

Quelques news de géologie - Novembre 2022

Séisme en Turquie

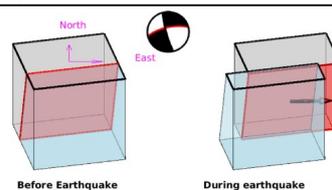
Le séisme de magnitude 6,1 du 23 novembre 2022 près de la ville de Düzce, en Turquie s'est produit à la faveur d'une faille décrochante, à faible profondeur (12 km).

Les solutions du mécanisme focal, voir ci-contre, pour l'événement indiquent que la rupture s'est produite soit sur une faille décrochante dextre, modérément inclinée et orientée OSO-ENE, soit sur une faille décrochante senestre fortement inclinée et orientée NNO-SSE. L'emplacement, la profondeur et le mécanisme focal du séisme sont cohérents avec la faille nord-anatolienne décrochante dextre orientée est-ouest.



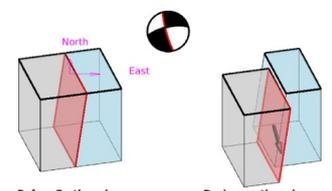
TURKEY, 2022/11/23-01h08m14s
Earthquake mechanism on the two possible fault planes

FAULT PLANE 1



Right-lateral movement on a 72° NNW dipping fault.
Fault azimuth is orientated WSW-ESE (strike = 257°).

FAULT PLANE 2



Left lateral movement with a normal component on a 82° WSW dipping fault.
Fault azimuth is orientated SSE-NNW (strike = 165°).

La faille nord-anatolienne accueille une grande partie du mouvement horizontal latéral droit (23-24 mm / an) entre la microplaque anatolienne et la plaque eurasiennne (au Nord)

alors que la microplaque anatolienne est poussée vers l'ouest pour permettre la fermeture du bassin méditerranéen causée par la collision des plaques africaine et arabe dans le sud-est de la Turquie. À l'emplacement de ce tremblement de terre, la plaque arabe se déplace vers le nord-nord-ouest à une vitesse d'environ 17 mm/an par rapport à la plaque eurasiennne.

La faille nord-anatolienne connaît un niveau élevé d'activité sismique. Au cours des 50 dernières années, il y a eu treize autres tremblements de terre de magnitude 5,5 et plus dans les 250 km suivant l'événement du 23 novembre 2022. Le plus important a été un séisme de magnitude 7,6 le 17 août 1999, situé à environ 95 km à l'est. Trois tremblements de terre de magnitude 7 ou plus se sont produits dans un rayon de 25 km de ce séisme, le plus récent étant un séisme de magnitude 7,2 le 12 novembre 1999

Source : [Latest Earthquakes \(usgs.gov\)](https://www.usgs.gov)

[Geoscope - Earthquake description \(ipgp.fr\)](https://www.ipgp.fr)

Le plus grand spécimen de tortue marine découvert en Europe

Imaginez une tortue marine de la taille d'une voiture, nageant tranquillement dans les eaux de ce bras de mer séparant le continent ibérique de l'Eurasie, il y a environ 80 millions d'années. Voilà le tableau que viennent de reproduire les paléontologues à la suite de la découverte dans les Pyrénées espagnoles des restes fossiles d'une tortue aux dimensions totalement hors norme.

Jusqu'à présent, le plus grand spécimen fossilisé de tortue marine avait été découvert en Amérique du Nord : 4,6 mètres de long pour environ 3,2 tonnes, ce monstre faisant partie du genre *Archelon* aurait vécu à la fin du Crétacé. Jusqu'à présent, aucun spécimen découvert en Europe n'était capable de rivaliser avec lui.

Mais les restes découverts sur la localité de Cal Torrades, dans le sud-est des Pyrénées espagnoles, pourraient bien laisser penser que, dans cette partie du globe aussi, des tortues géantes arpentaient les eaux chaudes de cette mer bordant la partie nord du bloc ibérique avant la formation de la chaîne de montagnes.

