

HAMR-E, UN ROBOT ARAIGNÉE

Sébastien 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.

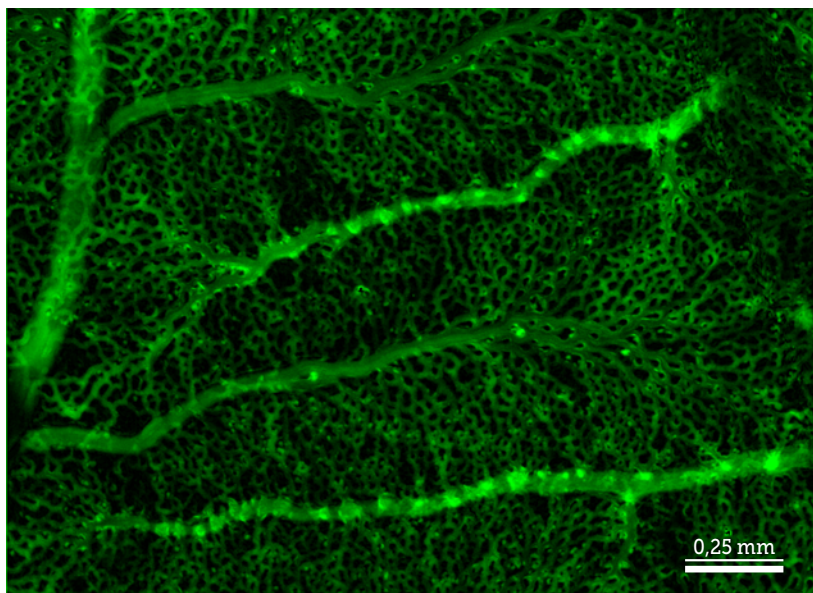
Frédéric Robert, de l'université de technologie Swinburne, en Australie, et ses collègues ont mis au point une stratégie pour chercher de tels nuages en utilisant la lumière de quasars lointains (galaxies dont le trou noir supermassif central émet beaucoup de rayonnement). En traversant un nuage, la 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.

Le 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

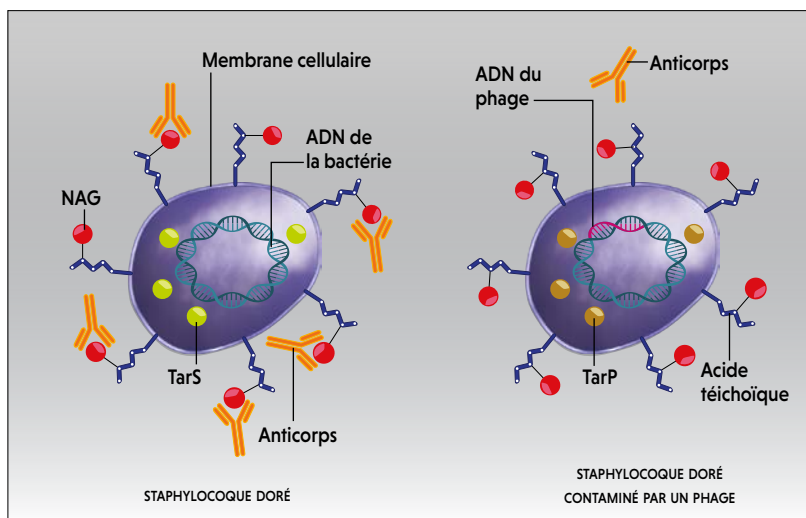
UN DUO STAPHYLOCOQUE-VIRUS QUI PASSE INAPERÇU

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.

Le 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. ■

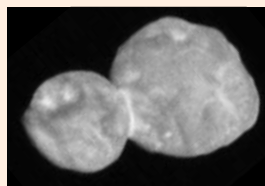
ALINE GERSTNER

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

EN BREF

RENDEZ-VOUS AVEC ULTIMA THULÉ

Après son survol historique de Pluton en 2015, la sonde *New Horizons* a poursuivi sa route aux confins du Système solaire. Le 1^{er} janvier 2019, elle est passée à 3 500 kilomètres d'Ultima Thulé, un petit corps de la ceinture de Kuiper. Les photos prises par la sonde révèlent un objet de 33 kilomètres de long. Sa forme le rattache à la famille des petits corps binaires à contact, nés de la rencontre de deux objets solides, à l'instar de la comète 67P/Tchouroumov-Guérassimenko.



PALÉONTOLOGIE

LITTLE FOOT ENFIN DÉGAGÉ

Plus connu par son surnom Little Foot, StW 573 est un squelette d'australopithèque découvert à Sterkfontein, en Afrique du Sud. Pendant plus de vingt ans, l'équipe de Ron Clark, de l'université du Witwatersrand, a travaillé pour le dégager millimètre par millimètre de son bloc de sédiment. Résultat : 97% d'un squelette vieux de 3,67 millions d'années, le seul australopithèque aussi complet que nous ayons !

Que nous apprend-il à ce stade ? L'équipe de Robin Crompton, de l'université de Liverpool, vient de livrer une étude de son anatomie fonctionnelle. Ces chercheurs ont constaté que les omoplates et les articulations des membres de StW 573 sont proches de celles d'*Australopithecus afarensis* (Lucy), et que l'articulation de sa hanche est distincte de celle d'*A. africanus*, lui aussi découvert à Sterkfontein. Cela va dans le sens de Ron Clark, qui voit dans cet individu probablement féminin, aux jambes plus longues que les bras, une représentante d'*A. prometheus*, une espèce distincte d'*A. africanus*. Quoi qu'il



Le fossile Little Foot, avant qu'il ait été complètement dégagé. C'est une probable australopithèque.

en soit, d'après les dents et la bipédie probable de Little Foot, certains chercheurs y voient une forme préhumaine ; d'autres y voient plutôt un descendant d'*A. sediba*, découvert non loin de Sterkfontein. Nul doute que la discussion sur StW 573 va s'intensifier maintenant que ce fossile est dégagé. ■

F. S.

R. H. Crompton et al., prépublication en ligne, *BioRxiv*, 29 novembre 2018

CONFÉRENCES / DÉBATS

L'anthropologie de la transmission, par-delà nature et culture

Jeudi 7 février - 18h : L'art au service de la reconnexion de l'esprit humain aux intelligences du vivant
Romain Simenel, ethnologue et anthropologue, chercheur à l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD)

CYCLE ACTU DANS LE CADRE DE L'EXPOSITION MILLE & UNE ORCHIDÉES

Le Muséum propose deux rendez-vous autour de l'exposition *Mille et une orchidées*, du 14 février au 11 mars, aux Grandes Serres du Jardin des Plantes.

Chercheurs d'orchidées, de l'observation à la protection

Samedi 16 février - de 10h à 18h

En lien avec la Société Française d'Orchidophilie (SFO), le Muséum propose une journée dédiée aux recherches sur les orchidées.

- L'inventaire de la biodiversité des orchidées
- Les orchidées et leurs alliés vivants
- Comment protéger les orchidées ?

À la découverte des orchidées

Lundi 18 février - 18h

Émilie Picard, responsable de la collection Cactées et Aloès et co-responsable de la collection Orchidées à l'Arboretum de Versailles-Chèvreloup, Muséum



LES { Partagez les savoirs }
RENDEZ-VOUS DU MUSÉUM

Au Jardin des Plantes

Détails sur mnhn.fr, rubrique : "les rendez-vous du Muséum"

POUR LA SCIENCE