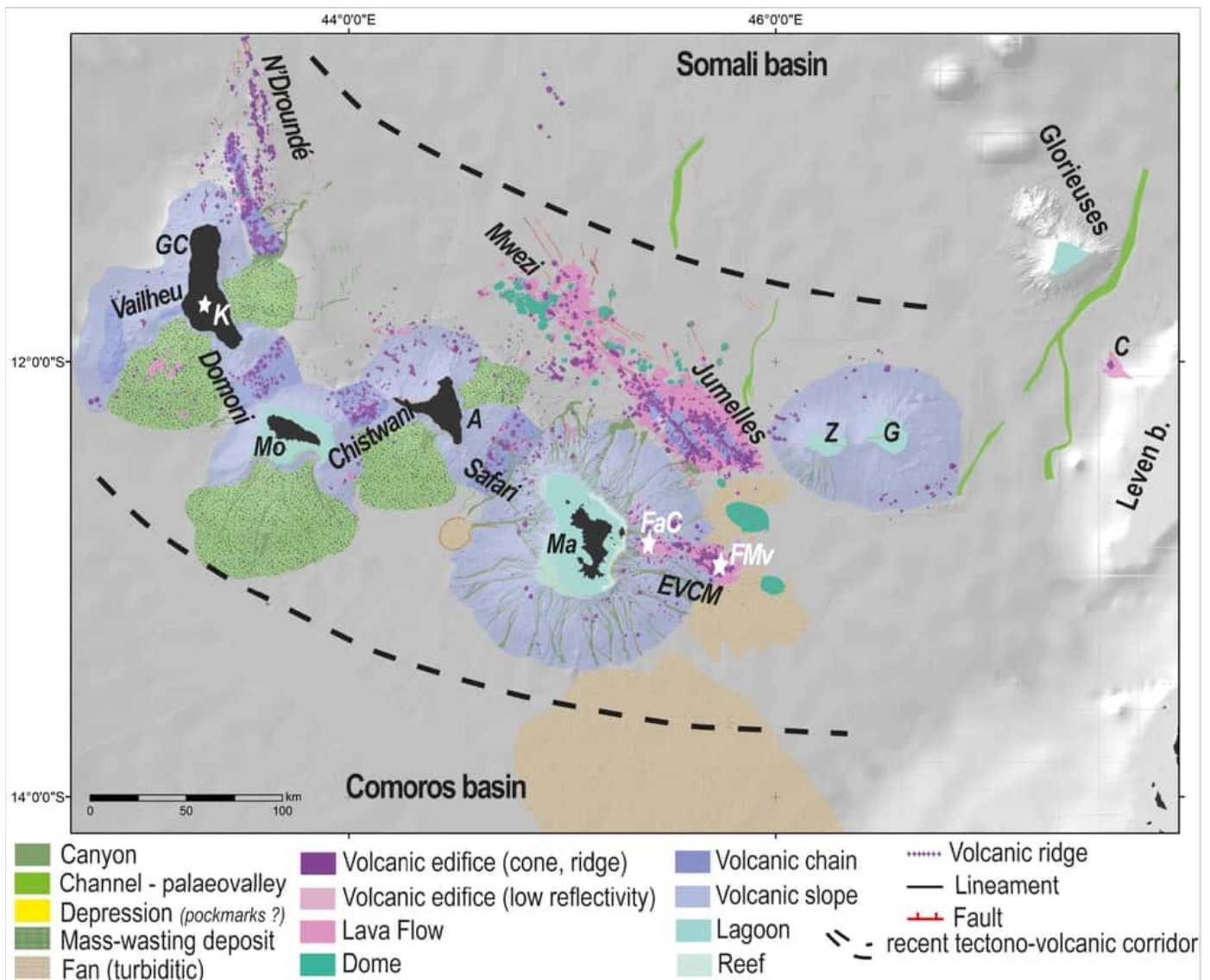
De nouvelles études révèlent un immense corridor volcanique jusque-là inconnu à Mayotte

En 2018, l'île de Mayotte connaissait une crise sismique inédite, dont l'origine a surpris les scientifiques. À 50 kilomètres au large de l'île, un énorme volcan sous-marin venait d'apparaître sur le fond océanique, construisant son édifice avec force effusion de laves au fil des mois, à l'abri des regards.