Il s'agirait cependant d'une nouvelle espèce, jusqu'à présent inconnue. Dénommée *Leviathanochelys aenigmatica*, cette tortue aurait mesurée près de 4 mètres de long. Elle aurait vécu au Campanien, à la fin du Crétacé, soit entre 83,6 et 72,1 millions d'années. Le fossile, mis au jour entre 2016 et 2021, n'est cependant pas complet. Il consiste en un fragment de pelvis et d'une partie de carapace. C'est en se basant sur la taille des os du pelvis que les scientifiques ont pu estimer l'envergure originelle du spécimen. Les résultats ont été publiés dans la revue [Scientific Reports](#).

Source : [Découverte d'une tortue géante fossilisée qui avait la taille d'une voiture \(futura-sciences.com\)](#)

L'âge d'empreintes d'hominidés découvertes dans le sud de l'Espagne en 2020 vient d'être réévalué. L'étude montre qu'elles dateraient d'environ 300 000 ans et qu'elles appartiendraient à des hommes pré-Néandertaliens.

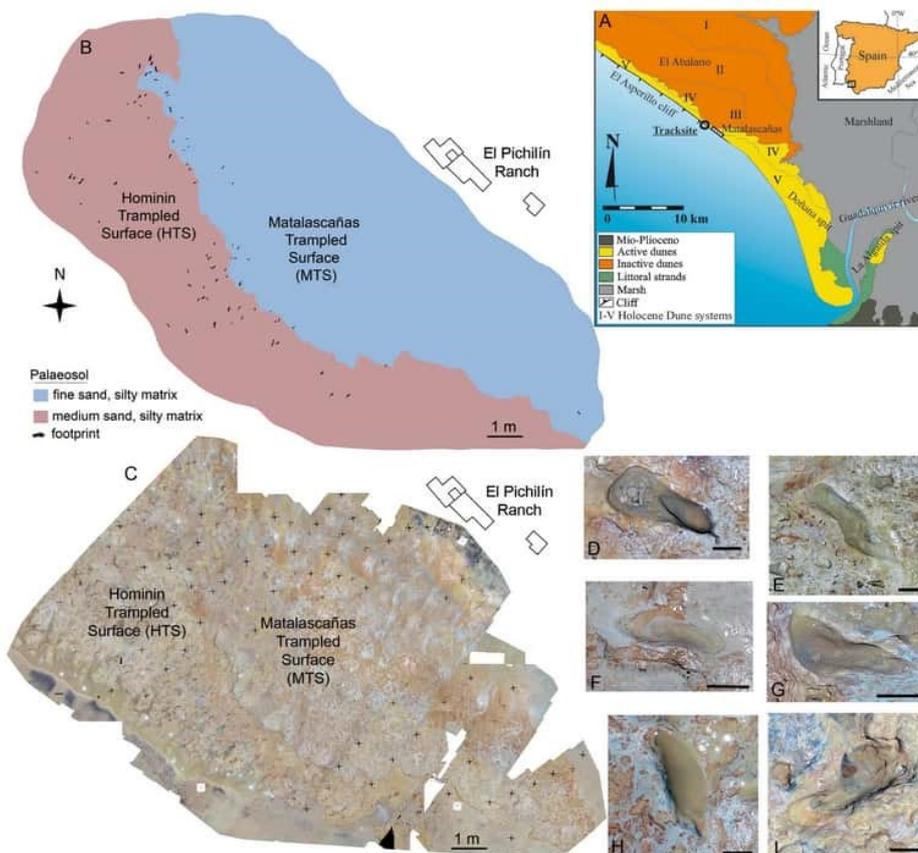
En juin 2020, des empreintes de pas attribuées à des hominidés avaient été découvertes dans le sud de l'Espagne, en bordure de la plage d'El Asperillo, produisant une petite révolution dans le monde scientifique. La datation des unités géologiques recouvrant directement le paléosol dans lequel sont imprimées ces traces de pieds avait en effet révélé qu'elles étaient âgées d'environ 106 000 ans. Ce contexte chronologique avait alors permis d'attribuer les empreintes à des hommes de Néandertal, ouvrant une intéressante discussion sur l'évolution de cette communauté et sur son rôle écologique dans cette région à un moment où le climat était particulièrement favorable.

Pourtant, de nouveaux éléments sont venus bouleverser ce schéma. En se basant sur une autre méthode de datation, une équipe de scientifiques vient en effet de révéler que les empreintes pourraient être en réalité beaucoup plus anciennes. Et cela change tout !

