

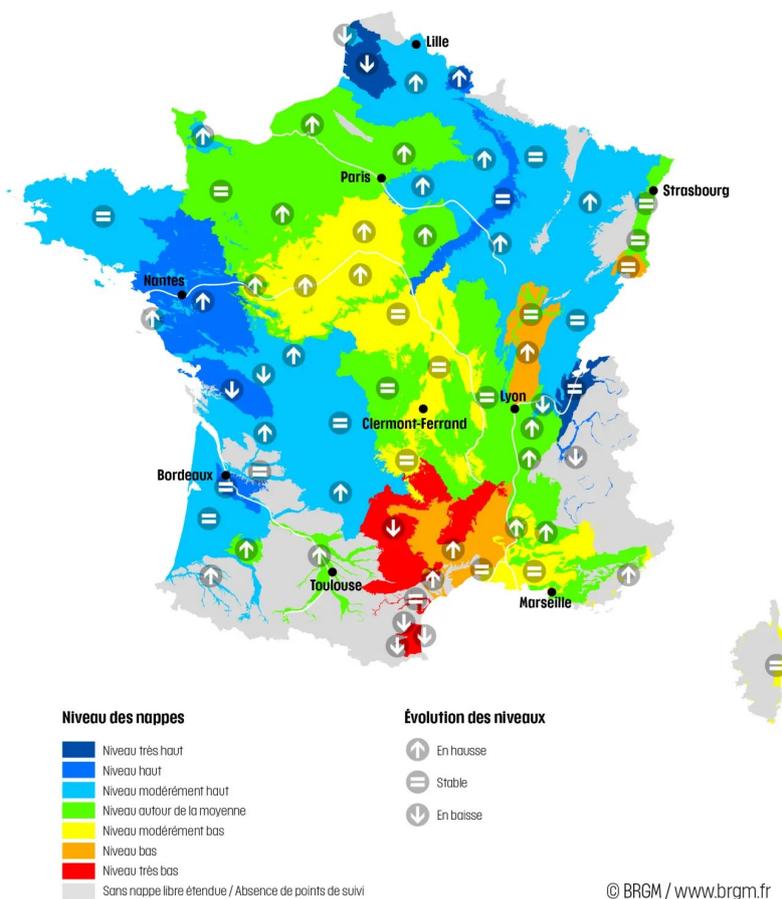
Quelques news de géologie - Mars-Avril 2024

Nappes d'eau souterraine au 1^{er} mars 2024



SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

Situation des nappes au 1^{er} mars 2024



© BRGM / www.brgm.fr

Cette carte présente les indicateurs globaux traduisant les fluctuations moyennes des nappes. Ils sont établis à partir des indicateurs ponctuels relevés au niveau des nappes (piézomètres). L'indicateur « Niveau des nappes » compare le mois en cours par rapport aux mêmes mois de l'ensemble de la chronique, soit au minimum 16 ans de données, et jusqu'à plus de 100 ans. Il est réparti en 7 classes, du niveau le plus bas (en rouge) au niveau le plus haut (en bleu foncé). L'indicateur « Évolution des niveaux » traduit la variation du niveau d'eau du mois échu par rapport aux 2 mois précédents (stable, à la hausse ou à la baisse).
Carte établie le 8 mars 2024 par le BRGM, à partir de données acquises jusqu'au 29 février 2024. Source des données : ADES (ades.eaufrance.fr) / Hydrocartail (hydrocartail.fr) / Fond de carte © IGN. Producteurs de données et contribution : APRIA, BRGM, Conseil Départemental de la Vendée, Conseil Départemental des Landes, Conseil Départemental du Lot, PPT3 Vienne-Metropole, Parc Naturel Régional des Grandes Causses, Syndicat Mixte d'Études et de Travaux de l'Asilien (SMETA), Syndicat Mixte pour la protection et la gestion des nappes souterraines de la plaine du Roussillon (SMNPR).

En février 2024, la recharge des nappes se poursuit mais reste ralentie sur de nombreuses nappes. Les niveaux sont en hausse pour 57% des points d'observation (51% en janvier).

