

TUEUR DE GRENOUILLES

Une espèce invasive de champignon aquatique, *Batrachochytrium dendrobatidis*, serait à l'origine du déclin de 501 espèces d'amphibiens, dont 90 se seraient éteintes au cours des 50 dernières années. C'est ce qu'indique une vaste étude menée par Benjamin Scheele, de l'université nationale australienne, à Canberra. Le champignon provoque une maladie, la chytridiomycose, qui s'attaque à la peau des grenouilles. Les animaux ne régulent alors plus l'eau et les minéraux dans leur organisme, ce qui provoque l'arrêt du cœur.

L'hécatombe a surtout touché l'Amérique latine et l'Australie, où le champignon est arrivé à partir des années 1980. En Asie, d'où il est originaire, il semble moins affecter les populations locales d'amphibiens: elles ont probablement développé une certaine résistance. ■

S. B.

B. C. Scheele *et al.*, *Science*, vol. 363, pp. 1459-1463, 2019

MATHÉMATIQUES

PRIX ABEL: KAREN UHLENBECK

Cette année, l'Académie norvégienne des sciences et des lettres a décerné le prix Abel à Karen Uhlenbeck, professeure émérite de mathématiques de l'université du Texas à Austin, «pour ses travaux pionniers dans le domaine des équations aux dérivées partielles d'origine géométrique, de la théorie de jauge et des systèmes intégrables, et pour l'impact fondamental de ses résultats sur l'analyse, la géométrie et la physique mathématique.»

Comme l'explique le président du comité Abel, Hans Munthe-Kaas, «ses théories ont révolutionné notre compréhension des surfaces minimales, comme celles formées par les bulles de savon, et des problèmes de minimisation plus généraux en dimensions supérieures.» Pour le physicien théoricien Jim Al-Khalili, «ses travaux ont conduit à certaines des avancées les plus spectaculaires en mathématiques de ces 40 dernières années.» Par ailleurs, Karen Uhlenbeck est aujourd'hui très active dans la promotion des femmes en mathématiques et pour l'égalité des sexes en sciences de façon générale. ■

S. B.

<http://www.abelprize.no>

UNE TOMBE ÉTRUSQUE À ALÉRIA



Lors de sa construction, cette tombe étrusque à hypogée consistait en un caveau souterrain (au premier plan) auquel on accédait par un couloir desservi par une volée de marches.

Sous la direction de Laurent Vidal et de Catherine Rigeade, une équipe d'archéologues de l'Inrap fouille à Aléria, en Corse, une structure funéraire souterraine étrusque. Cette tombe à chambre et à dromos (couloir), qui s'ajoute à des dizaines de tombes, achève de démontrer l'intérêt exceptionnel de la nécropole d'Aléria-Lamajone.

Situé le long d'une ancienne route reliant la cité antique à la lagune, ce cimetière étrusco-romain n'est pas le seul d'Aléria, puisque dans les années 1960, Jean et Laurence Jehasse avaient fouillé plus de 200 sépultures dans une autre nécropole, celle d'Aléria-Casabianda. Leur état de conservation avait étonné, comme fascine aujourd'hui celui des tombes d'Aléria-Lamajone. La présence de squelettes, notamment, est une aubaine, car elle va permettre l'étude d'un échantillon de population. Découvrira-t-on la présence ancienne du paludisme dans cette région marécageuse de la Corse?

Toutefois, c'est la tombe à chambre découverte sous un enchevêtrement d'autres sépultures qui passionne le plus les archéologues, puisque aucune découverte similaire n'a été faite depuis les fouilles des Jehasse. La structure funéraire est constituée d'un escalier donnant accès, au bout de six mètres de couloir, à un caveau obturé, qui semble être resté inviolé depuis l'inhumation d'une défunte, sans doute, d'après le miroir en bronze trouvé à côté du squelette.

Pour le moment, les deux mètres carrés fouillés dans le caveau ont livré une vingtaine de vases de facture étrusque, dont les vernis noirs sont parfois surpeints d'ornements ou de personnages rouges. Ainsi ces trois coupes, cet askos annulaire (l'anse est en forme d'anneau) ou encore ces quatre pichets à vin. Une vaisselle qui atteste une fois de plus du rôle central joué par le vin dans les rites sociaux étrusques, qu'il s'agisse du rite dionysiaque (un rite à mystère ayant lieu la nuit) ou des banquets aristocratiques. Ce mobilier conduit à dater la sépulture au IV^e siècle avant notre ère, mais la fouille se poursuit... ■

F. S.

<https://www.inrap.fr>, communiqué du 27 mars 2019

PALÉOCLIMATOLOGIE

DE GRANDES ÈRES GLACIAIRES D'ORIGINE TECTONIQUE?

