

obtenus par la méthode Levallois (pointes, éclats retouchés...) suggère que des humains les avaient apportés là. Les chercheurs ont aussi découvert une boîte crânienne humaine déformée par les mouvements de terrain et accompagnée de plusieurs restes de la face, une mandibule quasi complète d'adulte, plusieurs éléments postcrâniens et toute une série de dents.

Ces restes humains et ceux trouvés dans les années 1960 représentent au moins cinq individus: trois adultes, un adolescent et un enfant. Ils proviennent d'une strate contenant des outils dont la datation par thermoluminescence donne un âge de 315 000 ans à 34 000 ans près. Une autre technique confirme ce résultat. Ce sont donc les plus anciens fossiles d'*H. sapiens* connus à ce jour.

Outre leur caractère *sapiens*, l'examen de ces restes révèle plusieurs traits archaïques. Les plus évidents sont une forme de l'encéphale assez différente de celle des *H. sapiens* récents et, pour l'un des crânes, des arcades sourcilières proéminentes. Plus gracile que celle d'un Néandertalien, la face des humains de Jebel Irhoud est aussi assez courte.

Pour confirmer l'appartenance des fossiles à l'espèce *H. sapiens*, l'équipe de Jean-Jacques Hublin a réalisé une analyse morphométrique en 3D, une technique statistique qui permet, après avoir mesuré de nombreux traits, de représenter les diverses formes anatomiques par des points dans un espace abstrait. Il en ressort que les hominidés de Jebel Irhoud se placent au milieu du nuage de points correspondant aux *H. sapiens*.

Les chercheurs constatent aussi que les fossiles de Jebel Irhoud peuvent être rapprochés de ceux d'Omo 1 et 2 (195 000 ans, Éthiopie) et de celui, controversé, de Florisbad (259 000 ans, Afrique du Sud). Par ailleurs, on retrouve certains des traits des fossiles de Jebel Irhoud en plusieurs endroits d'Afrique et à plusieurs dates, ce qui suggère une évolution en mosaïque d'*H. sapiens*, c'est-à-dire que ses traits auraient évolué à des vitesses différentes suivant les lieux. Un phénomène peut-être lié à l'épisode climatique qui, il y a environ 330 000 ans, a entraîné une très forte réduction du Sahara et donc rendu possible la circulation entre l'Afrique du Nord et le reste du continent. ■

FRANÇOIS SAVATIER

J.-J. Hublin et al., *Nature*, vol. 546, pp. 289-292, 2017 ;
D. Richter et al., *ibidem*, pp. 293-296

Accord de Paris : l'impact du retrait américain

Les États-Unis se retirent de l'accord de Paris sur le climat. Quelles en seront les conséquences ? La réponse de Valérie Masson-Delmotte, paléoclimatologue qui copréside depuis 2015 le groupe de travail n° 1 (principes physiques du changement climatique) du Giec, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.



Propos recueillis par FRANÇOIS SAVATIER

VALÉRIE
MASSON-DELMOTTE
Laboratoire des sciences
du climat et de
l'environnement, CEA,
Gif-sur-Yvette

À moyen terme, quel pourrait être l'impact du retrait américain sur les émissions de gaz à effet de serre ?
Valérie Masson-Delmotte : Rappelons que les États-Unis représentent 25 % des émissions cumulées historiques de CO₂, et aujourd'hui 15 % des émissions mondiales. Malgré la décision du président américain, ce qui compte, ce sont les actions menées aux États-Unis pour réduire les émissions en jouant sur les normes ou l'efficacité énergétique de différents secteurs. Depuis l'élection de Donald Trump, la nouvelle administration américaine a annulé certaines décisions mises en place précédemment qui visaient à mettre les États-Unis en phase avec leur engagement pour l'horizon 2025 (- 26 à - 28 % par rapport à 2005 dans l'accord de Paris).

Un groupe de réflexion américain a évalué que, du fait de ces décisions puis de leur annulation, les émissions américaines devraient continuer à diminuer jusqu'en 2020 (suite aux actions réalisées jusqu'à ce jour), mais stagneront après 2020. Mais ces conclusions doivent être revues en prenant en compte les milliers d'acteurs américains (neuf États, des centaines de villes et d'universités, des milliers d'entreprises) qui veulent mettre en œuvre l'engagement américain à l'horizon 2025. Ils représentent plus de 120 millions de citoyens des États-Unis.

Et à long terme ?

V. M.-D. : À long terme, c'est la question de l'innovation, en vue des technologies efficaces de demain, qui est cruciale. Le projet de budget de la Maison Blanche prévoit de fortes coupes dans de nombreux secteurs de la R&D de l'Agence pour la protection de l'environnement (EPA) du Département de l'énergie. Cela n'incite pas à l'optimisme...

Quelles conséquences potentielles sur l'attitude des autres pays pourrait avoir le retrait des États-Unis ?

