

## ARCHÉOLOGIE

## DU CARBONE 14 BIEN CALIBRÉ

**L**a datation par le carbone 14 progresse sans cesse grâce aux efforts de nombreuses équipes pour la calibrer période par période. Autour de Hai Cheng, de l'université Xi'an Jiaotong, une équipe sino-américaine vient de calibrer précisément les dates données par le radiocarbone jusqu'à 54 000 ans BP (« avant le présent », c'est-à-dire avant 1950). Comment ? À partir de stalagmites.

La datation par le carbone 14 ne livre des dates coïncidant avec celles du calendrier que sur deux mille ans environ. Au-delà, il faut la réétalonner siècle par siècle, car la production du carbone 14 atmosphérique par le rayonnement cosmique a varié dans le temps. Pour ce faire, on doit disposer de matériaux simultanément datables par le radiocarbone et par une autre méthode. L'étude des cernes de croissance des arbres a ainsi permis d'étalonner les dates du radiocarbone sur les derniers 10 000 ans. Parce qu'elle peut être datée à la fois par le radiocarbone et par l'uranium-thorium, une stalagmite constitue un autre matériau doublement datable. Toutefois, comme le carbone qu'elle contient provient à la fois de l'atmosphère (ruissellement) et des formations calcaires (carbonate de calcium), une correction doit être appliquée à leur âge radiocarbone, laquelle varie de grotte en grotte. C'est sur ce



Les stalagmites anciennes MSD et MSL de la grotte de Hulu, en Chine, ont été datées strate par strate.

point que les stalagmites de la grotte de Hulu, en Chine, se sont révélées intéressantes.

En 2012, après avoir montré que la correction attachée à la stalagmite H82 n'est que de 450 ans, des chercheurs ont étalonné les dates radiocarbone jusqu'à 26 800 ans BP. L'équipe de Hai Cheng vient de montrer que les stalagmites plus anciennes MSD et MSL ont la même correction que H82. Ils sont ainsi parvenus à calibrer les dates radiocarbone avec une incertitude inférieure à 100 ans jusqu'à 40 000 ans BP, puis inférieure à 300 ans jusqu'à 54 000 ans BP. ■

F. S.

Hai Cheng et al., *Science*, en ligne le 14 décembre 2018

## CHIMIE

## RECYCLER L'OR DE L'ÉLECTRONIQUE

**A**u prix actuel de l'or (36 000 euros le kilogramme), il est très intéressant de le recycler, notamment dans l'électronique, où ses propriétés d'excellent conducteur sont un atout. Il existe déjà une méthode de recyclage par solubilisation sélective, mais cette technique utilise des acides très toxiques.

Minna Räisänen, de l'université de Helsinki, et son équipe ont amélioré cette méthode en remplaçant les composés toxiques par un mélange d'eau oxygénée et de pyridinethiol, un composé organique soufré peu toxique. D'après leurs essais, quelques minutes suffisent pour qu'un échantillon d'or se dissolve complètement dans le mélange.

Les chercheurs ont établi le mécanisme de cette dissolution : en premier lieu, deux molécules de pyridinethiol se lient à chacun des



L'industrie de l'électronique représente près de 10 % de la consommation annuelle d'or dans le monde.

atomes d'or et les arrachent au reste du métal. Les atomes d'or sont ensuite oxydés, c'est-à-dire privés d'un de leurs électrons par l'eau oxygénée. Le complexe organométallique ainsi créé est stable et soluble dans le solvant organique. En outre, la réaction ne solubilise ni le platine ni le palladium, deux autres métaux très utilisés. ■

MARTIN TIANO

M. Räisänen et al., *Angewandte Chemie Int. Ed.*, vol. 57(52), pp. 17104-17109, 2018

## EN BREF

## STRESS DE GROSSESSE ET OBÉSITÉ INFANTILE

**E**n Allemagne, un enfant sur dix est en surpoids ; un sur vingt est obèse. Beate Lepert et ses collègues, à Berlin et à Leipzig, viennent de mettre en évidence l'un des cofacteurs de cette épidémie. Dans le cadre de l'étude mère-enfant LiNA que ces chercheurs ont coordonnée, ils ont mis en évidence une corrélation statistique entre le stress ressenti par la mère lors de sa grossesse et le surpoids futur du jeune enfant.

