

POUR LA SCIENCE

Édition française de Scientific American

ASTROPHYSIQUE
**DES TROUS NOIRS
TROP GROS POUR
LEUR ÂGE ?**

ÉVOLUTION
**L'ADN PERDU
QUI A FAIT
L'HOMME**

BIOPHYSIQUE
**LE SECRET DE
LA FORME DES
COQUILLAGES**

SEPTEMBRE 2018
N° 491

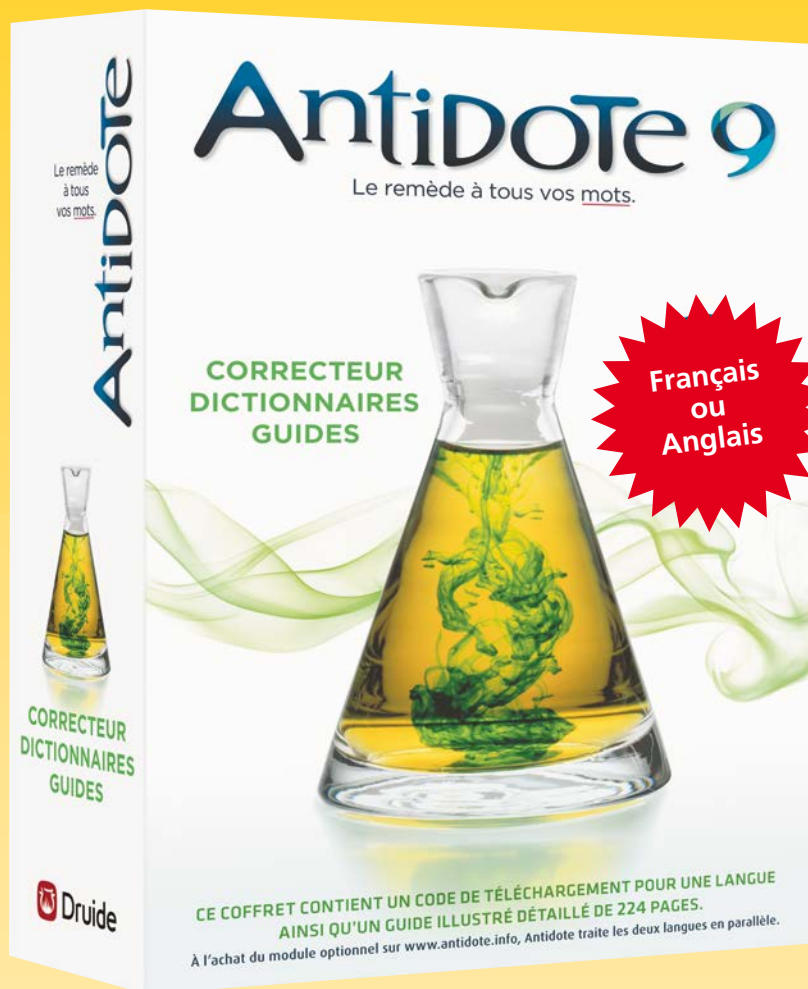


CERVEAU ET IMMUNITÉ

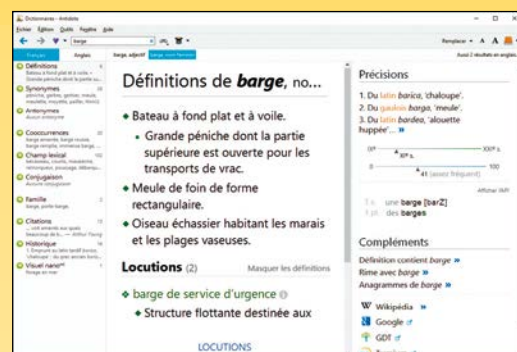
UN DIALOGUE INSOUÇONNÉ



Antidote 9 Correcteur ou dictionnaire ? Les deux. Et plus encore.



▲ Le correcteur souligne d'un trait les fautes. En pointant sur une erreur surgit l'explication résumée du problème. On peut accéder directement à la section détaillée du guide linguistique concerné ou bien, en cliquant sur le mot, appliquer la correction suggérée.



▲ Le dictionnaire des définitions s'affiche en deux colonnes : au centre, les définitions proprement dites, riches en exemples ; à droite, les flexions du mot, son étymologie et un lien direct à Wikipédia. Le bandeau de gauche donne un accès immédiat à toute la richesse lexicographique d'Antidote 9.

Pour le français ou pour l'anglais, selon le choix fait à l'installation, Antidote 9 réunit un correcteur de nouvelle génération, des dictionnaires avec recherche puissante et des guides linguistiques clairs et détaillés. Le correcteur vérifie tout le texte en bloc : il y détecte les erreurs d'orthographe, de grammaire, de typographie et pointe sur les problèmes de style comme les répétitions. Des définitions aux synonymes, des cooccurrences aux étymologies, les dictionnaires offrent une référence lexicale d'une richesse et d'une cohésion inédites. Enfin, les guides linguistiques couvrent les sujets pertinents à l'écriture de la grammaire à la ponctuation, du lexique à la syntaxe. Antidote, c'est la façon moderne, rapide et pratique d'écrire sans faute et avec les mots justes.



▲ Rédigés dans un style accessible, les guides linguistiques décrivent les règles et les conventions et les illustrent avec des exemples. Les articles sont structurés en thèmes et sous-thèmes, afin d'appréhender rapidement l'ensemble d'une problématique.

Je désire recevoir une documentation gratuite sur Antidote 9 :

Je suis : ☐ utilisateur ☐ revendeur

Nom _____ Courriel _____

Fonction _____ Société _____

Adresse _____

Code postal _____ Ville _____

Tél. _____ Fax _____



Certifié PEFC

Ce produit est issu
de forêts gérées
durablement et de
sources
contrôlées.

10-31-1282

pefc-france.org

É DITO



**MAURICE
MASHAAL**
Rédacteur
en chef

LE TOUT, C'EST QUE LES PARTIES DIALOGUENT

Le corps humain est d'une très grande complexité, comme le sont d'ailleurs tous les organismes vivants. Que faire pour comprendre son fonctionnement? L'une des premières étapes est de repérer les principales parties qui composent le tout. Une tâche à peu près accomplie: on connaît aujourd'hui assez bien (mais imparfaitement tout de même...) l'anatomie humaine, où l'on distingue le système nerveux central, l'appareil digestif, le réseau sanguin, etc.

Une deuxième phase consiste à étudier chacune des parties de l'ensemble. Pour le corps humain, cette phase entamée depuis longtemps est encore loin de s'achever. C'est en particulier le cas pour les deux composants les plus complexes de notre organisme, le cerveau et le système immunitaire. Et pour compliquer encore la situation, les différents organes ne fonctionnent pas indépendamment, mais interagissent, parfois étroitement. Ce qui nécessite une troisième phase d'études difficiles – probablement une bonne partie des recherches biomédicales menées aujourd'hui.