V. M.-D. : Il est difficile à ce stade de l'évaluer, mais la plupart des signataires de l'accord de Paris, y compris les grands pays émergents, ont annoncé la poursuite ou le renforcement de leur ambition. La Chine pourrait avoir atteint son INDC, c'est-à-dire sa contribution décidée à l'échelle nationale, près de dix ans avant la date prévue de 2030. L'Inde, dont les émissions augmentent actuellement de 7 % par an en moyenne, vient de décider de développer les énergies renouvelables plutôt que le charbon. C'est encourageant.

Et quelle sera l'incidence sur le climat ?

V. M.-D. : À court terme, il est délicat de le prévoir. L'ensemble des études réalisées à partir des INDC de l'accord de Paris (en supposant une intensification de l'effort après 2030) suggère un bénéfice d'au moins 1 °C par rapport au « laisser-faire », ce qui est très important.

Quels risques la Maison Blanche fait-elle courir aux recherches américaines ?

V. M.-D. : Le projet de budget de la Maison Blanche est tragique pour plusieurs domaines de recherche, comme à l'EPA, à la Nasa, à la Noaa et à la NSF, puisqu'il prévoit des coupes sombres allant jusqu'à 40 % pour les sciences du climat et de l'environnement. Le désarroi de nos confrères américains s'est traduit dans l'importance de la Marche pour les sciences dans un pays où il est rarissime que les chercheurs manifestent. Tout va dépendre du vote du budget par le Congrès. Mes collègues sont extrêmement préoccupés, car tout est en jeu : leur emploi, les ressources essentielles pour travailler (moyens d'observations, de calcul) et leur attractivité pour les meilleurs étudiants du monde. Les décisions américaines pourraient remettre en cause la capacité à surveiller l'état du climat global et le partage mondial des jeux essentiels de données, tels les résultats des modèles de climat, qui permettent de comparer ces derniers. ■

GÉOSCIENCES

DES LAVES PLUS CHAUDES QUE PRÉVU

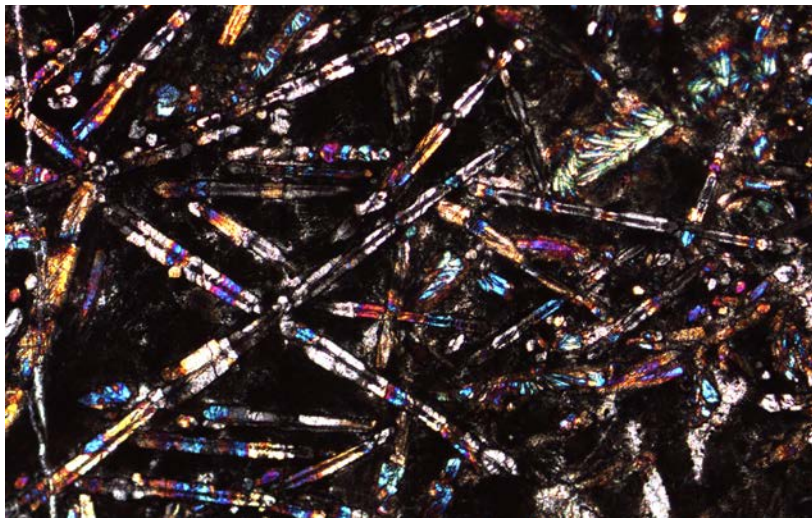
Depuis sa formation, la Terre s'est refroidie. Des géophysiciens ont pourtant découvert des roches de lave relativement récentes qui témoignent d'une température très élevée.

Quand la Terre était plus jeune, les éruptions déversant des millions de kilomètres cubes de lave et submergeant des régions entières étaient assez nombreuses. Ces épanchements de lave étaient dus à des panaches – des remontées de roche du manteau terrestre – très chauds. Or, au cours du temps, avec le refroidissement de la Terre, ces épisodes se sont raréfiés. L'absence, dans les formations géologiques récentes, de certaines roches, les komatiites, est un témoin de cette baisse de température, car elles ne se forment qu'à partir de panaches atteignant au moins 1700 °C. Aujourd'hui, les éruptions basaltiques, qui prennent leur source dans le manteau supérieur, présentent des températures de l'ordre de 1300 °C. Les géophysiciens pensaient donc que les conditions pour former des komatiites n'étaient plus réunies depuis la fin de l'Archéen, il y a 2,4 milliards d'années. Or Jarek Trela, à Virginia Tech, aux États-Unis, et ses collègues, dont des chercheurs du laboratoire ISTERre à Grenoble, ont découvert de telles roches dans des laves âgées de moins de 90 millions d'années, à Tortugal, au Costa Rica.

Les komatiites sont des roches volcaniques qui contiennent des olivines spinifex, minéraux dont la forme évoque des épines. Elles tirent leur nom de la rivière Komati, en Afrique du Sud, où elles ont été caractérisées dans les années 1960. Ces roches sont typiques de l'Archéen et il est donc très étonnant d'en trouver des plus récentes. Ce qui soulève la question du modèle thermique de la Terre.