La formation de très longues chaînes de montagnes tropicales aurait conduit à des refroidissements climatiques durables.

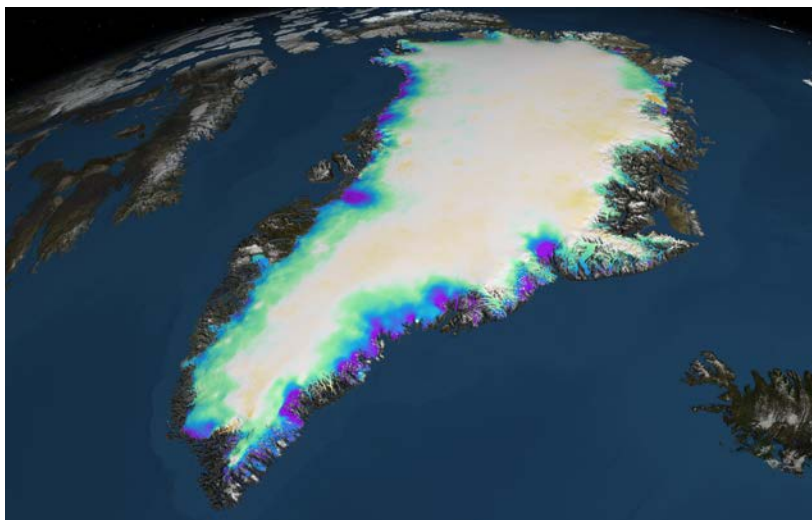
Au cours du Phanérozoïque, c'est-à-dire les 541 derniers millions d'années, trois longues ères glaciaires ont marqué l'histoire géologique de la Terre. Étaient-elles dues à des phénomènes tectoniques? C'est ce que proposent Francis Macdonald, de l'université de Californie à Santa Barbara, et ses collègues: selon eux, les montagnes formées au cours de collisions tectoniques particulières – les collisions arc-continent – auraient entraîné des refroidissements climatiques durables.

Ces longues périodes froides, pendant lesquelles au moins une partie des continents est restée couverte de calottes glaciaires, doivent être distinguées des oscillations glaciaires plus courtes dues aux variations de l'orbite terrestre, dont la dernière, par exemple, a culminé il y a 20 000 ans et pris fin il y a 11 000 ans.

La première des ères glaciaires phanérozoïques a débuté il y a quelque 455 millions d'années pour s'achever 15 millions d'années plus tard. La deuxième couvre la période allant de 335 à 280 millions d'années. La dernière ère de glaciation mondiale, qui a commencé il y a quelque 5 millions d'années, est toujours en cours, puisque l'Antarctique et le Groenland sont couverts de glace, tandis que les latitudes plus basses (Canada, Scandinavie, Patagonie...) s'englacent puis se déglacent tous les 100 000 ans environ.

Les géologues sont depuis longtemps persuadés que la présence sous les tropiques de longues chaînes de montagnes entraîne des refroidissements climatiques. Si la deuxième ère glaciaire a été marquée par l'érosion d'une longue chaîne de montagnes, la «chaîne hercynienne», la présence de nombreuses chaînes et massifs volcaniques sous les tropiques est évidente aujourd'hui: ainsi nombre des 452 volcans entourant le Pacifique (la ceinture de feu) sont sous les tropiques, tout comme les Andes et l'Himalaya.

Le mécanisme de refroidissement identifié par les géologues est le suivant: le ruissellement tropical lessive les roches silicatées qui constituent 97% de la croûte continentale montagneuse, ce qui libère des ions à propriétés alcalines, notamment les très solubles ions calcium et magnésium. Alcalinisé par leur arrivée



L'existence de terres continentales en permanence couvertes de calottes de glace (ci-dessus le Groenland) signifie que notre planète traverse une longue ère glaciaire.

