

PALÉOGÉNÉTIQUE

LES AFRICAINS AUSSI ONT DES ANCÊTRES NÉANDERTALIENS

Une nouvelle méthode d'identification de l'ADN néandertalien dans les génomes contemporains change notre vision de l'histoire du métissage néandertalien-sapiens : les Africains aussi descendraient d'*Homo neanderthalensis*.

L'homme de Néandertal ayant évolué en Eurasie, on pensait les Africains subsahariens dénués de gènes néandertaliens. Mais l'équipe de Joshua Akey, de l'université de Princeton, vient de montrer que ceux du nord de l'Afrique subsaharienne ont une proportion non négligeable d'ADN néandertalien.

La nouvelle méthode utilisée par les chercheurs, nommée IBDmix, vise à comparer des génomes modernes avec un génome ancien de référence (ici le génome d'un Néandertalien) et à en déduire quels haplotypes (groupes d'allèles, c'est-à-dire de variants de gènes, transmis ensemble) proviennent d'un ancêtre commun. Plus précisément, pour un génome moderne donné, elle consiste ici à déterminer, au moyen d'une analyse statistique élaborée, s'il est plus vraisemblable que chaque haplotype commun au génome néandertalien ait été transmis depuis un ancêtre commun plutôt que recomposé par la reproduction et les éventuelles mutations survenues au fil des générations.

L'intérêt de cette méthode est que, contrairement aux autres, elle ne nécessite pas de comparaison avec un échantillon de génomes modernes sans gènes néandertaliens. Or les précédentes études s'appuyaient sur des échantillons issus en général de l'ethnie Yoruba, d'Afrique de l'Ouest, supposée exempte de gènes néandertaliens. Avec leur méthode, Joshua Akey et ses collègues ont montré que les Yorubas ont en moyenne 0,5% d'ADN néandertalien, donc que l'échantillon yoruba est biaisé...

Au total, les chercheurs ont analysé 2504 génomes modernes issus du monde entier. Ils ont ainsi identifié en moyenne 17 millions de paires de bases d'ADN néandertalien chez les Africains subsahariens de l'échantillon (sur 3200 millions de paires de bases dans le génome humain), ce qui suggère que les Subsahariens ont en moyenne 0,5% d'ADN néandertalien. Point remarquable, cette valeur est similaire chez les Nord-Africains, donc de part et d'autre du Sahara.

Cet ADN néandertalien provient-il d'une migration en Afrique de Néandertaliens ou d'Eurasiens qui se seraient hybridés avec des Néandertaliens? Après avoir testé ces deux



D'anciens flux de gènes entre l'Eurasie et l'Afrique expliquent que les Africains aussi descendent en partie d'*Homo neanderthalensis*.

hypothèses à l'aide de modèles démographiques, les chercheurs penchent pour la seconde. D'autant qu'ils ont par ailleurs montré qu'une partie de l'ADN néandertalien des Africains résulte d'un métissage très ancien d'*Homo neanderthalensis* avec *H. sapiens* d'Eurasie, en accord avec l'hybridation très ancienne que l'équipe de Cosimo Posth, de l'institut Max-Planck de Tübingen, en Allemagne, avait déjà pointée en 2017.

Enfin, Joshua Akey et ses collègues ont montré que la proportion moyenne d'ADN néandertalien des Extrême-Orientaux est comparable à celle des Européens (1,7%), alors que les études précédentes aboutissaient à une proportion plus élevée, qui d'ailleurs posait des problèmes d'interprétation. Il semble donc que tous les humains actuels aient des ancêtres néandertaliens... Un résultat qui reste à confirmer, car les génomes africains étudiés proviennent tous du nord de l'Afrique subsaharienne. Et si les Sans, chasseurs-cueilleurs sud-africains, qui, *a priori*, ont toujours vécu loin de l'Eurasie, étaient dépourvus d'ADN néandertalien? Affaire à suivre. ■

FRANÇOIS SAVATIER

L. Chen et al., *Cell*, vol. 180(4), pp. 603-818, 2020

EN BREF

UNE EXPLOSION RECORD

Le ciel est constellé d'événements très lumineux, comme les supernovæ. Récemment, c'est une explosion dans un noyau de galaxie, d'une intensité inédite, dont Simona Giacintucci, du laboratoire américain de recherche navale, et ses collègues ont repéré les traces. Cette bouffée d'ondes radio a en effet creusé un « trou » dans le plasma entourant cette zone. C'est l'explosion la plus puissante jamais découverte ; elle a libéré 10^{20} fois l'énergie émise par le Soleil en un an.