Lors de la formation de la planète, l'accrétion de débris a libéré de grandes quantités d'énergie qui ont entrete nu des océans de magma en surface et une température élevée à l'intérieur du globe. Depuis, la planète dissipe progressivement cette énergie dans l'espace. Sa température interne diminue donc, malgré la chaleur produite par la radioactivité naturelle et par la cristallisation du noyau.

Les roches volcaniques de Tortugal proviendraient d'un panache qui se déplace d'est en ouest (et qui correspond aujourd'hui au point chaud de l'archipel des îles Galápagos). Les chercheurs du laboratoire ISTERre ont



Cet échantillon de komatiite observé au microscope sous lumière polarisée met en évidence la forme caractéristique des olivines spinifex.

500 °C
AU DÉBUT
DE L'ARCHÉEN, IL Y A
3,8 À 2,8 MILLIARDS
D'ANNÉES,
LA TEMPÉRATURE
MOYENNE DU
MANTEAU TERRESTRE
AURAIT ÉTÉ
SUPÉRIEURE
D'ENVIRON 500 °C
À CELLE
D'AUJOURD'HUI.

analysé les teneurs en magnésium et en aluminium des komatiites jeunes trouvées au Costa Rica, teneurs qui constituent des indicateurs de la température et de la pression lors de la formation de ces roches. Elles se révèlent comparables à celles des komatiites de l'Archéen.

Ainsi, une température supérieure de plusieurs centaines de degrés à la moyenne règne par endroits dans le manteau. Comment l'expliquer? Il est difficile de penser qu'une région localisée du manteau ait pu conserver une température élevée, étant donné les mouvements de convection et la rapidité de la diffusion thermique.

Une explication possible serait que le panache prenne sa source à la frontière entre le noyau et le manteau, où la température pourrait excéder d'au moins 500 °C la température moyenne du manteau. D'après certains modèles numériques, la température de ces régions n'a peut-être pas beaucoup changé depuis l'Archéen. Si cette hypothèse se confirme, les jeunes komatiites découvertes seraient un témoin unique des conditions régnant à près de 2800 kilomètres de profondeur. ■

SEAN BAILLY

J. Trela et al., *Nature Geoscience*, vol. 10, pp. 451-456, 2017

DES PLANÈTES
EN FORME DE TORE

Simon Lock, de l'université Harvard, et Sarah Stewart, de l'université de Californie à Davis, ont imaginé un nouveau type d'objet planétaire. Si deux corps, de la taille de planètes et en rotation rapide se percutaient, ils formeraient une grande quantité de roche vaporisée conservant le mouvement de rotation initial. La planète résultante serait alors entourée d'un énorme nuage torique de débris. Les chercheurs ont nommé *synestia* un tel objet exotique.

DES CRATÈRES
SOUS L'ARCTIQUE

Prés de 100 cratères de diamètre compris entre 300 et 1 000 mètres ont été répertoriés sur le fond de la mer de Barents. Karin Andreassen, de l'université arctique de Norvège, explique comment ils sont nés. Le méthane remontant de réservoirs profonds s'est retrouvé bloqué sous la calotte de la dernière période glaciaire. Il s'est accumulé sous forme de glace d'hydrates. Puis, avec le retrait de la calotte il y a environ 12 000 ans, le gaz s'est subitement libéré et a formé les cratères, qui continuent de libérer du méthane.

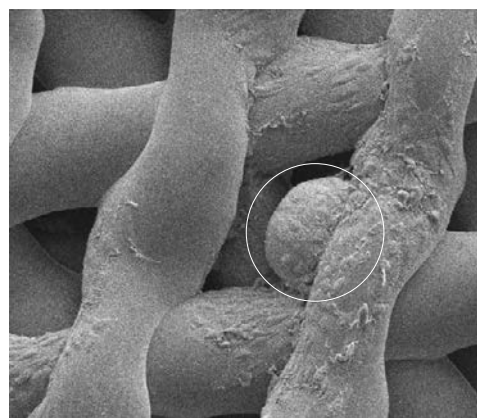
LE WIFI ESPION

En utilisant les émissions radio de votre wifi, un espion pourrait « voir » chez vous. Mais cette technique est difficile à mettre en œuvre du fait des réflexions des ondes sur les murs et autres objets. Il fallait modifier la gamme d'émission du wifi pour l'exploiter. Philipp Holl et Friedemann Reinhard, de l'université technique de Munich, ont trouvé le moyen d'utiliser le signal wifi habituel, dont le front d'onde est capté et traité comme un hologramme. Ils discernent alors l'environnement de la borne wifi. Les chercheurs envisagent déjà des applications industrielles. Les espions ont d'autres solutions, plus efficaces...

IMPRESSION 3D
D'OVAIRES

De nombreuses femmes subissent des traitements anticancéreux agressifs, qui se traduisent parfois par la destruction des cellules germinales. Cela conduit à une ménopause précoce, à la stérilité, et, pour les plus jeunes, à l'absence de puberté. C'est dans ce contexte que Monica Laronda, de l'université Northwestern à Chicago, et ses collègues ont mis au point l'impression 3D d'ovaires de synthèse qui, une fois ensemencés par des follicules ovariens (des ovules dans leur environnement cellulaire) et implantés chez des souris stérilisées, ont restauré l'ensemble des fonctions de ces organes.