## SURDOMINANCE CHEZ LES ORCHIDÉES

**L**a surdominance, c'est-à-dire l'avantage sélectif des hybrides, est l'une des hypothèses fondamentales de la théorie synthétique de l'évolution. Roman Kellenberger et ses collègues, des universités de Zurich et de Vienne, pensent l'avoir vérifiée dans le cas d'une orchidée des Alpes : la nigritelle noire (*Gymnadenia rhellicani*). Dans une partie des Alpes, 38 % de ces fleurs sont rouges ou blanches, alors qu'elles sont normalement noires. Cette situation pourrait s'expliquer par des mutations de la plante, mais les chercheurs ont montré par la génétique qu'elle résulte plutôt de pollinisation, donc de la multiplication d'hybrides plus aptes à se reproduire.

## UN PÔLE MAGNÉTIQUE MIGRE VERS LA RUSSIE

**Q**uelque chose de bizarre se passe au nord. Le pôle magnétique Nord, qui se trouvait au nord du Canada depuis le XVII<sup>e</sup> siècle au moins, se déplace vers le nord de la Sibérie. Et il bouge si vite que cela a forcé les experts en géomagnétisme du monde entier à prendre une mesure rare : le 15 janvier 2019, ils ont mis à jour le *World Magnetic Model*, le modèle décrivant le champ magnétique de la planète, qui sous-tend toute la navigation moderne.

## HAMR-E, UN ROBOT ARAIGNÉE

**S**ébastien de Rivaz et ses collègues, à l'université Harvard, ont construit un petit robot capable de marcher sur des surfaces conductrices convexes ou concaves orientées dans n'importe quel sens. Ne pesant que 1,48 gramme, ce petit engin, nommé HAMR-E et alimenté par un fil, est capable d'avancer à une vitesse de pointe de 4,6 millimètres par seconde au plafond, tout en portant une charge utile allant jusqu'à 4,72 grammes. Les chercheurs l'ont doté de patins adhésifs: des coussinets en cuivre couverts d'une couche isolante qui crée un champ électrostatique entre la patte du robot et la surface conductrice sous-jacente. Cette technique, l'électroadhésion, permet de coller deux surfaces de façon transitoire et pour très peu d'énergie. HAMR-E pourrait par exemple servir à explorer les moteurs d'avion en panne avant de les démonter. ■

FÉLIX PRÉVOST

S. D. de Rivaz et al., *Science Robotics*, vol. 3, eaau3038, 2018

## ASTROPHYSIQUE

## UN NUAGE DE GAZ PRIMORDIAL

**L'**hydrogène, l'hélium et le lithium se sont formés quelques minutes après la naissance de l'Univers. Les éléments plus lourds (les astrophysiciens parlent de «métaux») se sont constitués au sein des premières étoiles et dans les supernovæ. Or presque tous les objets que l'on observe dans l'Univers, même dans les temps les plus reculés, contiennent une part d'éléments lourds. Seuls deux nuages de gaz ne contenant pas de traces de métaux ont été découverts, par hasard.

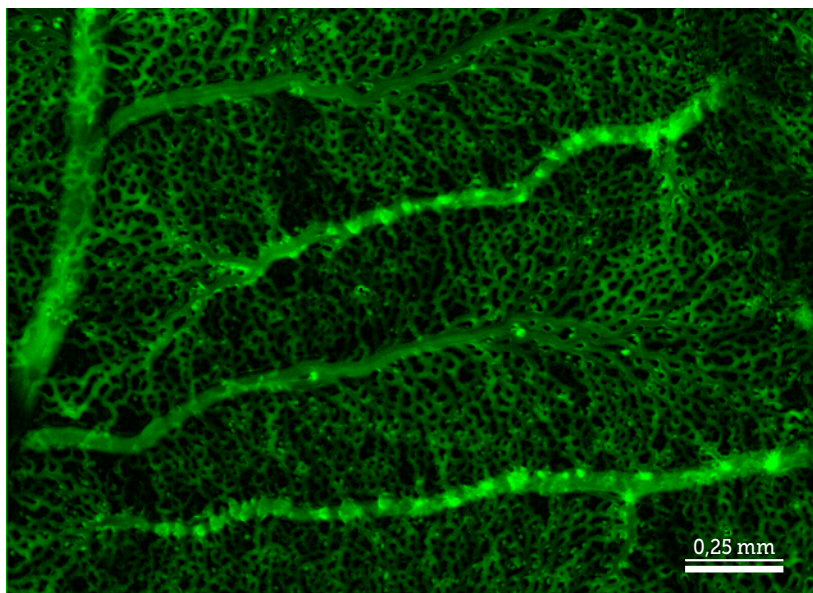
Frédéric Robert, de l'université de technologie Swinburne, en Australie, et ses collègues ont mis au point une stratégie pour chercher de tels nuages en utilisant la lumière de quasars lointains (galaxies dont le trou noir supermassif central émet beaucoup de rayonnement). En traversant un nuage, la lumière du quasar est altérée. En analysant un tel rayonnement, les chercheurs ont découvert un nuage exempt de toute contamination datant de 1,4 milliard d'années après le Big Bang. ■

