

EN BREF

LE SENS DU TOUCHER DE LA BACTÉRIE

A lors que les bactéries ne présentent pas d'organes sensoriels, deux équipes, celle d'Urs Jenal, de l'université de Bâle, et celle d'Yves Brun, de l'université de l'Indiana, ont mis en évidence deux mécanismes permettant à la bactérie *Caulobacter crescentus* de savoir si elle est en contact avec une surface afin de s'y fixer. Des signaux sont déclenchés lorsque les pili, des cils courts à la surface de la bactérie, se rétractent au contact de la surface, ou que le flagelle, qui d'habitude tourne pour propulser la bactérie, se bloque contre la surface.

ASTÉROÏDE EN VISITE

S'il a une trajectoire hyperbolique, un astéroïde quitte *a priori* le Système solaire à jamais. Un tel corps a souvent été dévié de son chemin initial sous l'influence d'une planète. Mais ce scénario n'explique pas le cas de A/2017 U1, un corps repéré en octobre par le télescope Pan-STARRS 1. Cet astéroïde pourrait bien être le premier corps interstellaire de passage dans le Système solaire formellement identifié. Après un tour autour du Soleil, il s'en éloigne à grande vitesse.

UN ANTIDOULEUR BACTÉRIEN

La souche *Escherichia coli* Nissle 1917 du colibacille est utilisée comme antalgique dans divers troubles intestinaux, dont le syndrome de l'intestin irritable, maladie chronique qui touche environ 11 % de la population mondiale. Toutefois, son mécanisme d'action était mal connu. Teresa Pérez-Berezo, de l'université Paul-Sabatier, à Toulouse, et ses collègues ont montré que cette bactérie libère un neurotransmetteur qui, en se liant à un lipide, passe la barrière intestinale et diminue l'activité de neurones sensitifs du ventre. Une nouvelle piste d'antidouleurs ?

ENVIRONNEMENT

CRISE CHEZ LE POISSON-CLOWN

Les coraux ne sont pas les seuls à blanchir sous le coup du réchauffement climatique. Les anémones de mer subissent le même sort. Ricardo Beldade, du Centre de recherches insulaires et observatoire de l'environnement, à Perpignan et à Moorea, et ses collègues ont montré que ce phénomène conduit à une baisse de la fécondité des poissons-clowns.

Chaque anémone de mer vit en symbiose avec une algue microscopique – l'une ne peut pas vivre sans l'autre. Cette algue donne notamment sa couleur à l'animal. Cependant, lors d'une hausse trop importante de la température de l'eau, comme lors de l'événement El Niño qui a provoqué en 2016 un réchauffement de l'océan Pacifique, l'algue peut mourir, entraînant ainsi le blanchiment de son anémone hôte.

Pendant 14 mois, les chercheurs ont étudié 13 anémones sur les récifs de l'île de Moorea, en Polynésie française, et ont constaté le blanchiment de la moitié d'entre elles, suite à El Niño. L'équipe s'est ensuite intéressée au sort du couple de poissons-clowns hébergé par chacune des anémones blanchies. Elle a constaté une baisse de 73 % du nombre d'œufs viables par rapport aux poissons-clowns installés dans une anémone saine.



L'équipe a alors effectué des prélèvements sanguins, qui ont montré que les résidents des anémones blanchies présentaient un taux élevé d'hormones liées au stress et un faible taux d'hormones relatives à la reproduction, prouvant ainsi les conséquences directes du blanchiment sur les semblables du petit Nemo.

Trois ou quatre mois après l'épisode de réchauffement dû à El Niño, l'état de santé des anémones et des poissons s'est amélioré. Le phénomène semble donc réversible, mais il est difficile de savoir ce qu'il en serait pour un épisode de réchauffement plus intense ou de plus longue durée. ■

D. T.

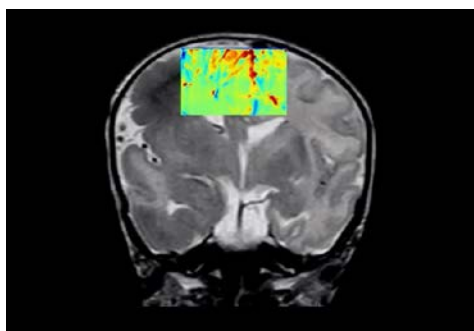
R. Beldade et al., *Nature Communications*, vol. 8, article 716, 2017

IMAGERIE MÉDICALE

ÉCHOGRAPHIE CÉRÉBRALE

Pour visualiser l'activité vasculaire du cerveau d'un nouveau-né, l'IRM ou la tomographie par émission de positrons posent divers problèmes, notamment celui du déplacement de l'enfant auprès des machines. Depuis 2009, une technique d'échographie ultrarapide par ultrasons était à l'étude sous la direction du physicien Mickael Tanter, de l'institut Langevin, à Paris. Après des années d'essais sur l'animal, ces chercheurs, avec des cliniciens du service de réanimation néonatale de l'hôpital Robert Debré, ont prouvé que cette technique est utilisable chez les bébés avec un équipement léger pouvant être apporté auprès de leur lit.

