

GÉOSCIENCES

QUAND LES CYCLES GLACIAIRES SE SONT ALLONGÉS

Il y a 1 million d'années, la périodicité des épisodes glaciaires est passée de 41 000 ans à 100 000 ans. Ce changement serait lié à l'altération des courants marins.

Depuis plusieurs millions d'années, le climat terrestre est caractérisé par une alternance de périodes glaciaires (pendant lesquelles une partie importante des continents est englacée) et de périodes interglaciaires où la température est plus élevée. Il y a environ 1 million d'années, la période des cycles glaciaire-interglaciaire est passée de 41 000 ans à 100 000 ans. Maayan Yehudai, de l'université Columbia, à New York, et ses collègues apportent des indices qui renforcent et précisent un des scénarios proposés pour expliquer cette transition.

Selon «l'hypothèse régolithe», d'importants épisodes d'érosion continentale entre 1,4 et 1 million d'années auraient dégradé la couche de roches sédimentaires meubles (les régolithes) autour de l'Atlantique nord, exposant à la surface le socle cristallin composé de roches magmatiques et métamorphiques. Sur ce sol plus rugueux, durant les périodes glaciaires qui ont suivi, des calottes plus épaisses et plus étendues se seraient formées. Maayan Yehudai et ses collègues ont voulu tester la validité de l'hypothèse régolithe en retraçant l'évolution, dans l'océan Atlantique, de la circulation thermohaline. Cet ensemble de grands courants océaniques superficiels et profonds répartissent la chaleur à la surface du globe et jouent donc un rôle important dans le climat terrestre.

Pour ce faire, les chercheurs ont étudié les isotopes du néodyme (Nd) dans des sédiments océaniques datant de 1,25 million d'années à 600 000 ans, c'est-à-dire avant, pendant et après la période de transition, à plusieurs latitudes le long de l'océan Atlantique. Le rapport isotopique $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ constitue une signature spécifique des roches continentales qui reflète à la fois leur âge et leur composition chimique. En analysant la composition isotopique des sédiments, il est ainsi possible de remonter aux roches qui les ont produits sous l'effet de l'érosion et donc d'en déduire les courants marins qui les ont transportés et leur intensité. Et en effectuant cette analyse sur des carottes sédimentaires, les chercheurs déduisent les modifications des grands courants océaniques au cours du temps.



Il y a 1 million d'années, les calottes glaciaires glissaient probablement moins sur la croûte continentale et auraient accumulé plus de glace. La fonte de ces calottes épaisses aurait perturbé les courants marins et conduit à un allongement des cycles glaciaires. Ici, vue du glacier islandais Breiðamerkurjökull, qui apporte de l'eau douce dans l'océan Atlantique.

D'après les données des chercheurs, dans la couche sédimentaire entre 980 000 et 950 000 ans (en pleine période glaciaire), la valeur du rapport isotopique est si faible qu'elle ne peut s'expliquer par les seules variations de courants océaniques. Comme prévu par l'hypothèse régolithe, des calottes glaciaires épaisses, sur les continents autour de l'Atlantique nord, auraient apporté de grandes quantités de sédiments dans l'océan. Ce grand apport d'eau douce aurait perturbé et ralenti la circulation thermohaline à partir de 950 000 ans. Ce que confirme une hausse du rapport isotopique à cette période. Ce ralentissement des courants aurait conduit au premier cycle glaciaire de 100 000 ans.

La modification des courants océaniques et la fertilisation des océans causée par l'érosion auraient, en plus, augmenté la capacité des océans à stocker le dioxyde de carbone, l'un des principaux gaz à effet de serre de l'atmosphère, accentuant l'intensité des épisodes glaciaires. ■

Nicolas Butor

M. Yehudai et al., PNAS, vol. 118, n° 46, 2021

Grand prix Inserm 2021

Ce prix récompense Marion Leboyer, spécialiste des maladies mentales et directrice du laboratoire Neuropsychiatrie translationnelle, à Créteil. Elle a notamment contribué à améliorer le traitement des personnes qui souffrent de schizophrénie, de dépression, de troubles bipolaires ou encore de troubles du spectre de l'autisme. Durant l'épidémie de Covid-19, son équipe a mis en place les plateformes CovidÉcoute et Écoute Étudiants Île-de-France, dédiées au soutien psychologique.

www.inserm.fr

L'exoplanète au grand cœur

Comme l'exoplanète GJ 367 b se trouve à seulement 31 années-lumière de la Terre, Kristine Lam, de l'université technique de Berlin, et ses collègues ont pu préciser ses caractéristiques : son rayon correspond à 72 % de celui de la Terre, sa masse représente 55 % de celle de la Terre. On parle alors de « sous-Terre ». Cependant, sa densité est très élevée, proche de celle du fer. Les chercheurs estiment que son noyau de fer occupe 86 % de son rayon – une structure interne qui ressemble à Mercure.