Le tissu ovarien synthétique mis au point consiste en un réseau régulier de fibres de gélatine, qui offre des pores de taille et de géométrie optimisées pour la survie et la maturation des follicules. Non seulement les follicules ajoutés à cet organe artificiel sont correctement maintenus et se développent sans se déformer, malgré l'augmentation considérable de leur taille lors de la maturation, mais, de plus, en quelques jours, les chercheurs ont constaté *in vivo* chez la souris une revascularisation correcte de l'ovaire imprimé, permettant



Un follicule (cercle) observé au microscope six jours après avoir été implanté dans la matrice de l'ovaire artificiel.

tout particulièrement les échanges hormonaux entre les follicules et le reste de l'organisme.

Sans intervention médicamenteuse ou chirurgicale ultérieure, les souris ont pu ensuite produire des ovulations correctes, suivies par des gestations, naissances et lactations des souris, ce qui atteste de la pleine fonctionnalité des ovaires de synthèse. La transposition aux humains de ces travaux très prometteurs se heurte encore à des difficultés. Notamment, les ovaires sont plus grands et les follicules matures doivent migrer sur des distances plus grandes. ■

MARTIN TIANO

M. M. Laronda et al., *Nature Communications*, vol. 8, article n° 15261, 2017

MIEUX GÉNÉRER
DES NOMBRES ALÉATOIRES

Les techniques modernes de cryptographie utilisent des clés de chiffrement, de longues séquences de 0 et de 1. Si une clé n'est pas parfaitement aléatoire, un espion pourrait exploiter cette faiblesse pour accéder aux données chiffrées. Les équipes de Nicolas Brunner et Hugo Zbinden, de l'université de Genève, ont développé un système qui permet à l'utilisateur de contrôler en permanence la fiabilité des nombres aléatoires produits.

Pour engendrer des nombres aléatoires, une idée est d'utiliser des processus quantiques qui sont par essence aléatoires. Par exemple, certains dispositifs commercialisés envoient sur un miroir semi-réfléchissant des photons qui, au hasard, sans qu'on puisse prévoir le résultat, le traversent ou sont réfléchis. Il est cependant impossible de tester ces systèmes

a posteriori pour s'assurer que les nombres produits sont bien aléatoires. Or il peut être important de vérifier si l'appareil fonctionne mal en raison d'un défaut technique ou de l'usure.

Les chercheurs ont conçu un dispositif dans lequel on mesure l'état d'un système quantique. La mesure peut prendre les valeurs 0 ou 1, mais peut aussi produire un résultat indéterminé. L'occurrence de ces derniers cas ne peut être anticipée et est donc un phénomène quantique parfaitement aléatoire. En analysant la distribution des cas indéterminés, il est possible de vérifier en temps réel que le dispositif produit bien des nombres au hasard. ■

S. B.

J. Bohr Brask et al., *Physical Review Applied*, vol. 7, article 054018, 2017

EN IMAGE

LA SONDE JUNO DÉVOILE LE PÔLE SUD DE JUPITER

Le 4 juillet 2016, la sonde *Juno* s'est mise en orbite autour de Jupiter. Grâce à sa caméra couleur, *JunoCam*, elle nous renvoie des images impressionnantes de la plus grande planète du Système solaire. Dans les régions polaires, la structure en bandes si caractéristique de Jupiter laisse la place à une région aux couleurs plus sombres, comportant des éléments ovales plus clairs. Ceux-ci ont été identifiés comme étant des cyclones qui dépassent parfois 1 000 kilomètres de diamètre. En outre, ces tempêtes sont parfois très proches les unes des autres. Les cyclones polaires de Jupiter soulèvent bien des questions. Comment se forment-ils ? Sont-ils stables ou transitoires ? *Juno* apportera peut-être des réponses dans les années à venir.