Or pour le cerveau et le système immunitaire, les chercheurs ont longtemps pensé que leur interaction était négligeable, sauf en cas de lésions ou de maladie, grâce à la barrière hématoencéphalique qui isole bien le cerveau. Ce dogme s'effondre, explique le neuro-immunologiste Jonathan Kipnis (*voir pages 28 à 37*). Les découvertes récentes indiquent, de façon surprenante, des échanges entre système immunitaire et cerveau, l'un renseignant l'autre par le biais d'une circuiterie qui se dévoile peu à peu. Et par cette interaction le système immunitaire modifierait le comportement de l'individu.

Le cerveau et l'immunité dialoguent ainsi, pour le bien du corps entier. Autrement dit, pour que le tout fonctionne correctement, les parties doivent dialoguer. Cette leçon pourrait aussi s'appliquer aux sociétés et aux États, où souvent les monologues dominent! ■

SOMMAIRE

N° 491 /
Septembre 2018

ACTUALITÉS

P. 6

ÉCHOS DES LABOS

- Les blazars, sources de neutrinos de haute énergie
- Les masques antipollution sont inefficaces
- Des hominiens en Chine il y a 2,1 millions d'années?
- Le centre de la Voie lactée sous l'œil de MeerKAT
- Le Mali, berceau de la domestication du riz africain
- La fin de l'Éocène et les gaz à effet de serre
- Un demi-million d'années de *sapiens*
- Le sexe engendre les sexes
- Les médailles Fields 2018

P. 20

LES LIVRES DU MOIS

P. 22

AGENDA

P. 24

HOMO SAPIENS INFORMATICS

Sauriez-vous ouvrir la porte de l'avion?

Gilles Dowek

P. 26

CABINET DE CURIOSITÉS SOCIOLOGIQUES

Quand la voiture était écologique

Gérald Bronner

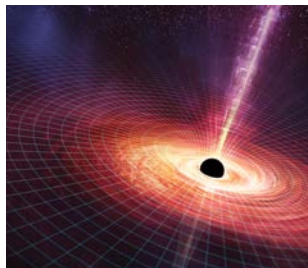


En couverture :
© Shutterstock.com/Jolygon,
molekuul_be, matsabe

Les portraits des contributeurs
sont de Seb Jarnot

Ce numéro comporte un encart
abonnement Rue des Étudiants
sur une sélection d'abonnés
France Métropolitaine.

GRANDS FORMATS



P. 38

ASTROPHYSIQUE

LE PARADOXE DES JEUNES QUASARS

Priyamvada Natarajan

Des trous noirs supermassifs occupent le centre des quasars les plus anciens, objets nés moins de un milliard d'années après le Big Bang. Mais les astrophysiciens ignorent comment ces trous noirs ont pu grandir autant en si peu de temps. Une énigme qu'un scénario récemment proposé pourrait résoudre.



P. 44

ARCHÉOLOGIE

LE VIEUX GÉNIE DES EAUX DU DÉSERT

J. Berking, B. Schütt,
W. Bebermeier et S. Schmid

Les populations du passé savaient gérer avec efficacité les maigres ressources en eau des régions arides. Leurs techniques pourraient servir de modèles à une exploitation durable du précieux liquide.



P. 50

BIOPHYSIQUE

COMMENT LES COQUILLAGES ACQUIÈRENT LEUR FORME

Derek E. Moulton,
Alain Goriely et Régis Chirat

Spirales, épines, surfaces côtelées... : les coquilles des mollusques ont des géométries complexes et d'une étonnante régularité. Comment ces formes sont-elles produites? La modélisation mathématique montre que quelques processus mécaniques simples suffisent à engendrer les caractères observés.

Pages 77 à 80

CAHIER SPÉCIAL 60 ANS

LA DAM, DES EXPERTS SCIENTIFIQUES POUR LA DÉFENSE ET LA SÉCURITÉ NATIONALES

En partenariat avec



POUR LA
SCIENCE.FR

LETTRE D'INFORMATION

NE MANQUEZ PAS
LA PARUTION DE
VOTRE MAGAZINE
GRÂCE À LA NEWSLETTER

- Notre sélection d'articles
- Des offres préférentielles
- Nos autres magazines en kiosque



Inscrivez-vous
www.pourlascience.fr



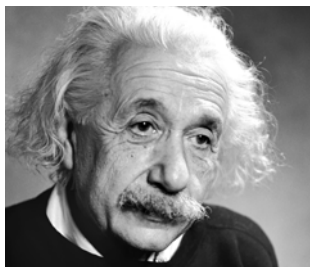
P.58

ÉVOLUTION

L'ADN PERDU QUI A FAIT L'HOMME

Philip L. Reno

Cerveau volumineux, posture debout, stratégie reproductive favorisant le couple... Ces caractéristiques des humains seraient apparues grâce à la disparition, au fil de l'évolution, de fragments clés de notre génome.



P.68

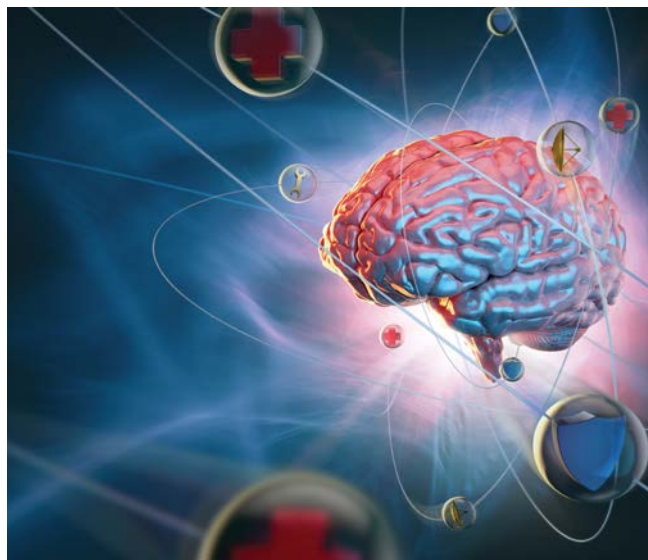
HISTOIRE DES SCIENCES

EINSTEIN, NEWTON, PASTEUR... N'ÉTAIENT PAS DES SAINTS

Yannick Fonteneau

Einstein n'était pas un saint, et Newton était manipulateur et ésotérique. Pourquoi sommes-nous si déçus de l'apprendre? Pour le comprendre, il faut remonter au XVII^e siècle, quand la figure du savant a commencé à jouer un rôle politique.

À LA UNE



P.28

NEUROBIOLOGIE

CERVEAU ET IMMUNITÉ UN DIALOGUE INSOUÇONNÉ

Jonathan Kipnis

La relation entre le cerveau et le système immunitaire? Inexistante, pensait-on, sauf dans des cas pathologiques. Or on découvre que les deux systèmes sont intimement liés. Une connexion qui aurait une influence sur l'apprentissage et le comportement social.