Science, 3 décembre 2021

Le cap des 100 qubits franchi

Dans la course à l'ordinateur quantique, IBM vient de franchir une étape avec la puce Eagle, qui comporte 127 qubits, réalisés à partir de circuits supraconducteurs. Certains spécialistes pensent que cette future génération d'ordinateurs commencera à effectuer des opérations utiles à partir de 1 000 qubits. Mais ce nombre seul ne suffit pas. Les qubits doivent aussi pouvoir être manipulés assez vite et être robustes aux erreurs. Le chemin est encore long...

IBM, 15 novembre 2021

LE BON SEL DE LA VIE À ARN

Les premières formes de vie ont-elles utilisé l'ARN comme support de leur code génétique? Les brins d'ARN ont la capacité de se combiner et de se replier sur eux-mêmes. Ils forment alors des ribozymes, des structures tridimensionnelles complexes capables de s'autorépliquer ou d'effectuer les opérations nécessaires à la vie. Cependant, cette hypothèse se heurtait à des conditions chimiques défavorables: les milieux prébiotiques où sont nées les premières formes de vie auraient été très riches en ions sodium Na^+ et pauvres en ions magnésium Mg^{2+} . Or les premiers, en se liant aux brins d'ARN chargés négativement, les auraient maintenus dans une configuration dépliée, tandis que les ions Mg^{2+} , grâce à leurs deux charges positives, auraient relié deux brins ou deux sites du même brin, et ainsi favorisé la formation des ribozymes.

Mais Thomas Matreux, de l'université Ludwig-Maximilians, à Munich, et ses collègues ont identifié un milieu qui aurait offert les bonnes conditions. Ils se sont intéressés à la diffusion de ces ions lorsque le milieu aqueux riche en sels circule par convection thermique dans des microfissures présentes dans du verre basaltique, une roche volcanique commune.



La Chaussée des géants, en Irlande du Nord, est une formation volcanique constituée de roche basaltique. Au sein de ce type de roche, dans des microfissures, les conditions ont pu être favorables au développement d'une forme de vie fondée sur l'ARN.

Dans ces conditions, le phénomène de thermophorèse se produit: en fonction de leur taille et de leur charge, les ions ne migrent pas tous de la même façon. Les chercheurs ont ainsi mis en évidence que dans des conditions prébiotiques plausibles soumises à un gradient de température, les zones les plus froides se trouvent fortement enrichies en ions Mg^{2+} . La formation et l'activité des ribozymes y seraient alors possibles. ■

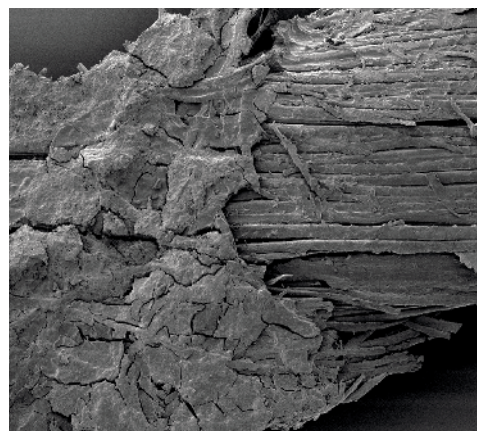
Martin Tiano

T. Matreux et al., *Nature Chemistry*, vol. 13, pp. 1038-1045, 2021

LA LONGÉVITÉ DU LIN

Pour étudier le vieillissement du lin dans l'idée de développer des écomatériaux, Johnny Beaugrand, de l'Inrae (Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement), et ses collègues avaient étudié des fibres prélevées sur un linge mortuaire tiré d'un sarcophage égyptien vieux de 4 000 ans. Ils ont réalisé la même analyse avec des échantillons de toiles de peintres des XVII^{e} et XVIII^{e} siècles. La comparaison de ces matériaux de différentes origines offre des perspectives intéressantes sur l'évolution des caractéristiques du lin au cours du temps.

Étonnamment, les fibres de lin du linge mortuaire sont mieux préservées que celles issues des toiles. Leurs performances mécaniques sont même très peu altérées: elles sont comparables à celles du lin moderne, car la cellulose y est quasi intacte. Les chercheurs ont attribué cette bonne conservation aux faibles variations hydriques subies par le sarcophage



Fibres de lin prélevées sur un tableau, recouvertes des couches de différents matériaux (colle, plâtre, peinture...), vues au microscope électronique à balayage.

égyptien. À l'inverse, les traitements chimiques appliqués sur les toiles pour préserver les couleurs ont beaucoup abîmé les fibres. ■

Isabelle Bellin

A. Melelli et al., *Nature Plants*, vol. 7, pp. 1200-1206, 2021; *Journal of Cultural Heritage*, vol. 52, pp. 202-214, 2021