Des traces de pas âgées de presque 300 000 ans !

Si la précédente étude s'était attelée à dater les sédiments recouvrant les traces, produisant ainsi une limite supérieure pour l'âge des empreintes, les chercheurs se sont cette fois-ci intéressés à la datation du paléosol lui-même. Ils ont pour cela utilisé une technique de datation par luminescence. Elle permet de déterminer l'âge absolu de sédiments ayant été exposés à la lumière du soleil. En effet, certains minéraux, une fois ensevelis, sont capables de stocker au sein de leur réseau cristallin une charge instable d'électrons liée à leur précédente exposition aux radiations ionisantes du soleil. En stimulant ces minéraux (quartz et feldspaths) grâce à de la lumière et en analysant leur signal luminescent, il est possible d'estimer depuis combien de temps le niveau de paléosol a été enfoui.

Les résultats obtenus dans le cadre de cette nouvelle datation des échantillons d'El Asperillo sont pour le moins étonnants. Publiés dans la revue [Scientific Reports](#), ils révèlent que les empreintes



Localisation du site dans le sud de l'Espagne et exemple de traces encore visibles.

© Mayoral et al. 2022, *Scientific Reports*

dateraient de 295 800 ans, soit presque 190 000 ans de plus que ce qui était jusqu'à présent supposé. Ce nouveau résultat fait ainsi de ce site un lieu unique en Europe, puisqu'il existe extrêmement peu de traces de pas d'hominidés datant de cette période. Le site d'El Asperillo est de plus particulièrement important : il recèle aujourd'hui plus de 300 empreintes, dont 10 % sont en excellent état de préservation.

Mais s'agit-il d'hommes de Néandertal ? Avec cette nouvelle datation, le doute s'installe. Pour les scientifiques, l'analyse de la morphologie du pied suggère que les hominidés s'étant promenés sur cette plage du Pléistocène moyen étaient plus probablement des ancêtres de la lignée néandertalienne. L'environnement climatique associé à cette présence est également bien différent de ce qui était jusqu'à présent suggéré. La période du Pléistocène moyen représente en effet un moment charnière du point de vue climatique. Elle marque la transition entre une période chaude (360 000 à 300 000 ans) et un épisode de glaciation (300 000 à 240 000 ans). Les empreintes d'El Asperillo sont les seules connues à ce jour datant de cette transition climatique majeure en Europe.

Cette nouvelle chronologie implique donc une modification du scénario jusqu'à présent en vigueur sur la présence de communautés humaines dans le golfe de Cadix, qui était alors soumis à un climat plus tempéré et plus humide que le reste de l'Europe où la chute de température se faisait déjà ressentir. La végétation était alors très dense dans cette région et le niveau de la mer environ 60 mètres en dessous de l'actuel. Les hominidés auraient ainsi marché dans les sédiments vaseux d'une vaste zone inondable bordant la côte.

Source : [Des pré-Néandertaliens étaient présents en Europe 200 000 ans plus tôt qu'on ne le pensait ! \(futura-sciences.com\)](http://Des-pré-Néandertaliens-étaient-présents-en-Europe-200-000-ans-plus-tôt-qu'on-ne-le-pensait-!-futura-sciences.com)

Les migrations de l'Homo erectus javanais il y a 1,8 millions d'années environ

La migration des Homo erectus en Asie du Sud-Est au Pléistocène précoce est un élément essentiel à notre compréhension de l'évolution du genre Homo. Or, la restitution d'une histoire plausible bute à la fois sur une chronologie controversée et sur la connaissance trop parcellaire de leur environnement en rapide évolution. Il s'agit donc de déterminer la période de dispersion des H. erectus en Asie du Sud-Est, de reconstruire leur environnement à cette période, et de déterminer leurs trajectoires migratoires. Une équipe de scientifiques, dont certains CNRS-INSU (voir encadré) a mené un travail selon une méthode inédite de reconstruction globale qui permet de retracer la chronologie du peuplement de l'Asie du Sud-Est.