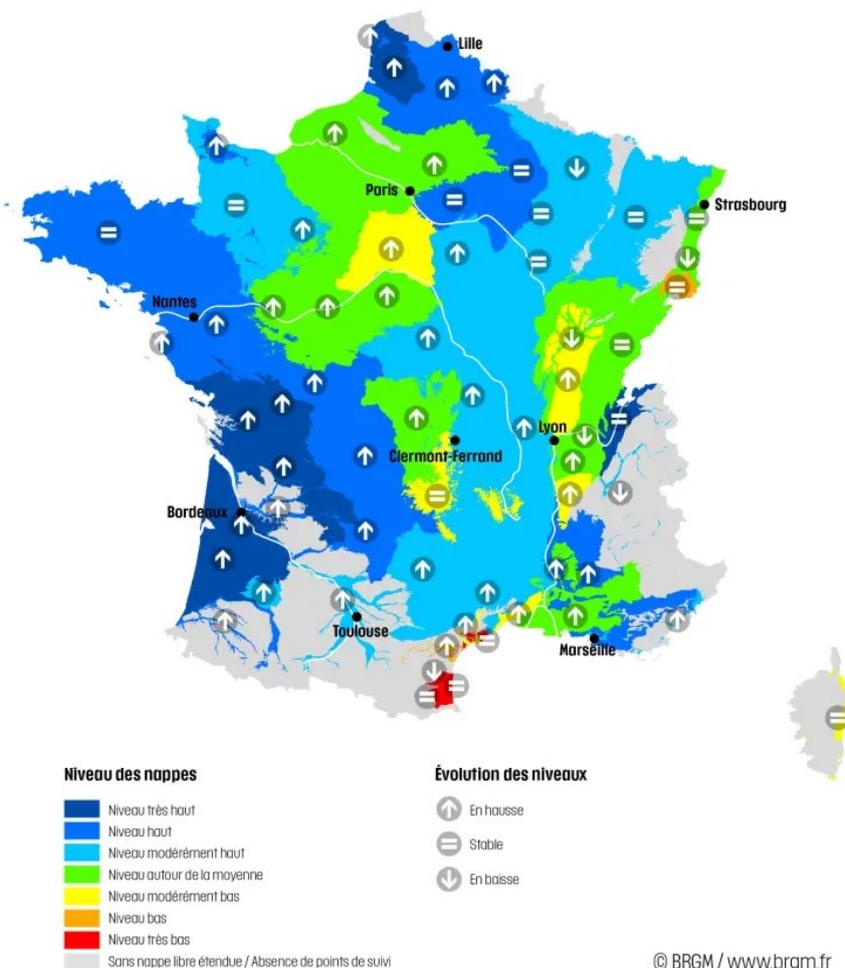
Les nappes réactives des deux-tiers nord et du sud-ouest présentent des tendances hétérogènes. De l'Alsace aux Alpes du nord et sur le Massif Central, les niveaux se sont stabilisés du fait d'une pluviométrie faible. Mais les niveaux stables ou en baisse ne sont pas toujours corrélés avec une pluviométrie inférieure aux normales. En effet, le mois de janvier ayant été relativement sec, les pluies de février ont probablement eu des difficultés à s'infiltrer en profondeur à travers des sols peu humides.

Concernant les nappes inertielles du Bassin parisien, du Sundgau et du couloir Rhône-Saône, les niveaux sont en hausse. L'inertie de ces nappes implique un temps d'infiltration des pluies à travers la zone non saturée sur plusieurs semaines. Les hausses de niveaux observées en février sont donc la conséquence des pluies efficaces infiltrées durant ces derniers mois. L'intensité de la recharge ralentit cependant sur certains secteurs faiblement arrosés en janvier et en février, notamment sur le couloir Rhône-Saône.

Enfin, sur le sud-sud-est et en Corse, les tendances sont hétérogènes car elles dépendent des cumuls pluviométriques et de l'humidité des sols. Les niveaux sont généralement en faible hausse ou stables. Ils demeurent en baisse sur les nappes de la plaine du Roussillon et du massif des Corbières, les précipitations restant déficitaires.

