

PHYSIQUE

LA SUPRACONDUCTIVITÉ À 15 °C

L'étape symbolique de la supraconductivité à température ambiante a été franchie... mais à très haute pression, ce qui limite encore les perspectives d'application.

Dans un matériau supraconducteur, le courant électrique circule avec une résistance nulle, et donc sans perte d'énergie. Ce phénomène découvert par le physicien néerlandais Heike Kamerlingh Onnes en 1911 se manifestait initialement dans des matériaux refroidis à des températures proches du zéro absolu (-273 °C). Malgré ces contraintes de température, la supraconductivité est aujourd'hui utilisée notamment pour produire de puissants champs magnétiques dans les dispositifs d'imagerie médicale ou les accélérateurs de particules – des installations qui nécessitent d'encombrants et coûteux systèmes de refroidissement. Est-il possible de s'affranchir de ce régime de très basse température? Pour la première fois, une équipe, menée par Ranga Dias, de l'université de Rochester, aux États-Unis, a réussi à observer la supraconductivité à température ambiante.

Les physiciens ont longtemps cru cet exploit impossible. En 1957, les Américains John Bardeen, Leon Cooper et John Robert Schrieffer ont expliqué l'origine de la supraconductivité: les électrons du matériau s'associent par paires et circulent alors sans résistance (on parle de théorie BCS, des initiales de ses auteurs). L'interaction avec les quanta de vibrations (les «phonons») du réseau cristallin du matériau assure la cohésion de ces paires dites «de Cooper». Mais si la température est trop élevée, l'agitation thermique brise les paires et la supraconductivité disparaît. On pensait qu'il ne serait pas possible d'observer ce phénomène à plus de 30 kelvins, mais des expériences ultérieures sur des céramiques ont montré que cette limite n'était pas une fatalité.

En 1968, le Britannique Neil Ashcroft a suggéré que des matériaux riches en hydrogène pouvaient devenir supraconducteurs à des températures élevées. Les vibrations à haute fréquence de l'hydrogène favoriseraient en effet la formation des paires d'électrons. Mais pour que l'hydrogène gazeux puisse devenir solide, il faut exercer des pressions gigantesques. Cette piste a été validée en 2015 grâce à l'équipe de Mikhail Eremets, de l'institut Max-Planck de chimie, à Mayence, en Allemagne, qui a ainsi atteint la supraconductivité avec un mélange d'hydrogène et de soufre à -70 °C et sous une pression de



La supraconductivité est en général obtenue à des températures très basses. Elle permet de faire léviter des objets ou de faire circuler un courant électrique sans perte. À température ambiante, les applications seraient nombreuses.

267 gigapascals

CETTE PRESSION (2,67 MILLIONS DE FOIS LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE AU NIVEAU DE LA MER) EST OBTENUE GRÂCE À UNE PRESSE À ENCLUMES DE DIAMANT.

90 gigapascals. Ce record a ensuite été dépassé, toujours avec un mélange à deux éléments.

Pour atteindre la supraconductivité à 15 °C , Ranga Dias et ses collègues ont appliqué une pression de 267 gigapascals à un mélange de trois éléments (hydrogène, soufre et carbone). L'une des difficultés de l'expérience a été de déterminer la bonne proportion d'hydrogène à ajouter. Pas assez d'hydrogène, le matériau ne manifeste pas de supraconductivité; trop d'hydrogène, il faut appliquer des pressions énormes pour que le matériau se structure de façon adéquate. En outre, la structure exacte du matériau supraconducteur n'est pas encore précisément connue.

Pour les spécialistes, ce résultat obtenu avec trois éléments ouvre la porte à l'exploration de nouvelles combinaisons avec autant de composants, voire plus. En trouvant les bonnes proportions, il sera alors peut-être possible de réaliser la supraconductivité à température ambiante et à des pressions raisonnables. ■