ALEXANDRE ARAN

P. F. Robert et al., *MNRAS*, vol. 483(2), pp. 2736-2747, 2019

## BIOLOGIE

## COMMENT LES VEINES ET LES ARTÈRES S'ORGANISENT



Les artères (ici horizontales, en vert clair) et les veines (horizontales, en vert foncé) s'intercalent de façon régulière et sont reliées par un réseau de fins capillaires.

**L**e réseau des vaisseaux sanguins est remarquable par sa complexité et son organisation: les artères transportent le sang oxygéné et les nutriments vers les organes, le sang passe ensuite dans des capillaires avant d'être évacué par les veines. Ce réseau se constitue durant l'embryogenèse, mais de nombreux aspects de sa formation restent incompris. Notamment, on remarque que les artères et les veines s'intercalent, reliées par les capillaires. Comment une telle organisation se met-elle en place? Vincent Fleury, du Laboratoire matière et systèmes complexes, à Paris, et ses collègues ont développé une nouvelle technique d'imagerie pour suivre le développement des vaisseaux sanguins chez l'embryon de poulet.

Les chercheurs ont d'abord constaté que l'extrémité des artérioles (la partie la plus rétrécie des artères) est aplatie, comme sur un tuyau écrasé, quand le reste de ces vaisseaux est parfaitement cylindrique. Cette forme empêche le sang de s'évacuer par l'extrémité du vaisseau, contrairement à ce que l'on pensait. Le sang s'écoule donc dans les capillaires en amont de l'extrémité dans des directions perpendiculaires à l'artériole. En outre, la zone aplatie s'accompagne d'une inflammation et d'une rigidification des tissus. Celles-ci ont un effet de répulsion local sur les veines, qui sont repoussées au-delà de cette zone. Par ailleurs, les veines sont attirées par une force de cisaillement là où le sang s'écoule le plus, en amont de l'extrémité de l'artère. La conjonction de ces deux phénomènes, attractif et répulsif, conduit à la structure intercalée des artères et des veines.

Les chercheurs espèrent que la compréhension des mécanismes de vascularisation servira de point de départ pour étudier les organisations vasculaires dysfonctionnelles, comme la néoangiogenèse, le processus de formation de nouveaux vaisseaux sanguins qui irriguent les tumeurs de certains cancers. ■

LOU WAHNICH

S. Richard et al., *Communications Biology*, vol. 1, article 235, 2018

MICROBIOLOGIE

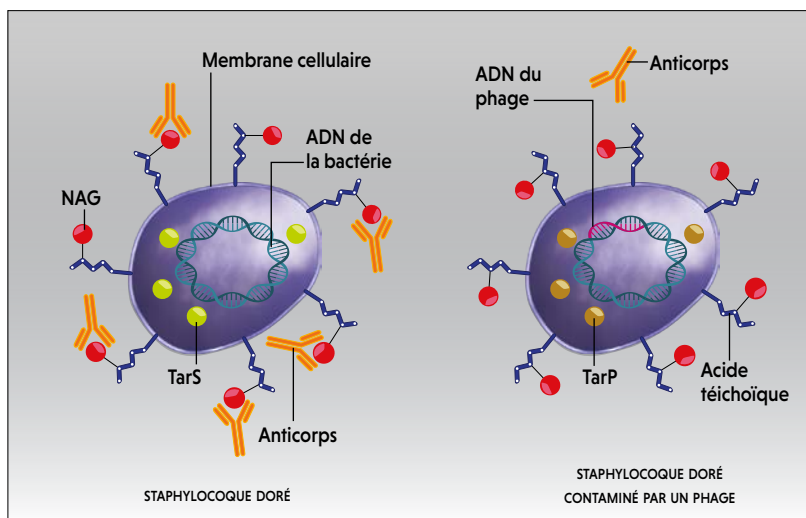
# UN DUO STAPHYLOCOQUE-VIRUS QUI PASSE INAPERÇU

À cause d'une enzyme produite par un virus qui s'attaque au staphylocoque doré, cette dangereuse bactérie devient moins visible pour le système immunitaire humain.