Source : [Nappes d'eau souterraine au 1er mars 2024 | BRGM](#)

Nappes d'eau souterraine au 1^{er} avril 2024



Cette carte présente les indicateurs globaux traduisant les fluctuations moyennes des nappes. Ils sont établis à partir des indicateurs ponctuels relevés au niveau des nappes (piézomètre). L'indicateur « Niveau des nappes » compare le mois en cours par rapport aux mêmes mois de l'année de la chronique, soit au minimum 15 ans de données, et jusqu'à plus de 100 ans. Il est réparti en 7 classes, du niveau le plus bas (en rouge) au niveau le plus haut (en bleu foncé). L'indicateur « Évolution des niveaux » traduit la variation du niveau d'eau du mois échu par rapport aux 2 mois précédents (stable, à la hausse ou à la baisse).

Carte établie le 10 avril 2024 par le BRGM, à partir de données acquises jusqu'au 31 mars 2024. Source des données : ADS (ades.eaufrance.fr) / Hydroportail (hydro.eaufrance.fr) / Fond de carte © IGN. Producteurs de données et contribution : APRONA, BRGM, Conseil Départemental de la Vendée, Conseil Départemental des Landes, Conseil Départemental du Lot, EPTB Vistres-Vistrenque, Parc Naturel Régional des Grandes Causses, Syndicat Mixte d'Études et de Travaux de l'Astien (SMETA), Syndicat Mixte pour la protection et la gestion des nappes souterraines de la plaine du Roussillon (SMNPR).

En mars 2024, la recharge des nappes reste active sur la plupart des nappes. Les niveaux sont en hausse pour 64% des points d'observation (57% en février).

L'inertie des nappes du Bassin de l'Artois, du Bassin parisien, du Sundgau et du couloir Rhône-Saône implique un temps d'infiltration des pluies à travers la zone non saturée de plusieurs semaines. Les pluies efficaces de l'automne et l'hiver 2023-2024 ont été particulièrement abondantes et ont permis aux nappes inertielles d'enregistrer de fortes remontées. La recharge se poursuit en mars et les tendances sont généralement en hausse.

Les nappes réactives présentent des tendances hétérogènes. La recharge est bien active sur les nappes du Bassin de l'Artois, du pourtour du Bassin parisien, du Massif Central et du Bassin aquitain. Sur le sud-sud-est, les pluies très excédentaires à partir de fin février ont été bénéfiques aux nappes. Les niveaux sont en forte hausse sur les nappes de la Côte d'Azur, de la Provence et du Languedoc (sud Massif Central, bordure cévenole et littoral).

Les niveaux sont stables ou en baisse sur les secteurs moins arrosés : nappe du nord-est (est Ile-de-France et Grand-Est), nappe du socle de la Bretagne et du Cotentin à la Mayenne, nappes des formations volcaniques du Massif Central et nappes du littoral de la Corse. La pluviométrie déficitaire en février et mars sur les massifs du

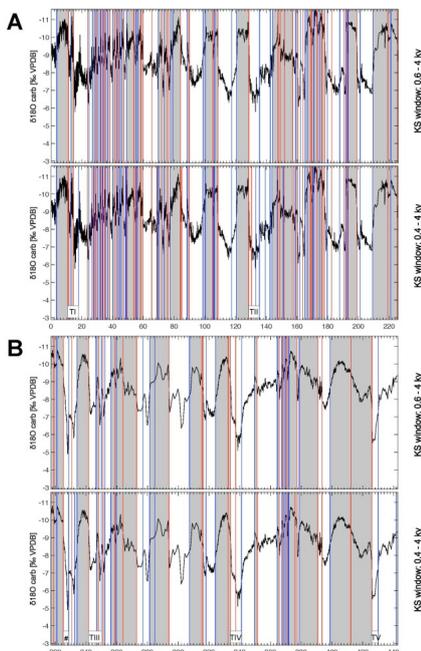
Jura et des Alpes du nord a un impact sur les nappes réactives qu'ils alimentent. Ainsi, les niveaux sont en baisse ou stables en mars sur les nappes des calcaires jurassiques du Jura et sur les nappes alluviales des vallées des Alpes, de la Saône et du Rhône amont. Enfin, les niveaux restent stables ou en baisse sur les nappes de la plaine du Roussillon et du massif des Corbières, les précipitations restant déficitaires.

