

PHYSIQUE

LA TORSION DU FIL DE LAINE

N'est-il pas surprenant que le fil de laine, constitué de fibres (les poils du mouton) d'à peine quelques centimètres de longueur, résiste quand on tire dessus ? Le rôle des frottements entre les fibres peut sembler évident, mais il n'avait jamais été modélisé. Antoine Seguin, au laboratoire Fast de l'université Paris-Saclay, et Jérôme Crassous, de l'université de Rennes, ont étudié en détail les caractéristiques d'un fil.

En principe, des fibres alignées les unes à côté des autres auront tendance à glisser quand on tire sur leur extrémité. Pour fabriquer un long fil de laine, il faut exercer une torsion sur le paquet de fibres. Cette configuration augmente les frottements qui freinent le mouvement individuel des fibres. Combien de tours de torsion sont nécessaires pour obtenir le verrouillage complet et la bonne tenue du fil ? Les deux chercheurs ont d'abord étudié expérimentalement un fil constitué de fibres de coton et ont mesuré la force nécessaire pour faire glisser les fibres en fonction de l'angle de torsion du fil. L'intensité de la force augmente exponentiellement avec le carré de l'angle, jusqu'à atteindre une valeur critique au bout de



Fil fabriqué à la main à partir de laine de mouton.

quelques tours. Pour cette valeur critique, les fibres ne glissent jamais : le fil casse.

Antoine Seguin et Jérôme Crassous ont confirmé leurs observations grâce à un modèle statistique. Ils se sont alors interrogés sur l'existence d'un dimensionnement optimal pour le fil. Quand on augmente la torsion, les fibres sont étirées, ce qui réduit le rayon du fil et fragilise ce dernier. Ils ont constaté que la configuration optimale correspond aux caractéristiques des fils tels qu'ils sont fabriqués empiriquement. ■

S. B.

A. Seguin et J. Crassous, *Physical Review Letters*, 2022

BIOLOGIE ANIMALE

CHASSE EN GROUPE

Comme les lionnes, les araignées de l'espèce *Anelosimus eximius*, en Guyane française, s'allient pour traquer leurs proies. Ce comportement repose sur une extrême synchronisation de leur déplacement. Pour comprendre comment les araignées se coordonnent, Raphaël Jeanson, du Centre de recherches sur la cognition animale, à Toulouse, et ses collègues ont décrypté les étapes de cette chasse collective. Ils ont observé que les araignées alternent entre phases de déplacement et d'immobilité jusqu'à ce qu'elles parviennent à leur proie. La durée de la phase d'immobilité dépend de la détection, par chaque araignée, de l'intensité des vibrations des proies par rapport à celles des congénères. Ainsi, les araignées attendent d'être toutes immobiles pour ne sentir que les vibrations de leur proie. Cette stratégie optimale permet d'estimer la taille de l'insecte et d'opérer une arrivée simultanée de



Colonie d'araignées sociales de l'espèce *Anelosimus eximius*, vivant sur d'immenses toiles non collantes en Guyane française.

nombreuses arachnides, ce qui limite le risque que la proie ne s'échappe, car la toile chez cette araignée sociale n'est pas collante. ■

Élisa Doré

V. Chiara et al., *PNAS*, 2022

EN BREF

L'« Endurance » retrouvée

Lors d'une expédition légendaire, en 1915, le navire de l'explorateur Ernest Shackleton s'est retrouvé pris au piège des glaces dans la mer de Weddell, en Antarctique. L'équipage fut sauvé, mais l'*Endurance* coula. Grâce à deux drones sous-marins et plusieurs semaines de recherche, la mission *Endurance22* vient de retrouver l'épave par 3 000 mètres de fond dans un état de conservation spectaculaire. En effet, dans cette eau très froide, aucun organisme qui mangerait le bois n'est présent.

<https://endurance22.org/>

Le cuivre antimicrobien

Les propriétés antimicrobiennes du cuivre sont connues depuis l'Antiquité, mais le mécanisme restait mal compris. Marianne Ilbert, de l'université Aix-Marseille, et ses collègues ont montré que le cuivre pénètre dans la cellule bactérienne, déstructure des protéines et forme un agrégat. L'inactivation de ces molécules est à la source de la toxicité du cuivre. Dans certains cas, les bactéries échappent à sa toxicité grâce à des « chaperons moléculaires » protégeant leurs protéines.

mBio, 15 mars 2022

L'arithmétique des raies

Dans une expérience, Vera Schluessel, de l'université de Bonn, et ses collègues ont présenté à des raies des cartes comportant une à cinq taches. Si les taches étaient bleues (ou jaunes), les poissons devaient ajouter (ou soustraire) une unité au total, puis se diriger vers l'une des deux portes sur laquelle était affiché le bon résultat. Le taux de réussite a été de 94 % pour l'addition et 89 % pour la soustraction. Cette capacité permettrait aux raies de reconnaître d'autres individus.