RENDEZ-VOUS

P.82

LOGIQUE & CALCUL

L'UNIVERS ET LA MORALE VUS PAR LA THÉORIE DU CALCUL

Jean-Paul Delahaye

Si l'on considère toute interaction physique comme une sorte de calcul, on est amené à repenser l'évolution de l'Univers, voire à donner des fondements computationnels à l'éthique.



P.88

ART & SCIENCE

Lisez-vous le rongorongo?

Loïc Mangin

P.90

IDÉES DE PHYSIQUE

Faire d'un smartphone un microscope performant

Jean-Michel Courty
et Édouard Kierlik

P.94

CHRONIQUES
DE L'ÉVOLUTION

La levure de boulanger vient de Chine

Hervé Le Guyader

P.97

SCIENCE & GASTRONOMIE

Poupées russes de liquides et de solides

Hervé This

P.98

À PICORER

A

CTUALITÉS

P.6 Échos des labos

P.20 Livres du mois

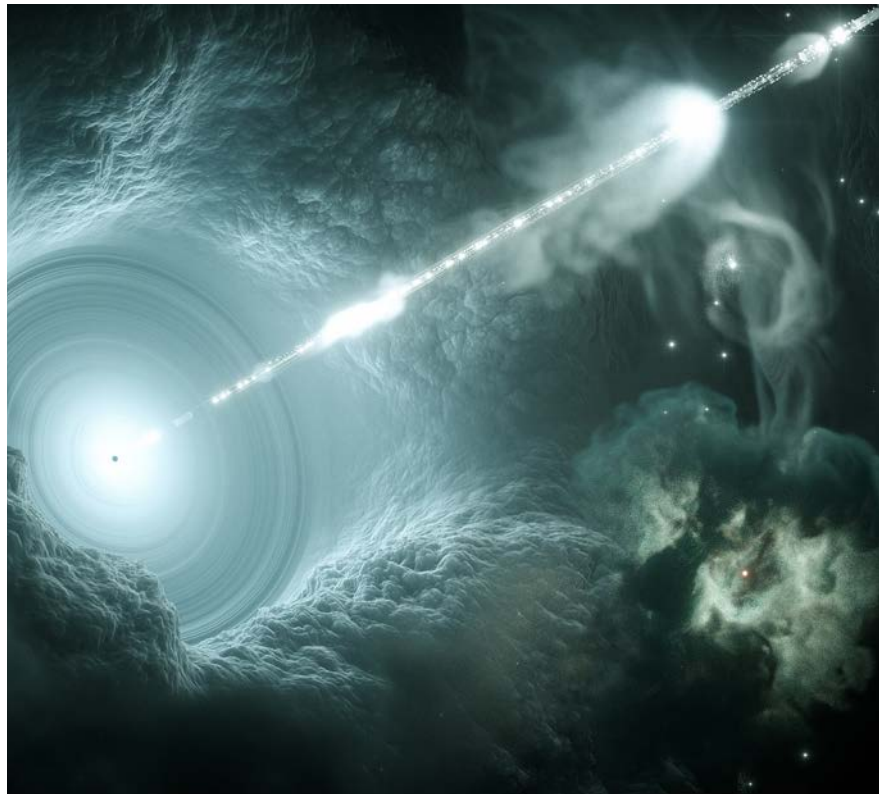
P.22 Agenda

P.24 *Homo sapiens informaticus*

P.26 Cabinet de curiosités
sociologiques

ASTROPHYSIQUE

LES BLAZARS, SOURCES DE NEUTRINOS DE HAUTE ÉNERGIE



Vue d'artiste d'un blazar. Le jet de particules de haute énergie éjecté du disque d'accrétion comprend notamment des photons et des neutrinos.

En 2017, l'observatoire IceCube, en Antarctique, a détecté un neutrino de haute énergie. Il proviendrait d'une galaxie d'un type particulier située à plus de 4 milliards d'années-lumière.

A chaque instant, un flux constant de particules bombarde la Terre. Parmi celles-ci, les neutrinos font l'objet de nombreuses recherches. Depuis leur première détection en 1956, de nombreux observatoires ont été construits pour étudier ces particules. Ils ont permis de localiser deux sources de neutrinos de basse énergie (d'au plus quelques dizaines de mégaélectronvolts) en dehors de la Terre: le Soleil et la supernova SN1987a. Mais d'où proviennent les neutrinos de haute énergie? L'hypothèse

la plus probable est qu'ils acquièrent leur énergie dans des objets astrophysiques extrêmement massifs.

Le 22 septembre 2017, des physiciens de l'observatoire IceCube, situé en Antarctique, ont détecté un neutrino d'énergie supérieure à 290 téraélectronvolts. Cette énergie est plus de 20 fois celle atteinte dans les collisions proton-proton au grand collisionneur de hadrons (LHC) du Cern. La combinaison de nombreuses observations effectuées auprès de différents télescopes a permis d'identifier la source de ce neutrino: il s'agit du blazar TXS0506+056, situé à

plus de 4 milliards d'années-lumière de la Terre.

Les blazars sont des galaxies dites actives dont le centre est occupé par un trou noir supermassif, autour duquel spirale la matière d'un disque d'accrétion. Une partie de cette matière en orbite est éjectée sous la forme de deux jets perpendiculaires au plan du disque. Ils contiennent divers types de particules émises à des vitesses proches de celle de la lumière: photons, électrons, positrons, etc. En période d'éruption, les blazars émettent notamment des rayons gamma (des photons d'énergie supérieure au gigaélectronvolt, détectables par des télescopes spécialement conçus à cette fin), et probablement des neutrinos de haute énergie.

L'idée du projet IceCube – cet observatoire est en service depuis 2010 – est

d'utiliser la glace de la calotte antarctique comme détecteur. En effet, quand un neutrino traverse la Terre, il n'a qu'une très faible chance d'interagir avec la matière. Si une telle interaction se produit, elle engendre une particule chargée, qui peut être un muon (une sorte d'électron plus lourd et instable). Lorsque le muon de haute énergie traverse la glace à une vitesse supérieure à celle de la lumière dans ce milieu, il émet de la lumière bleue, nommé rayonnement Tcherenkov, sous la forme d'un cône. La détection de ce rayonnement par les modules optiques d'*IceCube* permet de reconstruire la direction de propagation du muon et, par extension, la direction du neutrino initial.

Cette direction donne une indication sur la position de la source du neutrino. Pour confirmer cette identification, on fait de l'«astronomie multimessagers»: on combine les observations portant sur les émissions électromagnétiques (les photons) à celles portant sur les neutrinos. En effet, les sources possibles de ces neutrinos, par exemple les blazars en période d'éruption, émettent aussi un rayonnement électromagnétique intense. Les photons comme les neutrinos se propagent en ligne droite jusqu'à la Terre et donc indiquent leur lieu d'origine. Un dispositif d'alerte permet aux différents observatoires au sol et dans l'espace de signaler toute observation qui pourrait compléter les données collectées par *IceCube*.