The Astrophysical Journal, 27 février 2020

TABAGISME TRÈS INDIRECT

Le tabagisme passif tue 600 000 personnes dans le monde chaque année. Mais la fumée de cigarette, cancérigène, pollue aussi plus indirectement. Roger Sheu, de l'université Yale, aux États-Unis, et ses collègues ont mesuré la concentration de plusieurs substances toxiques liées à la cigarette dans une salle de cinéma. Ils ont découvert que les fumeurs transportent, sur leur peau et leurs vêtements, des molécules qui s'évaporent dans l'air ; les autres personnes présentes sont alors exposées à une pollution importante.

Science Advances, 4 mars 2020

L'ODORAT TROMPÉ DES TORTUES

Les déchets humains dans les océans menacent les écosystèmes. Par exemple, les tortues marines s'étouffent avec des sacs en plastique qu'elles prennent pour de la nourriture. On pensait que la ressemblance visuelle avec les méduses était en cause, mais d'après Joseph Pfaller, de l'université de Floride, et ses collègues, la confusion serait peut-être aussi olfactive : certaines tortues semblent attirées par les odeurs émises par des plastiques couverts d'algues et de bactéries !

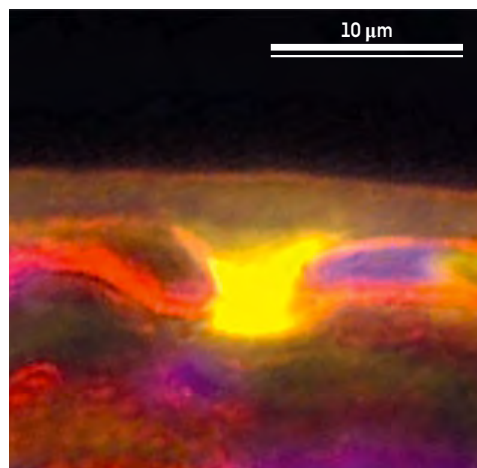
Current Biology, 9 mars 2020

MÉDECINE

UNE CIBLE CONTRE LA DMLA?

À partir de 65 ans, la vision centrale d'une personne sur cinq se dégrade progressivement à cause de la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA), maladie de la rétine qui existe sous deux formes : une forme sèche pour laquelle il n'existe aucun traitement, et une forme humide dont on peut ralentir les effets. Dans les pays industrialisés, la DMLA constitue un problème majeur de santé publique et on estime que le nombre de cas augmentera d'environ 50% d'ici à vingt ans. En cherchant une cible thérapeutique, Valentina Cipriani, de l'université Queen Mary, à Londres, et une équipe internationale ont constaté une forte expression de la protéine FHR-4 dans le sang de patients atteints aussi bien de la forme humide que de la forme sèche de la DMLA. « C'est la première fois que l'on met en évidence dans le sang un marqueur du risque de développer une DMLA », indique Isabelle Audo, chercheuse à l'Institut de la vision, à Paris.

La protéine FHR-4 régule le système dit « du complément », qui fait partie du système immunitaire et joue un rôle dans l'inflammation. Des études précédentes avaient déjà montré que l'activation de ce système du complément est impliquée dans le développement de la DMLA. Ici, Valentina Cipriani et ses collègues ont



La protéine FHR-4 (en jaune) s'accumule dans les drusen, des dépôts se formant avec l'âge dans la rétine de l'œil. Elle serait impliquée dans le développement de la DMLA.

observé chez les patients une accumulation de FHR-4 dans les drusen, des dépôts qui se forment avec l'âge dans les couches profondes de la rétine et la choroïde, selon un mécanisme encore mal connu. Dans ces drusen, FHR-4 entre en compétition avec des éléments qui jouent normalement un rôle de frein au système du complément. ■