40 000 KILOMÈTRES
C'EST LA LONGUEUR DE LA CEINTURE DE FEU, UNE SÉRIE DE VOLCANS ET DE CHÂÎNES DE MONTAGNES EN GRANDE PARTIE SITUÉES SOUS LES TROPIQUES. EN CONTRIBUANT À L'ALCALINISATION DES OCÉANS, ELLE JOUE UN GRAND RÔLE CLIMATIQUE.

en mer, l'océan séquestre alors plus de dioxyde de carbone atmosphérique, en formant par exemple du calcaire, ce qui réduit l'effet de serre et refroidit donc durablement le climat.

Toutefois, pour Francis Macdonald et ses collègues, un phénomène tectonique particulier, les collisions arc-continent, amplifie parfois ce mécanisme. Ces collisions entre des archipels volcaniques, formés par subduction intraocéanique, et des plaques continentales créent des «sutures ophiolitiques», des massifs montagneux constitués de roches très basiques particulièrement riches en calcium et magnésium (des ophiolites), qui augmenteraient donc notablement l'alcalinisation des océans.

Pour tester cette idée, les chercheurs ont examiné les enregistrements géologiques des collisions tectoniques du passé et montré que les grandes ères glaciaires ont toutes été précédées par un pic de collisions arc-continent, lequel aurait à chaque fois formé au moins 10 000 kilomètres de sutures ophiolitiques.

Ainsi, la formation sous les tropiques de montagnes riches en calcium et magnésium et leur érosion semblent bien avoir déclenché les longues ères glaciaires, puis y avoir mis fin. ■

F. S.

F. A. Macdonald et al., *Science*, en ligne le 14 mars 2019

EN BREF

DES CHAUVES-SOURIS AGENTS FORESTIERS

Des chercheurs de l'institut Max-Planck d'ornithologie de Radolfzell, en Allemagne, ont estimé le travail de reforestation accompli par les roussettes. Ces chauves-souris errent en effet le soir de palmier en palmier en répandant les graines des fruits consommés. Selon Mariëlle van Toor et ses collègues, une colonie de 150 000 animaux répartit quelque 300 000 graines en une seule nuit, ce qui, au bout d'un an, produit près de 800 hectares de forêt !

HOMO LUZONENSIS, NOUVEAU PHILIPPIN

Florent Détroit, du Muséum national d'histoire naturelle, et des collègues ont recueilli dans une grotte de l'île philippine de Luçon douze os de pied et de main et des dents manifestement humains et datant de plus de 50 000 ans. Mais leurs traits morphométriques ne correspondent pas à ceux des os et dents de toutes les espèces humaines connues, y compris d'*Homo sapiens* et d'*H. floresiensis*, eux aussi présents depuis longtemps en Asie du Sud-Est. Les chercheurs viennent donc d'introduire dans le genre *Homo* une nouvelle espèce, nommée *Homo luzonensis*.

UNE NAINES BLANCHE AYANT UNE PLANÈTE

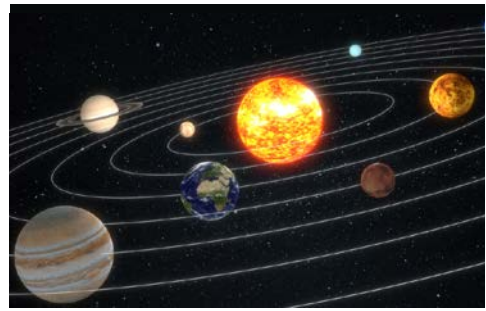
Les astronomes ont identifié à ce jour quelque 3 000 étoiles dotées d'une ou de plusieurs planètes, mais parmi elles ne figurait aucune naine blanche (type d'étoile en fin de vie). Cela vient de changer. Christopher Manser, de l'université de Warwick, au Royaume-Uni, et des collègues ont étudié le spectre lumineux d'un disque de gaz et de débris entourant la naine blanche SDSS J122859.93+104032.9, et constaté que ses émissions varient périodiquement. Selon eux, le phénomène est dû au passage périodique d'un petit corps planétaire devant la naine blanche.

