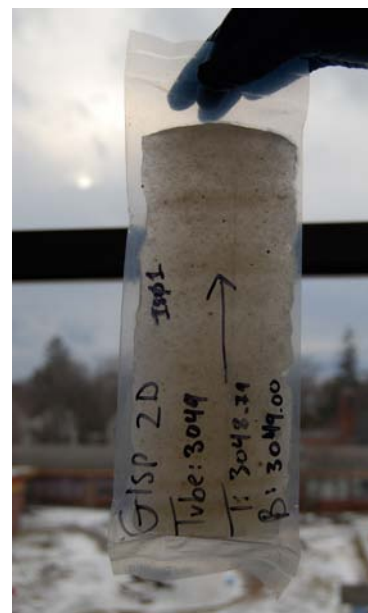




Le sol libéré par le retrait d'un glacier groenlandais. Un tel substrat de limon a aussi été identifié sous trois kilomètres de glace au centre du Groenland, grâce à un carottage profond (à droite, un tronçon de la carotte).



P. Bierman, Université du Vermont

Géosciences

Une toundra ancienne sous les glaces du Groenland

Un sol préservé a été découvert sous trois kilomètres de glace au centre du Groenland.

Il est resté exposé à l'air libre pendant plusieurs centaines de milliers d'années, avant qu'une calotte de glace ne le recouvre, il y a quelque 2,7 millions d'années.

En 1993, cinq ans après avoir débuté, le forage GISP2 (Greenland Ice Sheet Project) de la calotte glaciaire groenlandaise centrale s'achève par le contact avec le socle granitique. Or les 15 derniers mètres de la carotte de 3053 mètres ainsi obtenue révèlent des sédiments riches en matière organique. Autour de Paul Bierman, de l'Université du Vermont aux États-Unis, une équipe américaine vient de les faire parler. Ces sédiments montrent qu'avant la formation de la calotte centrale groenlandaise, il y a quelque 2,7 millions d'années, une toundra a occupé le centre du Groenland pendant au moins 200 000 ans.

Il y aurait de la glace au Groenland depuis 38 millions d'années au moins, mais c'est au début du Pléistocène (ère

qui s'étend d'environ 2,6 millions d'années à 12 000 ans avant le présent) que la calotte glaciaire groenlandaise s'est formée. Elle a persisté durant la trentaine de cycles glaciaire-interglaciaire qui ont suivi. Or les géologues considèrent que tous les glaciers arasent le sol sur lequel ils reposent, ce qui fait disparaître les paysages qu'ils recouvrent. En outre, l'étude des dépôts de sédiments marins autour du Groenland et de l'Amérique du Nord suggérerait que depuis le début du Pléistocène, la succession des débâcles glaciaires a entraîné sur ces terres l'arasement d'une couche de sol de 100 mètres d'épaisseur...

Pas partout, a prouvé l'équipe de P. Bierman en étudiant la concentration en béryllium 10 dans les 15 derniers mètres de carotte. Cet isotope radioactif du

béryllium (noyau atomique composé de quatre protons et six neutrons) est en effet cosmogénique, c'est-à-dire créé sous l'effet des rayons cosmiques incidents sur Terre. La couche de sédiments la plus riche en béryllium 10, que les chercheurs identifient au paléosol, en contient $3,8 \times 10^8$ atomes par gramme. Or une loi empirique, établie à partir de nombreuses mesures dans les sols arctiques, relie cette densité en masse à la densité en surface. Les chercheurs en ont déduit que le paléosol contient $6,7 \times 10^{10}$ atomes de béryllium 10 par centimètre carré. Comme on estime que $3,5 \times 10^5$ atomes de cet isotope sont créés par centimètre carré et par an au centre du Groenland, on en déduit que la durée d'exposition de ce sol aux rayons cosmiques a été d'au moins 190 000 ans.

Mais il est probable qu'en autant de temps, le sol se soit érodé, au moins un peu... En outre, les 2,7 millions d'années de la

calotte glaciaire correspondent à deux demi-vies du béryllium 10, de sorte qu'au début du Pléistocène, le nombre d'atomes de cet isotope dans le sol du centre du Groenland était quatre fois supérieur. Pour ces deux raisons, les géologues concluent qu'une toundra a été présente au centre du Groenland pendant une durée comprise entre 200 000 ans et un million d'années avant le début du Pléistocène, époque où le climat était subarctique plutôt qu'arctique.

Le cas étudié par P. Bierman et ses collègues prouve par ailleurs qu'il est possible qu'un glacier laisse presque intact le sol qu'il recouvre durant des millions d'années. Les chercheurs veulent maintenant tenter de découvrir des paléosols intacts en Antarctique, où les calottes dépassent souvent quatre kilomètres d'épaisseur...

François Savatier

Science, vol. 344, pp. 402-405, 2014



Suivez les dernières actualités de Pour la Science sur les réseaux sociaux



Astrophysique

Une cousine de la Terre au climat tempéré

Les astronomes ont fait un pas de plus dans la recherche d'une exoplanète similaire à la Terre par sa composition, sa taille et la présence d'eau liquide à sa surface. Ils avaient déjà trouvé des astres de la taille de la Terre, et d'autres dans la zone habitable – la région ni trop proche ni trop lointaine de l'étoile où la tempé-

rature permet à l'eau de subsister à l'état liquide. Elisa Quintana, de l'Institut SETI, et ses collègues (dont des chercheurs du Laboratoire d'astrophysique de Bordeaux) ont identifié, à partir des observations du satellite *Kepler*, une exoplanète qui réunit les deux caractéristiques: Kepler-186f est à peine (11 pour cent) plus grande

que la Terre et se trouve dans la zone habitable.