L'étude comporte trois volets : (1) Tout d'abord, en utilisant la méthode de datation par nucléides cosmogéniques (^{10}Be et ^{26}Al) pour la première fois pour l'Homme de Java, l'équipe a constaté que les H. erectus se sont déployés à Sangiran (Java) vers 1,8 Ma. Cet âge étonnamment ancien, proche de celui des plus anciens H. erectus chinois ou géorgiens, impose de réviser les modalités de circulations en Asie continentale. (2) Ensuite, en adossant des méthodes numériques de reconstruction des paysages à un faisceau d'observations géomorphologiques, le contexte physiographique régional a été établi. Celui-ci était fondamentalement différent de l'Actuel, puisqu'il proposait des conditions continentales hospitalières sur l'ensemble de la Sonde (la plateforme continentale semi-inondée couvrant l'ouest de l'Asie du Sud-Est) tandis que l'île de Java émergeait tout juste de l'Océan et se connectait à la Sonde. (3) Enfin, en appliquant des simulations numériques de déplacements écologiques aux hominidés, l'équipe a pu établir de façon inédite les chemins de migrations et lieux d'accumulation les plus probables des H. erectus au travers de ces paysages reconstruits.

Il ressort que la dispersion des H. erectus au travers de la Sonde s'est établie sur des dizaines ou centaines de milliers d'années, un temps suffisamment long pour que les changements dans leur environnement physique - climatique ou physiographique - aient influé sur les processus migratoires et comportementaux des H. erectus. Cette nouvelle approche offre un nouveau cadre pour évaluer l'évolution des hominidés.

Pour en savoir plus : [Javanese Homo erectus on the move in SE Asia circa 1.8 Ma.](http://Javanese-Homo-erectus-on-the-move-in-SE-Asia-circa-1.8-Ma)

Source : [Les migrations de l'Homo erectus javanais il y a 1,8 millions d'années environ | INSU \(cnrs.fr\)](http://Les-migrations-de-l-Homo-erectus-javanais-il-y-a-1,8-millions-d-années-environ-|-INSU-(cnrs.fr))

Tunnel de base du Mont Cenis. Présentation de la coupe géologique de référence (côté France).

Le projet de tunnel de base transalpin (« Tunnel du Mont Cenis ») de grande longueur (57,5 km) de la nouvelle ligne Lyon-Turin a été l'occasion de réaliser un volume important d'études de reconnaissance, notamment des

sondages profonds, tout le long du linéaire et sur de longues années. Ces reconnaissances ont permis de proposer une coupe géologique de l'ensemble du transect alpin concerné le long du projet du tunnel de base. Cet article vise à présenter et décrire la partie française de cette coupe géologique essentiellement d'un point de vue géométrique. Le projet de tunnel traverse essentiellement la partie interne des Alpes occidentales selon une orientation générale à peu près Est-Ouest. Côté français, le tunnel commence près de Saint-Jean-de-Maurienne dans la Zone ultradauphinoise et traverse ensuite le Front pennique, la Zone subbriançonnaise, le Front houiller, la Zone houillère briançonnaise, la Zone briançonnaise interne (Vanoise – Ambin) et la Nappe des gypses ...

