

PHYSIQUE

REBOND DE GOUTTES

Dans un tube rempli d'un mélange d'eau et d'éthanol dont la densité augmente avec la profondeur, Yanshen Li, de l'université de Twente, aux Pays-Bas, et ses collègues ont observé le comportement d'une goutte d'huile (transanéthol). Comme attendu, cette dernière s'enfonçait lentement dans le fluide sous l'effet de la gravité. Mais, subitement, lorsqu'elle atteignait une certaine profondeur, elle rebondit, et le phénomène se répète.

Les chercheurs expliquent qu'à cause de la variation de densité en éthanol, la tension de surface de la goutte n'est pas uniforme et induit dans celle-ci un flux, dit de Marangoni, qui augmente jusqu'à entraîner la goutte vers le haut. Lorsqu'elle remonte, ce courant de Marangoni diminue et la pesanteur reprend le dessus. Le cycle se répète, mais finit par s'estomper. ■

S. B.

Yanshen Li et al., *Phys. Rev. Lett.*, vol. 122, article 154502, 2019

BIOLOGIE

LES JUMEAUX DE L'ISS

Du 27 mars 2015 au 1^{er} mars 2016, l'astronaute Scott Kelly a vécu à bord de la *Station spatiale internationale (ISS)* pendant que son frère jumeau, Mark, est resté sur Terre. Francine Garrett-Bakelman, de la faculté de médecine de l'université de Virginie, et ses collègues ont profité de cette situation unique pour étudier l'influence sur l'organisme de l'apesanteur et de la vie dans l'espace, en comparant de nombreuses caractéristiques physiologiques et moléculaires des deux frères.

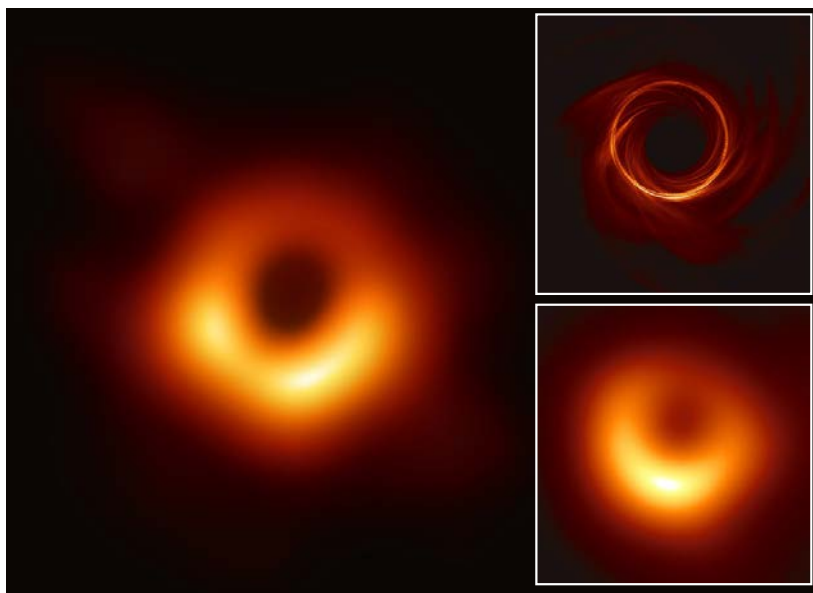
Les chercheurs ont noté que l'organisme de Scott Kelly a été dans un état de stress physiologique permanent sur l'ISS. Ils ont, par exemple, observé des modifications épigénétiques dans ses cellules immunitaires. Plus surprenant, les télomères (les extrémités des chromosomes qui diminuent de taille avec l'âge) se sont rallongés alors que les scientifiques s'attendaient plutôt au contraire du fait du stress. La plupart de ces effets se sont néanmoins résorbés dans les six mois qui ont suivi le retour sur Terre. ■

S. B.

F. E. Garrett-Bakelman et al., *Science*, vol. 364, article eaau8650, 2019

ASTROPHYSIQUE

LA PREMIÈRE VRAIE IMAGE D'UN TROU NOIR



L'image obtenue du trou noir de la galaxie M87 (à gauche) est comparée à l'image théorique (à droite, en haut), et à l'image théorique prenant en compte la résolution du télescope (à droite, en bas). La très bonne correspondance confirme l'efficacité de la relativité générale pour décrire les trous noirs.