SEAN BAILLY

E. Snider et al., *Nature*, vol. 586, pp. 373-377, 2020

PHYSIQUE

COULÉE VISQUEUSE MAIS RAPIDE

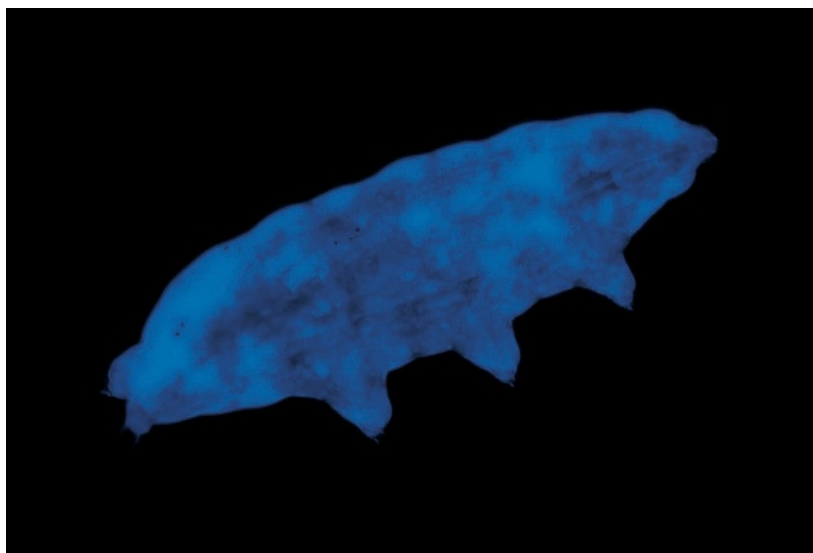
Étonnant : un liquide visqueux (comme du miel) s'écoule plus rapidement qu'un liquide fluide... dans des conditions très particulières. Maja Vuckovac et ses collègues, de l'université d'Aalto, en Finlande, ont étudié des gouttes de diverses viscosités dans des microtubes fermés dont l'intérieur est recouvert d'un revêtement superhydrophobe. Soumise à la gravité, une goutte pèse sur l'air du tube situé en dessous. En temps normal, le gaz reste coincé. Mais grâce au revêtement, le liquide n'adhère pas aux parois et l'air peut remonter le long de celles-ci. La goutte de liquide descend alors dans le microtube. La couche d'air longeant les parois étant d'autant plus stable que le liquide est visqueux, ce sont les liquides les plus visqueux qui coulent le plus vite ! ■

THÉO TORCQ

M. Vuckovac et al., *Science Advances*, vol. 6, article eaba5197, 2020

BIOLOGIE ANIMALE

UN TARDIGRADE À FLUORESCENCE ANTI-UV



Grâce à des pigments fluorescents, ce tardigrade émet de la lumière bleue quand il est exposé à un rayonnement ultraviolet.

GÉNÉTIQUE

PLACENTA ET TABAC

Arrêter de fumer durant la grossesse apporte, pour la mère et l'enfant, des bénéfices qui ne sont plus à démontrer. Mais pour la première fois, l'équipe de Johanna Lepeule, de l'université de Grenoble-Alpes, de l'Inserm et du CNRS, vient de montrer que fumer avant la grossesse, même si l'on s'arrête avant celle-ci, n'est pas exempt de risques. Grâce aux données de la cohorte Eden, qui a suivi 568 femmes (classées en trois groupes : non fumeuses, anciennes fumeuses ayant arrêté dans les trois mois avant la grossesse, et fumeuses actives), les chercheurs ont identifié, chez les fumeuses et les anciennes fumeuses, de nombreuses modifications épigénétiques de l'ADN du placenta. Ces perturbations ne concernent pas les séquences des gènes, mais leur expression. Il reste à en évaluer les conséquences sur le déroulement de la grossesse, le développement du fœtus et la santé de l'enfant. ■

NOËLLE GUILLON

S. Rousseaux et al., *BMC Medicine*, vol. 18, article 306, 2020

Rien ne fait peur aux tardigrades. Ces minuscules animaux survivent à des conditions extrêmes de température et de pression, hautes ou basses, à des rayonnements ionisants ou même au vide de l'espace. Parmi les quelque 1200 espèces connues, certaines résistent aux ultraviolets (UV), rayonnement pouvant être très néfaste aux organismes vivants, notamment parce qu'il détruit les molécules d'ADN. Mais le mécanisme de résistance est la plupart du temps inconnu. Or Harikumar Suma et ses collègues de l'Institut indien des sciences, à Bangalore, viennent de découvrir dans des mousses une nouvelle espèce de tardigrades qui résistent aux UV, et ces chercheurs ont compris le mécanisme.

Pour tester la résistance de ces animaux, du genre *Paramacrobiotus*, à différentes conditions extrêmes, les chercheurs les ont notamment placés sous une lampe à UV. Avec une exposition de quinze minutes, à raison de 1 kilojoule par mètre carré, tous les individus étaient encore vivants trente jours plus tard. Soumis aux mêmes conditions, les tardigrades *Hypsibius exemplaris* mouraient tous dans les vingt-quatre heures suivant l'exposition. Avec une exposition de une heure, 60% des tardigrades *Paramacrobiotus sp.* survivaient et conservaient un comportement normal.