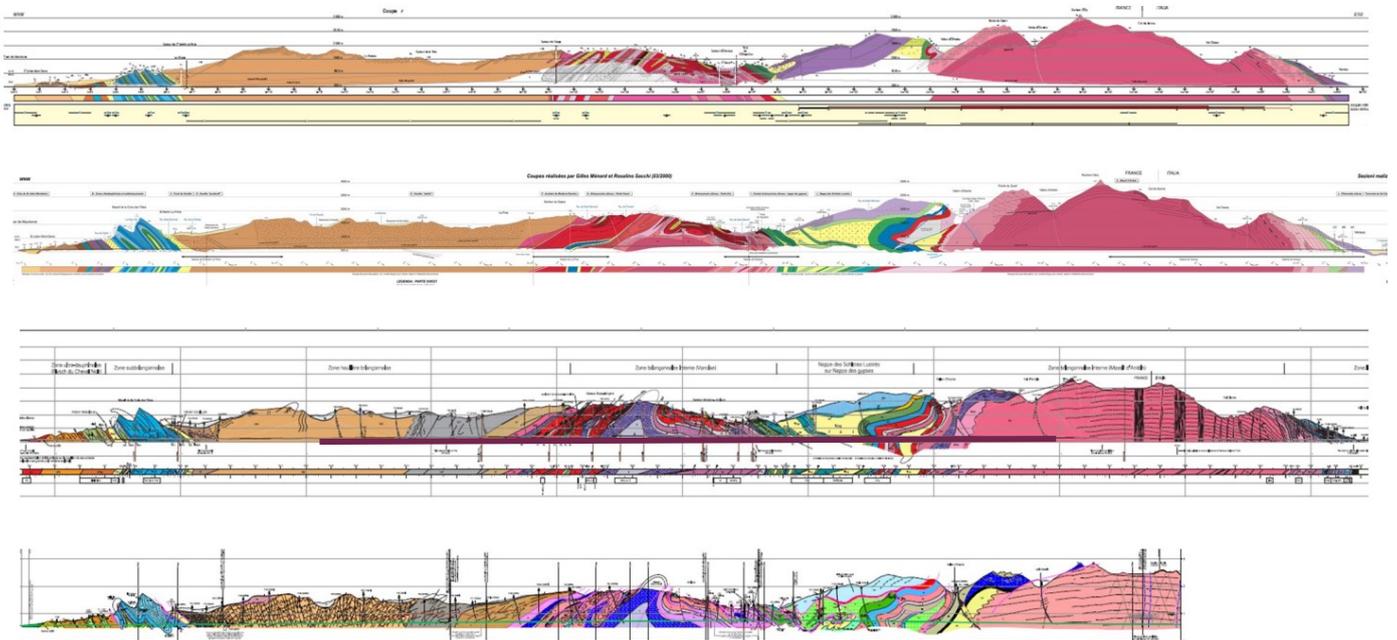


Figure 3 : Évolution de 1996 à 2014-2017 du profil géologique prévisionnel le long du projet du tunnel de base. Les profils successifs sont dessinés suivant un tracé similaire (Ouest à gauche). La partie italienne n'est pas représentée sur le profil le plus récent. Le profil complet s'étend actuellement sur 57,5 km (54 km avant 2014). Des images haute résolution de ces coupes peuvent être obtenues par demande auprès de la co-auteur C. Marty.

Source : gf3-1-2020.pdf (brgm.fr)

Comment les scientifiques savent quel est l'âge de la Terre ?

Le saviez-vous ? En Occident, on a considéré pendant longtemps que la Terre avait été créée en -4004 (et plus précisément, le 23 octobre !). Il a fallu attendre le XIX^e siècle pour qu'on avise que plusieurs éléments collaient définitivement assez mal dans le tableau.

Au 19^e siècle, Darwin et d'autres scientifiques commencent à remettre en cause l'âge biblique de la Terre (environ 6000 ans) car celui-ci est beaucoup trop court pour expliquer des phénomènes tels que l'évolution des espèces.

En reprenant les travaux de Charles Buffon sur le lien entre le refroidissement des boulets de canon et leur diamètre, et ceux de Joseph Fourier sur la loi du transport de la chaleur, William Thompson, plus connu sous le nom de Lord Kelvin, va émettre l'hypothèse suivante : au commencement la Terre était une boule en fusion qui se refroidit au cours du temps par conduction de la chaleur. Il démontre alors théoriquement que le gradient géothermique, c'est-à-dire la vitesse avec laquelle augmente la température avec la profondeur, est une mesure de la durée de ce refroidissement.

Grâce aux mines qui pullulent en ces temps de révolution industrielle, ce gradient peut être mesuré sur le terrain : 30°C par km, soit un âge de la planète d'environ 20 millions d'années.

La controverse fait rage entre les « Darwiniens », naturalistes, qui prédisent un âge beaucoup plus grand pour la planète, et les « Kelviniens », physiciens, qui se reposent sur un calcul, donc « forcément juste ».

Pour trancher cette controverse, Georges Darwin, fils de Charles, s'intéresse à la distance Terre - Lune qui augmente chaque année de 4 cm environ. En supposant que la Lune a été formée à partir de matières de la Terre expulsées lors d'un impact avec un météorite géant et que, depuis, elle s'éloigne, il parvient à un âge de 60 millions d'années.

De son côté John Joly suppose que l'eau des océans était initialement douce et que le sel s'y est accumulé avec l'érosion, l'apport des cours d'eau et l'évaporation. En mesurant la salinité des rivières et le volume des océans, il calcule qu'il leur aurait fallu entre 80 et 100 millions d'années pour atteindre leur salinité actuelle.