Cet événement sans précédent dans le passé récent de l'île a immédiatement attiré l'attention des scientifiques. Il faut dire que la région était alors relativement peu étudiée. Jusque-là, l'archipel des Comores, dont fait partie Mayotte, était reconnu comme étant d'origine volcanique potentiellement liée à l'activité d'un point chaud. Or, cette hypothèse a été démentie par les récentes études qui se sont concentrées sur la région. Les campagnes en mer, Revosima (2019) et Sismaore (2020-2021), ont en effet permis d'acquérir de nouvelles données pour mieux caractériser la nature de la croûte océanique dans cette zone.

Les mesures recueillies, notamment sur le flux de chaleur, ont permis d'établir que le volcanisme des Comores n'est certainement pas lié à une activité de point chaud. Les résultats, publiés dans les *Comptes Rendus Geoscience* ([Heat flow measurements in the Northern Mozambique Channel \(academie-sciences.fr\)](https://www.academie-sciences.fr/fr/Heat-flow-measurements-in-the-Northern-Mozambique-Channel)) mettent en lumière la complexité crustale de la zone, et notamment la présence d'une très ancienne croûte océanique, d'environ 170 millions d'années. Une nouvelle carte des fonds marins, publiée dans un second article des *Comptes Rendus Geoscience* ([Volcanism and tectonics unveiled in the Comoros Archipelago between Africa and Madagascar \(academie-sciences.fr\)](https://www.academie-sciences.fr/fr/Volcanism-and-tectonics-unveiled-in-the-Comoros-Archipelago-between-Africa-and-Madagascar)), a quant à elle permis de préciser le contexte géodynamique de la région.

Et quelle surprise ! Les données révèlent en effet la présence d'un immense corridor volcanique s'étendant tout le long de l'archipel des Comores, jusqu'à Madagascar. Plus de 2 200 volcans sous-marins ont ainsi été identifiés sur une zone de 200 kilomètres de large et 600 kilomètres de long. En plus du nouveau volcan nommé Fani Maoré, les scientifiques pensent qu'il y aurait eu plusieurs épisodes volcaniques récents le long de ce corridor. Alors qu'il était supposé être une région volcanique calme et endormie, l'archipel des Comores s'avère, au contraire, être un haut lieu d'activité volcanique...



Source : [De nouvelles études révèlent un immense corridor volcanique jusqu-là inconnu à Mayotte \(futurasciences.com\)](http://De_nouvelles_etudes_revelent_un_immense_corridor_volcanique_jusqu-la_inconnu_a_Mayotte_(futurasciences.com))

Quand les continents se déchirent, cela descend jusqu'au manteau terrestre !

L'ouverture continentale est l'une des étapes clés du grand cycle tectonique qui régit la dynamique de la surface terrestre. Plusieurs fois au cours des temps géologiques, les masses continentales se sont en effet regroupées en supercontinents avant de se fragmenter. Nous connaissons actuellement la phase maximale de la fragmentation continentale, résultat de la dislocation de la Pangée, dernier supercontinent en date.