NOËLLE GUILLON

V. Cipriani et al., *Nature Communications*, vol. 11, article 778, 2020

PHYSIQUE

UN MILIEU GRANULAIRE LIQUIDE

Dans les déserts chauds, le vent crée des dunes relativement stables, dont l'angle avec l'horizontale avoisine 30 degrés. Ces tas se forment grâce à la nature granulaire du sable, qui lui confère des propriétés physiques intermédiaires entre celles d'un solide – indéformable – et celles d'un liquide. Les grains de sable ne sont soumis qu'à la gravitation et aux frottements solides. Les autres forces, comme celles dues à l'agitation thermique, sont négligeables à cette échelle. Mais qu'en est-il avec des grains beaucoup plus petits ? Antoine Bérut et ses collègues, de l'université d'Aix-Marseille, ont formé des tas de billes microscopiques. Ils ont observé que ces amas, à la manière d'un liquide, ne cessaient jamais de s'étaler, bien que de plus en plus lentement. Comme l'a confirmé le modèle théorique



Les grains de sable forment des dunes, mais des amas de billes mille fois plus petites s'étalent comme un liquide.

élaboré par les chercheurs, c'est en raison de l'agitation thermique, dont l'influence relative par rapport aux autres forces est d'autant plus grande que les particules sont petites. ■