Le 28 décembre 1895, Wilhelm Röntgen découvre un nouveau type de rayonnement, inconnu jusqu'alors, qu'il appelle rayons X. Leur origine est encore mystérieuse.

À Paris Henri Becquerel travaille sur la fluorescence des sels d'uranium et cherche à déterminer si ce phénomène est de même nature que les rayons X. En observant une plaque photographique mise en contact avec l'uranium, il s'aperçoit qu'elle est impressionnée même lorsque le matériau n'a pas été soumis à la lumière du soleil. L'uranium émet donc son propre rayonnement.

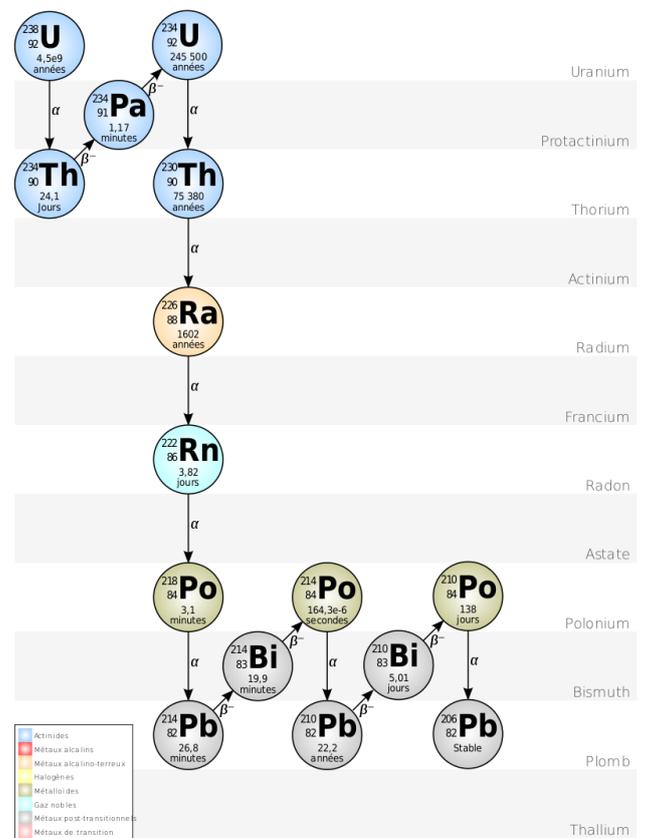
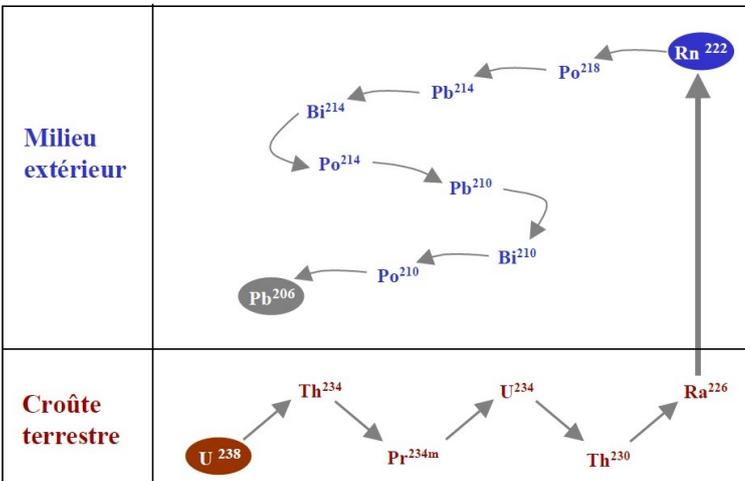
Suite à la découverte de Becquerel, Marie Curie décide de travailler sur ces « rayons uraniques ». Elle s'aperçoit que d'autres éléments présents dans des minéraux émettent également des rayons. Elle comprend que ces rayonnements sont une propriété générale de la matière, et leur donne le nom de radioactivité.

