

Quelques news de géologie - Décembre 2022

Il y aurait plus de magma que prévu sous le supervolcan de Yellowstone

Dans la famille des volcans, il existe des géants dont le réveil est souvent synonyme de catastrophe. S'ils sont peu nombreux actuellement, l'histoire et les archives géologiques nous racontent que ces supervolcans sont capables de créer des dommages considérables à l'échelle d'un continent, voire d'affecter le climat global et l'ensemble de la vie sur Terre.

Parmi eux, le volcan du Yellowstone, aux États-Unis. Situé dans le Parc national éponyme, sa découverte ne date que des années 1960. En effet, il ne se présente pas sous la forme classique, avec un édifice volcanique formant une montagne conique aisément reconnaissable. Le supervolcan du Yellowstone se caractérise par une caldeira, une vaste dépression de 45 km de large pour 85 km de long, héritée d'une précédente éruption et de l'effondrement du volcan sur lui-même.

Si la dernière éruption date d'environ 640 000 ans et aurait enseveli la moitié du territoire américain sous une épaisse couche de cendres, le monstre n'est cependant pas éteint. Il n'est qu'assoupi. Car, en profondeur, le système magmatique est bien actif. En témoignent les fumerolles, les geysers et autres manifestations hydrothermales présentes dans le fond de la caldeira. De plus amples investigations ont ainsi révélé la présence d'une chambre magmatique active à relativement faible profondeur. Il s'agirait d'ailleurs du plus imposant corps magmatique connu à ce jour. La quantité de magma présente dans cette chambre magmatique était cependant encore difficile à estimer, tout comme sa distribution au sein du réseau de conduits volcaniques.

Car les systèmes volcaniques sont complexes. Contrairement aux premiers modèles, qui supposaient que les chambres magmatiques sous les volcans se présentaient sous la forme de grandes cavités remplies de magma liquide, capables de rester dans cet état durant des dizaines, voire des centaines, de milliers d'années, les nouvelles études ont mis en évidence que les réservoirs magmatiques sont plutôt remplis de matériel solide, une sorte de bouillie cristalline. Le magma serait ainsi stocké pendant de longues périodes de temps à une température relativement faible. L'apparition de liquide magmatique dans plusieurs poches situées dans la partie supérieure du réservoir n'interviendrait que de façon sporadique et éphémère au moment des éruptions.

Dans une nouvelle étude, se basant sur l'imagerie sismique du sous-sol de la caldeira du Yellowstone, une équipe de chercheurs a ainsi découvert que la plus grande concentration de liquide magmatique se situerait actuellement très en surface, entre 3 et 8 km de profondeur. Mais la proportion exacte de liquide reste difficile à estimer

“La plus grande concentration de liquide magmatique se situerait actuellement très en surface, entre 3 et 8 km de profondeur”



Les résultats publiés dans *Science* ([Magma accumulation at depths of prior rhyolite storage beneath Yellowstone Caldera | Science](#)) ne sont donc pas synonymes d'éruption imminente. Aucun signe extérieur ne le laisse d'ailleurs penser. L'activité du volcan est cependant suivie avec attention afin de détecter le plus précocement possible tout signe de réveil. Le Yellowstone semble en effet entrer en éruption de manière cyclique, tous les 600 000 ans environ, ce qui laisse penser qu'une reprise d'activité interviendra très certainement sur le long terme.

Source : [Il y aurait plus de magma que prévu sous le supervolcan de Yellowstone \(futura-sciences.com\)](#)

Indonésie: le volcan Semeru en alerte maximale après une éruption, près de 2000 personnes évacuées



Un homme regarde le Mont Semeru qui libère des matériaux volcaniques lors d'une éruption le dimanche 4 décembre 2022 à Lumajang, Java Est, Indonésie. © Fournis par Liberation

Le mont Semeru était déjà entré en éruption, faisant au moins 51 morts. Des coulées de boue et de cendres avaient englouti des villages et près de 10.000 personnes avaient dû fuir leurs maisons. Une autre éruption avait eu lieu deux jours plus tard...

Des nuées ardentes ont parcouru jusqu'à 13 km (voir ci-dessous captures d'écran d'une vidéo de nuée ardente se propageant dans le lit d'une rivière).