L'équipe a observé chez des nouveau-nés en bonne santé les activités vasculaires liées aux différentes phases du sommeil. Et les chercheurs ont étudié la situation chez deux bébés atteints



En diffusant par la fontanelle du nouveau-né, les ultrasons visualisent l'activité vasculaire du cerveau du bébé.

de convulsions liées à une malformation du cortex. Outre son intérêt pour le diagnostic, les chercheurs espèrent utiliser cette technique de neuro-imagerie fonctionnelle pour étudier la croissance du cerveau ou décrypter les mécanismes de déclenchement des épilepsies. ■

N. G.

C. Demene et al., *Science Translational Medicine*, vol. 9, article eaah6756, 2017

PALÉOGÉNÉTIQUE

L'ADN D'UNE DEUXIÈME FEMME DE NÉANDERTAL SÉQUENCÉ

Une vaste équipe dirigée par Svante Pääbo, de l'institut Max-Planck pour l'anthropologie évolutive, à Leipzig, vient de séquencer un second génome néandertalien complet. Cette avancée est tout sauf anodine, tant les données génétiques sur l'humain fossile *Homo neanderthalensis* sont encore limitées.

Précisons à quel point: on a obtenu pour la première fois un génome néandertalien entre 2010 et 2014. Mais comment? En séquençant avec une fiabilité très médiocre le génome d'une chimère génétique, un ADN obtenu en raboutant les séquences provenant des fossiles de trois individus de la grotte de Vindija. Ce n'est qu'en 2014 que le véritable génome de l'homme de Néandertal – en réalité celui d'une femme passée par la grotte de Denisova, dans l'Altaï sibérien – a été séquencé. Ulérieurement, l'ADN d'un enfant de la grotte de Mezmaiskaya, dans le Caucase, a aussi été lu, mais avec une très mauvaise fiabilité.

Le nouveau génome néandertalien provient d'un fossile de la grotte de Vindija, en Croatie. Comme l'ADN complet d'un ours des cavernes qui y est mort avait pu être séquencé, l'équipe de Svante Pääbo s'attendait à ce que les nombreux fragments osseux de cette cavité, où des

Néandertaliens ont vécu jusqu'à il y a 44 000 ans, rendent possible le séquençage d'un génome humain complet. C'est dans le fragment 33.19, appartenant à une femme, qu'ils ont trouvé le plus d'ADN nucléaire. Toutefois, ils ont dû en discriminer l'ADN de celui d'un mâle néandertalien qui l'avait légèrement contaminé et tenir compte, à l'aide d'un algorithme bio-informatique, des substitutions de nucléotides dues aux effets du temps.

Que dit le nouveau génome séquencé? Tout d'abord, il précise avec un haut degré de fiabilité la proportion néandertalienne du génome des Eurasiens modernes: toutes les populations non africaines, hors celle d'Océanie, portent entre 1,8 et 2,6% d'ADN néandertalien. Il confirme ensuite ce qui avait déjà été constaté dans l'ADN de la femme de Denisova: les gènes néandertaliens ont joué un rôle positif dans l'adaptation de nos ancêtres au froid eurasiens, mais favorise aujourd'hui plusieurs maladies liées aux niveaux sanguins du «mauvais» cholestérol (LDL), de la vitamine D ainsi que l'obésité, l'arthrite rhumatoïde, la schizophrénie et certaines maladies de la peau. ■

FRANÇOIS SAVATIER

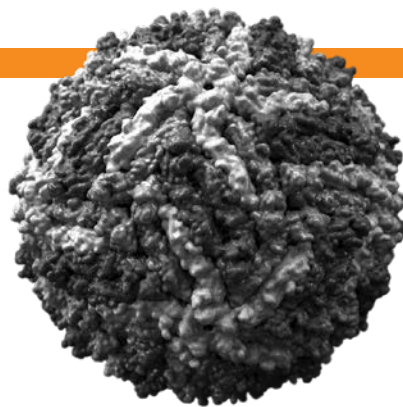
K. Prüfer et al., *Science*, en ligne, 5 octobre 2017

VIROLOGIE

CE QUI A RENDU ZIKA AGRESSIF

Depuis 2013, les épidémies du virus Zika sont accompagnées de symptômes neurologiques graves. Or ce virus découvert il y a soixante-dix ans était jusque-là considéré comme inoffensif. D'après Ling Yuan, de l'Académie chinoise des sciences, et ses collaborateurs, une substitution d'un unique acide aminé dans l'une des dix protéines du virus a augmenté drastiquement sa virulence vis-à-vis des cellules nerveuses, et ainsi rendu le virus dangereux.