En 1913 le géologue Arthur Holmes propose que l'on puisse utiliser les rapports de quantité entre élément radioactif père et un élément radioactif fils comme sablier pour chronométrer le temps passé. C'est le principe de la géochronologie grâce auquel il estime l'âge des plus vieilles roches connues sur Terre à 1,6 milliards d'années. En 1944 Holmes soutient aussi que les quantités d'uranium et de thorium présentes dans les entrailles de la Terre sont suffisantes pour que la chaleur s'y dissipe, non pas par conduction thermique comme l'avait supposé Kelvin, mais par un lent mouvement de convection. Holmes est à l'époque un des rares défenseurs de la théorie de la dérive des continents d'Alfred Wegener, parce qu'il a compris que c'est la radioactivité (et la chaleur inhérente à celle-ci) qui met la planète en mouvement.

En 1945 le chimiste Clair Patterson se met en tête de dater la Terre grâce à la technique dite Uranium - Plomb qui est un des éléments fils de l'Uranium. La tâche s'avère plus compliquée qu'il n'y paraît, essentiellement à cause des additifs de plomb présents dans l'essence des moteurs, qui polluent l'atmosphère et donc son laboratoire et ... ses mesures ! Il installe dans son laboratoire un circuit de ventilation indépendant et invente le concept de « salle blanche », devenu aujourd'hui la norme de tous les laboratoires d'électronique et de nano-technologies. En 1956 Clair Patterson réussit enfin à dater une météorite primitive, dite chondritique, qu'on suppose être contemporaine de la formation du système solaire et donc de la Terre, qu'il estime à 4,55 milliards d'années !

Méthode Uranium - Plomb

Les deux isotopes de l'uranium, U²³⁵ (période radioactive de 700 millions d'années) et U²³⁸ (période radioactive de 4,5 milliards d'années), se désintègrent respectivement en Pb²⁰⁷ et Pb²⁰⁶, tous les deux stables.



Avec les périodes radioactives de chacun des éléments

Source : [Comment les scientifiques savent quel est l'âge de la Terre ? | INSU \(cnrs.fr\)](http://www.insu.cnrs.fr)



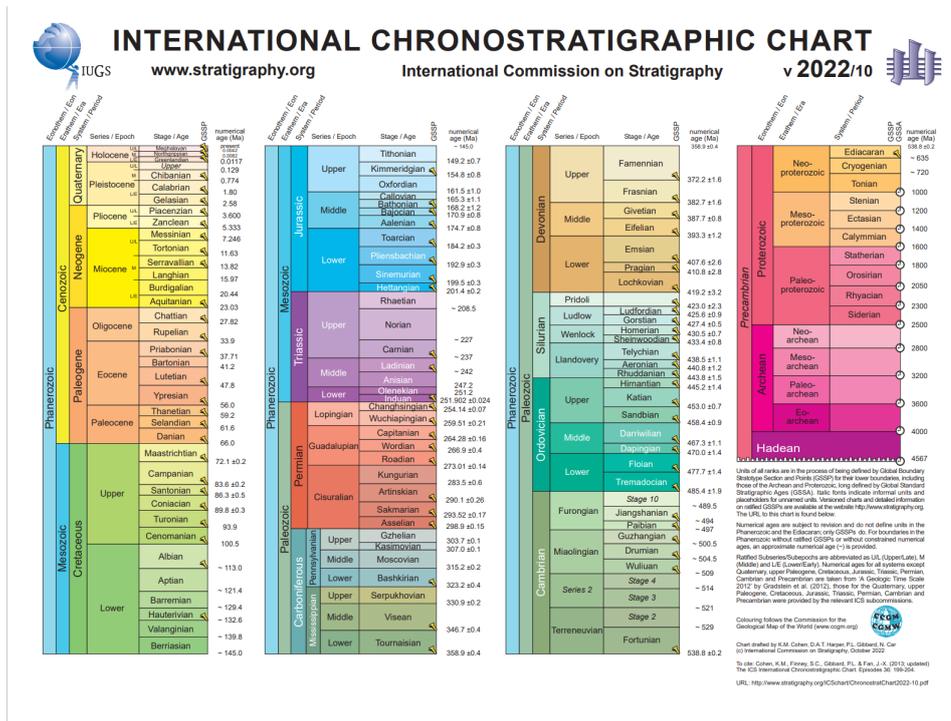
Coulées de lave depuis les fissures NE (photo USGS du 28.11.2022)