Les biologistes ont montré que lorsque le tardigrade *Paramacrobiotus sp.* est soumis à des UV, il émet de la lumière bleue par fluorescence. Des pigments absorbent le rayonnement nocif et le réémettent dans une gamme de fréquences moins dangereuse. Les chercheurs ont aussi recouvert de ces pigments des tardigrades *Hypsibius exemplaris* et des vers *Caenorhabditis elegans*, et ont constaté que ces animaux résistaient mieux aux UV que leurs congénères dépourvus de cette protection. ■

S. B.

H. R. Suma et al., *Biology Letters*, vol. 16, 20200391, 2020

EN IMAGES

LE SECRET DES FORÊTS DE PIERRE

La réserve naturelle du Tsingy de Bemaraha, à Madagascar, abrite un paysage fascinant, une sorte de forêt pétrifiée (*ci-contre*). Celle-ci est constituée de hautes épines rocheuses et effilées. Il s'agit d'une structure géomorphologique typique des karsts, ces paysages dessinés par l'érosion hydrochimique et hydraulique des roches carbonatées, mais extraordinaire ici par son caractère très aiguë. Le mécanisme de formation de telles forêts de pierre était jusqu'à présent inconnu.

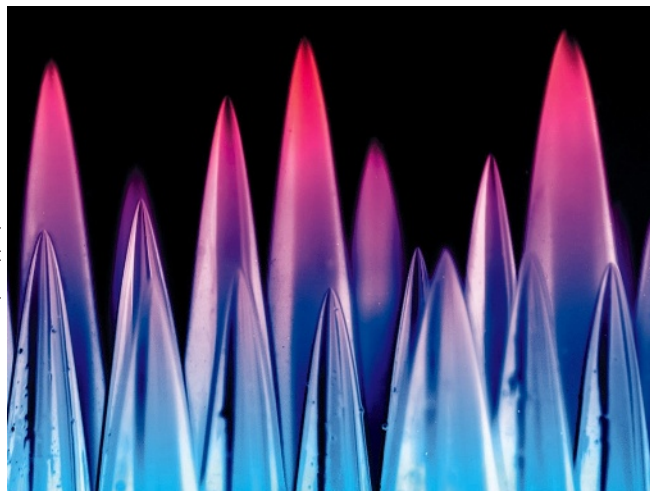
Jinzi Mac Huang et ses collègues, de l'université de New York, ont mené une expérience avec un bloc de sucre cristallisé cylindrique au sommet arrondi et plongé dans de l'eau. Le sucre se dissout (à la façon des roches carbonatées) et, en quelques heures, le cylindre a perdu en volume et son sommet est devenu pointu. Grâce à la présence de microparticules illuminées par un laser, les chercheurs ont constaté qu'un flux vertical d'eau se forme le long de la paroi du bloc, alors que le liquide était initialement immobile. L'eau se charge en sucre dissous et, devenant ainsi plus dense, elle descend, entraînée par la gravité. Ce mouvement d'eau à la surface de l'objet accroît la vitesse d'érosion. Les chercheurs ont modélisé le phénomène et ont confirmé que le processus conduit à la formation de sommets pointus. L'équipe a aussi montré qu'avec un grand bloc poreux de sucre, l'eau s'infiltre dans les fissures verticales et finit par créer un ensemble d'aiguilles (*ci-dessous*) comme dans la forêt de pierre de Madagascar. ■

S. B.

J. Mac Huang *et al.*, *PNAS*, vol. 117(38), pp. 23339-23344, 2020



© Laboratoire de mathématiques appliquées/université de New York





© POZZO DI BORGIO Thomas / shutterstock.com

PALÉOGÉNÉTIQUE

UN CHROMOSOME Y TRÈS « SAPIENS »

Une première comparaison des chromosomes Y des « Homo sapiens », des Dénisoviens et des Néandertaliens suggère deux métissages, à des époques distinctes, entre les lignées néandertalienne et « sapiens ».

Selon la plupart des paléoanthropologues, après la « principale sortie d'Afrique d'*Homo sapiens* » il y a quelque 80 000 ans, nos ancêtres se sont métissés avec les Néandertaliens. Et si un autre métissage, bien plus ancien, avait aussi eu lieu ? Autour de Martin Petr, de l'institut Max-Planck d'anthropologie évolutionniste, à Leipzig, une équipe de paléogénéticiens vient de mettre en évidence un phénomène de cet ordre : elle a établi que le chromosome Y (le chromosome sexuel mâle) néandertalien est un chromosome Y d'ancêtres d'*H. sapiens* introduit dans le génome pré-néandertalien il y a entre 100 000 et 370 000 ans.