Naissance de deux plaques lithosphériques : rupture de la croûte et du manteau

Cette phase de transition, qui se caractérise par un amincissement extrême de la croûte continentale puis par la mise en place d'une nouvelle croûte océanique, implique en effet plusieurs étapes qui s'étagent sur des dizaines de millions d'années. L'ouverture du rift est-africain, qui mène lentement mais sûrement à la séparation de la corne de l'Afrique du reste du continent, en est un bon exemple actuel. On y voit le jeu d'une multitude

de failles normales, qui découpent la croûte continentale et l'amincissent. Bien que ce soit la croûte que l'on voit s'étirer, elle n'est cependant pas la seule à se déformer durant le processus. Le manteau sous-jacent, nommé manteau lithosphérique, subit lui aussi une intense déformation. Car ces deux unités géologiques, de composition pourtant très différente, agissent de manière plus ou moins couplée durant le processus de rifting. Ce manteau, lui aussi, s'étire et s'amincit, jusqu'à la rupture. Cette dernière, appelée rupture lithosphérique, peut avoir lieu avant, pendant ou après la rupture de la croûte continentale. Elle va être le point final à l'évolution tectonique de la marge en permettant la naissance d'une nouvelle dorsale océanique. C'est ainsi qu'une plaque lithosphérique se sépare en deux entités conjuguées.

De la déformation et du magma

Au contraire de la déformation de la croûte, la déformation qui affecte le manteau lithosphérique est plus difficile à qualifier et à quantifier, tout simplement parce que ce niveau profond est moins accessible sur les marges actuelles. La façon dont le manteau se déforme est pourtant l'un des éléments majeurs qui gouverne la structure finale de la zone de transition qui se crée entre le continent et le futur océan. En fonction du contexte (vitesse d'extension, température et composition du manteau), cette déformation peut permettre la production de magma, dans des quantités très variables. C'est ainsi que l'on observe aujourd'hui des marges dites volcaniques et des marges dites peu magmatiques. Ces dernières sont particulièrement intéressantes pour l'étude des processus tectoniques car la déformation du manteau y est bien plus importante.

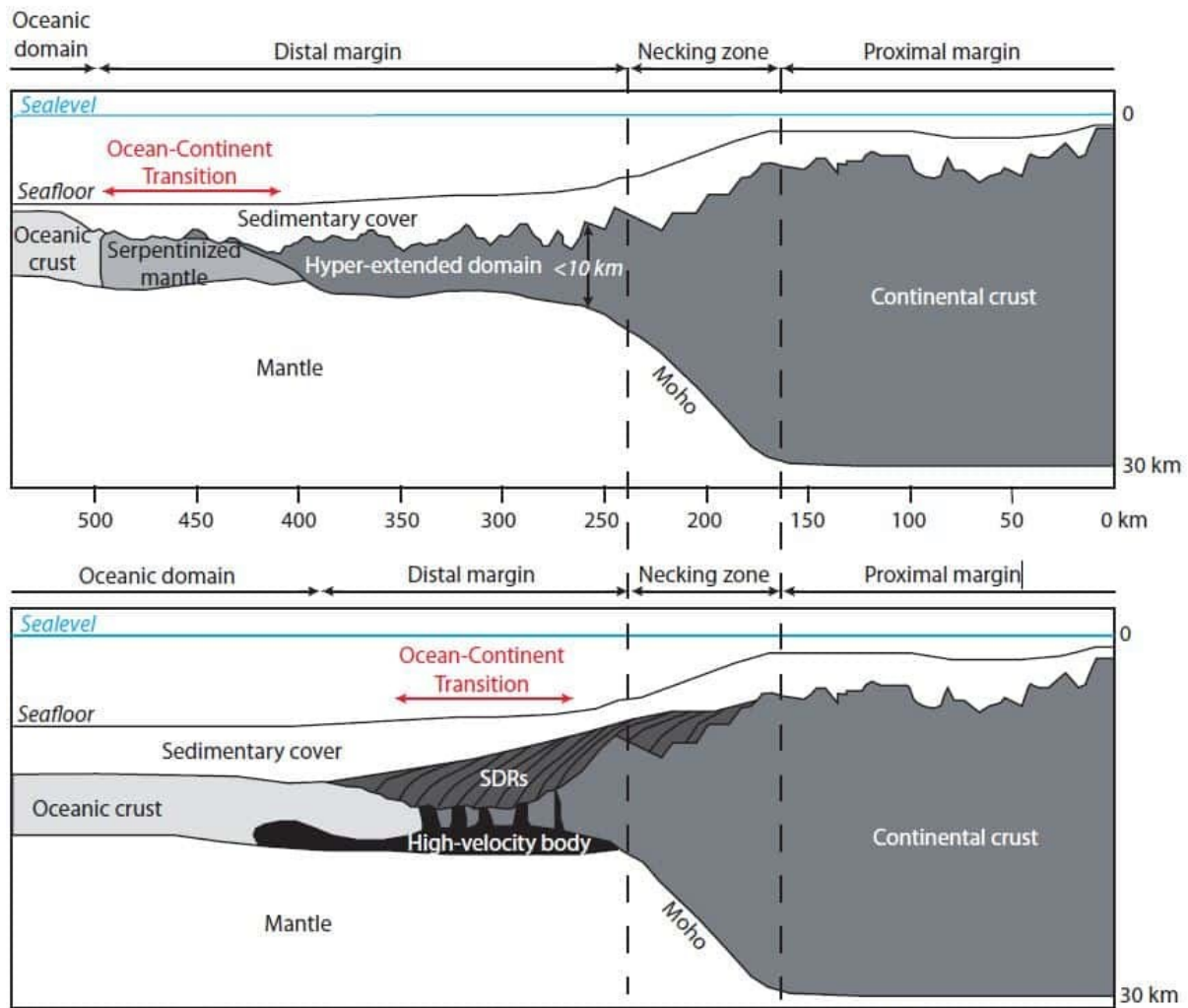
Sur les marges peu magmatiques, la rupture du manteau lithosphérique a lieu généralement après la rupture de la croûte continentale. Lorsque la croûte se rompt définitivement, l'extension est alors accommodée par l'exhumation des roches du manteau. De nombreuses marges peu magmatiques présentent ainsi un domaine plus ou moins large de manteau exhumé et serpentinisé (altéré par l'eau de mer) entre le dernier morceau de croûte continentale et le début de la croûte océanique. C'est le cas notamment de la marge ivoirienne, dont la structure a été étudiée récemment par une équipe de scientifiques.