LUCAS GIERCZAK

A. Bérut et al., *Physical Review Letters*, vol. 123, article 248005, 2019

BIOPHYSIQUE

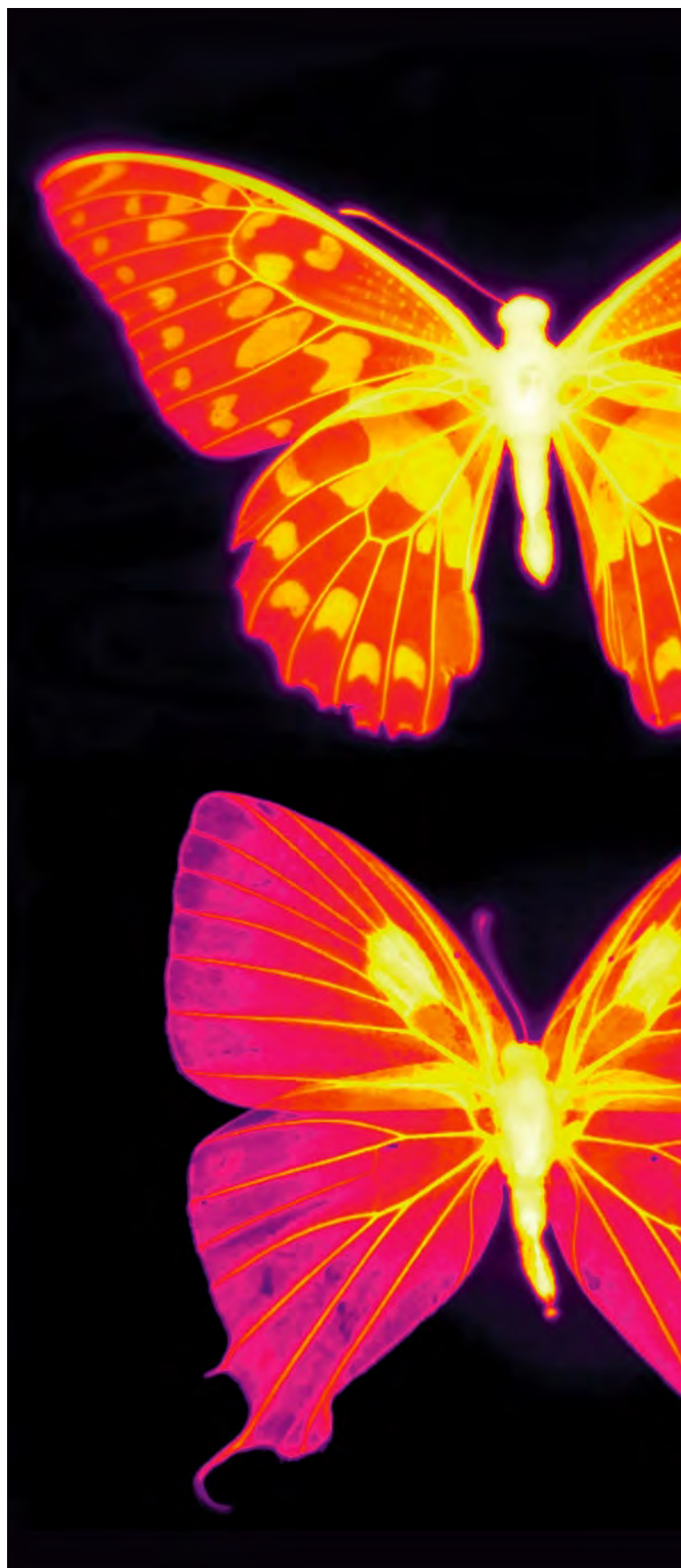
COMMENT LES AILES DE PAPILLONS SE RAFRAÎCHISSENT

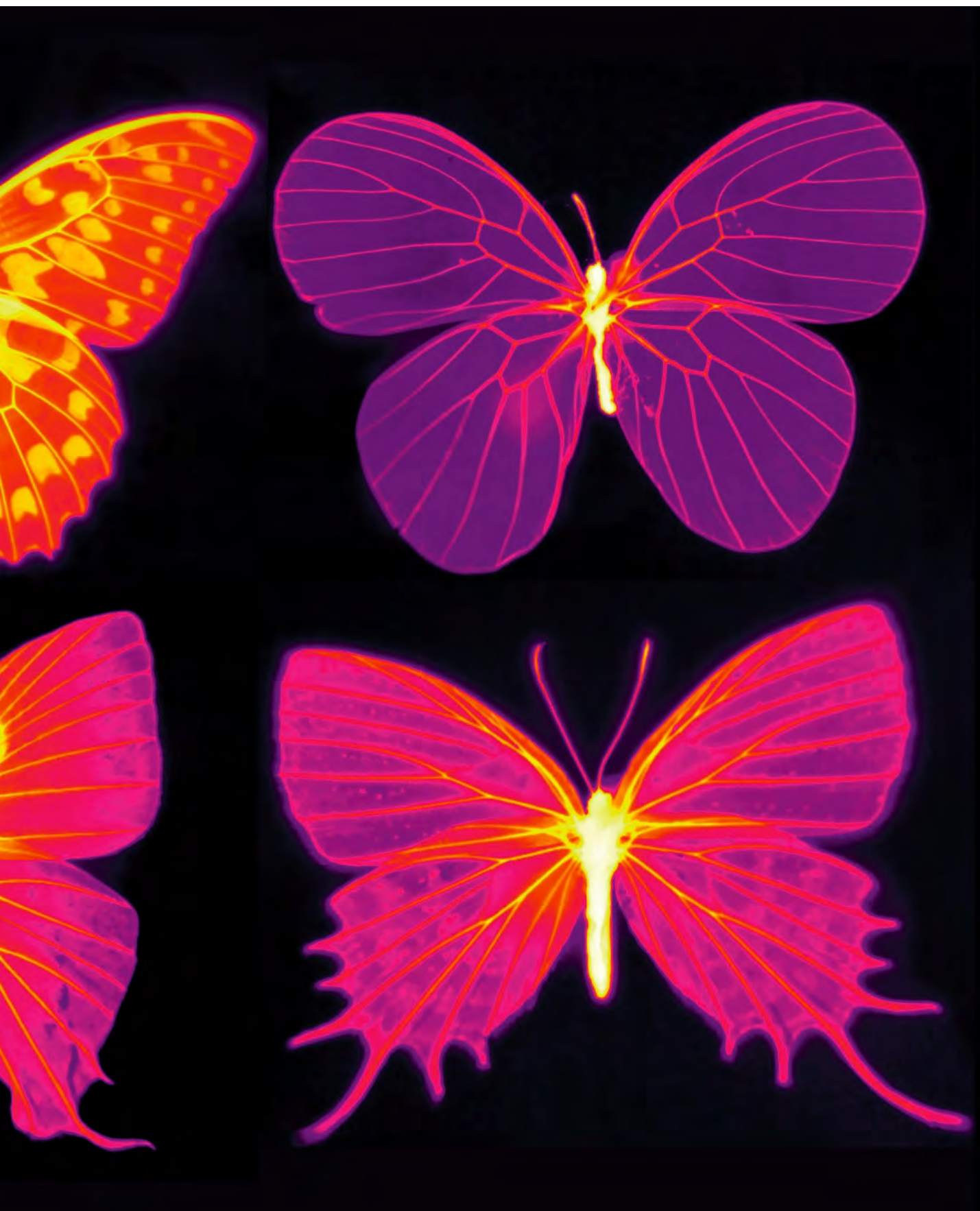
Les ailes des papillons fascinent. Leurs couleurs et leurs motifs remplissent de nombreux rôles, tels que le camouflage ou la parade nuptiale. Mais les entomologistes savent aussi que les ailes sont des structures vivantes qui ne servent pas seulement à voler et envoyer des signaux visuels, et qu'elles régulent leur propre température. Cheng-Chia Tsai, de l'université Columbia, aux États-Unis, et ses collègues viennent d'étudier, chez différentes espèces, les structures spécifiques qui, couplées à des adaptations comportementales, permettent aux ailes des papillons d'éviter la surchauffe.