Le volcan Semeru en Indonésie est entré en éruption le 04 décembre, crachant un colossal nuage de cendres qui a fait fuir les habitants des villages situés sur son flanc, un an jour pour jour après une autre éruption qui avait fait des dizaines de morts. Les villageois vivant dans l'ombre du mont Semeru, situé dans l'Est de l'île de Java dont il est le point culminant à 3676 mètres, ont fui par dizaines à l'approche du nuage de cendres haut de 1,5 km, emportant ce qu'ils pouvaient. Selon les services de secours, près de 2000 d'entre eux ont été évacués.

Les services de secours ont fait état d'« *avalanches brûlantes* », causées par des blocs de lave qui se sont détachés du sommet pendant l'éruption et ont déferlé vers la base du volcan.

Il y a exactement un an, le 4 décembre 2021, le

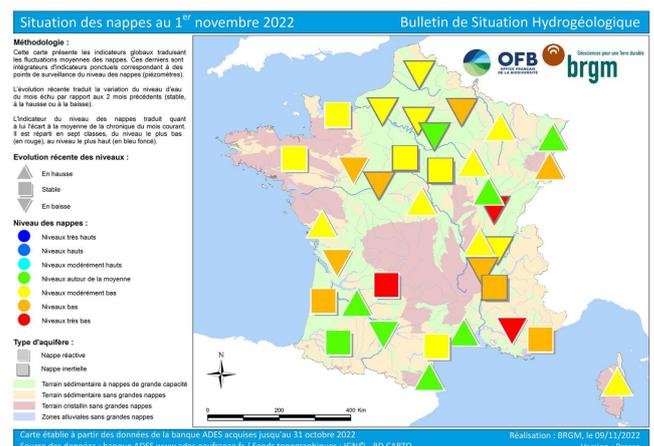


Source : [Des nuées ardentes de plus de 13 kilomètres au Semeru un an pile après la précédente \(futura-sciences.com\)](https://www.futura-sciences.com)

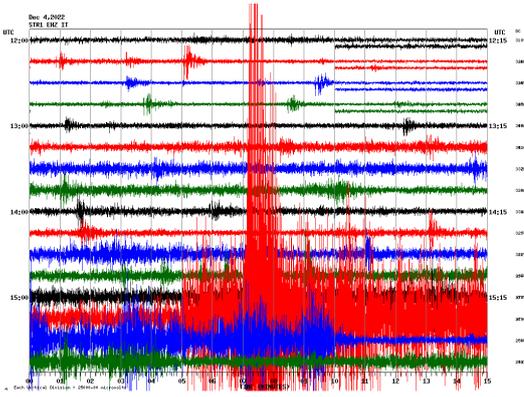
Nappes d'eaux souterraines au 1er novembre 2022

La situation des nappes phréatiques n'est toujours pas satisfaisante. Les pluies de ce début d'automne n'ont pas compensé les déficits accumulés depuis le début de l'année. La situation globale n'évolue que peu et les niveaux sont nettement inférieurs à ceux de l'année dernière.

Source : [Nappes d'eau souterraine au 1er novembre 2022 | BRGM](https://www.brgm.fr)



Etna et Stromboli



Le Stromboli est entré en éruption (voir enregistrement sismique - composante verticale - ci-contre) le 4 décembre avec une coulée de lave le long de la « Sciara del fuoco » qui a atteint la mer. L'effondrement d'une partie du cratère nord a engendré une première nuée ardente qui a dévalé les 800 mètres de dénivelé jusqu'à la mer en quelques instants !



Source : [INGV-OE](#)

[Images spectaculaires de l'éruption du Stromboli qui a provoqué un tsunami local \(futura-sciences.com\)](#)

Marché des petites métaux en 2021

L'extraction des chapitres intitulés « Métaux Electriques » et « Petits Métaux », issus du 36ème rapport CycloPe – Les Marchés Mondiaux, paru en 2022 aux éditions Economica est disponible.

Ce document ([Les marches mondiaux Cyclope 2022.pdf \(mineralinfo.fr\)](#)) présente ainsi l'évolution des marchés de 27 petits métaux au cours de l'année 2021 à savoir :

- cobalt, graphite naturel, lithium et manganèse, d'une part ;
- antimoine, beryllium, bismuth, cadmium, chrome, gallium, germanium, hafnium, indium, magnésium, molybdène, niobium, rhénium, scandium, sélénium, silicium métal, tantale, tellure, terres rares, titane, tungstène, vanadium, et zirconium d'autre part.

Vous pourrez constater l'envolée des prix pour certains métaux mais aussi les variations cycliques du marché des matières premières entrainant une même variation cyclique des dépenses d'exploration et de prospection.