Source : [Nappes d'eau souterraine au 1er avril 2024 | BRGM](#)

Une base de référence fiable pour l'étude des variations abruptes du climat

Au cours des derniers millions d'années, le climat de la Terre a connu de nombreux changements brusques en plus des périodes de déglaciation, mais leur chronologie précise n'est pas toujours établie correctement. Dans le cadre du projet européen Tipping Points in the Earth System (TiPES), une équipe de scientifiques, dont certains travaillent pour le CNRS Terre & Univers (voir encadré), a cherché à identifier ces changements en examinant les variations des isotopes de l'oxygène ($\delta^{18}\text{O}$) dans un enregistrement climatique ancien provenant de concrétions karstiques en Chine. Ces enregistrements sont très précisément datés, ce qui permet une résolution temporelle particulièrement fiable. De nouvelles techniques statistiques performantes, développées dans le cadre de ce projet, ont été utilisées pour analyser ces données paléoclimatiques.

La première étape de cette étude a consisté à comparer deux enregistrements climatiques représentatifs des 130 000 dernières années : le $\delta^{18}\text{O}$ d'un spéléothème composite en Chine (CS) et le $\delta^{18}\text{O}$ d'une carotte de glace du Groenland (NGRIP). Les résultats montrent que des changements brusques dans l'intensité de la mousson en Asie de l'Est, correspondent aux variations abruptes observées au Groenland et dans les régions voisines de l'Atlantique Nord et de l'Europe. Cette correspondance entre les transitions détectées, qu'il s'agisse de périodes de réchauffement (interstades) ou de retour aux conditions glaciaires (stades), a encouragé les scientifiques à poursuivre leur étude en analysant l'enregistrement climatique chinois sur les 640 000 dernières années. Au total, 196 transitions brusques ont été identifiées au cours de cette période, ce qui constitue un jeu de données unique et totalement nouveau, qui permet de mieux comprendre les variations climatiques passées sur au moins sept cycles climatiques. Par ailleurs, l'étude a démontré que sur les sept dernières phases de déglaciations (terminaisons), six étaient marquées par un épisode brutal de renforcement de la mousson estivale...



Détection des transitions abruptes vers des intervalles de mousson d'Asie orientale affaiblie et renforcée pendant (A) l'intervalle 0-220 kans ; (B) l'intervalle 220-440 kans ; et (C) l'intervalle 440-640 kans. Les panneaux supérieur et inférieur montrent les transitions abruptes détectées avec le test KS appliqué pour deux fenêtres d'analyse de 0,6-4 kyr et de 0,4-4 kyr, respectivement. ©Denis-Didier Rousseau - Géosciences Montpellier

Pour en savoir plus : [A reliable benchmark of the last 640,000 years millennial climate variability | Scientific Reports \(nature.com\)](#)

Source : [Une base de référence fiable pour l'étude des variations abruptes du climat | CNRS Terre & Univers](#)

Un escalator sous l'océan

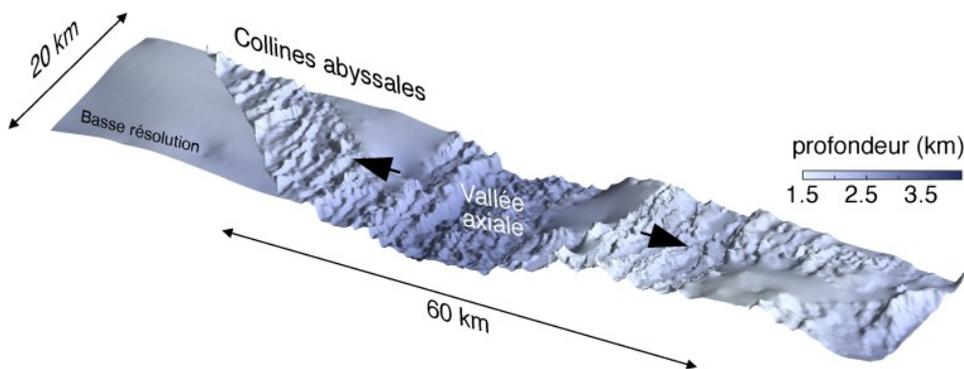
L'océan recouvre plus de deux tiers de la surface terrestre, masquant des paysages spectaculaires, archives de l'activité géologique de la planète. Les plaines abyssales sont sillonnées de collines oblongues dont la forme évoque des marches d'escalier. Ces collines se forment à l'axe des dorsales, où l'écartement de deux plaques tectoniques façonne en permanence du nouveau plancher océanique. L'activité volcanique y produit une croûte