Grâce à des données de sismique réflexion, qui produisent une sorte d'échographie du sous-sol, les chercheurs ont pu reconstruire en 3D l'architecture de cette marge et modéliser les processus en jeu. Les résultats, soumis à la revue *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* ([Mantle Deformation Processes during the Rift-to-Drift Transition at Magma-Poor Margins \(authorea.com\)](#)), montrent que le manteau lithosphérique aurait été d'abord affecté par de grandes zones de cisaillement permettant son amincissement. Puis, en se couplant aux failles affectant la croûte continentale sus-jacente, ces zones de cisaillement auraient initié la phase d'exhumation prenant le relais de la rupture crustale. Plusieurs failles de détachement exhumant du manteau se seraient ainsi connectées les unes aux autres, formant un réseau de failles anastomosé au sein du manteau lithosphérique, facilitant son hyper-extension, l'initiation du volcanisme et la rupture finale.

Cette étude confirme les structures déjà observées sur d'autres marges actuelles mais également sur des marges fossiles (notamment dans les Alpes)...



Paysage du rift est-africain marqué par un paysage de failles normales qui forment un grand bassin d'effondrement en lien avec le processus d'ouverture continentale
©Davidmpyle, wikimedia commons, CC BY-SC4.0



Différences architecturales et structurales des marges pauvres en magma (en haut) et riches en magma (en bas). Leur formation est associée à une déformation de la croûte continentale mais également du manteau lithosphérique. © Morgane Gillard

Source : ([Quand les continents se déchirent, cela descend jusqu'au manteau terrestre ! \(futura-sciences.com\)](https://www.futura-sciences.com/fr/a/quand-les-continent-se-dechirent-cela-descend-jusqu-au-manteau-terrestre_11477.html))

Du nouveau pour expliquer le mystère de l'oxygénation de l'atmosphère terrestre

Si la vie a pu évoluer comme elle l'a fait sur Terre, c'est certainement grâce à la présence d'un fort taux d'oxygène dans l'atmosphère. L'oxygénation de l'atmosphère représente donc une étape cruciale dans l'histoire de notre Planète. Une étape pourtant encore mal comprise.