Exposées au soleil, les ailes d'un papillon chauffent très vite en raison de leur grande surface et faible volume. D'après les mesures des chercheurs, les ailes passent en moyenne de 25 °C (la température ambiante) à environ 42 °C en moins de huit secondes ! Mais Cheng-Chia Tsai et ses collègues ont remarqué que les zones vivantes des ailes (veines et organes émetteurs de phéromones) étaient plus froides – jusqu'à 15 °C de moins que les plus chaudes. Sur l'image ci-contre, les zones claires correspondent à une grande capacité de rayonnement thermique, et donc à une plus faible température. Cette différence est rendue possible par des nanostructures particulières présentes à la surface de ces zones, qui aident à évacuer efficacement la chaleur. En outre, les papillons ont des réflexes comportementaux qui limitent la surchauffe : ils savent aligner leurs ailes au maximum avec la direction de la lumière incidente, ce qui réduit l'apport d'énergie thermique. ■

L. G.

C.-C. Tsai et al., *Nature Communications*,
vol. 11, article 551, 2020





© Nanfang Yu et Cheng-Chia Tsai

ASTROPHYSIQUE

UN COUPLE D'ÉTOILES APPUIE LA THÉORIE D'EINSTEIN

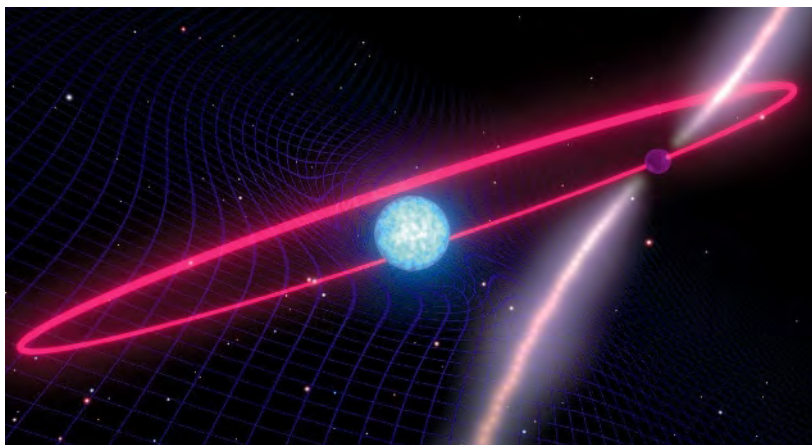
En observant la trajectoire d'une étoile à neutrons formant un couple avec une naine blanche, une équipe vient de mesurer un phénomène relativiste extrêmement faible.

Nombreuses sont les confirmations expérimentales de la théorie de la relativité générale d'Albert Einstein : déviation des rayons lumineux par des objets massifs, ondes gravitationnelles, etc. Selon cette théorie, toute masse déforme l'espace-temps autour d'elle. Elle prédit notamment que la rotation rapide d'un corps massif sur lui-même déforme également l'espace-temps, l'« entraînant » avec lui.

Nommé « effet Lense-Thirring », ce phénomène relativiste est d'amplitude très faible. Il vient toutefois d'être mesuré expérimentalement par Vivek Krishnan, de l'université technologique Swinburne, à Melbourne, en Australie, et ses collègues, grâce à l'observation d'un couple formé d'une étoile à neutrons et d'une naine blanche.