Source : [Métaux électriques et petits métaux : le BRGM contribue au rapport CycloPe 2022 | BRGM](#)

Quand le Groenland était une verte forêt

Il y a deux millions d'années, les ancêtres des lièvres et des rennes gambadaient dans l'extrême nord du Groenland aux côtés de lemmings, de cygnes et d'oies. Des mastodontes, anciens parents de l'éléphant, peuplaient aussi les forêts de peupliers, de bouleaux et de thuyas qu'abritait l'île sous un climat bien plus clémente que l'actuel (plus de dix degrés plus chaud à cet endroit).

Cet écosystème, décrit avec une précision inédite, ne ressemble en rien au désert polaire qu'est aujourd'hui cette région du globe. Il a pourtant été «reconstitué» pièce par pièce par une équipe internationale emmenée par les professeurs Eske Willerslev et Kurt H. Kjær, des universités de Cambridge et de Copenhague. Une «première» réalisée grâce à l'analyse de fragments d'ADN piégés depuis des millénaires dans les couches de

sédiments qui se sont accumulés au fil du temps dans la baie de Cap Copenhague, dans le nord du Groenland.

Pour en savoir plus : [A 2-million-year-old ecosystem in Greenland uncovered by environmental DNA | Nature](#)

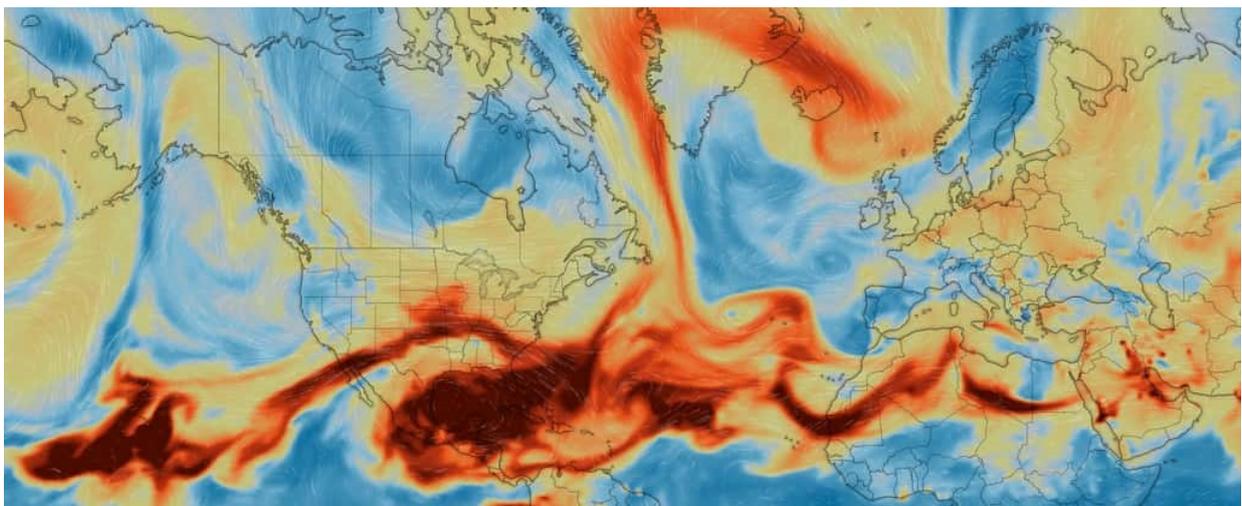
Zoom sur la matière organique dans les dépôts côtiers. Les couches organiques (sombres) montrent des traces de la riche flore végétale et de la faune d'insectes qui vivaient il y a deux millions d'années à Kap Kobenhavn dans le nord du Groenland. © Professeur Svend Funder



Source : [Quand le Groenland était une verte forêt \(lefigaro.fr\)](#)
[Découverte extraordinaire du plus vieil échantillon d'ADN \(futura-sciences.com\)](#)

Le nuage de fumée du Mauna Loa s'étend jusqu'au Maghreb

Le nuage de cendres du plus grand volcan actif du monde, le Mauna Loa, à Hawaï, s'étire actuellement sur 15 000 km (voir ci-dessous). Le volcan est entré en éruption le 27 novembre dernier, pour la première fois depuis 1984 : sa lave ne menace aucune ville, mais il laisse toujours s'échapper une importante concentration de gaz acide, remplis de dioxyde de soufre (SO_2). Ces dernières heures, le volcan rejetait encore une moyenne de 180 000 tonnes de dioxyde de soufre par jour, une concentration jugée élevée par l'Observatoire volcanique d'Hawaï.



