

L'EAU, DÉJÀ SUR LA TERRE JEUNE

D'où vient l'eau terrestre? La planète s'est formée dans une région de l'espace *a priori* assez pauvre en eau. L'hypothèse est donc qu'un bombardement tardif de comètes et d'astéroïdes, après la formation de la Lune, aurait apporté cet élément. Mais, en 2015, l'équipe de Lydia Hallis, de l'université de Hawaï, a montré qu'une part de cette eau provient de matériaux qui ont formé la Terre, sans pouvoir préciser la fraction que cela représente.

Maintenant, Richard Greenwood, de l'Open University, au Royaume-Uni, et ses collègues estiment que seuls 5% à 30% de l'eau viendraient d'impacts tardifs. Les chercheurs ont analysé les isotopes de l'oxygène dans des échantillons de roches lunaires et terrestres. Les contraintes de leur modèle sur la formation de la Lune suggèrent que les bombardements tardifs ont eu une contribution mineure. ■

S. B.

R. C. Greenwood et al., *Science Advances*, vol. 4, eaao5928, 2018

BIOLOGIE ANIMALE

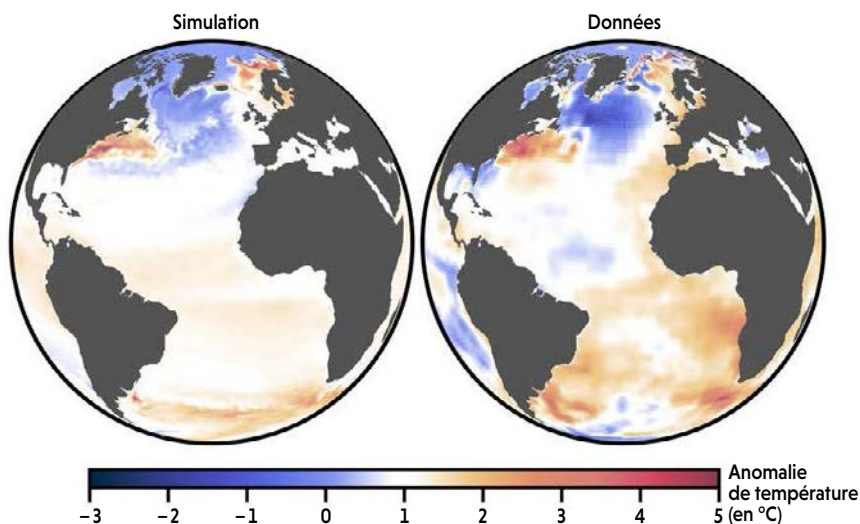
LE COLIBRI SIFFLE EN PIQUÉ

Pour séduire, certains animaux font la démonstration de leur célérité. Les colibris mâles volent en piqué droit sur les femelles et produisent un son aigu avec les plumes de leur queue. Plus le vol est rapide, plus les plumes vibrent et plus la fréquence du son est élevée. Malgré l'effet Doppler qui déforme le son perçu par la femelle, celle-ci estimerait la fréquence du son et, partant, la vitesse du mâle. Cela reste à prouver, mais les chercheurs supposent que les femelles ont une préférence pour les sons les plus aigus et donc les mâles les plus rapides. Dans ce contexte, Christopher Clark et Emily Mistick, de l'université de Californie, à Riverside, ont observé le comportement particulier du colibri de Costa (*Calypste costae*). Son vol en piqué vise à côté de la femelle. Il est par ailleurs capable de plier sa queue afin d'orienter le son directement sur la femelle. Ce faisant, il module la fréquence du son, mais amplifie aussi sa puissance de 11 décibels. Sa vitesse réelle est ainsi masquée. Un tricheur? ■

S. B.

C. J. Clark et E. A. Mistick, *Current Biology*, vol. 28, pp. 1257-1264, 2018

LE COURANT ATLANTIQUE NORD A FAIBLI DE 15%



L'équipe de Levke Caesar a étudié les anomalies de température liées aux courants marins dans l'océan au sud de l'Islande. Les simulations et les données sont en accord.