L'effet Lense-Thirring est d'autant plus important que l'objet en rotation est massif et que sa rotation est rapide. Il se manifeste notamment lorsqu'un corps tourne autour d'un autre corps massif en rotation sur lui-même – par exemple un satellite autour de la Terre. Les équations d'Einstein prédisent dans ce cas que le satellite subit une « précession » : au cours de sa révolution autour de la Terre, l'axe perpendiculaire à son plan de révolution tourne en décrivant un cône autour d'une direction moyenne. Bien que l'effet Lense-Thirring soit extrêmement faible, donc difficile à détecter, la Nasa a annoncé en 2011 l'avoir mis en évidence à l'aide du satellite *Gravity Probe B*, en orbite autour de la Terre.

Les astrophysiciens ont aussi eu l'idée de tester l'effet Lense-Thirring dans des configurations où il est plus intense : lorsque la masse de l'objet en rotation est énorme, et cette rotation rapide. Ils se sont donc tournés vers PSR J1141-6545, un couple d'étoiles formé d'une naine blanche massive et d'un pulsar (une étoile à neutrons qui émet des ondes radio de façon périodique). La régularité des émissions des pulsars autorise des mesures extrêmement précises. En outre, la naine



Vue d'artiste de PSR J1141-6545, composé d'une naine blanche (en bleu clair) et d'un pulsar (en violet), dont les signaux radio réguliers (en blanc) permettent de suivre la trajectoire.

10⁻⁵ DEGRÉ
LE SATELLITE
GRAVITY PROBE B
DE LA NASA, LANCÉ
EN 2004, A MESURÉ
UNE PRÉCESSION
AUTOUR DE LA TERRE
CONFORME À LA
THÉORIE D'EINSTEIN,
EXTRÊMEMENT
FAIBLE : SON AXE
DE RÉVOLUTION SE
DÉPLACE DE MOINS
DE 10⁻⁵ DEGRÉ PAR AN.
À CE RYTHME,
UN TOUR COMPLET
PREND ENVIRON
40 MILLIONS
D'ANNÉES.

blanche, très dense (environ une masse solaire pour un diamètre inférieur à celui de la Terre) tourne très vite sur elle-même – en quelques minutes. L'effet Lense-Thirring qu'elle produit est donc beaucoup plus fort que celui de la Terre. Le couple PSR J1141-6545 offre une configuration idéale, et c'est ainsi le déplacement de l'axe de l'orbite de l'étoile à neutrons que Vivek Krishnan et ses collègues ont mesuré.

Pour ce faire, les chercheurs ont exploité les données collectées durant vingt ans, depuis 2000, par les radiotélescopes des observatoires de Parkes et de Molonglo, en Australie. Ils ont reconstitué la trajectoire de l'étoile à neutrons et ont mesuré les variations de son orbite au fil du temps.

Ils ont ainsi montré, comme prédit par la théorie, que l'orbite (presque circulaire) de l'étoile à neutrons s'était décalée d'environ 150 kilomètres en vingt ans. Une mesure qui confirme la théorie d'Einstein et qui a aussi permis d'en savoir plus sur la formation du couple d'étoiles. ■

L. G.

V. V. Krishnan et al., *Science*, vol. 367, pp. 577-580, 2020

ARCHÉOLOGIE

LE TOMBEAU DE ROMULUS?