ASTROPHYSIQUE

SÉDIMENTS CONTRE CHAOS

À cause du comportement chaotique à long terme du Système solaire, il est difficile de retracer l'orbite des planètes loin dans le passé. En 1989, Jacques Laskar, de l'observatoire de Paris, avait en effet estimé que les erreurs propagées par la modélisation étaient multipliées par 10 tous les 10 millions d'années, ce qui réduisait à néant toute prédiction au-delà d'environ 60 millions d'années. Paul Olsen, de l'université Columbia, et ses collègues, dont Jacques Laskar, viennent de montrer qu'en utilisant les archives sédimentaires de la Terre, il est possible d'extraire des caractéristiques anciennes de son orbite, et à terme de celles des autres planètes. De quoi repousser l'horizon de prédictibilité jusqu'à près de 200 millions d'années.

Les chercheurs ont utilisé deux carottes de sédiments du continent nord-américain à partir desquelles ils ont déduit les conditions climatiques ayant régné sur Terre il y a 200 à 225 millions d'années. Or l'orbite de la Terre détermine en partie ces conditions. Perturbée par les autres planètes, cette orbite elliptique est aussi animée de mouvements quasi périodiques : la précession du périhélie (la très lente rotation de l'axe de l'ellipse) et d'autres variations (inclinaison, excentricité). Ces cycles sont décrits par des paramètres, dits de Milanković. Mais



La mécanique céleste ne permet pas de déterminer l'évolution du Système solaire au-delà d'un horizon de 60 millions d'années. Mais la paléoclimatologie peut aider...

comment déterminer l'évolution passée de ces paramètres, étant donné la nature chaotique du Système solaire ?

Grâce à l'analyse des sédiments, Paul Olsen et ses collègues ont montré en particulier qu'un paramètre, lié à la précession du périhélie de la Terre et de Mars, oscillait il y a 220 millions d'années avec une période de 1,75 million d'années, alors que la période actuelle d'oscillation est de 2,36 millions d'années.

La méthode est prometteuse, selon les chercheurs. Avec un registre géologique plus riche, expliquent-ils, il sera possible de déterminer l'orbite de toutes les planètes telluriques et de Jupiter sur une période qui s'étend au-delà de la limite des 60 millions d'années. ■

LAMBERT BARAUT-GUINET

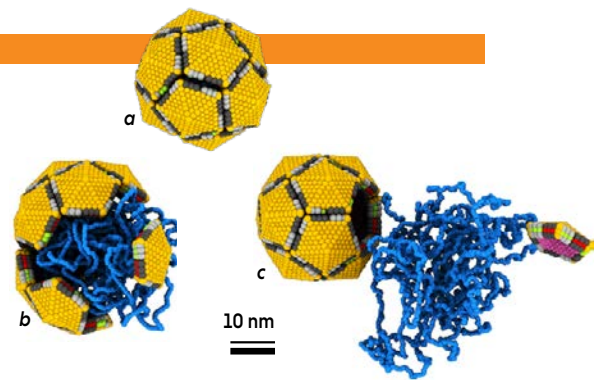
P. E. Olsen et al., *PNAS*, en ligne le 4 mars 2019

VIROLOGIE

LE DÉPLOIEMENT DE L'ECHOVIRUS

Les virus infectent les cellules cibles en y insérant leur génome, ce qui nécessite notamment l'expulsion de leur ADN ou ARN hors de leur capsid, c'est-à-dire de leur coque protéique. Ce mécanisme est encore mal compris chez de nombreux virus, notamment chez les *Enterovirus*, un groupe de pathogènes pour les humains qui inclut, par exemple, les agents de la poliomyélite (poliovirus) ou de certaines maladies rubéoliformes (echovirus).

David Butcha et ses collègues, de l'université Masaryk, à Brno, en République tchèque, ont étudié des particules virales de l'echovirus 18 et de l'echovirus 30 au cours de la libération de leur génome grâce à la cryomicroscopie électronique, technique qui permet d'obtenir des clichés avec une résolution proche de 0,1 nanomètre (10^{-10} mètre). Les images montrent



La capsid (en jaune) d'un echovirus 18 est d'abord fermée (a), puis s'ouvre (b). L'ARN (en bleu) est alors expulsé en moins d'une microseconde (c).

que trois unités constitutives de la capsid se détachent du reste de la structure. Elles forment une ouverture de 12 à 30 nanomètres de diamètre qui laisse sortir le matériel génétique. En moins d'une microseconde, la totalité du matériel génétique est expulsée du virus. ■

MARTIN TIANO

D. Butcha et al., *Nature Communications*, vol. 10, article 1138, 2019