Jusqu'à présent, les images de trous noirs dans les articles de *Pour la Science* ou dans des films tels qu'*Interstellar* étaient des vues d'artistes ou des simulations numériques très poussées. Une vraie image existe désormais, celle du trou noir qui se cache au centre de la galaxie M87. Une collaboration internationale d'astrophysiciens et de théoriciens l'a obtenue grâce à un réseau de huit radiotélescopes répartis sur quatre continents et reliés afin de créer un télescope virtuel de la taille de la Terre, l'*Event Horizon Telescope* (ou EHT).

En 1979, Jean-Pierre Luminet, du laboratoire Luth, à Meudon, a déterminé l'aspect qu'aurait le disque de matière qui entoure un trou noir (le disque d'accrétion) et qui émet un rayonnement intense. Mais était-il possible de voir une vraie image de trou noir? À la fin des années 1990, les astrophysiciens ont montré qu'avec un réseau de radiotélescopes répartis sur l'ensemble de notre planète, il serait en principe possible d'atteindre une résolution suffisante pour voir l'ombre du trou noir encerclée par la lumière provenant du disque d'accrétion. Près de vingt ans plus tard, Shepherd Doeleman, du centre d'astrophysique Harvard-Smithsonian, et ses collègues ont lancé le projet *Event Horizon Telescope*: en 2017, huit observatoires, en France, aux États-Unis, au Mexique, au Chili et en Antarctique, se sont coordonnés pour scruter pendant 65 heures la galaxie M87, distante de 55 millions d'années-lumière. Un énorme travail d'analyse des données et de reconstruction de l'image, mené par plusieurs équipes, a suivi pour finalement révéler l'ombre du trou noir de M87. Le résultat correspond parfaitement à ce que les simulations fondées sur la théorie de la relativité générale laissaient attendre. ■

S. B.

S. Doeleman et al., *The Astrophysical Journal Letters*, vol. 875, L1 à L6, 2019

PALÉONTOLOGIE HUMAINE

DEUX NOUVELLES PIÈCES DU PUZZLE DÉNISOVIE

Une mâchoire au Tibet et deux métissages successifs des Papous avec les Denisoviens témoignent de l'aide que les gènes d'enisoviens ont apportée à *Homo sapiens*.

Deux découvertes – le premier fossile d'enisovien jamais trouvé hors de la grotte sibérienne de Denisova et le fait que les ancêtres des Papous se sont métissés deux fois avec des groupes distincts de Denisoviens – apportent des précisions sur l'histoire des humains. Elles montrent qu'au cours de son expansion et de ses métissages, *Homo sapiens* a intégré des gènes appartenant aux autres espèces humaines rencontrées et qui l'ont aidé à s'adapter à l'environnement local.

Les Denisoviens sont une forme humaine fortuitement découverte en 2010 par le séquençage de l'ADN contenu dans une phalange de main trouvée dans la grotte de Denisova. L'étude statistique à large spectre de génomes humains, effectuée dans les années suivantes, a montré que les ancêtres des Asiatiques orientaux se sont métissés avec des Denisoviens, puis que la sélection naturelle a retenu une petite proportion de gènes d'enisoviens.

Avec des collègues, François-Xavier Ricaut, du CNRS, avait entrepris d'étudier la diversité des gènes d'enisoviens chez les ancêtres de la population la plus métissée avec les Denisoviens, celle de Papouasie-Nouvelle-Guinée. Après avoir sélectionné dans l'ADN papou un jeu de « blocs » certainement d'enisoviens, les chercheurs ont comparé cet ADN avec l'ADN d'enisovien de référence (sibérien). Cette analyse indique qu'au cours de leur expansion à travers l'Asie du Sud et la Nouvelle-Guinée, les anciens *H. sapiens* se sont successivement métissés avec deux groupes d'enisoviens distincts. Et des calculs d'horloge moléculaire suggèrent que la dernière de ces hybridations s'est achevée il y a 30 000, voire peut-être 15 000 ans.