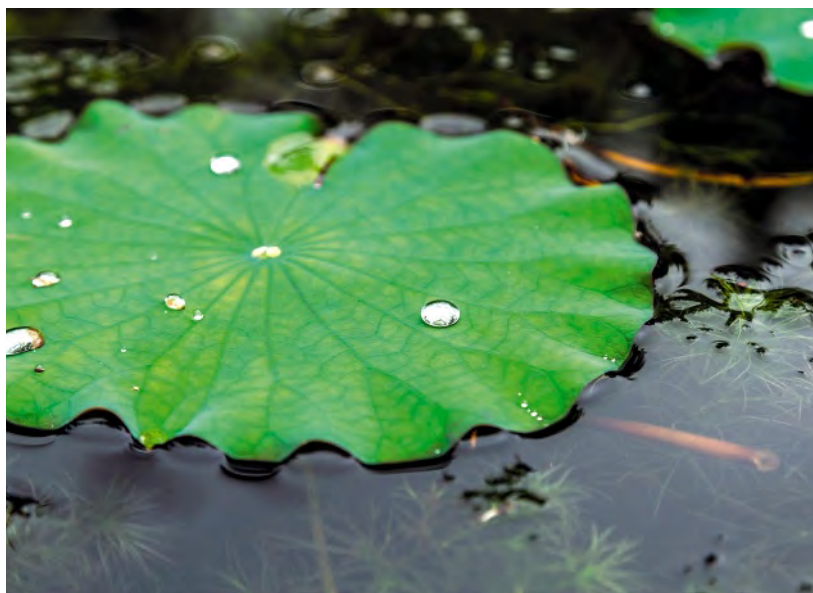
L'équipe d'Alfonsina Russo, directrice du parc archéologique du Colisée, à Rome, vient de retrouver dans le forum romain un sanctuaire dédié à Romulus. Les chercheurs le datent de la fin du VI^e siècle avant notre ère (d'après la profondeur de son sol, qui correspond à celle d'autres fragments de la surface du forum de la même époque). Ayant la forme d'une fausse tombe contenant un sarcophage symbolique (vide) de 1,4 mètre de long et un autel rond en tuf volcanique du Capitole, il se trouve à quelques mètres de l'emplacement d'une stèle taillée dans la même pierre et mise au jour en 1899 – le *Lapis niger*. Or d'après Festus, un auteur du IV^e siècle avant notre ère, cette stèle «marque un lieu de culte: la tombe de Romulus»... ■

F. S.

Communiqué du parc archéologique du Colisée, 21 février 2020, <https://bit.ly/32GyLn>

BIOPHYSIQUE

L'EAU PLISSE LES FEUILLES DES NÉNUPHARS



La taille des ondulations des feuilles flottantes est régie par une compétition entre plusieurs forces. Cet équilibre est différent pour les feuilles aériennes, qui ondulent alors moins.

ÉCOLOGIE

ALBATROS MOUCHARDS

Henri Weimerskirch, du Centre d'études biologiques de Chizé, et ses collègues se sont inspirés des performances des albatros pour monter l'opération *Ocean Sentinel*. Les chercheurs ont équipé ces oiseaux de petits capteurs sensibles aux radars des bateaux afin d'obtenir en temps réel les localisations de bateaux se trouvant dans les eaux internationales et dans les zones économiques exclusives – des zones difficiles à surveiller et contrôler. Or ce contrôle s'impose pour mettre en application les mesures de conservation et de protection de la faune marine, en particulier contre la surpêche. Dans le sud de l'océan Indien, autour des îles Crozet, Kerguelen et Amsterdam, les albatros ont ainsi permis de repérer des navires militaires, des navires légaux dont la balise était temporairement éteinte, mais aussi des bateaux de pêche présents illégalement. ■

CAPUCINE MÉJANÈS

H. Weimerskirch *et al.*, *PNAS*, vol. 117 (6), pp. 3006-3014, 2020

Grâce à une hormone qui a pour effet d'augmenter la taille des cellules et qui se concentre dans la partie ombragée de la tige, les tournesols maximisent l'exposition de leurs feuilles à la lumière du soleil en tournant au cours de la journée: le gonflement des cellules engendre une torsion qui est à l'origine de la rotation de la tige. Un autre exemple végétal où des contraintes mécaniques agissent est la forme des nénuphars, dont les feuilles se courbent ou présentent des ondulations «en rayons» sur leur bord. Fan Xu, de l'université Fudan, en Chine, et ses collègues viennent d'expliquer par un nouveau modèle comment le contact de l'eau influe sur ces motifs.