La photosynthèse à elle seule ne permet en effet pas d'expliquer les taux d'oxygène observés. De plus, ce modèle néglige une autre étape qui, elle, consomme de l'oxygène et qui est intimement liée à la vie des plantes. Ou plutôt à leur mort.

Car lorsque les organismes meurent, la matière organique qui les compose est dégradée par les bactéries. Et cette dégradation de la matière organique est un processus qui consomme du dioxygène pour former... du CO₂. Le bilan apparaît donc plus complexe, car si les plantes produisent de l'oxygène, leur mort en consomme. En prenant en compte ces deux réactions, il s'avère difficile d'expliquer les taux d'oxygène observés au moment de la phase d'oxygénation de l'atmosphère, sauf si l'on considère que le processus de dégradation de la matière organique, qui repose sur une oxydation, a été ralenti, ou altéré.

Or, il existe des interactions chimiques entre des minéraux et la matière organique qui permettent de préserver la matière organique, empêchant sa décomposition avant son enfouissement dans les sédiments océaniques. Le carbone organique est donc stocké au lieu de réagir avec l'oxygène. Les taux de CO₂ baissent, et celui

d'O₂ monte. Il existe plusieurs minéraux capables de préserver le carbone organique. Le fer pourrait avoir ainsi joué un rôle important. Il s'agit plus précisément des ions fer, qui ont la capacité à se lier aux algues et plantes mortes. Les ions fer peuvent en effet séquestrer le carbone organique de multiples façons, notamment par absorption du carbone organique dans une surface minérale.

Cette association entre minéraux et matière organique fait que les débris végétaux sont moins susceptibles d'être attaqués par les microbes. Ce processus, bien connu à l'heure actuelle, n'avait cependant jamais été testé dans le cadre de l'oxygénation de l'atmosphère terrestre.

Les résultats ont été présentés dans la revue Nature Geoscience ([Oxygenation of the Earth aided by mineral-organic carbon preservation | Nature Geoscience](#)). Cette étude ouvre de nouvelles pistes de réflexion en ce qui concerne les conditions les plus favorables au développement d'une vie complexe et intelligente, notamment sur d'autres planètes...

Source : [Du nouveau pour expliquer le mystère de l'oxygénation de l'atmosphère terrestre \(futura-sciences.com\)](#)

Remise en question de nos connaissances sur la chimie des premiers océans

Une équipe internationale dont un laboratoire du CNRS-INSU est impliqué a déterminé les fractionnements isotopiques associés à la greenalite, un minéral de la classe des silicates riche en fer ferreux (Fe²⁺), et a ainsi évalué l'hypothèse selon laquelle ce minéral représenterait le précurseur des formations ferrifères rubanées déposées avant la grande oxygénation¹. Les résultats obtenus remettent en question le modèle de dépôt de ces formations sédimentaires et nos connaissances de la chimie des premiers océans.

Selon le modèle canonique, ces roches sédimentaires, aujourd'hui constituées de minéraux secondaires, auraient d'abord précipité sous forme d'oxydes ferriques (Fe³⁺) hydratés tels que la ferrihydrite, suite à l'oxydation en surface d'eaux profondes anoxiques riches en Fe²⁺. Cependant, à la suite d'études pétrographiques récentes, un modèle alternatif est apparu dans la littérature avec plutôt la précipitation primaire d'un silicate ferreux (Fe²⁺) tel que la greenalite.