Un système complexe de courants parcourt l'océan Atlantique, dont la circulation méridienne de retournement atlantique (Amoc). Deux principaux courants la composent: un courant d'eau chaude de surface qui prend sa source dans le Gulf Stream et remonte vers le nord-est de l'océan Atlantique, et une circulation d'eau froide et salée en profondeur qui passe au large des côtes nord-américaines, des hautes latitudes vers le sud. Les importants échanges de chaleur entre l'océan Atlantique Nord et l'atmosphère suggèrent que des modifications de la dynamique du premier auraient un impact considérable sur le climat global. Pour mieux comprendre l'évolution à long terme de l'Amoc, deux équipes, menées par Levke Caesar, de l'université de Potsdam, en Allemagne, et par David Thornalley, de l'University College, à Londres, ont retracé l'intensité de son courant.

Levke Caesar et ses collègues ont étudié des anomalies de température à la surface de l'océan, signatures caractéristiques des modulations de l'Amoc, qu'ils ont ensuite reproduites *via* des simulations climatiques. Avec des données remontant jusqu'à la fin du XIX^e siècle, les chercheurs ont montré que l'Amoc avait perdu 15% de son intensité depuis environ 50 ans. Ils suggèrent que la fonte de la calotte groenlandaise, en apportant de l'eau douce, serait à l'origine de cette perturbation.

L'équipe de David Thornalley a étudié la taille des grains de terre retrouvés dans le limon au fond de l'océan Atlantique Nord subpolaire. La composition de ces sédiments est un indicateur de la force des courants. Les chercheurs ont ainsi montré que l'Amoc a été stable pendant près de 1500 ans, mais aurait commencé à faiblir il y a près de 150 ans, c'est-à-dire à la fin du petit âge glaciaire (vers 1850). Là aussi, la baisse est estimée à 15%, et la fonte des glaciers et de la glace de mer pourrait être à l'origine de cette tendance. Malgré la similarité du mécanisme suggéré, l'échelle de temps sur laquelle le phénomène est analysé diffère entre les deux articles. Il reste donc à déterminer s'il s'agit du même processus. ■

S. B.

L. Caesar et al., *Nature*, vol. 556, pp. 191-196, 2018 ;
D. J. R. Thornalley et al., *ibid.*, pp. 227-230

NEUROSCIENCES

COMMENT LE CERVEAU LIBÈRE DE L'ESPACE MÉMOIRE

Pour la première fois, lors d'un apprentissage chez les rats, des chercheurs ont visualisé l'apparition de nouvelles connexions neuronales et la disparition d'autres – pour faire de la place.

La plupart du temps, nous ne nous souvenons pas de tout ce que nous avons vu, entendu, vécu... C'est bien normal: la capacité de notre mémoire n'est pas infinie. Ce que nous retenons est en effet stocké dans le cerveau sous forme de nouvelles connexions entre neurones, c'est-à-dire de nouvelles synapses, ou par un renforcement de celles-ci. Et pour la première fois, Cailey Bromer, de l'institut Salk, en Californie, et ses collègues ont mis en évidence, chez les rats, un mécanisme cellulaire de compensation: quand de nouvelles synapses apparaissent, d'autres sont éliminées. Parce qu'il faut bien libérer de la place...

Toute nouvelle information ou tout nouvel apprentissage est d'abord stocké dans les hippocampes, des régions centrales du cerveau, plaques tournantes de la mémorisation, qui communiquent avec diverses zones du cortex où seront ensuite « envoyés » les souvenirs à très long terme. Les hippocampes sont une des rares aires cérébrales où des neurones et des synapses apparaissent encore à l'âge adulte. En outre, ils sont le siège d'une intense « plasticité »: des connexions se font jour, d'autres disparaissent, *via* deux mécanismes cellulaires, à savoir la potentialisation à long terme, ou LTP, qui renforce la synapse, et la dépression à long terme, ou LTD, qui l'affaiblit.

Pour comprendre le rôle de la synapse dans la mémorisation, il faut d'abord rappeler son fonctionnement. L'influx nerveux est apporté par l'axone d'un premier neurone jusqu'à un « bouton » présynaptique où des messagers chimiques, les neurotransmetteurs, sont libérés. Ces derniers sont alors captés par des récepteurs à la surface d'une dendrite, un prolongement d'un autre neurone, lequel transmettra l'influx nerveux. Un neurone présente un unique axone, mais plus ou moins de dendrites, parfois dotées d'épines dendritiques – comme dans les neurones de l'hippocampe –, au bout desquelles on trouve une synapse.