Tout part d'une observation: les feuilles de nénuphars flottant à la surface de l'eau ont la forme d'un disque comportant de petites ondulations sur ses bords, tandis que celles portées par une tige, à l'air libre, présentent seulement quelques grands «lobes». Cette différenciation n'est pas d'origine génétique: elle s'opère même entre les feuilles d'une même plante. Postulant que ce sont les contraintes mécaniques spécifiques au contact avec l'eau qui modifient la croissance des tissus, Fan Xu et ses collègues ont modifié des modèles datant des années 1990 et décrivant les déformations subies par un tissu souple et élastique qui s'étend par division cellulaire. Grâce au nouveau système d'équations obtenu, ces physiciens ont simulé la forme que prend une feuille de nénuphar en l'air ou sur l'eau, et ont retrouvé les différences observées dans la nature. D'après eux, ce phénomène s'explique par un compromis entre le poids de l'eau collée à la face inférieure des feuilles – qui a tendance à resserrer les ondulations – et l'élasticité limitée des feuilles. ■

L. G.

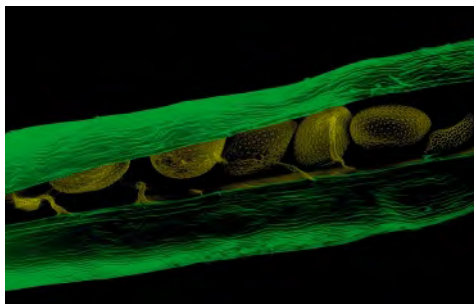
F. Xu *et al.*, *Physical Review Letters*, vol. 124, article 038003, 2020

BIOLOGIE VÉGÉTALE

DES TROUS
DANS LA CUTICULE

Dès le stade de la graine, les plantes terrestres sont exposées à un risque de déshydratation. La cuticule, une couche protectrice qui recouvre la graine et toute la plante, limite ce risque. Mais pour être efficace, cette pellicule ne doit pas présenter de trous. Chez l'arabette des dames (*Arabidopsis thaliana*), certaines mutations engendrent une malformation de la cuticule embryonnaire, qui contient alors des trous : la graine succombe à la déshydratation. Gwyneth Ingram, de l'université de Lyon et du CNRS, et ses collègues révèlent qu'un dialogue moléculaire complexe, entre l'embryon et le tissu qui l'entoure dans la graine, protège l'intégrité de la cuticule des plantes saines.

En temps normal, l'embryon émet un peptide en guise de messenger chimique. Celui-ci est inactif tant qu'il demeure au sein de l'embryon et il n'est activé que par une protéine présente uniquement dans l'albumen, le tissu entourant l'embryon et la cuticule dans la



Cosse d'arabette des dames, vue au microscope électronique, contenant des graines.

graine. Ainsi, si la cuticule est trouée, le peptide peut rejoindre l'albumen, s'y activer, puis regagner l'embryon où sa nouvelle forme est reconnue par un récepteur enzymatique spécifique. Cette reconnaissance déclenche une réponse moléculaire qui permet la fermeture des trous. Une fois l'intégrité de la couche imperméable restaurée, le peptide ne peut plus atteindre l'albumen et ne peut donc plus être activé; le dialogue moléculaire est terminé. ■

WILLIAM ROWE-PIRRA

N. M. Doll et al., *Science*, vol. 367, pp. 431-435, 2020

EN BREF

ANTIDÉCALAGE
DE LAMB

Notamment pour comprendre pourquoi le cosmos contient si peu d'antimatière, les physiciens comparent les propriétés de cette dernière à celles de la matière. Au Cern, près de Genève, la collaboration Alpha a mesuré des niveaux d'énergie d'atomes d'antihydrogène (un antiproton lié à un positron) piégés dans un champ magnétique. En provoquant par laser des transitions atomiques, les chercheurs ont mesuré l'écart d'énergie entre les deux premiers états excités et l'état fondamental. Ils en ont déduit le décalage de Lamb, c'est-à-dire la différence d'énergie entre ces deux premiers niveaux excités. Résultat : sa valeur est la même (à 11 % près) pour l'antihydrogène et l'hydrogène.

M. Ahmadi et al., *Nature*, 2020



CNRS FORMATION ENTREPRISES

Organisme de formation continue

260 formations technologiques courtes proposées
par le CNRS dans ses laboratoires de recherche
pour les chercheurs, ingénieurs et techniciens

Domaines de formation

Big data et IA, génie logiciel, sciences de l'ingénieur, chimie,
biologie, microscopie, géographie, sociologie, cognition...
et plus encore

+ de 1600 stagiaires formés chaque année



Découvrez nos stages sur
cnrsformation.cnrs.fr

cfe.contact@cnrs.fr

[@CNRS_CFE](https://twitter.com/CNRS_CFE) [in](https://www.linkedin.com/company/cnrs-cfe)