L'équipe a exploré et comparé les fractionnements isotopiques associés à la greenalite et à la ferrihydrite, en employant une approche combinée expérimentale (analyse d'échantillons naturels et synthétiques par spectroscopie de diffusion inélastique des rayons X par résonance nucléaire ; NRIXS) et théorique (modélisation atomistique ab initio). Les résultats montrent que la greenalite à faible teneur en Fe³⁺ peut effectivement produire toutes les compositions isotopiques du fer observées dans les formations ferrifères antérieures à la grande oxygénation ; les compositions isotopiques les plus lourdes nécessitant la formation de greenalites partiellement oxydées.

D'un point de vue isotopique, le modèle alternatif basé sur la précipitation d'un silicate à dominance ferreuse est donc tout aussi viable que le modèle canonique basé sur la précipitation d'oxydes ferriques hydratés. Cela remet en question notre connaissance des caractéristiques chimiques de l'océan ancien². Ces résultats soulignent la nécessité de mieux comprendre le comportement chimique des silicates de fer se formant dans des conditions océaniques primitives.

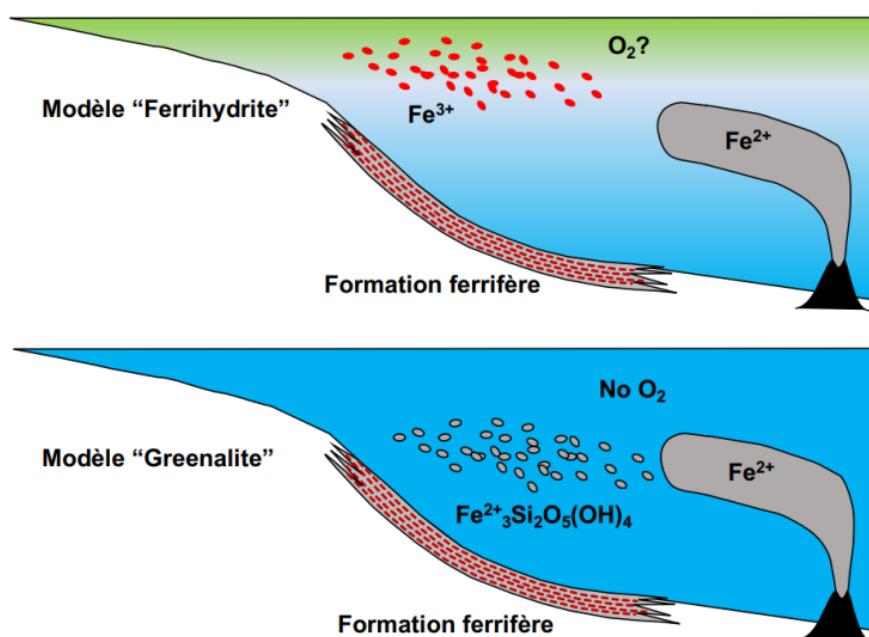


Schéma du cycle océanique du fer dans les deux modèles de dépôt des formations sédimentaires ferrifères.

Pour en savoir plus : [Isotopic Constraints on the Nature of Primary Precipitates in Archean–Early Paleoproterozoic Iron Formations from Determinations of the Iron Phonon Density of States of Greenalite and 2L- and 6L-Ferrihydrite | ACS Earth and Space Chemistry](#)

Source : [Remise en question de nos connaissances sur la chimie des premiers océans | INSU \(cnrs.fr\)](#)

L'activité éruptive du volcan Tungurahua est régulée par la structure chimique fine de sa source magmatique

Le volcanisme d'arc est une conséquence de la fertilisation¹ du coin du manteau par les fluides de subduction (métasomatisme). Ce phénomène gouverne la production magmatique le long des arcs sur de longues échelles spatiales et temporelles. A plus petite échelle, l'éruption épisodique d'un volcan d'arc est généralement attribuée à l'évolution et à la recharge de son réservoir de magma dans la croûte, sans lien établi avec les processus dans le coin mantellique.