Les chercheurs ont étudié les capacités de stockage des neurones dans les hippocampes, notamment des cellules granulaires de la couche dite moléculaire, et les ont comparées à celles des cellules pyramidales de la couche dite CA1, également dans l'hippocampe.



Les neurones sont connectés les uns aux autres par des synapses. Lorsque nous mémorisons une information, de nouvelles synapses apparaissent, mais d'autres sont éliminées.

Pour ce faire, ils ont provoqué une LTP entre neurones dans l'hippocampe de rats éveillés, à l'aide d'électrodes de stimulation implantées chirurgicalement. Ils reproduisent ainsi les conditions d'un nouvel apprentissage. Puis ils ont visualisé par microscopie électronique en trois dimensions la taille et le nombre de synapses et des épines le long des dendrites.

Résultats: 30 minutes après la LTP, les synapses des épines dendritiques grossissent; leur bouton présynaptique augmente de volume et recèle davantage de vésicules de neurotransmetteurs, tandis que la densité des récepteurs postsynaptiques augmente. La capacité de stockage des cellules granulaires est donc meilleure, mais reste inférieure de l'ordre de 30% à celle constatée dans la région CA1.

Plus intéressant: par unité de longueur de dendrite, le nombre d'épines et l'aire totale des synapses restent constants après la LTP, ce qui suggère que certaines synapses diminuent de volume ou des épines disparaissent à d'autres endroits, probablement par un phénomène compensatoire de LTD, avec certainement une perte de données. De la place serait ainsi faite pour que de nouvelles informations soient accumulées, le volume total des couches des hippocampes ne pouvant pas augmenter à l'infini. ■

BÉNÉDICTE SALTHUN-LASSALLE

C. Bromer *et al.*, *PNAS*, en ligne le 6 mars 2018

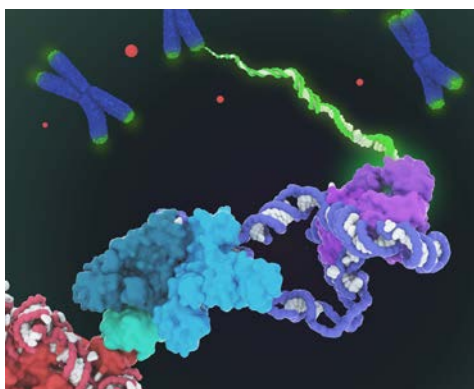
BIOLOGIE

LA TÉLOMÉRASE
CARTOGRAPHIÉE

Chez les eucaryotes, les extrémités des chromosomes, nommées télomères, sont constituées de répétitions de séquences non codantes d'ADN (chez l'homme, la séquence TTAGGG est répétée sur environ 1000 paires de bases). La télomérase, une enzyme qui joue un rôle crucial dans le maintien des télomères, vient de voir sa structure décrite avec une précision inégalée.

À chaque division cellulaire, les télomères perdent un morceau de leur séquence et raccourcissent donc au cours du temps. Lorsqu'ils sont devenus trop courts, les cellules entrent dans un processus de sénescence répllicative et ne se divisent plus. Avec l'âge, elles s'accumulent dans les organes et sont une cause majeure du vieillissement des tissus. Or la télomérase limite le phénomène de sénescence. Il s'agit d'un grand complexe moléculaire, constitué d'une enzyme (la transcriptase inverse), d'un ARN et de protéines. La télomérase se fixe sur les télomères et, à partir de son ARN, synthétise de nouvelles séquences – TTAGGG chez l'homme.