Lors de la détection du neutrino, le 22 septembre 2017, le détecteur LAT du télescope spatial *Fermi* a enregistré un signal gamma intense provenant du blazar TXSO506+056, dont la provenance coïncide avec la direction calculée pour le neutrino d'*IceCube*. Dans les jours qui ont suivi cette annonce, une quinzaine de télescopes ont scruté le blazar sur la plus large gamme de fréquences possible pour caractériser au mieux son spectre d'émission électromagnétique. L'ensemble des données recueillies suggère fortement que le blazar émet aussi des protons de très haute énergie. Or de tels protons sont présents dans le rayonnement cosmique, sans que l'on connaisse leurs sources et les mécanismes qui les accélèrent autant. Grâce au neutrino détecté par *IceCube*, les blazars pourraient constituer une partie de la réponse à ces interrogations. ■

LUCAS STREIT

Science, vol. 361,
article eaat1378, 2018

Masques antipollution, une inefficacité démontrée

Depuis quelques années, le marché des masques antipollution se développe en France, et rencontre son plus gros succès auprès des cyclistes. L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) vient cependant de conclure à l'inefficacité de tels dispositifs. Maria Neira, de l'OMS, fait le point.



Propos recueillis par CORALINE MADEC

MARIA NEIRA
médecin et directrice
d'un département
de santé publique et de
l'environnement à l'OMS

Que désigne-t-on par le terme « pollution atmosphérique » ?

Ce terme générique regroupe divers contaminants : des particules fines en suspension dans l'air aux gaz tels que l'ozone (O_3), le dioxyde de soufre (SO_2), les oxydes d'azote (NO_x), etc. Si cette pollution (définie par des seuils) peut être d'origine naturelle, la majorité des émissions, en constante augmentation depuis dix ans, sont dues aux activités anthropiques (incinération des déchets, certains processus industriels, transport et production d'énergie). Aujourd'hui, on estime que 9 habitants dans le monde sur 10 respirent un air pollué.

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) parle de la pollution atmosphérique comme d'un « défi sanitaire majeur ». Quels risques représente-t-elle pour notre santé ?

En 2017, la pollution atmosphérique a provoqué dans le monde la mort prématurée de 7 millions d'individus, dont 48 000 en France. En effet, les particules fines en suspension dans l'air s'insinuent dans notre appareil respiratoire. Plus elles sont fines, plus elles sont capables de pénétrer profondément, jusqu'à atteindre les alvéoles pulmonaires, traverser la paroi des vaisseaux sanguins et par là se répandre dans tout l'organisme, et parfois jusque dans le cerveau. Ainsi, la pollution atmosphérique est un facteur aggravant des accidents cardiovasculaires, des AVC, des pathologies pulmonaires...

Dans son dernier rapport, l'Anses a conclu à l'inefficacité du port de masque antipollution. Quels sont ses arguments ?

L'Anses a mené une vaste étude de septembre 2015 à février 2018 sur les 215 références de masques dits

antipollution en vente en France. Le comité d'experts a mesuré l'efficacité de ces masques en laboratoire, définie par deux paramètres : la qualité de la filtration et l'étanchéité du dispositif sur le visage, ainsi que leur efficacité en conditions réelles.

Premier constat : ces masques ne sont conçus que pour filtrer les particules fines et non les gaz. La protection est donc relative. De plus, l'étude a révélé que si l'efficacité de certains masques semble élevée en laboratoire, celle-ci est cinq fois inférieure lorsqu'on la mesure sur le terrain pour un utilisateur précis ! En effet, la plupart des masques sont conçus pour des hommes adultes, en bonne santé et pour une activité physique peu intense. Ils ne conviennent donc pas à tous les visages, aux individus souffrant de troubles respiratoires ni aux personnes réalisant une activité physique importante... comme le vélo ! De plus, en conférant un faux sentiment de protection, ces masques entraînent des comportements à risques, dont celui d'une surexposition aux différentes sources de polluants.

De son côté, l'OMS a mené une étude similaire à celle de l'Anses dans plusieurs pays. Les résultats, qui devraient être publiés ce mois-ci (septembre), sont similaires : aucun masque antipollution n'offre de protection efficace, notamment contre les particules ultrafines, les plus dangereuses.

De quelles autres solutions dispose le citoyen pour se protéger de la pollution atmosphérique ?

En termes de protection individuelle, il existe peu de solutions autres que limiter au maximum son exposition à un air pollué. Les actions ne peuvent être que collectives. Il faut repenser notre façon de consommer, de nous déplacer, de produire de l'énergie. C'est avec cette volonté que l'OMS organisera à Genève une importante conférence internationale sur la pollution atmosphérique du 30 octobre au 1^{er} novembre 2018. ■

Rapport de l'Anses : http://bit.ly/PLS491_Anses

PALÉONTOLOGIE HUMAINE

DES HOMINIENS EN CHINE, IL Y A 2,1 MILLIONS D'ANNÉES ?

L'une des pentes du plateau de Loess, en Chine, contenait des pierres taillées. Leurs âges poussent à faire reculer dans le temps la date de la première sortie d'Afrique. Mais de qui ?

Les membres du genre *Homo* sont sortis trois fois d'Afrique. La première sortie, censée être celle d'*Homo erectus*, était jusqu'ici datée à 1,8 million d'années à cause de l'âge des fossiles et des outils lithiques de type *erectus* du site de Dmanisi, en Géorgie. Or voilà que l'équipe de Zhaoyu Zhu, de l'académie chinoise des sciences, a découvert en Chine des outils de pierre bien plus anciens que les vestiges de Dmanisi.

Entre 2014 et 2017, les paléontologues ont recherché des traces d'occupation sur la pente d'une colline située dans le plateau de Loess, à Shangchen. Là, entre les épaisses couches de ce fin sédiment éolien qu'est le loess, ils ont découvert 11 strates anciennes de sol ayant été occupées par des tailleurs de pierre. Épaisse de 39 mètres, cette séquence couvre une période débutant il y a 2,12 millions d'années et se terminant il y a 1,26 million d'années. Les dizaines de *choppers* (galets taillés), éclats, grattoirs et autres perçoirs découverts ont été obtenus soit par percussion sur enclume (on frappe un galet sur une enclume pour détacher des éclats), soit par percussion bipolaire sur enclume (on frappe avec un percuteur un galet posé sur une enclume). Ces 82 outils portent tous des cônes de percussion et des traces de retouches, qui les distinguent clairement d'éventuels géofacts, c'est-à-dire de pierres façonnées par des processus géologiques. Quant aux divers blocs de quartzite utilisés pour produire les outils, ils semblent provenir des monts Qinling, distants de 5 kilomètres. Par ailleurs, les 11 paléosols dont proviennent les artefacts correspondent à des périodes d'incursion du climat tropical humide au-delà des monts Qinling, climat auquel étaient adaptés nos ancêtres.