**L**e redouté staphylocoque doré, ou *Staphylococcus aureus*, est une bactérie pathogène pour l'homme, à l'origine de plusieurs types d'infections potentiellement mortelles, car il est résistant à de nombreux antibiotiques. On estime pourtant que 30 à 50% de la population en est porteuse saine et ne développe aucun symptôme. En fait, de nombreux facteurs modulent les interactions hôte-microbe, comme la présence ou l'absence d'autres bactéries. David Gerlach, de l'université de Tübingen, en Allemagne, et ses collègues viennent de montrer que des virus entrent aussi dans l'équation. Et que grâce à eux, les staphylocoques passent davantage sous le radar du système immunitaire de l'hôte.

Pour comprendre comment, il faut s'intéresser à la paroi cellulaire des staphylocoques dorés. Celle-ci est surtout constituée de peptidoglycanes et d'acides téichoïques. De nombreux anticorps humains efficaces contre *S. aureus* reconnaissent et se lient aux acides téichoïques. Mais ils ne sont pas les seuls. « Les acides téichoïques sont essentiels aux virus qui s'attaquent aux bactéries, les bactériophages, ou phages, pour s'attacher à elles et les infecter », explique Ivo Gomperts Boneca, responsable de l'unité Biologie et génétique de la paroi bactérienne à l'institut Pasteur, à Paris. Or cette infection virale offre aux bactéries un avantage non négligeable contre le système immunitaire humain.

Les chercheurs se sont intéressés aux gènes impliqués dans la biosynthèse des acides téichoïques. Chez certaines souches de staphylocoques dorés résistants à la méthicilline (SARM), ils ont découvert des gènes de phages, qui ont été intégrés à l'ADN des bactéries au cours d'une infection. Ces gènes codent une enzyme, TarP, qui ressemble beaucoup à une enzyme, TarS, produite par les staphylocoques dorés. Cette dernière a un rôle important dans la synthèse des acides téichoïques. Ces acides sont constitués de polymères, des ribitols phosphates, dans lesquels l'enzyme TarS transfère un monosaccharide (N-acétylglucosamine ou NAG) sur le quatrième carbone du ribitol. Avec TarP, le transfert de NAG se fait sur le troisième carbone.



Lorsque de l'ADN de phage s'insère dans celui du staphylocoque doré, ce dernier produit des enzymes TarP (au lieu des enzymes TarS) qui modifient la structure des acides téichoïques de la membrane. La bactérie n'est alors plus reconnue par les anticorps du système immunitaire.

**16 %**

**TELLE EST LA PROPORTION DES INFECTIONS NOSOCOMIALES CONTRACTÉES À L'HÔPITAL DUES AU STAPHYLOCOQUE DORÉ. GLOBALEMENT, LES INFECTIONS NOSOCOMIALES TOUCHENT UN PATIENT SUR VINGT.**

Source : Inserm

Ce détail a toute son importance pour la reconnaissance immunitaire. Chez la souris, les chercheurs ont montré que les acides téichoïques dont la structure résulte de l'action de TarP sont moins susceptibles de déclencher une réponse immunitaire. L'équipe a aussi constaté que seule une faible part d'anticorps humains anti-*S. aureus* cultivés *in vitro* se lient aux acides téichoïques formés par l'action de TarP. Les souches de *S. aureus* exprimant cette enzyme sont moins susceptibles d'être détectées et éliminées par le système immunitaire.

Les chercheurs espèrent que cette découverte permettra de mettre au point un inhibiteur de TarP, afin de rendre les SARM plus visibles au système immunitaire. « Cependant, tempère Ivo Gomperts Boneca, TarS et TarP sont très proches l'une de l'autre par leur structure et leur mode d'action. Cela risque d'être très difficile de mettre au point des inhibiteurs qui inhibent TarP sans inhiber aussi TarS. » Mais étant donné l'urgence de trouver des parades aux résistances aux antibiotiques développées par les bactéries, toutes les pistes doivent être explorées. ■

**ALINE GERSTNER**

D. Gerlach et al., *Nature*, vol. 563, pp. 705-709, 2018