En rouge, le nuage de fumée qui s'étire d'Hawaï (à gauche) jusqu'en Afrique du Nord au sud, et jusqu'au Groenland au nord. © Windy.com

Source : [En images : le nuage de fumée du Mauna Loa s'étend jusqu'au Maghreb ! \(futura-sciences.com\)](#)

Le granite de Beauvoir : une histoire de kaolin puis de lithium

Comme promis dans les « news » d'octobre 2022 voici une présentation géologique du granite de Beauvoir, célèbre pour son kaolin (porcelaine de Limoges) et plus récemment pour son probable gisement de lithium.

L'histoire industrielle du gisement de Beauvoir remonte à la deuxième partie du XIXe siècle avec la découverte de kaolin. C'est ensuite dans les années 1960 que le gisement de granite qui contient du lithium est identifié.

L'histoire du gisement de Beauvoir situé dans l'Allier, sur la commune d'Echassières, remonte à l'âge de bronze, avec un certain nombre de fouilles et d'excavations réalisées dès l'époque gallo-romaine.

L'histoire industrielle du site débute quant à elle au XIXe siècle, avec la découverte de la présence de kaolin en 1848 par PA Jouhet, et les premières extractions dès 1852.

Le site de Beauvoir est exploité pour l'extraction de kaolin, roche dont le minéral argileux est utilisé depuis des millénaires. De 1895 à 1984, la Société SKB (Jouhet & Barberon) exploite le site jusqu'à la reprise de l'activité par la Coframines, filiale du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), en 1984. En 1995, l'activité est cédée à la société Denain-Anzain-Minéraux.

En 2005, Imerys achète l'activité des kaolins de Beauvoir, et continue d'y extraire et transformer le kaolin. Le kaolin produit sur le site de Beauvoir est principalement destiné à l'usage de fabrication de vaisselle (65%) et de carrelage (29%). Dans le cadre de cette activité, Imerys produit annuellement 25 000 à 30 000 tonnes de kaolin par an. Avec une trentaine de salariés sur site, les équipes d'Imerys sont durablement implantées et connectées au tissu économique et industriel local.

La connaissance de l'existence de lithium sur le site de Beauvoir remonte aux années 1960, lors de la découverte d'un gisement de granite, contenant du lithium, situé sous la carrière.

Par le passé, la présence de lithium n'avait pas été considérée en raison d'une demande insuffisante. L'évolution des conditions de marché, de la valorisation et de l'intérêt porté au lithium ont conduit Imerys à initier de nouvelles études à partir de 2015.

Ainsi, Imerys a sollicité et obtenu un Permis Exclusif de Recherche de lithium en 2015, renouvelé en 2021, afin de réaliser plusieurs campagnes de sondages, dont l'une se poursuit jusqu'à la fin de l'année 2022. Les résultats de ces campagnes confirment une concentration et une quantité économiquement attractives de lithium.



Site du gisement de lithium de Beauvoir. © Olga Chernoburova

L'exploitation de kaolin de Beauvoir se situe à environ 50 km au Nord de Clermont-Ferrand non loin du village d'Echassières dans le département de l'Allier.

Le gisement se situe près du sillon houiller connu pour ses nombreux gisements de charbon dans le département de l'Allier (Commentry, Saint-Eloy..) et du Puy-de-Dôme (Messeix, Brassac).

Le site d'Echassières est remarquable par sa richesse minéralogique ainsi que par le contexte géologique complexe du gisement. Si la genèse de la kaolinite est connue, l'origine de certaines minéralisations comme la wolframite est moins évidente.

D'après les données de la pétrologie expérimentale, le complexe d'Echassières regroupe deux granites:
- le granite des Colettes,
- le granite de Beauvoir.

Ce gisement se situe dans la série cristallophyllienne inverse de la Sioule, série métamorphique constituée de migmatites, de gneiss, de schistes et surtout de micaschistes au niveau de la carrière de Beauvoir.

Ces derniers forment au maximum une couverture micaschisteuse de 97 m d'épaisseur. À la fin de l'ère primaire, l'intrusion d'un batholite granitique (le granite des Colettes) provoque un métamorphisme de contact à andalousite et cordiérite dans des micaschistes déjà affectés par un métamorphisme régional à deux micas, staurotide et sillimanite. Ce granite a été recoupé par le granite de Beauvoir. Ces intrusions semblent être antéviséennes ! L'âge du granite des Colettes a été estimé à 305 millions d'années +/- 4 millions grâce à la méthode de datation rubidium/strontium appliquée sur des lépidolites. Le granite de Beauvoir est du point de vue métallogénique le plus intéressant puisqu'il présente trois faciès montrant un enrichissement en terres rares.