Dès lors, lesquels de ces ancêtres ont séjourné à Shangchen ? Si l'on pense à *Homo*, il importe de se rappeler que le plus ancien fossile réputé humain – la mandibule LD 350-1 trouvée à Ledi-Geraru, en Éthiopie – date de 2,8 millions d'années. *Homo* n'a donc pu se répandre en Eurasie qu'après.

Toutefois, depuis la découverte à Lomekwi, au Kenya, de pierres taillées d'époque australopithèque (3,3 millions d'années), la sortie d'Afrique d'hominiens préhumains devient



L'un des outils taillés à Shangchen, encore pris dans un paléosol formé par l'érosion du plateau de Loess il y a plus de 2 millions d'années. Il s'agit d'un *chopper*, c'est-à-dire d'un galet affûté.

11
PALÉOSOLS
C'EST LE NOMBRE
DE STRATES
CONSTITUÉES AU
COURS DE PÉRIODES
CHAUDS PAR
L'ÉROSION
DES TERRAINS DU
PLATEAU DE LOESS.
C'EST DANS CES
COUCHES QU'ONT
ÉTÉ DÉCOUVERTES
DES PIERRES TAILLÉES
D'ÂGES VARIANT DE
1,26 À 2,12 MILLIONS
D'ANNÉES.

aussi envisageable. Or il existe des indices allant dans ce sens. Il en est ainsi de la découverte, dans la grotte de Longgupo, dans la municipalité de Chongqing (dans le Sichuan, sur le Yang-Tsé), de dents d'un hominidé mal identifié associées à de nombreux outils taillés. Leur datation vers 2,5 millions d'années a longtemps suscité la controverse. En 2017, une équipe franco-chinoise dont fait partie Éric Boëda, de l'université de Nanterre, a soigneusement réétudié et redaté le site et confirmé cette date. De son côté, sur le site de Masol, dans le nord de l'Inde, Anne Dambricourt-Malassé, du CNRS, a découvert avec son collègue indien Mukesh Singh des os portant des traces de découpe, dont la datation vers 2,6 millions d'années a aussi été controversée parce qu'indirecte. La situation a changé depuis : les chercheurs ont aussi mis au jour un *chopper* incrusté dans une strate directement datée à plus de 2,6 millions d'années. Dès lors, les constatations de Masol, de Longgupo et de Shangchen peuvent fort bien s'expliquer par la sortie d'Afrique, relativement tôt, d'hominiens préhumains tailleurs de pierre.

Alors, les tailleurs de Shangchen étaient-ils humains ou préhumains ? Pour le moment, les chercheurs en savent trop peu pour trancher. ■

FRANÇOIS SAVATIER

Zhaoyu Zhu et al., *Nature*, vol. 559, pp. 608-612, 2018

LES PLUS ANCIENNES TRACES DE L'ODYSSÉE

Des archéologues grecs et allemands ont exhumé une tablette d'argile en Grèce, près de l'ancienne cité d'Olympie, dans le Péloponnèse, où sont inscrits treize vers du chant 14 de l'*Odyssée* d'Homère. Les chercheurs estiment que cette inscription date du III^e siècle de notre ère, donc de l'époque romaine, ce qui ferait d'elle la plus ancienne évocation par écrit du long retour d'Ulysse vers son île d'Ithaque. Le poème, qui fait suite à l'*Iliade*, aurait été composé au VIII^e siècle avant notre ère, puis transmis oralement de génération en génération.

12 NOUVELLES LUNES POUR JUPITER

La planète géante compte désormais 79 lunes. Les dernières découvertes sont petites (entre 1 et 3 kilomètres de diamètre) et se sont formées après la naissance de Jupiter. Si deux d'entre elles sont sur une orbite proche de la planète, neuf ont des orbites très larges, allant jusqu'à 20 millions de kilomètres de Jupiter. La dernière se démarque par une orbite très inclinée par rapport à celle de ses voisines : il est probable qu'elle percute un jour les autres lunes à proximité, ce qui les réduira en poussière.

BIENVENUE DANS LE MEGHALAYEN

L'Holocène, l'ère géologique en cours, a débuté il y a 10 000 ans. En 2012, il avait été proposé de la diviser en trois étages : le Greenlandien, le Northgrippien et le Meghalayen. La Commission internationale de stratigraphie vient de ratifier cette subdivision. L'étage actuel est le Meghalayen ; il a débuté vers 2200 avant notre ère, une date marquée par un événement climatique important : l'un des plus sévères épisodes de sécheresse de tout l'Holocène.

LA DANSE DES GOUTTES

Dans certains dispositifs de microfluidique, qui manipulent de très petites quantités de fluides, il est intéressant de pouvoir déplacer des gouttelettes dans toutes les directions de l'espace. De nombreuses approches sont à l'étude. Dans l'une d'elles, Yang Xiao, de l'université de Wollongong, en Australie, et ses collègues utilisent de la lumière pour contrôler le mouvement de microgouttes de liquides organiques plongées dans de l'eau : elles se déplacent dans l'axe du faisceau lumineux, comme attirées par la source qui les éclaire.

Pour déplacer une goutte de quelques microlitres, les scientifiques s'appuient sur le phénomène de tension de surface, très important à cette échelle. Si la tension de surface change localement, le liquide se déplace, attiré par la région où la tension est la plus grande. C'est l'effet Marangoni. Il est alors possible de créer un mouvement convectif dans une goutte, ce qui conduit à son déplacement global.

Yang Xiao et ses collègues ont conçu un système chimique photosensible qui contrôle la tension de surface. La gouttelette contient deux composés chargés (un pigment cationique, de la mérocyanine, et un surfactant anionique). Lorsque ce système est soumis à une illumination, les deux molécules échangent un ion H⁺.



Il est possible de déplacer une gouttelette dans l'eau dans toutes les directions avec une source de lumière.

On obtient alors un système à deux composés neutres dont les propriétés de surfactant sont moindres, c'est-à-dire que ce système diminue moins la tension de surface que le système initial. Lorsque l'illumination cesse, le couple initial est régénéré. Ainsi, en illuminant un seul côté d'une microgoutte de solvant contenant ces composés, les chercheurs augmentent localement la tension superficielle. Grâce à l'effet Marangoni, le mouvement convectif recherché apparaît au sein de la goutte et fait avancer cette dernière vers la source lumineuse. La vitesse atteint 1 centimètre par seconde. ■

MARTIN TIANO

Yang Xiao et al., *Advanced Materials*, en ligne le 8 juillet 2018

TRAITER LA PEUR DU VIDE

La peur du vide est la phobie la plus commune et on peut parfois la traiter. Daniel Freeman, de l'université d'Oxford, au Royaume-Uni, et son équipe viennent de publier les résultats d'un essai clinique visant à traiter les patients atteints de vertige avec comme seul outil un casque de réalité virtuelle.

Lorsque les participants mettaient le casque, ils se retrouvaient plongés dans l'environnement virtuel du logiciel développé par l'équipe pour traiter la peur du vide. Ils évoluaient dans un bâtiment de dix étages. Au fil de leur promenade, des exercices divers et progressifs s'offraient à eux : s'approcher d'une barrière de sécurité, marcher sur une plateforme surplombant le vide, etc.