Les chercheurs s'interrogeaient autant sur le chromosome Y des Néandertaliens que sur celui des Dénisoviens, l'autre espèce humaine eurasiennne ancienne. En effet, comme tous les génomes néandertaliens ou dénisoviens entièrement séquencés sont ceux de femmes, on ne disposait que de très peu d'informations sur les chromosomes Y anciens.

Martin Petr et ses collègues ont extrait de l'ADN ancien de trois fossiles d'hommes néandertaliens et de deux fossiles d'hommes dénisoviens datant d'il y a 40 000 à 136 000 ans. Ils ont ensuite utilisé les techniques chimiques de la paléogénétique pour reconstituer au mieux cet ADN extrêmement dégradé, et obtenu des séquences longues de 6,9 millions à seulement 560 milliers de bases du chromosome Y (sur 57 millions de bases en tout). Or il s'avère que les versions communes de gènes (polymorphismes) dans ces séquences du chromosome Y sont souvent différentes dans le cas des Dénisoviens et des *sapiens*, mais sont proches ou identiques dans le cas des Néandertaliens et des *sapiens*. En clair, le chromosome Y des Dénisoviens est... dénisovien, tandis que celui de la lignée néandertalienne provient, manifestement, de la lignée *sapiens*.

D'après l'horloge génétique – c'est-à-dire d'après les nombres de mutations accumulées –, ces séquences du chromosome Y suggèrent qu'environ 700 000 ans se sont écoulés depuis la séparation des populations ancestrales des Dénisoviens et des *sapiens*, tandis que 100 000 à



Les clans de chasseurs-cueilleurs pré-*sapiens* et pré-néandertaliens se sont croisés il y a quelque 350 000 ans. Où ? Cela reste à déterminer.

370 000 ans se sont écoulés depuis la séparation des populations ancestrales des Néandertaliens et des *sapiens* qui s'étaient métissées.

Ce résultat n'est pas sans rappeler l'observation faite en 2017 par Cosimo Posth, de l'institut Max-Planck d'histoire humaine, à Tübingen, concernant l'ADN mitochondrial, celui contenu dans les mitochondries, organites qui fournissent aux cellules leur énergie. Ce chercheur avait montré que l'ADN mitochondrial des Néandertaliens provenait aussi de la lignée *sapiens* et, par l'horloge génétique, avait daté son arrivée entre 220 000 et 470 000 ans.

Or, à ces époques très anciennes, il n'y avait ni Néandertaliens ni *sapiens*, mais seulement des pré-Néandertaliens et des pré-*sapiens*. Ces résultats suggèrent donc un très ancien métissage entre des populations d'ancêtres d'*H. sapiens* et d'*H. neanderthalensis*. Où ? Nous l'ignorons, mais comme aucun métissage ancien comparable ne s'est produit entre *H. sapiens* et Dénisoviens, cela ne peut qu'être à l'ouest. En Europe ? Au Proche-Orient ? En Afrique du nord, où vivaient des *H. sapiens* archaïques il y a quelque 300 000 ans ? ■

FRANÇOIS SAVATIER

M. Petr et al., *Science*, vol. 369, pp. 1653-1656, 2020

EN BRIEF

POLLUTION DE L'AIR ET COVID-19

Beaucoup des formes sévères ou des morts dues au Covid-19 sont associées à des facteurs de comorbidité (âge, obésité, problèmes cardiaques). Jos Lelieveld, de l'institut Max-Planck de chimie, à Mayence, et ses collègues ont utilisé des données épidémiologiques et des cartes satellitaires pour estimer l'impact de l'exposition durable aux particules fines de la pollution atmosphérique. Conclusion : 15 % des morts du Covid-19 seraient dues à ce facteur.

Cardiovascular Research, 26 octobre 2020

ULTRABLANC

On connaissait le Vantablack, ce matériau qui battait des records d'absorption de la lumière. À l'opposé, l'équipe de Xiulin Ruan, de l'université Purdue, aux États-Unis, vient de développer une peinture à base de carbonate de calcium qui réfléchit 95,5 % de la lumière solaire (80 à 90 % pour les produits actuellement dans le commerce). Utilisé sur des bâtiments, ce revêtement pourrait ainsi empêcher l'accumulation de chaleur et limiterait le besoin de systèmes de climatisation, très énergivores.