Le granite des Colettes

C'est un granite porphyroïde à deux micas peu altéré, compact, d'environ 15km², dont la composition minéralogique se distingue par la présence de cordiérite ; sa couleur rosée est due à une importante teneur en fer.

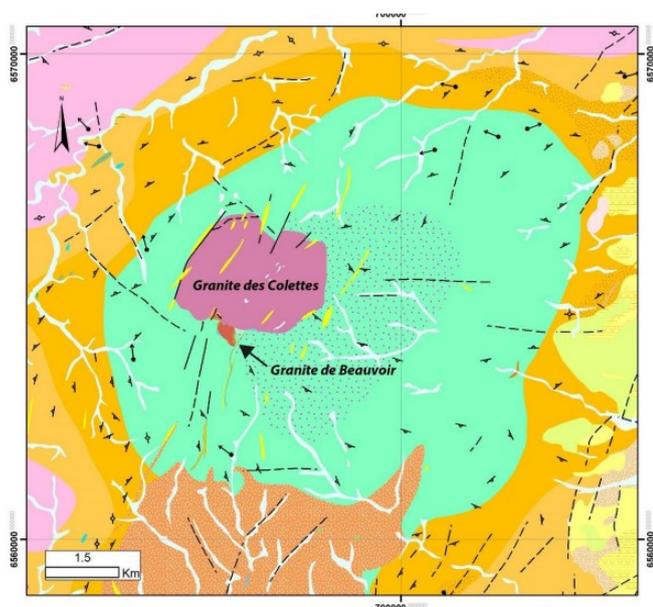
Ce granite est non spécialisé donc peu évolué !

L'étude des inclusions fluides dans les quartz ont permis d'établir une profondeur de mise en place de 5 à 6 km.

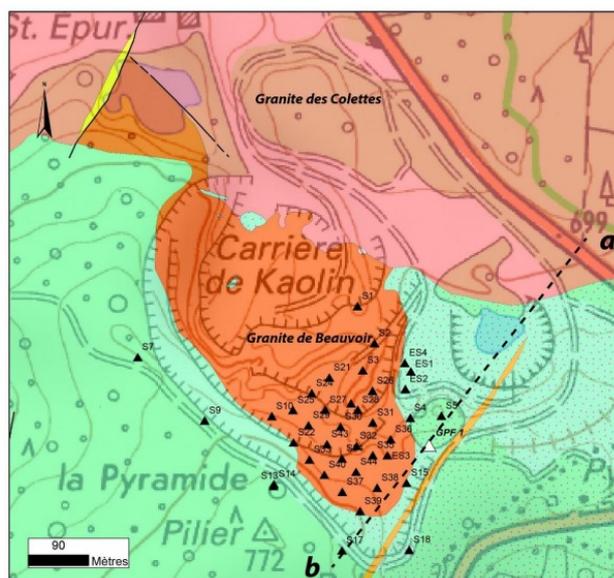
Le granite de Beauvoir

Riche en albite, en **lépidolite** (mica riche en Li) et en topaze, le granite de Beauvoir est un granite hololeuocrate en raison de son absence de biotite.

Son extension est d'environ 15 hectares et sa profondeur de mise en place est estimée à 3 kilomètres.



Carte géologique d'une partie de la série de la Sioule (para-autochtone), d'après la carte géologique de France au 1/50 000. Le granite des Colettes est intrusif dans un antiforme au centre des micaschistes para-autochtones en vert. Le granite de Beauvoir est la petite intrusion au sud du granite des Colettes, mis en place entre ce granite et son encaissant.



Carte géologique du granite de Beauvoir, modifié d'après Aubert (1969) et Négroni (2015) avec indication d'un certain nombre de sondages existants dont le sondage GPF de 900 m indiqué sur la carte par un triangle blanc.

Sa richesse en lithium, niobium et tantale se concrétise par l'apparition de colombo-tantalite et de lépidolite. Cette lame granitique est constituée de 3 unités superposées. Cette évolution est caractéristique de l'obtention d'un granite spécialisé.

Un granite spécialisé est un granite ayant subi une cristallisation fractionnée poussée. C'est à dire que les éléments incompatibles tels que Li, F, Sn se concentrent dans la phase liquide. Cette dernière va cristalliser pour donner un granite évolué enrichi en lépidolite (Li), apatite (F), cassitérite (Sn).