Deux semaines après le traitement, les résultats étaient très satisfaisants. Tous les



La réalité virtuelle offre des possibilités de thérapies innovantes, notamment contre la peur du vide.

participants du groupe ayant suivi la thérapie ont constaté une diminution de leur phobie. Ainsi, 34 des 49 personnes ayant testé le programme de réalité virtuelle n'étaient plus considérées, sur le plan médical, comme souffrant de vertige. ■

DONOVAN THIEBAUD

D. Freeman et al., *The Lancet Psychiatry*, en ligne le 11 juillet 2018

EN IMAGE

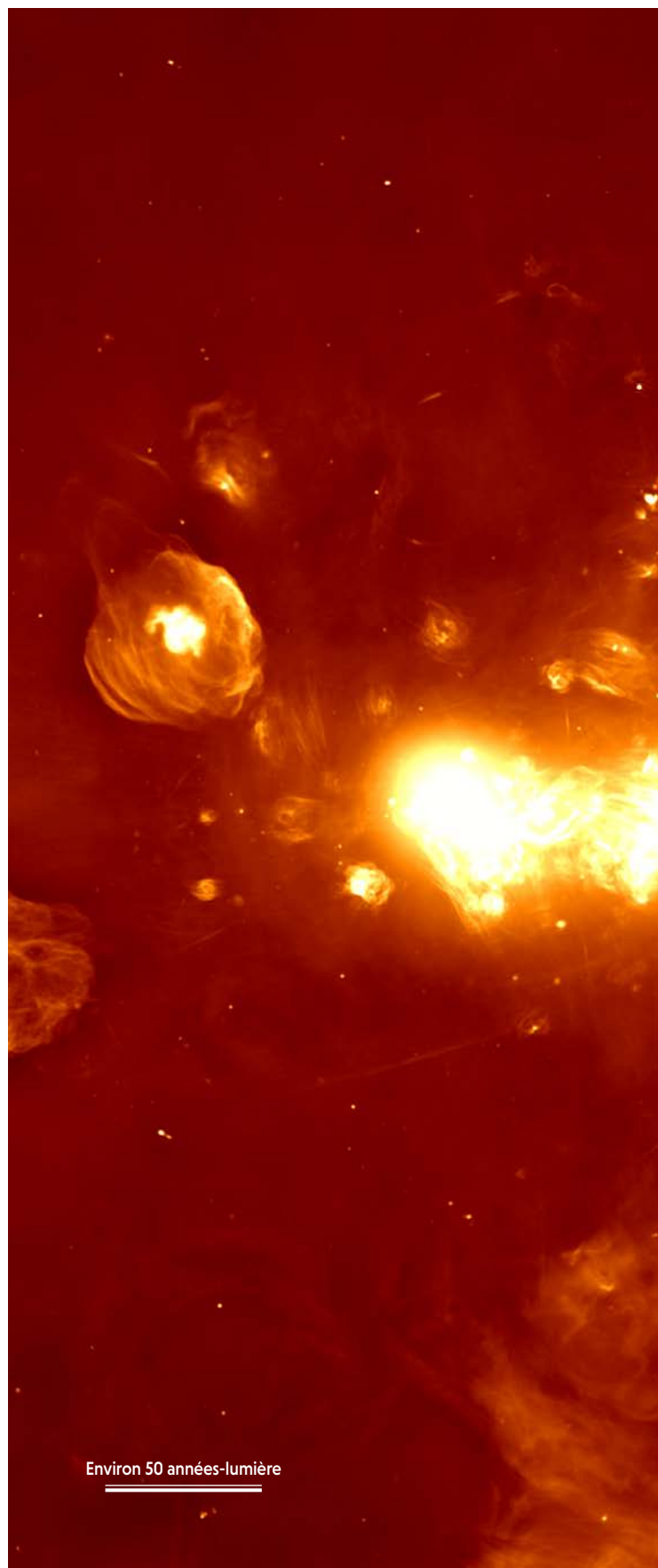
LE CENTRE DE LA VOIE LACTÉE SOUS L'ŒIL DE MEERKAT

À l'occasion de l'inauguration du radiotélescope *MeerKAT*, en Afrique du Sud, les membres de l'équipe en charge du projet ont dévoilé l'une de leurs premières images. Ce panorama représente la région centrale de la Voie lactée avec une précision remarquable. On y voit une source radio très brillante nommée Sagittarius A* (car elle se trouve dans la direction de la constellation du Sagittaire). Associé au trou noir supermassif situé au centre de la Galaxie, cet objet est difficile à observer dans les longueurs d'onde du spectre visible en raison des épais nuages de poussières et de gaz qui entourent le trou noir de 4 millions de masses solaires. En revanche, les ondes radio qu'émet Sagittarius A* sont peu absorbées, ce qui permet de les observer avec des radiotélescopes de grande envergure comme *MeerKAT*.