Cell Reports Physical Science, 21 octobre 2020

DAVANTAGE D'EAU SUR LA LUNE

On pensait que seules les zones d'ombre permanente des cratères profonds situées aux pôles lunaires cachaient de la glace d'eau. Le reste, un grand désert sec ? Peut-être pas, indiquent les observations du télescope aéroporté *Sofia* et de la sonde *LRO*. Paul Hayne, de l'université du Colorado à Boulder, et ses collègues pensent que de l'eau se cacherait en particulier dans des microzones d'ombre permanente un peu partout à la surface. La Lune pourrait y abriter jusqu'à 1 million de tonnes d'eau.

Nature Astronomy, 26 octobre 2020

BIOLOGIE VÉGÉTALE

L'ANTIVIRUS DES MÉRISTÈMES

En agronomie, la lutte contre les virus est un enjeu majeur. Ces microorganismes peuvent en effet provoquer des baisses de rendement, voire la perte de variétés intéressantes. Heureusement, les plantes offrent une solution étonnante : il est possible de régénérer un organisme infecté en récupérant et en cultivant *in vitro* ses méristèmes. Ces tissus, constitués de cellules souches et situés notamment à l'extrémité des tiges et des racines, assurent la croissance de la plante et présentent la particularité d'être préservés des infections d'une grande variété de virus. Alors que cette surprenante résistance est connue et exploitée depuis les années 1950, Haijun Wu, de l'université des sciences et de technologie de Chine, à Hefei, et ses collègues viennent d'en élucider le mécanisme moléculaire.

Les chercheurs ont inoculé le virus de la mosaïque du concombre à des plants d'*Arabidopsis thaliana* (l'arabette des dames), une plante modèle pour les scientifiques, et ont suivi sa progression. Ils ont montré que le virus ne peut pas se répliquer et se propager dans les tissus où la protéine Wuschel (WUS) est synthétisée. Cette molécule joue un rôle clé dans la régulation du fonctionnement du méristème et le devenir des cellules souches.



Le mécanisme de résistance aux virus des méristèmes a été élucidé chez l'arabette des dames (ci-dessus).

Elle inhibe la synthèse de protéines en se fixant sur certains gènes impliqués dans la maturation des ribosomes, les complexes intracellulaires qui produisent les protéines. En cas d'invasion d'un virus, elle se fixe sur un gène particulier de la plante. Le virus ne peut alors plus détourner les mécanismes de la cellule pour produire les protéines nécessaires à sa réplication. Son invasion des tissus du méristème est donc bloquée. ■

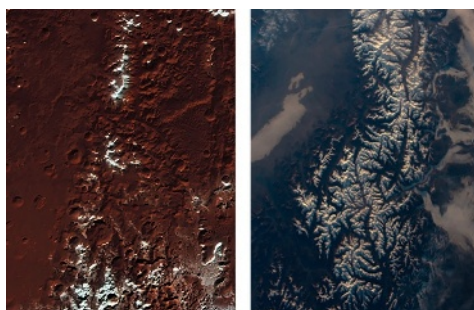
NICOLAS BUTOR

H. Wu et al., *Science*, vol. 370, pp. 227-231, 2020

PLANÉTOLOGIE

LES « ALPES » DE PLUTON

À la surface de Pluton s'étalent des chaînes de montagnes recouvertes d'une couche de glace blanche et brillante, un paysage ressemblant beaucoup aux montagnes terrestres. Il s'agirait de glace de méthane formée à la faveur de phénomènes atmosphériques très différents des mécanismes de formation de la neige sur Terre. Grâce aux observations de la sonde spatiale *New Horizons*, qui a survolé la planète naine en 2015, Tanguy Bertrand, du centre de recherche Ames de la Nasa en Californie, François Forget, du Laboratoire de météorologie dynamique de Sorbonne-Université, à Paris, et leurs collègues ont précisé ce mécanisme. Sur Terre, la neige se condense en altitude, car l'air se dilate lors des mouvements ascendants et donc se refroidit. Sur Pluton, l'atmosphère



La région de « Cthulhu », près de l'équateur de Pluton (à gauche), et les Alpes sur Terre (à droite) offrent des paysages similaires, mais formés par des processus très différents.

est froide au niveau du sol et devient plus chaude et riche en méthane en altitude. Ce n'est donc que sur les sommets les plus élevés, atteignant les plus hautes couches de l'atmosphère, que se forme la glace de méthane. ■