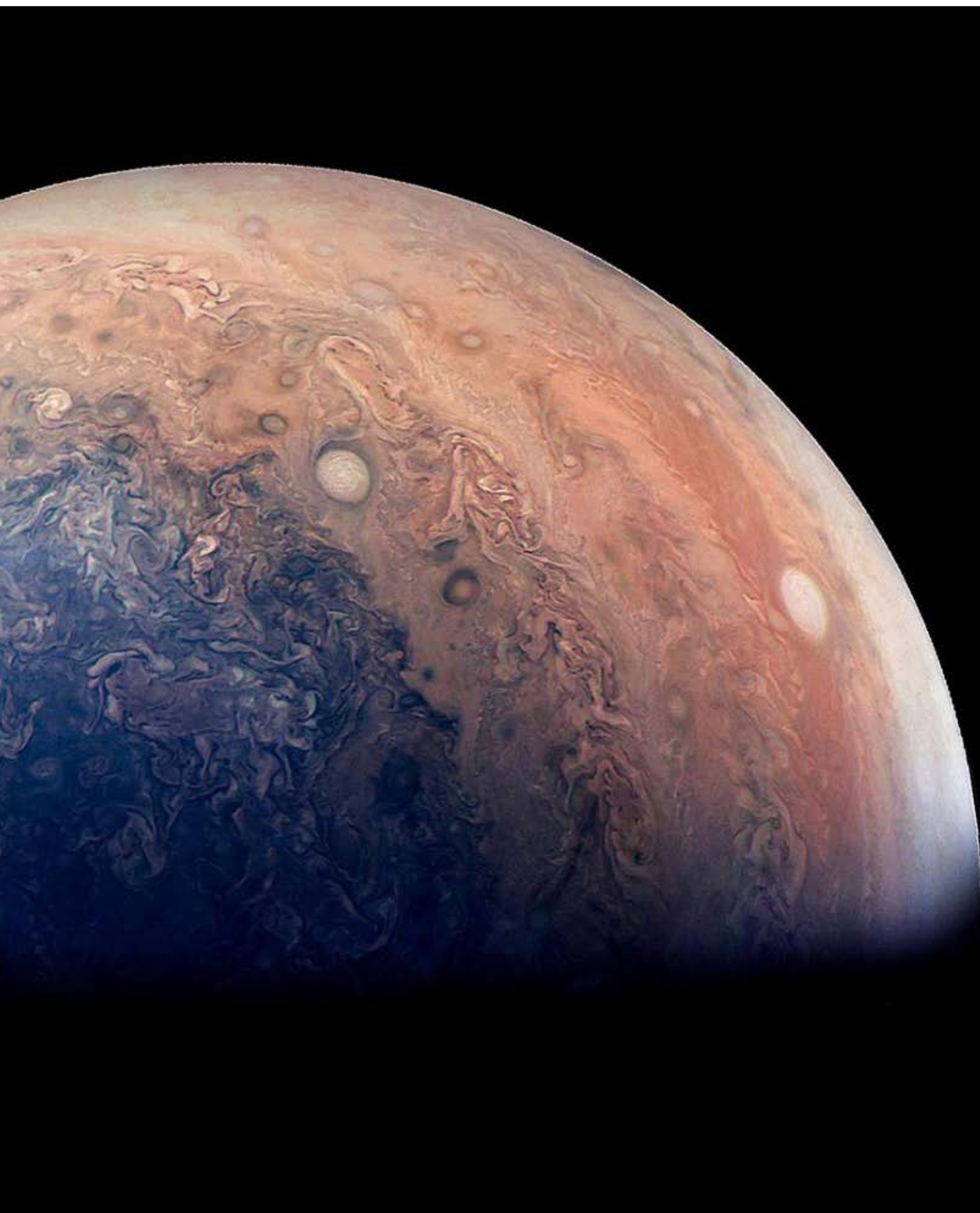
Grâce aux instruments de la sonde, les chercheurs ont aussi pu étudier l'atmosphère dans sa profondeur ou encore le champ magnétique de la planète. Celui-ci dépasse en intensité tous ceux des autres planètes du Système solaire. Les données de *Juno* montrent qu'il est même 1,5 fois plus intense qu'estimé auparavant. Selon les chercheurs, cela signifie que le champ magnétique se formerait plus près de la surface qu'on ne le supposait. Par ailleurs, les aurores sur Jupiter se produiraient par un mécanisme très différent de celui à l'œuvre sur Terre : les particules chargées viendraient de la planète et non de l'espace.

Ce mois-ci, le 11 juillet, la sonde survolera l'énigmatique et fameuse Grande Tache rouge, gigantesque anticyclone qui s'étend sur plus de 10 000 kilomètres (*non visible sur la photo ci-contre*). Les instruments sonderont l'intérieur de cette tempête géante afin de mieux en comprendre la dynamique. ■

S. B.

S. J. Bolton *et al.*, *Science*, vol. 356, pp. 821-825, 2017
J. E. P. Connerney *et al.*, *ibidem*, pp. 826-832





© NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS/Gabriel Fiset

BIOLOGIE ANIMALE

CHENILLES SANS MICROBIOTE

L'intestin de nombreux animaux est habité par une vaste population de microorganismes, le microbiote intestinal. Ce dernier semble indispensable, car son absence entraîne des maladies chez l'hôte. Il joue notamment un rôle dans la décomposition de certains aliments. Or on signale des cas de plus en plus nombreux d'espèces vivant très bien sans microbiote. Une étude de Tobin Hammer, de l'université du Colorado, et de ses collègues portant sur 124 espèces de chenilles américaines l'illustre.

Ces biologistes ont analysé la matière fécale des insectes pour y répertorier des traces d'ADN caractéristique des microorganismes d'un microbiote. Les concentrations mesurées étant très faibles, cela suggérerait l'absence de microbiote. Pour le confirmer, les chercheurs ont donné des antibiotiques aux chenilles afin de tuer tout microbiote potentiel et de voir si la santé des insectes était affectée. Cela n'a pas été le cas.