basaltique qui, en refroidissant, se fracture sous l'action de forces tectoniques. De grandes failles découpent ainsi le fond des mers et y sculptent des escarpements réguliers, à la manière de livres glissant les uns contre les autres sur une étagère.

Cette activité géologique se manifeste par de nombreux séismes en extension, qui sont autant de signatures de l'écartement des plaques. Pourtant, en septembre 2022, les réseaux sismologiques globaux ont enregistré une douzaine de séismes en compression de part et d'autre de la dorsale Atlantique, au large de l'Irlande. Pour comprendre ces événements atypiques, une équipe de chercheurs du CNRS Terre & Univers a modélisé la déformation associée à l'expansion d'un océan. Elle a mis en évidence une zone de compression superficielle de part et d'autre de l'axe de la dorsale, induite par un plissement de la jeune lithosphère océanique.

Leur résultat le plus inattendu est que cette zone de compression fait glisser les grandes failles de dorsale en sens inverse, ce qui réduit jusqu'à 50% du relief abyssal en quelques centaines de milliers d'années. Cette idée avait été proposée dans les années 70, mais abandonnée faute de manifestation sismique du phénomène. Cette nouvelle étude élucide la mécanique du processus et le met en évidence dans les océans Atlantique et Indien, tout en expliquant son caractère largement asismique.

L'événement de 2022 est d'autant plus exceptionnel qu'il a vraisemblablement été déclenché par une intrusion magmatique, rendant sismique un processus qui serait autrement resté silencieux. On sait désormais grâce à lui que les collines abyssales se forment non pas comme des marches d'escalier, mais comme des marches d'escalator, qui s'ouvrent, puis se referment à mesure que les reliefs migrent sur le tapis roulant des plaques tectoniques.



Bathymétrie de la dorsale Atlantique à 54°N, où se sont produits les séismes compressifs de 2022. © Référence

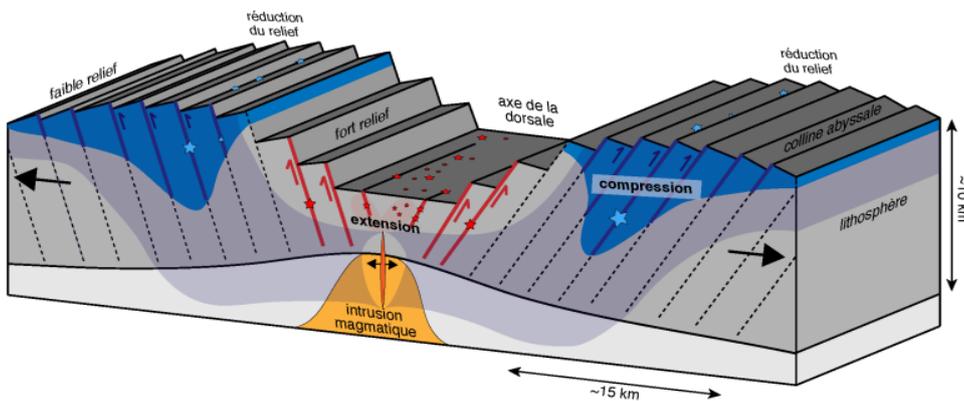


Illustration du processus d'inversion des collines abyssales par compression des flancs de la dorsale. © Référence

Pour en savoir plus : [Mid-ocean ridge unroofing revealed by magmatic intrusions | Nature](#)

Source : [Un escalator sous l'océan | CNRS Terre & Univers](#)

Un mystère paléontologique séculaire enfin résolu !