LUCAS GIERCZAK

T. Bertrand et al., *Nature Communications*, vol. 11, article 5056, 2020

BIOLOGIE CELLULAIRE

DES GRANULES D'ARN DANS LA MITOCHONDRIE

Nichées dans les cellules, les mitochondries sont à ces dernières ce que les centrales électriques sont aux villes; elles fournissent l'énergie nécessaire aux nombreuses réactions chimiques du métabolisme. Organites de la cellule, elles ont la particularité d'avoir leur propre ADN, un matériel génétique exclusivement transmis par la lignée maternelle. En 2013, Jean-Claude Martinou, de l'université de Genève, et ses collègues avaient observé que l'ARN résultant de la transcription de l'ADN mitochondrial s'accumulait avec d'autres protéines sous la forme de granules dans ces organites. Mais les caractéristiques des granules et leur dynamique restaient à préciser. L'équipe menée par Jean-Claude Martinou et Suliana Manley, de l'École polytechnique fédérale de Lausanne, a utilisé des techniques de microscopie dites «à super-résolution» pour scruter avec précision l'architecture nanométrique des granules d'ARN. Dans ces derniers, dont la taille est d'environ 130 nanomètres, l'ARN est replié de façon compacte au sein d'un nuage de protéines, le tout formant une sorte de gouttelette liquide.

Ces granules, uniformément distribués dans la mitochondrie, sont capables d'échanger



Vue d'artiste d'une mitochondrie.

très vite leurs composants, de fusionner ou de se fractionner. Or ils renferment l'information génétique nécessaire pour fabriquer les protéines qui interviennent dans la production d'énergie de la cellule: une organisation souple et dynamique contribue ainsi à l'efficacité des mitochondries. Ces nouvelles connaissances aideront à envisager des stratégies pour lutter contre certaines maladies graves liées à un dysfonctionnement de ces organites. ■

WILLIAM ROWE-PIRRA

T. Rey et al., *Nature Cell Biology*, vol. 22, pp.1180-1186, 2020

PALÉOGÉNÉTIQUE

NOS CHEVAUX NE SONT PAS ANATOLIENS

Dès 6000 ans avant notre ère, des habitants des steppes ont commencé à apprivoiser des chevaux, mais on ignore où *Equus caballus* a été vraiment domestiqué. Pas en Anatolie en tout cas: autour de Eva-Maria Geigl, de l'institut Jacques-Monod, à Paris, une équipe de paléogénéticiens vient d'exclure ce haut plateau, pourtant favorable à la vie du cheval.

Les chercheurs ont recueilli l'ADN mitochondrial contenu dans une centaine de restes d'équidés d'Anatolie centrale, couvrant la période 9000-500 avant notre ère. Ils l'ont ensuite séquencé en partie et défini des marqueurs génétiques caractéristiques des dix-huit haplogroupes (groupes de gènes transmis ensemble) connus chez les chevaux. Il en



L'Anatolie, terre de hauts plateaux steppiques, est un milieu convenant bien aux chevaux sauvages.

ressort que jusqu'à 2000 avant notre ère, seuls étaient présents les trois haplogroupes des chevaux sauvages qui vivaient déjà en Anatolie avant la domestication du cheval, mais que vers cette date, pas moins de quatorze haplogroupes sont arrivés, tous représentés chez les chevaux domestiques modernes. D'où la conclusion que l'Anatolie n'est pas la région où *Equus caballus* fut domestiqué. ■

F. S.

S. Guimaraes et al., *Science Advances*, vol. 6, eabb0030, 2020

EN BREF

MÉROVINGIEN, MAIS PAS FRANC

Près de Pontarlier, l'équipe de Michiel Gazenbeek, de l'Inrap, a fouillé un village mérovingien fondé au milieu du VI^e siècle et inhabituel par ses grands bâtiments, son église en bois et d'autres éléments. Le mobilier funéraire retrouvé suggère la richesse de certains habitants, notamment des guerriers. Des épées signent un contexte mérovingien. Selon Michiel Gazenbeek, la similarité du bâti avec ce qui existait alors en Bavière suggère qu'un groupe de Varasques – des Germaniques provenant de l'est, attestés dans la région – a été placé là par les Francs pour contrôler la vallée du Doubs.

Inrap, 7 oct. 2020
(<https://bit.ly/3kW0dCA>)



PALUDISME ET SAISON SÈCHE

Dans de nombreuses régions d'Afrique, les épisodes de paludisme se concentrent en saison humide, quand abondent les moustiques vecteurs du parasite *Plasmodium falciparum*, à l'origine de la maladie. Durant la saison sèche, les parasites peuvent persister chez l'hôte humain sans déclencher de symptômes. Comment ? Silvia Portugal, du centre hospitalier universitaire de Heidelberg, et ses collègues ont montré que les globules rouges infectés adhèrent moins aux parois des vaisseaux sanguins et sont mieux éliminés. Cela contribuerait à maintenir les parasites à bas niveau chez leurs hôtes, en attendant le retour des moustiques qui les dissémineront.