Cette planète est à 52 millions de kilomètres de son étoile (environ la distance qui sépare le Soleil de Mercure). Elle est pourtant dans la zone habitable, car elle est en orbite autour d'une étoile naine de classe M, plus froide que le Soleil. La planète pourrait contenir de l'eau liquide – à condition que de l'eau soit présente à la surface de la planète et qu'une atmosphère riche en dioxyde de carbone maintienne une certaine température. La prochaine étape sera de trouver un tel astre autour d'une étoile du même type que le Soleil!

Sean Bailly

E. Quintana et al., *Science*, vol. 344, pp. 277-280, 2014



Cette vue d'artiste représente Kepler-186f, au premier plan, et les autres planètes détectées en orbite autour de l'étoile.

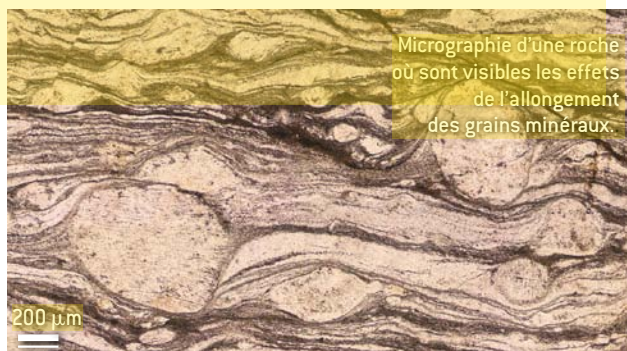
© NASA Ames/SETI Institute/JPL-Caltech

Géophysique

Comment le moteur de la tectonique a démarré

Depuis la naissance de la Terre, il y a plus de quatre milliards d'années, plusieurs cycles tectoniques de 400 à 600 millions d'années se sont succédé, durant lesquels une série de continents sont nés, se sont assemblés, se sont scindés et ont disparu. Le moteur tectonique à l'origine de ces cycles semble avoir mis au moins un milliard d'années à atteindre un fonctionnement régulier. David Bericovic, de l'Université de Yale, et Yanick Ricard, chercheur du CNRS au Laboratoire de géologie de Lyon, ont modélisé son démarrage.

L'idée est que les lents courants descendants de roches, dus à la convection thermique dans le manteau terrestre (les 2900 premiers kilomètres de profondeur), ont créé des dépressions sous la croûte terrestre, et que cela a étiré les roches de la croûte terrestre et fini par créer des lignes de faiblesse, les futurs bords de plaques tectoniques.



Micrographie d'une roche où sont visibles les effets de l'allongement des grains minéraux.

Les deux géologues ont élaboré un modèle mathématique de ce processus, en considérant que la lithosphère, la couche terrestre superficielle, est surtout composée de grains d'olivine et de grains de pyroxène. Sous l'effet de la déformation des roches, la taille des grains minéraux diminue, ce qui les rend encore plus déformables. Il s'ensuit un processus de fragilisation qui, si la déformation persiste, conduit à la formation d'un bord de plaque. Le modèle montre que, en raison notamment

de la température modérée de la lithosphère, les processus de fragilisation sont bien plus rapides (de l'ordre de 10 millions d'années) que ceux de cicatrisation, et que leur accumulation conduit à la formation de plaques en un milliard d'années environ. Le modèle explique aussi pourquoi Vénus, où la lithosphère est plus chaude et où les roches cicatrisent donc beaucoup plus vite, est dépourvue de tectonique des plaques.

F. S.

Nature, vol. 508, pp. 513-516, 2014

Rongeurs sous influence

Pourquoi les résultats de certaines expériences sur les rongeurs sont-ils difficiles à reproduire? Robert Sorge, de l'Université McGill, à Montréal, et ses collègues ont révélé une variabilité due au sexe de l'expérimentateur. En présence d'un homme ou de composés chimiques volatils typiques des aisselles masculines, les rats ont manifesté un stress supérieur, qui a augmenté leur tolérance à la douleur. L'effet était absent avec une femme. Le sexe de l'expérimentateur/trice devrait donc être pris en compte!

Trois atomes de largeur

Les dichalcogénures – contenant un métal de transition (molybdène) et du soufre ou du sélénium – sont, en monocouches, des semi-conducteurs présentant une grande mobilité d'électrons et une robustesse mécanique élevée. Ils forment des composants électroniques très plats, mais il restait à optimiser les jonctions entre les composants. Or Junhao Lin, de l'Université Vanderbilt et ses collègues ont mis au point un procédé de fabrication, avec un faisceau d'électrons, de nanofils de trois atomes de large du même matériau.

Sable mouillé... et glissant

Avec des collègues de divers pays, le physicien Daniel Bonn, de l'Université d'Amsterdam, a montré expérimentalement que le frottement sur du sable est fortement réduit si l'on ajoute à ce matériau granulaire un peu d'eau, mais pas trop. C'est la formation de ponts capillaires d'eau entre les grains qui augmente la résistance du matériau au cisaillement, et qui a pour effet de diminuer le coefficient de frottement. Lorsque le sable est trop mouillé, les ponts capillaires fusionnent entre eux, ce qui réduit la résistance au cisaillement et, partant, augmente le frottement.