Selon les chercheurs, si le génome des habitants de Papouasie-Nouvelle-Guinée a intégré entre 4 et 6 % d'ADN d'enisovien, c'est bien parce que ce matériel génétique est utile à leur survie dans les forêts équatoriales humides de la grande île. Son rôle exact reste à préciser, mais il renforcerait le système immunitaire et l'adaptation alimentaire des Papous.

Quant à la mâchoire étudiée par une équipe menée par Jean-Jacques Hublin, du Collège de



Cet habitant de Papouasie-Nouvelle Guinée (ci-dessus) porte des gènes d'enisoviens utiles à sa survie. La mandibule de Xiahe (ci-dessous), au Tibet, est le premier fossile d'enisovien jamais découvert hors de la grotte de Denisova, en Sibérie.



4%

C'EST LA PROPORTION MINIMALE D'ADN DÉNISOVIE QUE CONTIENT LE GÉNOME DES HABITANTS DE LA NOUVELLE-GUINÉE.

France, elle fournit une explication à certains des gènes d'enisoviens présents chez les Tibétains actuels.

Découverte à 3280 mètres d'altitude, la mandibule de Xiahe contient des protéines d'enisoviennes. Les dents qu'elle porte et sa forme présentent des traits rappelant ceux observables sur les microfossiles d'enisoviens de la grotte de Denisova. L'âge de 160 000 ans produit par la datation radiométrique (U-Th) de la calcite recouvrant la mandibule prouve que des Denisoviens s'étaient déjà adaptés aux hautes altitudes du plateau tibétain il y a 160 000 ans, en pleine glaciation du SIO6 (stade isotopique de l'oxygène 6, 191 000 à 123 000 ans), soit plus de 120 000 ans avant les premières traces archéologiques d'*H. sapiens* dans la région...

Comme ceux de tous les Extrême-Orientaux, le génome des *H. sapiens* actuels du plateau tibétain contient une petite proportion d'ADN d'enisovien (moins de 0,5 %), notamment l'allèle *EPAS1* qui réduit les effets du manque d'oxygène. La bonne adaptation physiologique des Tibétains aux hautes altitudes est donc héritée de celle des Denisoviens du plateau tibétain à l'époque du SIO6. ■

F. S.

G. Jacobs et al., *Cell*, en ligne le 10 avril 2019 ;
F. Chen et al., *Nature*, en ligne le 1^{er} mai 2019

UNE COALESCENCE COSMIQUE INÉDITE

La nouvelle saison de prise de données des détecteurs d'ondes gravitationnelles *Ligo* et *Virgo* a débuté le 1^{er} avril de la plus belle façon. Plusieurs événements ont déjà été détectés, et l'un d'eux semble être la coalescence d'un trou noir et d'une étoile à neutrons. Ce serait le premier cas de ce genre. Mais cela reste à confirmer : le signal est très faible, l'événement s'étant produit à une distance comprise entre 0,9 et 1,6 milliard d'années-lumière.

BEOWULF, COMBIEN D'AUTEURS ?

Un débat ancien perdure autour de ce poème épique majeur de la littérature anglo-saxonne, datant de la fin du I^{er} millénaire de notre ère. Cette œuvre a-t-elle eu un ou plusieurs auteurs ? Pour apporter un élément de réponse, Madison Krieger, de l'université Harvard, et ses collègues ont réalisé une analyse statistique de stylométrie par ordinateur. Ils ont étudié la fréquence des combinaisons de lettres « ab », « ac », « ad », etc. La distribution est homogène et suggère qu'il n'y a eu qu'un seul auteur.

UN PREMIER SÉISME MARTIEN DÉTECTÉ

Fin novembre 2018, la sonde *InSight* s'est posée avec succès sur Mars. Elle a alors déployé un sismomètre posé à même le sol de la Planète rouge. Le 6 avril 2019, l'instrument a détecté son premier séisme. Même si Mars produit un bruit sismique très faible comparé à celui de la Terre, les chercheurs espèrent utiliser ces séismes pour mieux comprendre la structure interne de la planète. Le signal enregistré est toujours en cours d'analyse. Le séisme associé serait *a priori* trop faible pour être informatif, mais la sensibilité et l'efficacité de l'instrument sont démontrées.