Nature Medicine, 26 octobre 2020

PHYSIQUE

LES TROUS NOIRS

Les physiciens se sont longtemps demandé si les trous noirs étaient réels, s'ils pouvaient se former dans le cosmos ou s'ils n'étaient que des artefacts des équations de la théorie de la relativité générale d'Einstein. Le prix Nobel de physique récompense cette année Roger Penrose, théoricien qui a démontré que les trous noirs pouvaient se former dans des conditions réalistes, ainsi que Reinhard Genzel et Andrea Ghez. Grâce à des observations, dans les années 1990, ces deux derniers ont montré que le centre de la Voie lactée est occupé par un objet très massif d'environ 4 millions de masses solaires dans un volume plus petit que le Système solaire: une preuve indirecte de l'existence des trous noirs supermassifs nichés au centre des galaxies. ■

S. B.

<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2020/>

MÉDECINE

LE VIRUS DE L'HÉPATITE C

Selon l'Organisation mondiale de la santé, 71 millions de personnes sont chroniquement infectées par le virus de l'hépatite C dans le monde – un chiffre probablement sous-estimé. En 2016, la maladie a entraîné le décès d'environ 399 000 personnes, principalement de cirrhose et de carcinome hépatocellulaire. Aussi la lutte contre l'hépatite C constitue-t-elle un enjeu majeur de santé publique. Les trois lauréats du prix Nobel 2020 de «physiologie ou médecine», les Américains Harvey Alter et Charles Rice, et le Britannique Michael Houghton, ont tous trois œuvré à une étape clé de cette lutte: la découverte du virus responsable de cette pathologie et sa caractérisation. Grâce à ces travaux, diverses équipes ont pu attaquer le virus sur tous les fronts à la recherche de traitements antiviraux. Aujourd'hui, un arsenal d'inhibiteurs permet de guérir plus de 95 % des patients traités. ■

MARIE-NEIGE CORDONNIER

<https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/2020/>

CHIMIE

LES « CISEAUX GÉNÉTIQUES » CRISPR-CAS9



La Française Emmanuelle Charpentier et l'Américaine Jennifer Doudna, récompensées par le prix Nobel de chimie 2020.

Dans les années 2000, grâce à l'avènement du séquençage, généticiens et médecins purent lire à livre ouvert le génome de toute cellule. Cependant, lire est une chose, corriger en est une autre. C'est là qu'interviennent les travaux d'Emmanuelle Charpentier et de Jennifer Doudna, les deux chercheuses récompensées par le prix Nobel de chimie.

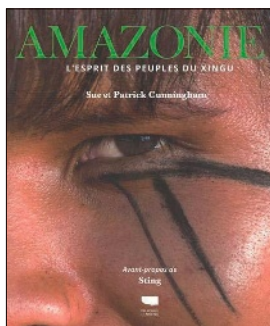
Tout commence par l'étude du «système immunitaire» des bactéries. En effet, plusieurs espèces gardent en mémoire des traces de virus qui les ont attaquées sous la forme de petits fragments d'ADN dans une sorte de bibliothèque notée CRISPR. Ces archives contiennent aussi les gènes codant des enzymes nommées Cas, et notamment Cas9.

Le système CRISPR est mobilisé lorsqu'un virus se présente à nouveau: son génome, l'ADN viral, sera découpé en un point précis. Mais il lui faut un guide! Il fut découvert en 2011 par Emmanuelle Charpentier, aujourd'hui à l'institut Max-Planck de biologie des infections, à Berlin, en Allemagne. Avec son équipe, elle a montré qu'un petit ARN spécifique nommé «tracr» est nécessaire à l'enzyme Cas9. Ainsi, trois ingrédients étaient nécessaires pour couper l'ADN: l'enzyme Cas9 et deux petits ARN, tracr d'une part et la copie transcrite en ARN du fragment d'ADN cible d'autre part.