Dans un triangle quartz, albite, orthose, on remarque que lorsque le fluor et le lithium cristallisent dans les topazes et les lépidolites, la composition chimique du granite évolue vers le pôle albite. La cristallisation fractionnée se fait lors d'une baisse de température.

Cette différenciation magmatique a été confirmée lors de la réalisation du sondage de 900m (Echassières 1), partie du programme «Géologie Profonde de la France». Il a mis en évidence que l'enrichissement en éléments lithophiles (F, Li, Be) s'est fait vers le haut de la coupole granitique.

Dans les micaschistes, on note une zonalité chimique matérialisée par un appauvrissement en Lithium et Fluor lorsqu'on s'éloigne du batholite ! Ces micaschistes ont subi par ailleurs un hydrothermalisme polyphasé sous forme de veines et d'imprégnations en As, Li, F, Rb.

À partir des données de surface et de plus de 34 sondages historiques ayant traversé 1 811 m minéralisés cumulés et donnant des informations sur une tranche de profondeur de 60 m, un calcul de ressource intégrant un design de carrière à ciel ouvert a été réalisé en 1982 par le BRGM (Coframines, Cabrol et Robida, 1982) sur une partie de la ressource. Ce calcul a été réalisé entre la surface (747,5 m) et l'altitude 687,5 m. Cela conduit à

un minimum de 3 021 000 t de minerai sec sans découverte de stérile. Sur cette tranche, 3 Mt de minerais sont démontrées avec au seuil de 95 % un intervalle de confiance des teneurs inférieur à 6 %. Ces 3 millions de tonnes de minerai sont à des teneurs élevées de 0,78 % Li₂O, 1439 g/t Sn, 336 g/t Ta₂O₅, soit 23564 t Li₂O (10945 t Li métal). En réalisant le même calcul pour une profondeur de fond de fosse à 615 m au lieu de 680 m le tonnage de minerai sec sans découverte on atteint 4,46 Mt. Si on intègre un faible taux de découverte (1 tonne de minerai pour 0,5 t de stérile) et une exploitation entre 747,5 m (surface) et l'altitude 515 m, le tonnage atteint alors 48 millions de tonnes potentielles (Cabrol et Robida, 1982). Il n'y a pas assez de données pour estimer la teneur moyenne des différents métaux sur cette tranche de 230 m de profondeur, mais il faut noter qu'avec une teneur moyenne prise arbitrairement à 0,5 % Li₂O, ce potentiel théorique serait alors de 240 000 t Li₂O.

Pour en savoir plus : infoterre.brgm.fr/rapports/RP-68321-FR.pdf

Source : [l'histoire des kaolins de Beauvoir | Beauvoir-lithium \(imerys.com\)](http://l'histoire-des-kaolins-de-Beauvoir-Beauvoir-lithium-imerys.com)

[Li-Beauvoir : un programme de recherche multidisciplinaire sur la future mine française de lithium | INSU \(cnrs.fr\)](http://Li-Beauvoir-un-programme-de-recherche-multidisciplinaire-sur-la-future-mine-française-de-lithium-INSU-cnrs.fr)

Des arthropodes géants dominaient les mers il y a 470 millions d'années

Récemment, la liste des 100 sites géologiques les plus importants au monde a été dévoilée. Si l'on retrouve parmi eux la dalle aux ammonites de Digne-les-Bains, ce célèbre site français n'est de loin pas le seul dans cette liste à présenter un intérêt paléontologique majeur. La formation de Fezouata, au Maroc, est en effet un lieu d'importance scientifique considérable. Il est notamment bien connu des chasseurs de fossiles, qui y ont fait de nombreuses découvertes particulièrement significatives.

Principalement composé de dépôts argileux datant de l'Ordovicien inférieur (environ 470 millions d'années), la formation de Fezouata est donc le lieu idéal pour étudier le développement de la vie marine entre deux étapes cruciales pour la biodiversité que sont la grande explosion du Cambrien et la grande biodiversification ordovicienne.