LE SECRET DE LA SYRINX

Les oiseaux ont un chant très puissant qui n'est pas produit par le larynx, mais par un organe qui leur est spécifique : la syrinx. En effet, chez les oiseaux, le larynx a perdu sa fonction vocale et a été supplanté par la syrinx il y a probablement entre 66 et 68 millions d'années. Tobias Riede, de l'université Midwestern, aux États-Unis, et ses collègues ont montré que la position beaucoup plus basse, dans la trachée, de la syrinx lui conférerait de meilleures performances acoustiques, mises à profit par l'appareil respiratoire très particulier des oiseaux.

Le larynx et la syrinx fonctionnent de la même façon : ils sont constitués de deux membranes qui encadrent un orifice central, la glotte. L'air provenant des poumons exerce alors une pression sur les membranes qui, au-dessus d'un certain seuil – le seuil de pression de phonation –, entraîne la vibration des deux membranes et l'émission d'ondes sonores.

La grande différence entre les deux organes réside dans leur localisation : le larynx se situe dans la gorge, au début de la trachée, tandis que la syrinx se situe à l'autre extrémité de la trachée, juste avant les bronches et les poumons. Or l'air au-dessus de la glotte freine l'écoulement de l'air sortant des membranes et exerce ainsi une pression qui entretient la vibration des membranes



Un organe propre aux oiseaux, la syrinx, confère à ces animaux la capacité de chanter avec une forte intensité.

et facilite la production de son. Tobias Riede et ses collègues ont supposé que la position basse de la syrinx augmente l'inertie acoustique de la colonne d'air au-dessus de la glotte, ce qui abaisse le seuil de pression de phonation.

Pour valider leur hypothèse, les chercheurs ont réalisé deux membranes en silicone qu'ils ont placées en position « syrinx » ou « larynx » dans une trachée artificielle. De l'air a alors été insufflé par un compresseur dans le dispositif. L'équipe a ainsi montré que la position « syrinx » des membranes permettait d'abaisser le seuil de phonation de 20 à 30 %, tout en produisant un son de plus forte amplitude. ■

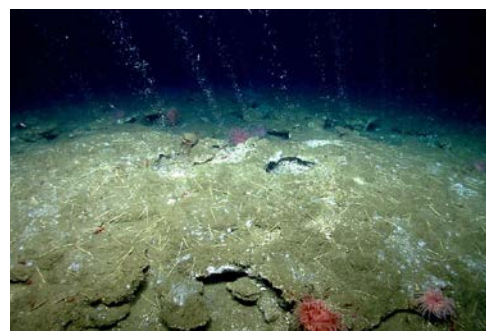
CORALINE MADEC

T. Riede et al., *PLoS Biology*, vol. 17(2), article e2006507, 2019

ARCHÉES ET ÉTHANE

Autour des sources sous-marines d'hydrocarbures, des colonies microbiennes se servent des gaz comme source d'énergie. On connaissait des organismes consommant le méthane, le propane et le butane, mais pas l'éthane. Or les bilans de flux de ce gaz entre les sources profondes et la surface de l'océan suggèrent qu'il existait des « éthanotrophes ». Song-Can Chen et ses collègues, du centre Helmholtz de recherche environnementale de Leipzig, ont identifié un nouveau microorganisme, l'archée *Candidatus* *Argoarchaeum ethanivorans*, qui se nourrit exclusivement d'éthane. Comme il se développe très lentement, il a fallu attendre dix ans avant que les colonies cultivées soient assez grandes pour être étudiées.

L'archée récupère l'énergie chimique de l'éthane en l'oxydant ; cependant, le dioxygène



Source sous-marine de gaz naturel à près de 500 mètres de profondeur, au large des côtes de la Virginie.

est absent au fond des océans. Les chercheurs ont montré que l'archée vit en symbiose avec d'autres microorganismes qui réduisent les ions sulfates en sulfure et émettent ainsi du dioxygène. Les mécanismes de cette relation symbiotique sont encore en cours d'étude. ■

M. T.

S. C. Chen et al., *Nature*, vol. 568, pp. 108-111, 2019