Source : [Mauna Loa Eruption Webpage | U.S. Geological Survey \(usgs.gov\)](https://www.usgs.gov/monitoring-reports/hazard-alerts/2022/11/28/mauna-loa-erupts)

[Le plus grand volcan du monde est entré en éruption pour la première fois depuis 40 ans \(futura-sciences.com\)](https://www.futura-sciences.com/fr/actualites/le-plus-grand-volcan-du-monde-est-entre-en-eruption-pour-la-premiere-fois-depuis-40-ans_118111.html)

Mise à jour de la charte chronostratigraphique

Une mise à jour de la charte chronostratigraphique est disponible, quelques évolutions sur les âges absolus pour le Jurassique ainsi que sur quelques « clous d'or » (ou stratotypes pour les anciens).



Source : [International Commission on Stratigraphy](https://www.stratigraphy.org/)

Un intrigant dinosaure nain avec une tête plate découvert en Transylvanie

Ce n'est pas le squelette de Dracula mais bien une nouvelle espèce de dinosaure que les paléontologues ont découvert dans la région roumaine de Transylvanie. Un dinosaure à la morphologie pour le moins intrigante. Car *Transylvanosaurus platycephalus*, comme son nom l'indique, avait une tête exceptionnellement plate et large. Ce petit dinosaure herbivore ayant vécu il y a 70 millions d'années n'aurait mesuré que deux mètres de long. Une taille de nain face aux géants ayant peuplé le monde à cette même époque...



Jusqu'à présent considérés comme une famille de dinosaures nains peu diversifiée, les *Rhabdodontidae* sont pourtant l'une des spécificités de la Transylvanie. La région où a été découvert *Transylvanosaurus* est d'ailleurs dénommée « l'île des dinosaures nains ». En effet, à cette époque, il faut imaginer l'Europe comme une vaste région immergée avec un climat tropical, parsemée d'une multitude de petites îles...

Les os fossilisés du crâne de *Transylvanosaurus* (Université de Zurich)

Pour en savoir plus : [Full article: A new ornithopod dinosaur, *Transylvanosaurus platycephalus* gen. et sp. nov. \(Dinosauria: Ornithischia\), from the Upper Cretaceous of the Hateg Basin, Romania \(tandfonline.com\)](#)

Source : [Un intrigant dinosaure nain avec une tête plate découvert en Transylvanie \(futura-sciences.com\)](#)

Ce fossile de 525 millions d'années serait la clé pour comprendre l'évolution du cerveau

Cardiodictyon catenulum, voici le nom de cette sorte de petit ver ayant vécu il y a 525 millions d'années et qui pourrait bien forcer les manuels de science à revoir leurs leçons concernant l'évolution du cerveau. Retrouvé en Chine en 1984, le fossile, qui ne mesure que 1,5 centimètre de long, a d'ailleurs longtemps gardé pour lui son secret. C'est une nouvelle série d'analyses qui a permis à des scientifiques de découvrir qu'il possédait, contre toute attente, un système nerveux, mais également un cerveau !



Fossile de *Cardiodictyon* (Université de Arizona)

Cardiodictyon fait en effet partie des lobopodiens, un groupe éteint qui était cependant très bien représenté durant le Cambrien. Ces créatures semblent être les ancêtres d'une partie des arthropodes actuels, comme les crustacés, les insectes ou les araignées. Contrairement à leurs descendants, qui se caractérisent par un corps, une tête et un cerveau segmentés et par la présence de plusieurs paires de pattes jointes, les lobopodiens possédaient des paires de pattes disjointes sur un corps segmenté, mais la tête et en particulier le cerveau ne le sont pas. Cette différence majeure avec les arthropodes actuels pourrait permettre de résoudre un débat ancien concernant l'origine et la composition de la tête chez ces êtres vivants. Les récentes observations sur le fossile de *Cardiodictyon* montrent cependant que chez les ancêtres des arthropodes, la tête n'était pas segmentée, ni le cerveau, ce qui suggère que ce dernier aurait évolué de façon indépendante du système nerveux occupant le reste du tronc...

Pour en savoir plus : [The lower Cambrian lobopodian *Cardiodictyon* resolves the origin of euarthropod brains | Science](#)

Source : [Ce fossile de 525 millions d'années serait la clé pour comprendre l'évolution du cerveau \(futura-sciences.com\)](#)