Scientific Reports, 31 mars 2022

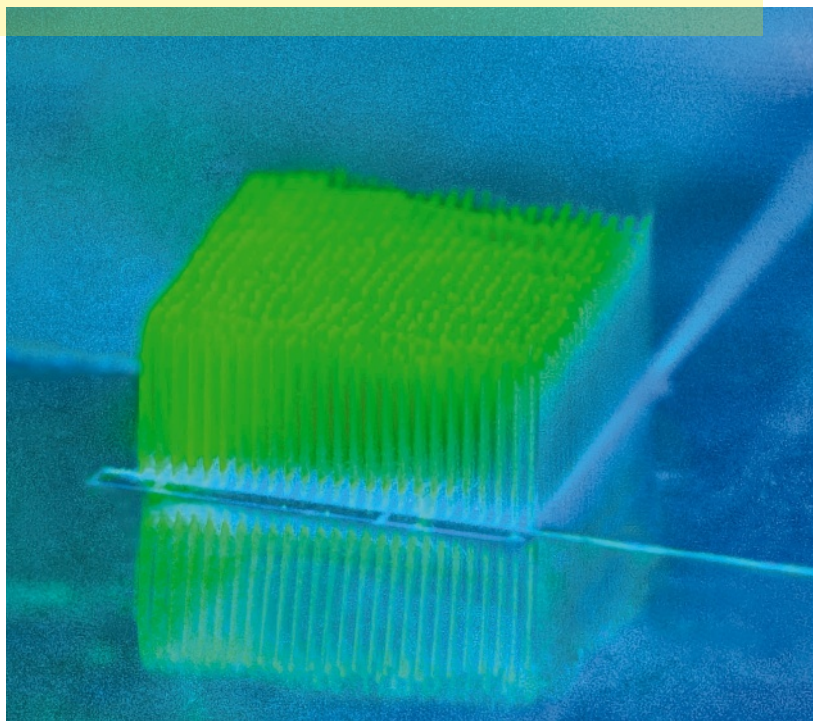
LE MOUSTIQUE VOIT ROUGE

Le moustique *Aedes aegypti* (vecteur de la dengue, de Zika...) utilise à la fois son système olfactif et visuel pour localiser une proie. Grâce à différentes expériences et en activant ou en désactivant certains récepteurs sensoriels, l'équipe de Jeffrey Riffell, de l'université de Washington, a montré qu'un stimulus olfactif, l'exposition au dioxyde de carbone (CO₂) expiré par les humains, déclenche une attirance préférentielle pour les teintes dominantes de la peau humaine qui émet une forte signature rouge. Ce résultat permet d'imaginer des stratégies de lutte contre cet insecte avec des moustiques modifiés génétiquement dont on inhiberait la capacité de repérer les humains, sans perturber radicalement l'écosystème. ■

E. D.

D. A. San Alberto *et al.*, *Nature communications*, 2022

DES « IMMEUBLES » POUR BACTÉRIES



Grâce à l'impression 3D, l'équipe a conçu un « immeuble » pour cyanobactéries pour optimiser leur exposition à la lumière et produire un courant à partir de leur activité de photosynthèse.

UNE ROCHE PEU VISQUEUSE

Dans une zone de subduction, la lithosphère océanique (la croûte et la partie supérieure du manteau) plonge dans les profondeurs de la Terre. Le mécanisme est bien décrit, mais les géologues ne comprenaient pas pourquoi certaines croûtes océaniques finissaient leur course à la limite entre le manteau supérieur et le manteau inférieur, à 660 kilomètres de profondeur. Julia Immoor, de l'université de Bayreuth, en Allemagne, et ses collègues ont étudié les propriétés d'un minéral qui jouerait un rôle clé : la davemaoïte. Elle se forme dans la croûte qui plonge, à partir de 550 kilomètres de profondeur. Les chercheurs ont montré que cette roche se déforme très facilement. Sa viscosité est beaucoup plus faible que celle du manteau qui accompagne la croûte et qui subit aussi une transformation vers 660 kilomètres. La différence de viscosité provoquerait alors une séparation de la croûte et du manteau expliquant l'accumulation de la première à cette profondeur. ■

Nicolas Butor

J. Immoor *et al.*, *Nature*, 2022

Est-il possible de détourner l'activité de photosynthèse de certains organismes pour produire de l'électricité ? Depuis quelques années, des chercheurs explorent cette piste en cultivant des cyanobactéries sur des électrodes. Ces microorganismes sont très abondants dans la nature et prospèrent quasiment n'importe où. Mais pour optimiser leur croissance, ils ont avant tout besoin de lumière. De fait, ces bactéries réalisent la photosynthèse : elles captent l'énergie solaire et le dioxyde de carbone présent dans leur environnement, puis produisent du dioxygène et leur propre énergie chimique. Au cours du processus, des électrons sont également libérés. Jusqu'à présent, les essais menés pour collecter ces électrons avaient des rendements très faibles et bien en deçà des prévisions théoriques, autour de 340 et 2400 microampères par centimètre carré.

Jenny Zhang, de l'université de Cambridge, et ses collègues ont mis au point une nouvelle structure d'électrode : de véritables « gratte-ciel » pour bactéries. Ils ont dessiné en guise d'électrode une grille de piliers de 50 à 800 micromètres de hauteur, en nanoparticules d'oxyde indium-étain, un matériau doté d'une très bonne conductivité. Le tout est construit par jet d'aérosol, une technique d'impression en 3D permettant le dépôt sélectif et très précis des matériaux. L'électrode entière ressemble ainsi à une forêt de petits piliers, de tailles différentes et disposés pour optimiser leur exposition à la lumière. Dans ces conditions, le rendement des microorganismes augmente significativement : le courant atteint la centaine de microampères par centimètre carré à la sortie du générateur, un ordre de grandeur au-dessus des tentatives précédentes. ■

Valentin Rakovsky

J. Zhang *et al.*, *Nature Materials*, 2022