Dès lors, comment les chenilles font-elles pour assimiler la nourriture alors que tant d'autres espèces sont dépendantes de leur microbiote ? Matan Shelomi, de l'institut Max-Planck d'écologie chimique, à Iéna, en



Cette chenille de papillon monarque (*Danaus plexippus*) serait dépourvue de microbiote.

Allemagne, a montré que les phasmes sont capables de décomposer la pectine – une fibre végétale – sans l'aide de microorganismes, et ce grâce à des gènes présents dans leur ADN. Ces insectes auraient acquis ces derniers à partir de bactéries, au cours de leur histoire évolutive.

Combien d'espèces seraient dans cette situation ? Les chercheurs n'en sont qu'au début de ce recensement, mais il existe des indices suggérant que certains vertébrés (oiseaux, poissons) sont eux aussi concernés. ■

S. B.

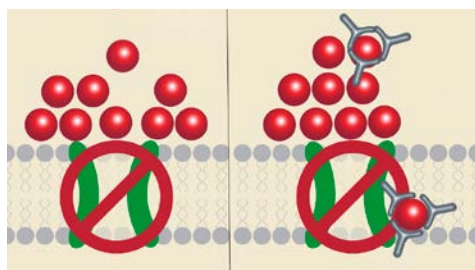
T. J. Hammer et al., prépublication bioRxiv, 30 avril 2017
<http://biorxiv.org/content/early/2017/04/30/132522>

BIOCHIMIE

TRANSPORT DU FER RESTAURÉ

Le fer étant indispensable à l'organisme, le dysfonctionnement de protéines qui transportent cet élément à travers les membranes cellulaires provoque des maladies telles que des anémies congénitales ou des hémochromatoses. Anthony Grillo, de l'université de l'Illinois, et ses collègues ont montré que l'hinokitiol, une molécule extraite d'huiles essentielles de certains conifères, restaure le transport du fer à travers les membranes cellulaires.

Les ions ferreux (Fe^{2+}) et ferriques (Fe^{3+}) présents dans les organismes sont des espèces hydrophiles, contrairement aux membranes cellulaires, qui sont hydrophobes (car formées surtout de lipides). En l'absence de protéines transmembranaires adaptées, ils ne peuvent ainsi pas traverser les membranes. Cependant, certaines molécules, comme l'hinokitiol, sont susceptibles



Si les protéines transmembranaires (en vert) sont déficientes, le fer (en rouge) ne traverse pas la membrane (en gris). Mais il en est capable s'il est associé à l'hinokitiol (à droite).

de se lier à ces ions et de former un complexe plus lipophile, capable de traverser.

Les chercheurs ont testé *in vivo* l'action de l'hinokitiol sur des souris modèles. Ils ont constaté que cette molécule a rétabli l'absorption de fer par voie intestinale et la formation d'hémoglobine. ■

M. T.

A. S. Grillo et al., *Science*, vol. 356, pp. 608-616, 2017

L'ANTIMATIÈRE DE LA VOIE LACTÉE

Les régions centrales de la Galaxie émettent un fort rayonnement gamma produit par l'annihilation de matière et d'antimatière. Mais d'où vient cette dernière ? Grâce à de nouvelles données, Roland Crocker, de l'université australienne de Canberra, et ses collègues proposent un scénario : la fusion de paires de naines blanches produit une supernova avec la formation de titane 44, qui se désintègre en scandium 44 puis en calcium 44 avec émission d'un positron, l'antiparticule de l'électron.

T. REX : PLUMES OU ÉCAILLES ?

Depuis que l'on sait que des dinosaures avaient des plumes, la mode s'est répandue d'en affubler aussi *Tyrannosaurus rex*. Toutefois, Scott Persons, de l'université de l'Alberta, et des collègues ont voulu en avoir le cœur net en étudiant les morceaux de peau fossilisée attribués à *T. rex*. N'ayant pas trouvé la moindre trace de plume, ils concluent que *T. rex* était couvert d'écaillures, sauf peut-être sur le dos, puisqu'aucun morceau dorsal de peau de tyrannosaure n'est connu dans le registre fossile.

ÉTENDRE DE 5 % LES ZONES PROTÉGÉES

La biodiversité est souvent évaluée par le seul nombre d'espèces. Pour Laura Pollock, de l'université de Grenoble, et ses collègues, il faut aussi prendre en compte l'histoire évolutive et la fonction écologique des animaux. Avec ces trois critères, les chercheurs ont estimé que seules 26 % des espèces d'oiseaux et de mammifères sont présentes dans des zones protégées. Et qu'une augmentation de 5 % de la superficie de ces espaces dans certaines régions, telles que les Andes, Madagascar et l'Asie du Sud-Est, permettrait de multiplier par trois le nombre d'espèces protégées.