L'équipe de Kathleen Collins, de l'université de Californie à Berkeley, a déterminé la structure de la télomérase humaine à une résolution subnanométrique. Elle a utilisé la



La télomérase, une enzyme liée à l'ADN, est constituée de deux lobes (violet et bleu-vert) dont les rôles viennent d'être précisés.

cryomicroscopie électronique, une technique qui consiste à congeler très vite des échantillons biologiques pour les observer dans leur état naturel. L'équipe a ainsi montré que le complexe est composé de deux lobes dans lesquels l'ARN fait office d'échafaudage pour différentes protéines. L'un des lobes contiendrait le noyau catalytique de l'enzyme ainsi que la séquence d'ARN servant de modèle pour les répétitions d'ADN. L'autre lobe contiendrait différentes protéines nécessaires entre autres à la maturation ou au transport de l'ARN. ■

A. G.

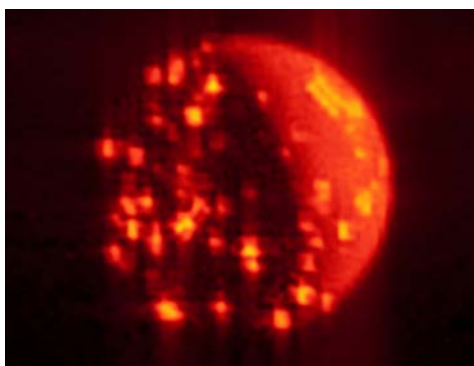
T. H. D. Nguyen et al., *Nature*, en ligne le 25 avril 2018

ASTROPHYSIQUE

IO BRILLE
DE MILLE FEUX

De la même façon que la Terre, de nuit, scintille des lumières des villes, Io, la lune de Jupiter, brille grâce à ses volcans actifs : la sonde *Juno*, actuellement en orbite autour de Jupiter, l'a confirmé en l'observant en infrarouge. C'est lors du septième passage de la sonde sur une orbite très elliptique, en juillet 2017, que la caméra JIRAM (qui a par ailleurs réalisé d'exceptionnelles images de la planète géante gazeuse) a photographié Io.

À partir de ces données brutes et publiques, l'astronome amateur russe Roman Tkachenko a composé l'image de Io. On y voit ainsi une partie de la lune de nuit, où se distinguent de nombreux points lumineux : les volcans actifs de Io. On note qu'ils sont répartis sur toute la surface du corps et que le volcanisme y est



Les volcans de ce satellite de Jupiter brillent intensément dans l'infrarouge.

particulièrement intense. De fait, ce corps est le plus actif de tout le Système solaire : pas moins de 400 volcans y rejettent du soufre et du dioxyde de soufre, donnant à sa surface des teintes blanches, jaunes et vertes. ■

S. B.

https://www.nasa.gov/mission_pages/juno/

EN BREF

UNE NOUVELLE
FOURMI EXPLOSIVE

Mentionnées pour la première fois en 1916, les fourmis explosives ont commencé à être vraiment étudiées en 2014. Alice Laciny, de l'université technique de Vienne, et ses collègues ont ainsi découvert une quinzaine de nouvelles espèces et en ont formellement décrit une, *Colobopsis explodens*. En cas de menace, les ouvrières de cette espèce se déchirent le corps, libérant un liquide collant et toxique qui tue l'assaillant ou ralentit sa progression.

ÉTIRER LE GRAPHÈNE
ET L'EMPLER

Récemment, des chercheurs ont montré qu'en empilant deux couches de graphène (un maillage régulier 2D d'atomes de carbone) avec un angle relatif de 1,1°, nommé angle magique, on obtient des propriétés électroniques intéressantes. Cette fois, Vincent Renard, de l'université Grenoble-Alpes, et ses collègues ont montré qu'il est aussi possible de moduler les propriétés électroniques de deux couches de graphène empilées en étirant l'une par rapport à l'autre.

AMPHIBIENS ET
PERTURBATEURS

Depuis les années 1980, les populations d'amphibiens déclinent. Pourquoi ? Pour tester l'hypothèse des perturbateurs endocriniens, Stéphane Reynaud, de l'université Grenoble-Alpes, et ses collègues ont exposé des xénopes (*Xenopus tropicalis*) à des doses environnementales de deux perturbateurs endocriniens (l'antimicrobien triclosan et l'hydrocarbure polycyclique benzo[a]pyrène). Les animaux ont développé un syndrome métabolique proche du diabète de type 2. Cela s'est traduit par un développement limité et une baisse du succès reproducteur de la progéniture.