Une nouvelle étude vient résoudre l'une des énigmes les plus marquantes de la paléontologie des vertébrés. Signalé pour la première fois dans la littérature en 1729 à partir de quelques dents provenant de la craie anglaise, le genre *Ptychodus* fut décrit officiellement en 1834 par le célèbre paléoichtyologue Louis Agassiz. Depuis, seuls des restes isolés et plus ou moins fragmentaires ont pu être collectés dans les dépôts créacés du monde entier. Ainsi, même si la fonction broyeuse de sa puissante denture a pu être bien établie, la

morphologie générale de ce grand prédateur et ses affinités au sein des élastombranches (requins et raies) sont toujours restées mystérieuses, faisant l'objet d'un vif et long débat parmi la communauté scientifique.

Une équipe internationale rapporte la découverte au Mexique de spécimens de *Ptychodus* complets et exceptionnellement bien préservés. Des analyses phylogénétique et écomorphologique montrent que *Ptychodus* était un grand requin pélagique au corps fuselé, appartenant à l'ordre des Lamniformes, un groupe très diversifié au Crétacé et comprenant notamment l'actuel requin blanc. Il apparaît que les ptychodontidés étaient des prédateurs très spécialisés et uniques parmi les élastombranches, ciblant des organismes nageurs à coquille ou à carapace tels que les ammonites ou les tortues marines.

Cette hyperspécialisation trophique a certainement eu d'importantes implications sur leur histoire évolutive, et pourrait permettre d'expliquer l'étrange extinction des *Ptychodus* quelque 10 millions d'années avant la crise KT. Il est en effet fort probable que la disparition de ces requins ait été en partie liée à l'émergence, à cette période, de compétiteurs écologiques (mosasaures durophages).



Spécimen complet de *Ptychodus* du Crétacé de Vallecillo (longueur : 142 cm). © R.Vullo

Pour en savoir plus : [Exceptionally preserved shark fossils from Mexico elucidate the long-standing enigma of the Cretaceous elasmobranch *Ptychodus* | Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences \(royalsocietypublishing.org\)](#)

Source : [Un mystère paléontologique séculaire enfin résolu ! | CNRS Terre & Univers](#)

L'ère de l'Anthropocène a-t-elle commencé ? Les experts ont (enfin) tranché

Quatre votes pour, douze contre et trois absentions. C'est le résultat du vote des experts de l'IUGS (International Union of Geological Sciences) qui ont été chargé d'évaluer la pertinence de l'inscription de l'Anthropocène comme nouvelle époque géologique. Une proposition qui a, de fait, été rejetée...

À défaut de représenter une nouvelle époque, il a toutefois été proposé que l'Anthropocène soit considéré comme un « événement », à l'image de la Grande Oxydation, de l'Explosion du Cambrien ou de la Grande Biodiversification de l'Ordovicien. Une proposition qui fait sens.

Comme l'indique le communiqué de l'IUGS, il est certain que le concept d'Anthropocène « continuera à être largement utilisé par les scientifiques mais aussi par les économistes, politiciens et sociologues comme un descripteur inestimable des interactions entre les humains et leur environnement ».

Pour en savoir plus : [Celebrating 50 Years of Earth Science for the Global Community \(iugs.org\)](#)

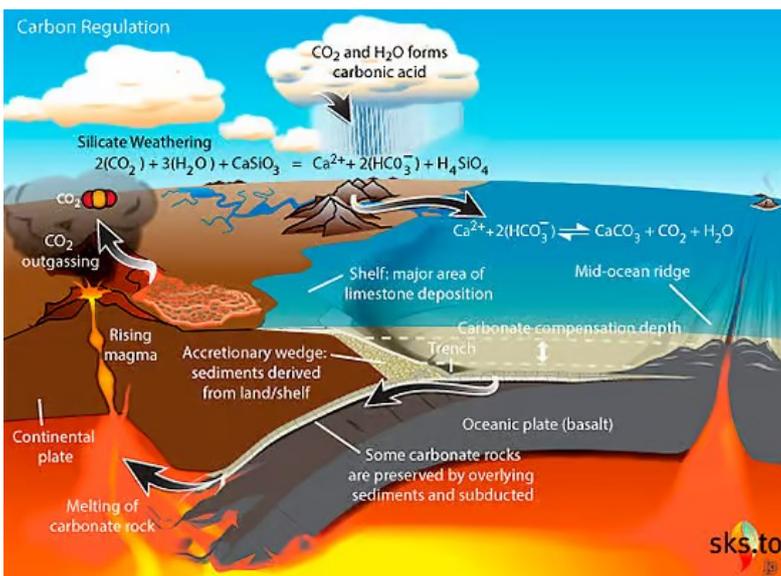
Source : [L'ère de l'Anthropocène a-t-elle commencé ? Les experts ont \(enfin\) tranché \(futura-sciences.com\)](#)