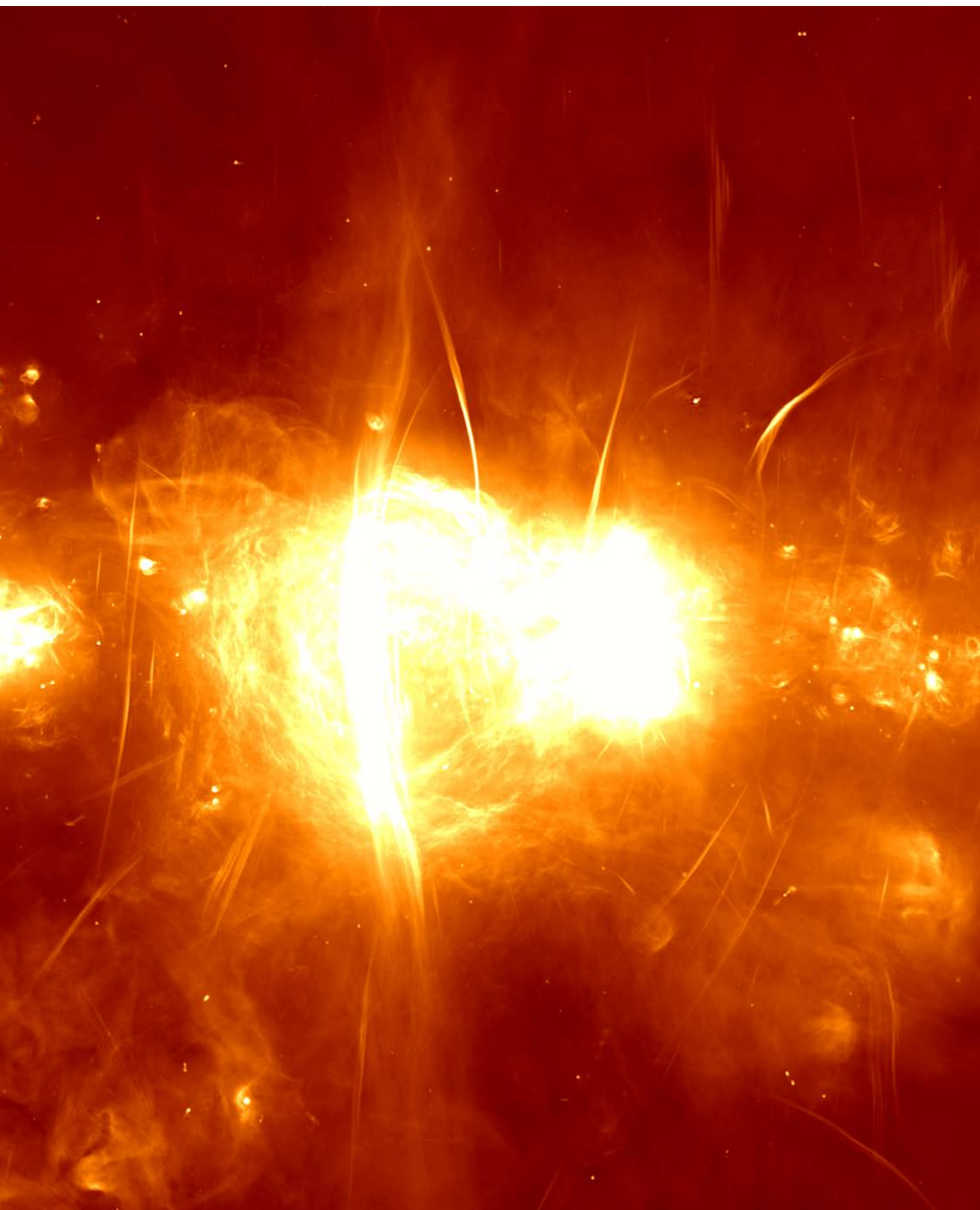
Pour obtenir une image d'une grande précision, *MeerKAT* comprend 64 antennes radio de 13,5 mètres d'envergure dont les signaux sont rassemblés en un seul grâce à la technique de l'interférométrie. Sur cette image du centre galactique, on distingue nettement des structures en filaments probablement liées à des champs magnétiques. Découverts dans les années 1980, ces filaments restent mal compris. Des observations d'une telle qualité permettront peut-être d'en percer le secret. Sur cette image, on voit aussi des bulles qui sont les nuages de matière expulsée par des supernovæ.

Avec *MeerKAT*, les astrophysiciens étudieront en particulier des événements astronomiques transitoires tels que les sursauts radio rapides et la formation des étoiles, phénomène caché, à l'instar du trou noir du centre galactique, dans de vastes nuages de gaz. Et en 2020, devraient s'ajouter à *MeerKAT* 130 antennes en Afrique du Sud ainsi que 130 000 antennes en Australie, pour former *SKA* (*Square Kilometer Array*), qui sera le plus grand radiotélescope du monde. Un projet que plusieurs laboratoires français ont officiellement rejoint en juillet 2018. ■

L. S.

<http://www.ska.ac.za>

Environ 50 années-lumière



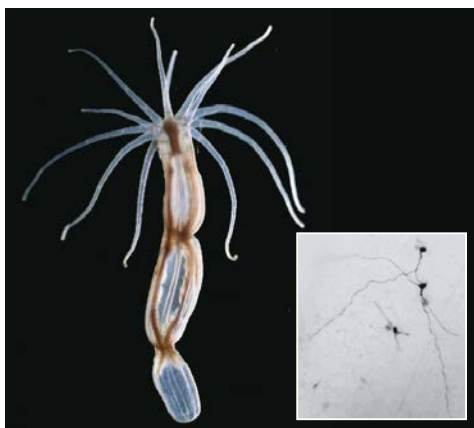
© Observatoire d'astronomie radio d'Afrique du Sud

BIOLOGIE

LA COMPLEXITÉ DE L'ANÉMONE

Un cylindre et des tentacules, voilà peu ou prou la morphologie de l'anémone de mer. Pourtant, le génome de cet invertébré marin, séquencé pour la première fois en 2007, est d'une complexité proche de celui de l'homme. Il y a là un paradoxe que Heather Marlow, de l'institut Pasteur, et ses collègues ont levé: l'espèce *Nematostella vectensis* présente en effet une diversité cellulaire bien plus riche que ne le laisse penser sa morphologie.

Pour mettre cette diversité en évidence, l'équipe a utilisé une technique récente, qui connaît une véritable explosion ces dernières années: le séquençage de transcriptome (les ARN issus de la transcription du génome) à l'échelle de la cellule individuelle. Cela consiste à dissocier l'organisme en cellules individuelles, par différents moyens, par exemple à l'aide d'enzymes ou d'une action mécanique, jusqu'à obtenir une suspension de cellules. On isole ensuite chaque cellule, puis on en séquence l'ARN. «On peut ainsi obtenir le profil transcriptionnel de tous les types cellulaires d'un organisme; c'est un progrès énorme. Et c'est la première fois que cette technique est utilisée sur un animal non bilatériel (organisme qui ne présente pas de symétrie gauche-droite)», explique Lucas Leclère, chercheur au



L'anémone de mer *Nematostella vectensis* présente une diversité cellulaire exceptionnelle (en médaillon, des neurones vus au microscope).

Laboratoire biologie du développement, à Villefranche-sur-Mer.

L'étude du transcriptome permet de savoir exactement quels gènes sont exprimés dans chaque cellule et donc de distinguer différentes sous-catégories de cellules. Les chercheurs ont ainsi déterminé que l'anémone en question est constituée d'une centaine de types différents de cellules. «On ne pensait pas qu'il y en avait autant», commente Heather Marlow. Et de façon surprenante, les chercheurs ont identifié plus d'une trentaine de types de neurones! ■

ALINE GERSTNER

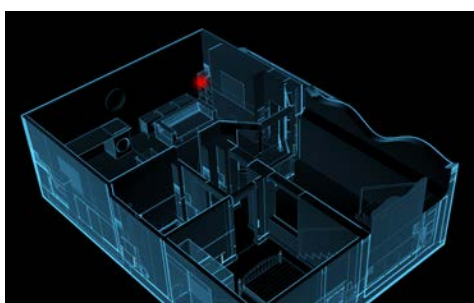
A. Sebé-Pedrós et al., *Cell*, vol. 173(6), pp. 1520-1534, 2018

TECHNOLOGIE

LOCALISER AVEC DES MICROONDES

Détecter et localiser un objet qui émet un signal dans une pièce n'est pas simple. Il faut prendre en compte les réflexions du signal sur les murs et les obstacles. Mais si l'objet n'émet pas de signal, la tâche est encore plus ardue. Philipp del Hougne, de l'institut Langevin, et ses collègues ont montré qu'il est en fait possible de mettre à profit la réverbération d'une impulsion de microondes émises dans la pièce et diffusées en partie par l'objet pour déterminer une empreinte de sa position.