L'équipe a comparé chez la souris la virulence de deux souches du virus isolées en 2015 et en 2016 avec leur ancêtre commun, isolé au Vietnam en 2010. Ce dernier était beaucoup moins agressif, voire mortel, que les souches récentes. En comparant le génome des trois virus, les chercheurs ont identifié sept mutations importantes.



Reconstruction en 3D du virus Zika.

Par élimination, ils ont montré que la substitution d'un seul acide aminé, notée S139N, a suffi pour obtenir de la souche de 2010 une agressivité nettement accrue. Ils ont aussi inversé cette mutation à partir d'un virus de 2016, c'est-à-dire qu'ils ont rétabli pour cette seule substitution l'acide aminé ancestral: la virulence de la souche ainsi créée a diminué. ■

M. T.

L. Yuan et al., *Science*, en ligne, 28 septembre 2017

EN BREF

UNE CAVITÉ DANS LA PYRAMIDE DE KHÉOPS

Une cavité de 30 mètres de long vient d'être découverte dans la pyramide de Khéops grâce aux observations de la mission ScanPyramids, un projet qui utilise des techniques non invasives. Leurs détecteurs captent des muons, des particules produites par les rayons cosmiques, qui traversent en partie la roche. Les images tomographiques obtenues montrent que cette structure est similaire à celle de la grande galerie. Sa fonction reste inconnue à ce stade.

LA FOISSONNANTE VIE DES CANIVEAUX PARISIENS

Les eaux qui servent à nettoyer les rues parisiennes proviennent de la Seine. Conséquence: des microalgues, bactéries et autres microorganismes prolifèrent dans les caniveaux. Pascal Jean Lopez, du Muséum national d'histoire naturelle, à Paris, et ses collègues ont constaté avec surprise la richesse de ce microbiote: plus de 6 900 espèces potentielles d'eucaryotes, dont des diatomées et des champignons. Reste maintenant à comprendre le fonctionnement de cet écosystème particulier.

CONTRER LES TRYPANOSOMES

L'équipe de Yaser Hashem, de l'université de Strasbourg, a peut-être découvert une piste pour lutter contre les parasites de la famille des trypanosomes, responsables notamment de la maladie de Chagas et de la maladie du sommeil. Les humains et ces parasites sont des eucaryotes et les points communs entre leurs machineries cellulaires font que les traitements sont souvent toxiques pour le patient. Mais, dans les ribosomes des parasites, des organites impliqués dans la synthèse des protéines, les chercheurs ont identifié une protéine spécifique et indispensable à leur survie.

PISTE CONTRE LA DÉPRESSION

L'usage médical des drogues hallucinogènes a montré des résultats positifs contre la dépression. Mais l'origine de ces bienfaits restait mal comprise. L'équipe de Robin Carhart-Harris, de l'Imperial College de Londres, commence à combler cette lacune.

L'étude porte sur une vingtaine de personnes, dont la dépression résistait à tous les traitements. Les patients ont pris deux doses de l'hallucinogène psilocybine à une semaine d'intervalle. Les symptômes de la dépression ont diminué dès le lendemain du traitement. Grâce à l'IRM fonctionnelle, les chercheurs ont observé une diminution de l'activité dans l'amygdale des patients, un centre cérébral des émotions (notamment de la peur et de l'anxiété). Cinq semaines après, l'amélioration avait persisté chez la moitié des personnes traitées. ■