VIN ET CERVEAU

À dose modérée, le vin pourrait ralentir le déclin cognitif lié à l'âge ou aux maladies neurodégénératives. Comment ce breuvage protège-t-il les neurones? Pour le comprendre, l'équipe de Victoria Moreno-Arribas, de l'Institut de recherche en sciences de l'alimentation, à Madrid, s'est intéressée aux métabolites produits par la digestion du vin et capables de passer de la circulation sanguine au cerveau.

Les chercheurs les ont mélangés à des cultures de cellules humaines soumises à des stress chimiques, qui reproduisent les conditions d'une inflammation cérébrale. De telles inflammations surviendraient lors du vieillissement ou des maladies neurodégénératives, déclenchant des cascades de réactions qui accélèrent la mort neuronale. Les métabolites ont bloqué ces réactions à différents niveaux, ce qui a amélioré la survie des neurones. ■

GUILLAUME JACQUEMONT

Frontiers in Nutrition, vol. 4, article 3, 2017

PALÉOANTHROPOLOGIE

UN HOBBIT SUD-AFRICAIN?

En 2015, l'équipe de Lee Berger, de l'université du Witwatersrand en Afrique du Sud, découvrait ce qui ressemble à un cimetière d'hominines à petits cerveaux. Comme cette extraordinaire concentration de fossiles d'*Homo naledi*, espèce jusque-là inconnue, se trouvait dans une grotte, il n'était pas possible de la dater rapidement. Mais, estimant d'après ses caractéristiques que cet humain était très ancien, ses découvreurs ont aussitôt conjecturé que l'habitude des hommes d'enterrer leurs morts est venue très tôt.

La datation, désormais faite, donne un âge de seulement 300 000 ans. C'est peu pour une espèce d'apparence aussi archaïque, mais ses découvreurs continuent d'attribuer à *H. naledi* de l'importance au sein du genre *Homo*, et donc à donner une place éminente à l'Afrique australe dans l'évolution humaine; leurs confrères, partisans de l'Afrique de l'Est, voient plutôt dans *H. naledi* une sorte d'impasse évolutive comparable au petit Homme de Florès, en Indonésie... ■

F. S.

P. Dirks et al., eLife, en ligne le 9 mai 2017

LA COCCINELLE, REINE DE L'ORIGAMI



La coccinelle peut rapidement plier ou déplier ses ailes afin de voler et échapper à un prédateur. Le mécanisme de repliement des ailes pourrait inspirer les industriels.

Les coccinelles sont des insectes très mobiles, alternant rapidement entre la marche et le vol. Pour ce faire, elles doivent pouvoir déployer, ou rétracter, en un temps très court leurs longues ailes membraneuses cachées sous les élytres. Lors de précédentes études, des chercheurs avaient suggéré que les mouvements de l'abdomen contribuaient à replier les ailes, mais sans pouvoir expliquer comment le pliage complexe des ailes était réalisé. En effet, le processus est difficile à observer, car les coccinelles replient leurs ailes après la fermeture des élytres, qui sont opaques. Une équipe japonaise menée par Kazuya Saito, de l'université de Tokyo, a créé des élytres transparents qu'elle a substitués sur le dos d'un insecte. À l'aide de caméras ultrarapides, ces chercheurs ont confirmé le rôle du mouvement de l'abdomen. Par une combinaison de mouvements de l'aile et de pression de l'abdomen sur les élytres, dont la courbure est adaptée à la forme des nervures de l'aile, cette dernière se replie une première fois longitudinalement, puis plusieurs fois dans l'autre direction.

En outre, des questions se posaient sur la capacité des ailes à être tantôt souples pour qu'elles se rangent sous les élytres, tantôt rigides pour voler. Par microtomographie, les chercheurs ont étudié de près la structure tridimensionnelle de l'aile. Kazuya Saito et ses collègues ont constaté que les nervures alaires présentent un profil courbé similaire à celui des mètres à ruban rétractable. Cette courbure crée de la rigidité lorsque l'aile est déployée pour voler. Mais, aplatie, l'aile devient souple et peut se plier. Ces résultats inspireront peut-être les techniques spatiales de déploiement de panneaux solaires, ou des applications à des objets plus quotidiens tels que les parapluies. ■

S. B.

K. Saito et al., PNAS, vol. 114(22), pp. 5624-5628, 2017

MÉDECINE

CELLULES FOÉTALES À LA RESCOUSSE

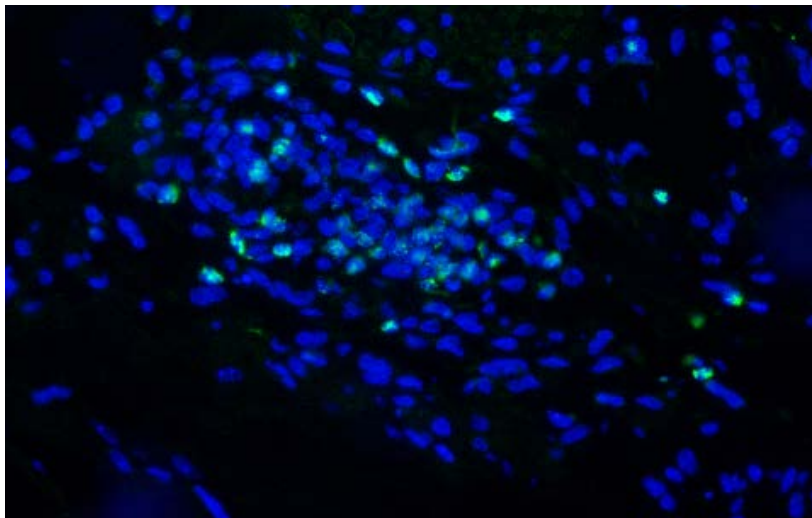
Une souris qui a eu des petits conserve dans son corps des cellules fœtales. Lorsqu'elle se blesse, ces cellules s'activent et aident la cicatrisation. On sait maintenant comment.