Grâce à une collaboration avec Jennifer Doudna, de l'université de Californie à Berkeley, aux États-Unis, la liste fut réduite à deux composants, la biochimiste américaine étant parvenue à fusionner les deux ARN. C'est ainsi que la communauté des généticiens a pu disposer de ciseaux à ADN précis, rapides et faciles à adapter à toute cible. Les applications sont vite apparues, notamment en agrobiologie et en médecine. ■

L. M.

<https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2020/>



ETHNOLOGIE

**AMAZONIE. L'ESPRIT
DES PEUPLES DU XINGU**

Sue et Patrick Cunningham
Delachaux & Niestlé, 2020
228 pages, 39,90 euros

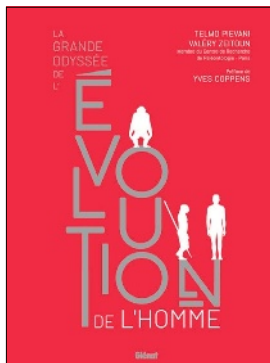
Dans ces temps ardents, c'est un devoir de marteler que l'Amazonie brûle, emportant notre futur dans ses volutes de fumée. Le livre du couple de photographes Cunningham rappelle qu'outre la forêt, ce sont également de brillantes civilisations plurimillénaires qui sont menacées. Compagnons de la première heure des combats du chanteur Sting et du cacique Raoni – ce dernier omniprésent dans la publication –, voilà trente ans qu'ils arpentent les layons et sillonnent les rivières tropicales. C'est dire si leur expérience est riche.

Ils s'intéressent dans cet ouvrage aux habitants du Xingu, affluent méridional de l'Amazonie au cœur du Brésil, figures emblématiques de la grande sylvie. Des dizaines d'ethnies variées se côtoient le long des quelque 2260 kilomètres de la rivière, représentant la grande diversité culturelle amérindienne caractéristique de l'Amazonie.

Les auteurs évitent habilement le poncif récurrent de réduire ces groupes aux seules plumes ou arcs et flèches pour entrer plutôt dans leur intimité. Dans leur texte, ils abordent ainsi des thèmes moins triviaux comme le contexte historique et politique, la vie des communautés, les cérémonies et célébrations, les interactions négatives et positives, etc. Ce faisant, ils nourrissent originalement l'esprit du lecteur, tout en le régaland de leurs superbes photographies. Un livre utile donc, mais aussi un très bel objet. Il a également le mérite de maintenir notre conscience alerte sur la tragédie amazonienne actuelle. À 90 ans, le chef Raoni a vaillamment survécu en août 2020 à une attaque du Covid-19; espérons que son peuple résistera aussi bien au fatal virus que la société industrielle porte en elle.

STÉPHEN ROSTAIN

ARCHÉOLOGUE AU CNRS, À L'UNITÉ ARCHAM



PALÉOANTHROPOLOGIE

**LA GRANDE ODYSSEE
DE L'ÉVOLUTION DE L'HOMME**

Telmo Pievani et Valéry Zeitoun
Glénat, 2020
192 pages, 30 euros

Ce beau livre raconte un long voyage, celui des humains. Il prend d'ailleurs largement l'aspect d'un atlas, dont les nombreuses cartes et diagrammes permettent de se représenter facilement les étapes de l'évolution humaine. L'aventure commence avec de très anciens hominés en Afrique et se poursuit jusqu'à nos jours, avec l'expansion d'*Homo sapiens* jusqu'aux «bouts du monde».

Une aventure loin d'être simple et linéaire. Les humains sont de grands voyageurs, et le fait qu'il en ait existé plusieurs espèces (*H. sapiens*, Néandertaliens, Denisoviens...) aux mêmes époques complique encore le tableau. Cette longue évolution s'inscrit en outre dans le cadre géologique et climatique du Pléistocène, qui se caractérise par une grande instabilité. Aux cycles glaciaires et interglaciaires s'ajoutent d'ailleurs des événements plus exceptionnels et plus soudains, comme l'éruption du volcan Toba, en Indonésie, il y a 75 500 ans, qui semble avoir eu des effets dévastateurs au moins sur le pourtour de l'océan Indien.

L'un des points forts de ce livre est de prendre en compte ces facteurs souvent négligés et néanmoins importants pour l'histoire de l'humanité. Parallèlement, les humains ont exercé une influence croissante sur leur environnement, comme en témoigne la disparition de nombreuses espèces animales consécutive à leur arrivée dans de nouveaux territoires. Et un facteur essentiel s'ajoute à ces aspects environnementaux: l'évolution culturelle, largement évoquée dans ses aspects les plus divers, de la naissance de l'art au développement (et parfois à l'extinction) des langues.

Ce livre aux magnifiques illustrations, qui ont en plus le mérite d'éviter la répétition d'images trop souvent déjà vues, constitue donc une excellente synthèse, à la fois originale et accessible, sur un sujet qui nous concerne tous, celui de nos origines.

ERIC BUFFETAUT

LABORATOIRE DE GÉOLOGIE, ENS/CNRS, PARIS