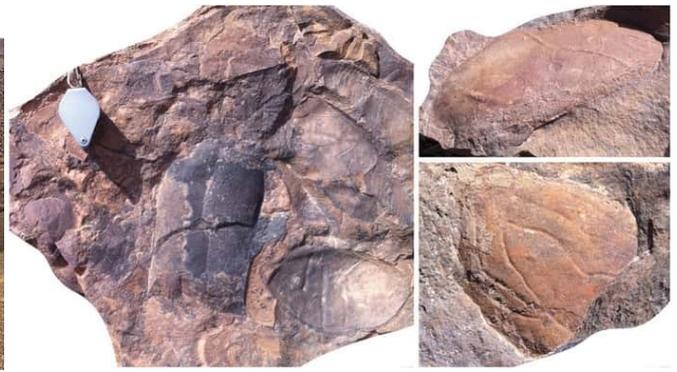
Fossiles de la formation de Fezouata. De gauche à droite, un arthropode (Marrellomorpha), un ver et un trilobite. © Emmanuel Martin

Récemment, une équipe internationale de chercheurs s'est intéressée à un site secondaire, Taichoute, situé à 80 kilomètres du site principal de Fezouata. Et il semble lui aussi être un endroit très prometteur. Ses roches sédimentaires renferment en effet un nombre incroyable d'arthropodes fossilisés (crevettes, insectes, araignées...) avec la particularité qu'il s'agit souvent d'individus à la taille démesurée en comparaison de ceux que nous connaissons actuellement. Certains mesurent ainsi plus de deux mètres de long.

Le site de Taichoute se différencie du site de Fezouata en plusieurs points. Premièrement, il est de quelques millions d'années plus jeune, ce qui permet d'observer l'évolution de la faune marine au cours du temps. Deuxièmement, il est largement dominé par des fragments d'arthropodes géants, dits nectoniques, c'est-à-dire capables de nager en eau libre et de se déplacer dans les courants, alors que ces organismes sont largement minoritaires dans l'enregistrement fossile du Fezouata. ..



Taichoute, à proximité du célèbre site de Fezouata, est riche en fossiles d'arthropodes géants. © Bertrand Lefebvre



Fragments de carcasses d'arthropodes géants retrouvés sur le site de Taichoute, au Maroc. © Bertrand Lefebvre

Pour en savoir plus : [New fossil assemblages from the Early Ordovician Fezouata Biota | Scientific Reports \(nature.com\)](#)

Source : [Des arthropodes géants dominaient les mers il y a 470 millions d'années \(futura-sciences.com\)](#)

Les 100 géosites inscrits au patrimoine géologique de la Terre

Une grande conférence organisée par l'IUGS (*International Union of Geological Sciences*) et l'Unesco, dont le but était d'élire 100 premiers sites au patrimoine géologique de la Terre. L'idée n'est pas nouvelle et date des années 1990. Il s'agissait alors de développer une liste de sites géologiques présentant un intérêt scientifique particulier d'un point de vue international. L'objectif de ce programme est d'aider à la préservation de ces sites géologiques d'exception, de favoriser le géotourisme mais également les activités éducatives en lien avec notre patrimoine géologique.

Le programme vise également à promouvoir la géodiversité terrestre, et à montrer que des processus géologiques complexes lient cependant chaque parcelle de la surface de notre Planète. **Cette diversité des sites géologiques intègre d'ailleurs l'idée de biodiversité car géosphère et biosphère sont intimement liées et s'organisent en des systèmes d'interactions complexes.**

Pour être élu au patrimoine géologique de la Terre, les sites candidats doivent représenter des endroits clés comprenant des éléments géologiques ou être en lien avec des processus d'importance scientifique majeure et internationale. Ils doivent communément être utilisés comme des sites de référence par la communauté scientifique ou avoir contribué de manière substantielle au développement des sciences géologiques et à notre compréhension de l'histoire de la Terre.

Sur un total de 181 candidats, 100 premiers sites ont ainsi été élus. Ils sont distribués à travers le monde dans 56 pays différents. Dans le futur, d'autres sites viendront certainement implémenter cette liste. La carte et la liste présentant les 100 géosites sont consultables sur le site de l'IUGS ([DESIGNATIONS SITES - IUGS \(iugs-geoheritage.org\)](#)). Parmi eux, de très nombreux sites en Europe, dont deux sites en France métropolitaine et un site en Guadeloupe.

En France métropolitaine, ce sont la dalle aux ammonites de Digne-les-Bains et les volcans du Puy-de-Dôme et du Petit-Puy-de-Dôme qui sont élus au patrimoine géologique de la Terre.

En Guadeloupe, dans les Petites Antilles françaises, c'est l'île de la Désirade qui obtient sa place parmi les 100 sites inscrits au patrimoine géologique de la Terre. Plus précisément, il s'agit de la séquence ophiolitique datant du Jurassique supérieur. Ces roches sont en effet les plus vieux témoins permettant de reconstruire l'évolution géodynamique de la plaque caraïbe...