Comment le cycle du carbone a permis l'oxygénation, lente mais certaine, de la Terre

Si l'oxygène n'a pas été un élément clé de l'apparition de la vie sur Terre, il a tout de même joué un rôle majeur dans le développement de formes de vie complexes. Aujourd'hui, la majorité des organismes sont en effet aérobies, c'est-à-dire qu'ils dépendent de la présence du dioxygène pour vivre. Mais au début de l'histoire de la vie terrestre, cela était bien loin d'être le cas. L'oxygène représentait en effet un élément toxique pour les organismes anaérobies peuplant les océans de la Terre primitive. Un élément dont ils vont toutefois devoir s'accommoder par le biais de l'évolution...

La quantité d'oxygène dans les océans, puis, bien plus tard, dans l'atmosphère, va en effet connaître d'importantes augmentations, qui vont d'ailleurs entraîner une crise biologique. Les coupables de ce chamboulement environnemental ? Les cyanobactéries, des algues photosynthétiques qui, pour croître, consomment le carbone issu du CO₂, en le métabolisant grâce à l'énergie solaire. L'O₂ restant, inutile et toxique pour ces bactéries, est alors relâché dans l'eau. La Terre primitive étant très pauvre en oxygène mais riche en éléments réducteurs, l'O₂ délivré par les cyanobactéries va donc tout d'abord être utilisé dans des réactions d'oxydation des roches (puits à oxygène) et ne va donc pas immédiatement impacter les organismes vivants anaérobies. C'est le début de la Grande oxydation, qui se joue entre 2,4 et 2,2 milliards d'années...

Des chercheurs se sont intéressés à l'influence qu'a pu avoir notamment le cycle du carbone dans cette histoire. Car l'apparition des cyanobactéries n'est pas la seule évolution notable qui se soit produite à l'Archéen. Alors que la production de CO₂ par dégazage des volcans diminue graduellement en raison du refroidissement du manteau, les continents commencent à sortir de l'eau, mettant ainsi à l'émersion de vastes surfaces de croûte silicatée. Or, au contact de l'atmosphère chargée en CO₂, ces minéraux silicatés (CaSiO₃) vont être altérés. Cette réaction chimique va alors produire des ions bicarbonates (2HCO₃⁻) qui vont alors être transportés jusque dans les océans où ils vont réagir avec le calcium présent dans l'eau pour former du CaCO₃, qui va finir par se déposer sur le fond océanique...



LE CYCLE GÉOLOGIQUE DU CARBONE. © JOHN GARRETT, WIKIMEDIA COMMONS, CC BY-SA 3.0

En résumé, l'émergence des continents et leur altération auraient entraîné la formation d'épais couches de sédiments carbonatés au fond des océans. Grâce au processus de subduction qui débute alors, le recyclage de ces carbonates aurait permis le maintien d'un important dégazage de CO₂ au niveau des volcans, malgré le refroidissement du manteau. Ce cycle du carbone aurait ainsi assuré un apport constant et important de nutriments dans les océans, favorisant le développement des algues photosynthétiques productrices d'oxygène. Dans l'article publié dans la revue *Nature Geoscience*, les auteurs supposent que cet unique processus de formation, enfouissement et recyclage des carbonates aurait mené à la formation d'une atmosphère riche en oxygène, même sans le développement des plantes terrestres, à qui l'on attribue généralement la hausse soudaine et massive d'O₂ il y a 400 millions d'années.