L'idée est d'établir un catalogue de signaux enregistrés pour diverses positions de l'objet. Ainsi, en captant un signal, il suffit de comparer cette mesure avec chaque position du catalogue pour déterminer où se trouve l'objet. Par cette technique, les chercheurs parviennent même à démêler les empreintes de plusieurs objets et



En analysant les échos d'une émission de microondes, on localiserait une personne ou un objet dans une maison.

à les localiser en même temps. Cette découverte peut avoir des applications dans le domaine des maisons intelligentes et aussi dans le domaine médical, par exemple, pour surveiller des personnes âgées qui vivent seules chez elles. Ce dispositif serait un peu moins intrusif qu'une caméra vidéo. ■

D. T.

P. del Hougne et al., à paraître dans *Physical Review Letters*, 2018

EN BREF

UN LAC D'EAU LIQUIDE SUR MARS

En analysant les données recueillies durant trois ans par le radar Marsis de la sonde orbitale *Mars Express*, Roberto Orosei, de l'institut d'astrophysique à Bologne, en Italie, et ses collègues auraient détecté un lac d'eau saumâtre (ou de sédiments saturés en eau) pérenne sous la calotte glaciaire du pôle sud de Mars. Profond d'au moins quelques mètres, il aurait une largeur de 20 kilomètres environ. Ce résultat reste à confirmer par d'autres observations, auquel cas ce serait le premier réservoir d'eau liquide identifié sur la Planète rouge.

CHASSE À LA BALEINE CHEZ LES ROMAINS

Au moyen d'une analyse d'ADN, une équipe que dirige Ana Rodrigues, du CNRS à Montpellier, a identifié des fragments d'os de baleines sur des sites d'époque romaine liés à la pêche près du détroit de Gibraltar. Y chassait-on la baleine? C'est probable, mais l'absence d'os entiers sur le site des fouilles empêche de l'affirmer. Ces restes pourraient aussi provenir de baleines échouées sur les côtes, dont les carcasses auraient ensuite été dépecées.

DES PREMIERS SOUVENIRS FICTIFS

D'après plusieurs études, le premier souvenir que l'on a ne se forme pas avant l'âge de trois ans. Martin Conway, de la City University de Londres, et ses collègues ont interrogé 6 641 personnes sur leur premier souvenir non lié à une histoire de famille ou à une photo, en leur demandant de le dater. Près de 40 % des sujets interrogés affirment avoir un souvenir de quand ils avaient moins de deux ans. Mais l'analyse des éléments des souvenirs suggère qu'ils proviennent de divers fragments mémorisés par la personne, qui finit par les associer et fabriquer un faux souvenir.

LE MALI, BERCEAU DE LA DOMESTICATION DU RIZ AFRICAIN

Grâce à une vaste étude génomique, des chercheurs ont montré que la culture du riz africain est apparue au Mali, il y a 3 000 ans, après une longue période de sécheresse.

Céréale nourrissant près de la moitié de la population mondiale, le riz asiatique *Oryza sativa* a été largement décrit par les scientifiques. En revanche, le riz africain *Oryza glaberrima*, espèce qui a divergé de son homologue asiatique il y a un million d'années, restait jusqu'à présent assez méconnu. Yves Vigouroux, de l'IRD (Institut de recherche pour le développement), et ses collègues ont analysé l'ADN de plus de 200 plants de riz africain cultivé, *Oryza glaberrima*, et de riz sauvage, *Oryza barthii*, provenant du Sahel. Ils ont ainsi retracé l'histoire de la domestication du riz africain.

En 2014, une équipe américaine a déterminé que la domestication du riz en Afrique remonte à 3000 ans. Mais le foyer de cette domestication restait jusqu'à présent assez flou. Pour le préciser, Yves Vigouroux et son équipe ont analysé l'ADN de 163 plants de riz domestiqué, en s'intéressant particulièrement à des SNP (polymorphismes d'un seul nucléotide), des paires de bases du génome qui varient parmi les individus d'une même espèce. Puis ils ont comparé ces séquences à celles de 83 plants sauvages d'*Oryza barthii*, l'espèce dont est issu le riz domestiqué *Oryza glaberrima*. Cela a permis de délimiter la zone géographique où le riz sauvage et le riz cultivé sont les plus proches génétiquement, c'est-à-dire le berceau de la domestication du riz: il se trouve dans le delta intérieur du fleuve Niger, au Mali.

Ces analyses ont également permis d'estimer les variations, au cours du temps, de la taille des différentes populations de riz, par une méthode dite de coalescence génétique. Il s'agit d'abord de déterminer, pour deux individus pris au hasard dans une population d'époque donnée, l'âge de leur dernier ancêtre commun, calculé d'après leur différence génétique. Puis on utilise le fait que, statistiquement, plus cet ancêtre commun est ancien, plus la population à laquelle appartenaient les deux individus était grande.

Les chercheurs ont ainsi montré qu'il y a entre 10000 et 3000 ans, la diversité du riz africain a nettement chuté. Selon eux, la cause serait climatique. «Autrefois, le Sahara était une région arborée, peuplée de girafes, de gazelles...



Le riz africain *Oryza glaberrima* représente un enjeu important en Afrique, continent qui importe de grandes quantités de riz asiatique (*Oryza sativa*).

5,5
MILLIARDS
DE DOLLARS
C'EST CE QUE
REPRÉSENTENT
LES IMPORTATIONS
DE RIZ ASIATIQUE
DANS LES 43 PAYS
AFRICAINS
PRODUCTEURS
DE RIZ.
SELON LE PAYS
CONCERNÉ,
CES IMPORTATIONS
COUVRENT ENTRE
10 ET 90 %
DES BESOINS.

Source : AfricaRice, rapport annuel, 2016

Puis, à partir d'il y a 9000 ou 10000 ans, la région est devenue de plus en plus aride, ce qui a entraîné un bouleversement de la biodiversité et une réduction importante des populations de riz», explique Yves Vigouroux. Le chercheur et son équipe supposent que «cette raréfaction du riz sauvage a conduit les populations de chasseurs-cueilleurs à conserver les graines d'une année sur l'autre, et les a progressivement transformés en agriculteurs.»

Mais le climat n'a pas été le seul paramètre ayant joué sur la diversité du riz en Afrique. En effet, cette diversité a chuté une seconde fois au cours de ces cinq derniers siècles. Cette fois, c'est le riz asiatique qui en serait la cause: importé massivement par les Portugais lors de la colonisation de l'Afrique au XVI^e siècle, sa culture, plus productive, aurait peu à peu remplacé celle du riz autochtone.

Pourtant, plus résistant aux fortes chaleurs, aux maladies et nécessitant moins d'eau, le riz africain a de nombreux avantages. Pour Yves Vigouroux, «l'étude de ce riz pourrait constituer un enjeu pour l'agriculture de demain, surtout dans un contexte où le réchauffement climatique affecte déjà les rendements agricoles.» ■

C. M.

P. Cubry et al., *Current Biology*, vol. 28(14), pp. 2274-2282, 2018