Source : [Quels sont les 100 sites reconnus au patrimoine géologique de la Terre ? \(futura-sciences.com\)](#)

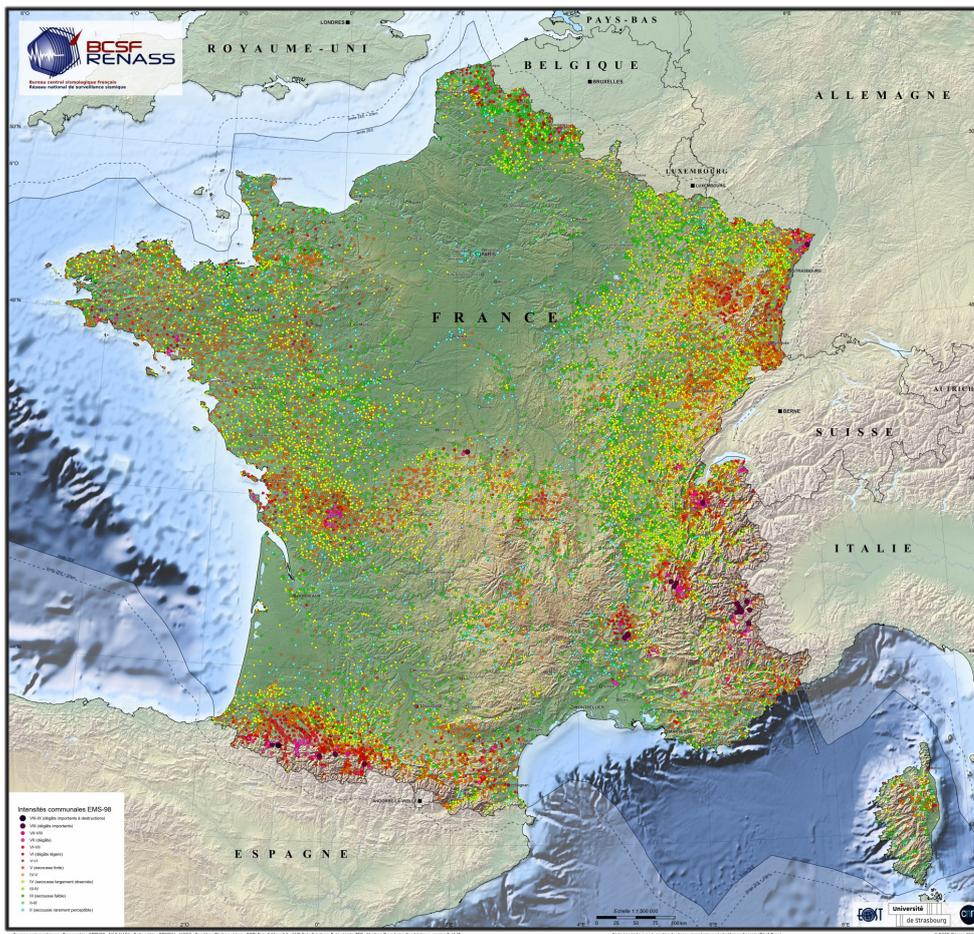
Carte de France des intensités communales maximales 1921-2021

Le BCSF-Rénass a publié en novembre 2022 la cartographie des intensités communales maximales de la France hexagonale, 1921 - 2021. Les valeurs indiquées sont extraites de la base de données macrosismiques du BCSF-Rénass qui contient 125 795 points d'intensités.

Différentes échelles, toutes graduées de I à XII, ont été utilisées sur la période concernée (MCS - EMI - MSK-64 - EMS-98). Compte tenu des fortes similitudes entre elles (notamment pour les intensités <VI, Molin, 1995), les différences restent généralement inférieures à l'incertitude liée à l'estimation elle-même (Musson et al., 2009). Pour cette cartographie, une équivalence directe entre les différentes échelles et l'EMS-98 a été utilisée. Une légère surestimation des intensités supérieures à V peut exister jusqu'à l'utilisation de l'échelle MSK-64 (1973). Certaines des intensités indiquées en zones frontalières ou littorales peuvent être produites par des séismes localisés hors de l'hexagone.

La version numérique est téléchargeable [ici](#) (133Mo).

Intensités communales maximales de la France hexagonale 1921-2021



Source : [Le Bureau Central Sismologique Français \(BCSF\) - Intensités macrosismiques \(france.iseis.org\)](http://france.iseis.org)

Bonne année 2023