Soigner des femmes avec les cellules de leurs enfants? Non, il ne s'agit pas de les prélever et de les injecter à leur mère, mais de réveiller les cellules fœtales qui, durant la grossesse, passent dans son corps et se nichent dans sa moelle osseuse. Depuis une vingtaine d'années, on sait que les femmes qui ont été enceintes gardent de telles cellules pendant plus de cinquante ans et probablement toute leur vie. Lors d'une blessure cutanée, ces cellules s'activent et viennent en renfort de celles habituellement mobilisées. L'équipe de Sélim Aractingi, de la faculté de médecine Paris-Descartes et du centre de recherche Saint-Antoine (Inserm UMRS 938), à Paris, a mis en évidence le signal qui les réveille.

Plusieurs types de cellules coopèrent dans la réparation d'une plaie cutanée: des cellules immunitaires sont vite recrutées et arrivent dans la plaie; des fibroblastes, les cellules qui sécrètent les composants de la matrice extracellulaire, tel le collagène, se multiplient. Enfin, les cellules souches cutanées de la zone lésée, issues de la couche la plus profonde de l'épiderme, s'activent et migrent pour recouvrir la région mise à nu; et dans le même temps, de nouveaux capillaires sanguins se forment, irriguant le tissu en régénération, condition indispensable à tous ces phénomènes.

C'est dans la production de capillaires sanguins – l'angiogenèse – que les cellules de la moelle osseuse interviennent. Ce tissu contient un réservoir de cellules progénitrices endothéliales. Il s'agit de cellules souches, c'est-à-dire non spécialisées, entrées dans une première étape de différenciation en cellules endothéliales, qui tapissent la paroi interne des vaisseaux sanguins. Lors d'une blessure cutanée, elles sont recrutées dans la région lésée, où certaines contribuent à l'angiogenèse tandis que d'autres sécrètent une molécule (un facteur de croissance) qui recrute d'autres cellules de la moelle osseuse.

L'équipe de Sélim Aractingi a étudié en détail ce qui se produit chez des souris enceintes ou *post-partum*. Afin de repérer les cellules fœtales, les chercheurs ont accouplé des femelles avec des mâles modifiés génétiquement pour produire une protéine fluorescente. Ils ont ensuite analysé l'expression des gènes de ces cellules



Chez une souris enceinte, des cellules fœtales (en vert) viennent en renfort pour soigner une plaie cutanée (en bleu, les autres cellules en action dans la région lésée).

6 000

CELLULES FOÉTALES ENVIRON SONT RECRUTÉES APRÈS INJECTION DE LA PROTÉINE CCL2 DANS LES PLAIES DES SOURIS MÈRES, CE QUI SUFFIT À LES SOIGNER. PAR COMPARAISON, CHEZ L'HUMAIN, UNE THÉRAPIE CELLULAIRE CUTANÉE NÉCESSITE L'INJECTION DE MILLIONS DE CELLULES SOUCHES ISSUES DE LA PEAU DU PATIENT.

issues de souris femelles enceintes qui avaient subi ou non une blessure cutanée.

La pêche s'est révélée fructueuse. Les cellules fœtales des souris blessées étaient très enrichies en un récepteur de la membrane cellulaire nommé Ccr2. Les chercheurs ont aussi explicité son rôle: très vite après une blessure, les cellules endothéliales et les macrophages (des cellules immunitaires) sur place sécrètent une protéine nommée Ccl2, qui n'est autre que le principal ligand du récepteur. Cette protéine déclenche une voie de signalisation qui recrute les cellules fœtales exprimant Ccr2 jusqu'à la plaie, où elles se différencient et assemblent de nouveaux vaisseaux sanguins.

De plus, il suffit d'injecter de faibles doses de Ccl2 dans les plaies des souris, même longtemps après les naissances, pour que les cellules fœtales de la moelle osseuse y soient recrutées. «Injecter Ccl2 permet d'accroître la population de cellules fœtales mobilisée par la plaie», explique Sélim Aractingi, qui espère que cette approche aidera à soigner non seulement les plaies cutanées chroniques, mais aussi d'autres organes. Reste à savoir si ces résultats seront transposables aux femmes... ■

MARIE-NEIGE CORDONNIER

M. Castela et al., *Nature Communications*, 18 mai 2017