GUILLAUME JACQUEMONT

R. Carhart-Harris et al., *Scientific Reports*, vol. 7, article 13187, 2017

GÉNÉTIQUE

RÉPARATION DE MUTATIONS

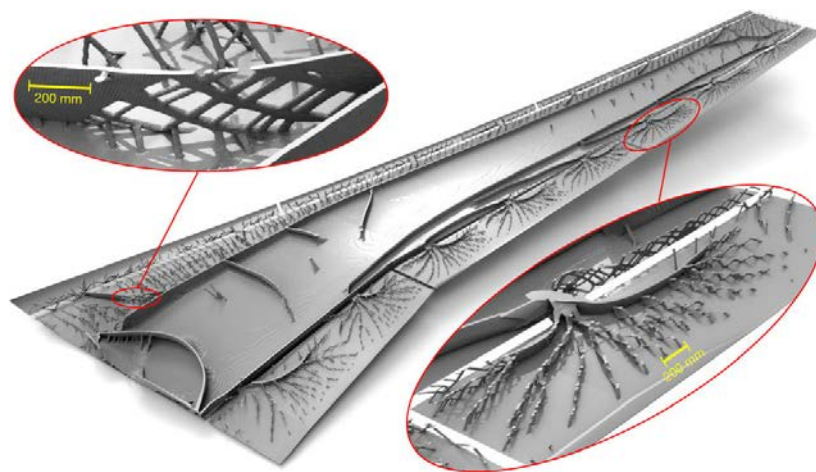
Dans la molécule d'ADN, la désamination spontanée de la cytosine provoque une transition de la paire de bases cytosine (C)-guanine (G) en thymine (T)-adénine (A). Cette réaction est responsable de la moitié des pathologies humaines dues à la substitution d'une seule base. Des chercheurs de l'institut Broad du MIT et de l'université Harvard ont développé deux techniques pour réparer ces mutations.

En s'inspirant du système CRISPR-Cas9, qui permet de modifier avec précision l'ADN, Feng Zhang et son équipe ont conçu CRISPR-Cas13, qui modifie les bases de l'ARN sans toucher au génome. Le système change une base A en inosine (interprétée comme une base G lors de la synthèse des protéines). Nicole Gaudelli et ses collègues ont réalisé la même substitution directement sur l'ADN au moyen d'une enzyme fusionnée à une version de CRISPR-Cas9 qui repère la base à changer, mais ne coupe pas l'ADN. ■

S. B.

D. B. T. Cox et al., *Science*, en ligne, 25 octobre 2017 ;
N. M. Gaudelli et al., *Nature*, en ligne, 25 octobre 2017

DE L'AILE D'AVION OPTIMISÉE AU BEC D'OISEAU



Pour optimiser une aile de Boeing 777, un algorithme a créé une multitude de microstructures qui rappellent celles que l'on trouve à l'intérieur du bec et des os d'oiseaux.

Les algorithmes d'optimisation sont utilisés quotidiennement dans l'industrie automobile et aérospatiale pour concevoir des pièces robustes, mais légères. On estime que cette approche a permis de baisser de 20 à 40 % le poids de certains éléments structurels dans les voitures modernes. Mais étendre l'utilisation de ces algorithmes à des objets de grande taille est difficile, car cette approche requiert une grande résolution spatiale et donc une puissance de calcul gigantesque. Toutefois, Ole Sigmund, de l'université technique du Danemark, et ses collègues ont conçu un programme qui permet d'appliquer ces techniques d'optimisation à de grandes structures, telles qu'une aile d'avion de 27 mètres.

L'équipe a utilisé les données publiques de la Nasa qui caractérisent la géométrie extérieure de l'aile et les forces qui s'appliquent sur elle en vol. À partir de ces données, l'algorithme devait optimiser la rigidité en répartissant de la matière à l'intérieur de l'aile, tout en minimisant son poids. Une résolution spatiale optimale implique un maillage très précis, qui conduit à découper l'aile en 1 milliard de voxels (l'équivalent 3D des pixels), contre quelques millions dans les programmes précédents. L'algorithme doit évaluer simultanément tous les voxels, ce qui ne peut être réalisé qu'à l'aide d'un supercalculateur, en l'occurrence le supercalculateur Curie du CEA, qui dispose de 8000 processeurs.

Les chercheurs ont constaté qu'après une centaine d'itérations, l'algorithme d'optimisation a formé des microstructures rappelant celles de l'intérieur des os d'oiseau et notamment leur bec, qui allient robustesse et légèreté. Aux échelles de temps près, le processus d'optimisation numérique et les processus de croissance des os soumis à la sélection naturelle sont assez similaires. Les chercheurs danois ont montré que le résultat était 2 à 5 % plus léger qu'une aile classique. Il s'ensuivrait une économie de carburant de 40 à 200 tonnes par avion et par an. Mais la réalisation industrielle de ce type d'aile n'est pas envisageable avec les techniques actuelles : il faudra attendre des imprimantes 3D à métal fonctionnant à grande échelle. ■

D. T.

N. Aage et al., *Nature*, vol. 550, pp. 84-86, 2017