La récente étude, impliquant des scientifiques du CNRS-INSU, rapporte un lien entre l'activité éruptive récente (1999-2016) du volcan Tungurahua en Équateur et le métasomatisme à petite échelle de la source de magma. Au cours de la séquence éruptive, le taux moyen de production de magma varie de manière logarithmique avec le degré d'enrichissement² de la source. Une telle corrélation indique un contrôle majeur de l'enrichissement de la source sur la production de magma et l'activité éruptive. Ce type de contrôle n'a été documenté jusqu'à présent que pour les volcans boucliers basaltiques directement connectés au manteau. Les données montrent également que la séquence éruptive 1999-2016 s'est terminée en raison de l'épuisement de la source enrichie au cours des toutes dernières semaines.

Les résultats de cette étude suggèrent que la fertilisation métasomatique du coin du manteau sur de courtes échelles spatiales et temporelles régule la production de magma et, finalement, le dernier cycle éruptif du volcan Tungurahua. Ce mécanisme pourrait aussi expliquer les éruptions de longue durée des volcans andésitiques.

Pour en savoir plus : [Arc volcano activity driven by small-scale metasomatism of the magma source | Nature Geoscience](#)

Source : [L'activité éruptive du volcan Tungurahua est régulée par la structure chimique fine de sa source magmatique | INSU \(cnrs.fr\)](#)

Générer des lacs virtuels : restituer les paléo-lacs, comprendre les lacs actuels et anticiper le futur des grands lacs

La sécheresse qui touche actuellement la France ainsi qu'une partie de l'Europe se manifeste par un niveau dramatiquement bas des rivières et des lacs. Au cours des prochaines décennies, le niveau et la superficie des lacs du globe vont significativement varier sous l'action conjuguée du changement climatique et de l'augmentation de la pression anthropique sur les ressources en eau. Le Lac Tchad ou la Mer D'Aral sont deux exemples contemporains emblématiques de l'extrême vulnérabilité des étendues d'eau continentales face à ces forçages. Dans le contexte des changements globaux en cours, la question du devenir des lacs et des conséquences sur les socio-éco-systèmes associés devient alors de plus en plus prégnante.

Face aux incertitudes concernant la durabilité des lacs, l'étude des paléo-lacs préservés dans les archives géologiques ainsi que le monitoring des lacs modernes apportent des éléments concrets de réflexion. Cependant, seule la modélisation numérique permet de tester un grand nombre de scénarios afin de rendre compte du champ des possibles en ce qui concerne les futures évolutions des grands lacs. Cette connaissance est primordiale pour prévoir des adaptations des activités humaines et des infrastructures, protéger la biodiversité et les écosystèmes aquatiques, voire anticiper de possibles flux migratoires ou des motifs de conflits liés à l'accès à l'eau.

Pour le géologue qui s'intéresse aux systèmes sédimentaires lacustres, l'enjeu est de comprendre en quoi de simples fluctuations de niveau d'eau affectent la physiographie et le fonctionnement des lacs...

Pour en savoir plus : [The role of wind-wave related processes in redistributing river-derived terrigenous sediments in Lake Turkana: A modelling study - ScienceDirect](#)

Source : [Générer des lacs virtuels : restituer les paléo-lacs, comprendre les lacs actuels et anticiper le futur des grands lacs - École & observatoire des sciences de la Terre - EOST - Université de Strasbourg \(unistra.fr\)](#)

Etna et Stromboli

Je ne résiste pas au plaisir de vous montrer une petite « bouffée » du Stromboli (saisie d'écran de caméra thermique). Le Stromboli a émis une coulée de lave les 8 et 9 mars ainsi que du 23 au 26 mars.



Source : [INGV-OE](#)

Une belle photo de l'Etna prise le 30 mars 2023, depuis la station spatiale internationale



Source : [Mount Etna, an active stratovolcano on Italy's island of Sicily | NASA](#)