Pour en savoir plus : [Crustal carbonate build-up as a driver for Earth's oxygenation | Nature Geoscience](#)

Source : [Comment le cycle du carbone a permis l'oxygénation, lente mais certaine, de la Terre \(futurasciences.com\)](#)

Quand l'Etna crache des ronds de fumée

Les éruptions volcaniques de l'Etna sont toujours spectaculaires, et la fumée qui s'en échappe peut donner lieu à un phénomène pour le moins étrange : un anneau de fumée. Et ce n'est pas un seul anneau qui a été

photographié par une Sicilienne le 5 avril dernier, mais une dizaine d'anneaux dans le ciel.



Ces ronds de fumée présentent tous une forme circulaire parfaite et s'élèvent dans le ciel au milieu de la fumée du volcan le plus actif d'Europe. Le phénomène est peu fréquent, mais il se produit tous les ans ou presque. Cependant, apercevoir autant d'anneaux en même temps reste exceptionnel.

Il s'agit bien d'une formation naturelle : ces ronds sont issus d'une explosion qui se produit dans des cratères cylindriques. En s'élevant, la fumée chaude se retrouve confrontée à un air plus froid en altitude, et cela fait s'écrouler la partie centrale du rond de fumée. Les anneaux voyagent ensuite au gré du vent et peuvent fortement s'éloigner de leur source si les courants d'altitude ne sont, ni trop faibles, ni trop forts (pour ne pas les briser).



Source : [Quand l'Etna crache des ronds de fumée ! \(futura-sciences.com\)](https://www.futura-sciences.com)

Dans le désert marocain, les secrets de la dune étoile Lala Lallia enfin dévoilés

Les dunes étoiles sont façonnées par le transport éolien dans des déserts arides soumis à de fortes variations saisonnières de la direction des vents, [celles-ci] sont de très grande taille (plus de 100 m de hauteur) et apparaissent le plus souvent sous forme d'essaims [...] susceptibles de s'étendre sur des centaines de kilomètres...

Des scientifiques se sont récemment penchés sur la dune étoile Lala Lallia, située dans le sud-est du Maroc, à Erg Chebbi (l'un des deux grands ergs du Sahara, aussi connu sous le nom de "dunes de Merzouga"). Les conclusions de leur étude, publiée ce lundi 4 mars dans la revue Scientific Reports, nous livrent les secrets de sa formation, il y a plusieurs milliers d'années.

Ces chercheurs, affiliés à l'université d'Aberystwyth au pays de Galles et à l'université de Londres, ont découvert certains détails concernant la formation et le déplacement de cette dune étoile à travers le désert marocain.

L'équipe scientifique s'est donc rendue dans le sud-est de ce pays du Maghreb pour étudier la dune Lala Lallia (un nom qui signifie "point sacré le plus élevé" en langue berbère), qui mesure 100 m de hauteur et 700 m de large et se trouve dans la mer de sable de l'Erg Chebbi.

Des techniques de datation par luminescence développées au sein de l'université galloise ont été utilisées par les experts, désireux de comprendre à quelle époque les minéraux présents dans le sable avaient été exposés pour la dernière fois à la lumière du Soleil ; l'objectif étant de déterminer l'âge de ces substances formées par un processus géologique.

Au fil de leurs recherches, ils se sont aperçus que la base de cette dune avait commencé à se former il y a 13 000 ans (cette formation s'est poursuivie jusqu'à il y a environ 9 000 ans), mais que la partie supérieure de la structure était *"étonnamment jeune"*, puisqu'elle aurait vu le jour au cours du dernier millénaire.

Après s'être formée durant quatre millénaires, la surface de la base s'est peu à peu stabilisée. *"Nous pensons que l'environnement était un peu plus humide qu'aujourd'hui. On peut voir des traces d'anciennes racines de plantes, suggérant que la dune s'est stabilisée grâce à la végétation, analyse le géographe Geoff Duller, dont les propos sont relayés par le quotidien britannique. Il semble que la situation soit restée en l'état pendant 8000 ans environ. Puis, le climat a recommencé à changer, et cette dune étoile a commencé à se former à la surface."*



La dune Lala Lallia

Pour en savoir plus : [Structure and chronology of a star dune at Erg Chebbi, Morocco, reveals why star dunes are rarely recognised in the rock record | Scientific Reports \(nature.com\)](#)

Source : [Dans le désert marocain, les secrets de la dune étoile Lala Lallia enfin dévoilés - Geo.fr](#)
