

MÉDECINE

L'ENCRE VOYAGE
DANS LA PEAU

Les pigments qui constituent l'encre des tatouages voyagent de l'épiderme de la peau jusqu'aux ganglions lymphatiques. Jusqu'ici rien de nouveau pour les médecins, puisqu'en examinant par imagerie médicale des personnes tatouées, ils constataient que certains ganglions étaient colorés. En revanche, ce qu'ils ne savaient pas, c'est que ces pigments diffusent dans notre corps sous forme de nanoparticules, éléments dont nous ne connaissons pas l'impact sur l'organisme. Ces nanoparticules ont été mises en évidence sur des échantillons de peau tatouée grâce aux puissants faisceaux à rayons X du synchrotron européen ESRF, à Grenoble. D'où l'importance de réaliser des tests sur les différents composés constituant l'encre des tatouages. ■

DONOVAN THIEBAUD

I. Schreiber et al., *Scientific Reports*, vol. 7, 11395, 2017

ÉVOLUTION

LE POISON DE
LA GRENOUILLE

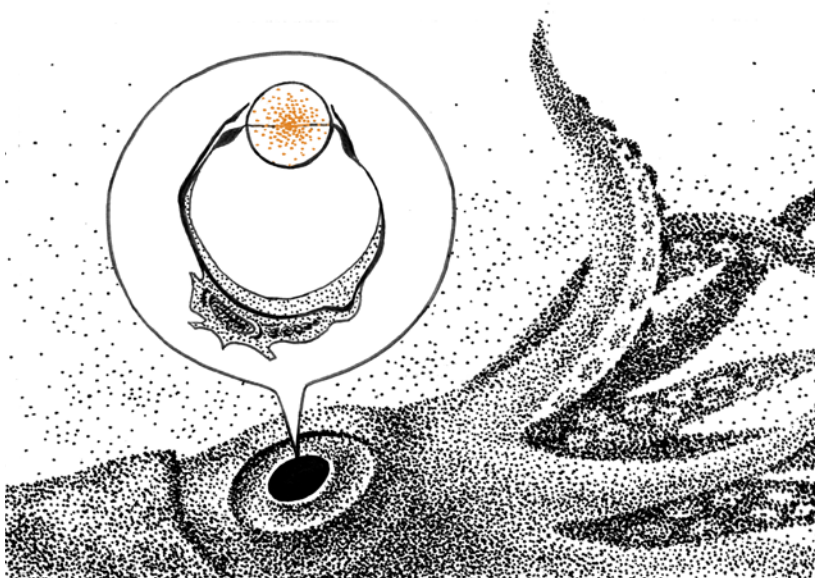
Dans la nature, les couleurs chatoyantes sont souvent un message pour le prédateur: «Je contiens du poison.» C'est le cas chez certaines grenouilles dont la peau contient des neurotoxines. En étudiant le cas de l'épibatidine, un alcaloïde découvert en 1974 chez la grenouille *Epipedobates anthonyi*, Rebecca Tarvin, de l'université du Texas à Austin, et ses collègues ont compris pourquoi ces grenouilles ne s'empoisonnent pas elles-mêmes.

Chez une victime de la toxine, la molécule se fixe à certains récepteurs du système nerveux et provoque des crises d'hypertension ou d'épilepsie, entraînant parfois la mort. En analysant le génome de trois clades de grenouilles, les chercheurs ont montré que des mutations du gène codant le récepteur normalement sensible à la toxine le rendent insensible. L'équipe suggère qu'un ancêtre commun de ces grenouilles était probablement exposé naturellement à la toxine et que la sélection naturelle a préservé ces mutations qui l'ont rendu résistant. ■

S. B.

R. D. Tarvin et al., *Science*, vol. 357, pp. 1261-1266, 2017

BIOCHIMIE

LE CRISTALLIN
DU CALMAR
RÉVÈLE SES SECRETS

Dans le cristallin de l'œil du calmar, la concentration en protéines (en orange) varie et modifie localement l'indice de réfraction. Cela élimine les aberrations géométriques et forme une image nette.

Le cristallin sphérique des yeux des calmars élimine toute forme d'aberration grâce à une variation continue, du centre jusqu'à la périphérie, de l'indice de réfraction du matériau. L'animal a ainsi, dans les sombres profondeurs sous-marines, une image parfaitement nette de son environnement. En analysant la composition en protéines du cristallin, Jing Cai, de l'université de Pennsylvanie, et ses collègues ont levé le voile sur ce biomatériau remarquable.

Le cristallin est un gel constitué d'eau et d'un mélange de protéines globulaires, les S-cristallines. C'est la concentration hétérogène de ces dernières qui est responsable de la variation de l'indice de réfraction. Au centre, les S-cristallines forment un réseau très dense, avec très peu d'eau, alors qu'en périphérie, elles ne représentent que 4% du matériau. Pourtant, cette inégale répartition restait difficile à expliquer, compte tenu de leur propension à diffuser librement dans le gel.

En étudiant les ARN messagers codant ces protéines, Jing Cai et ses collègues ont identifié 53 S-cristallines différentes se distinguant les unes des autres par environ 15% des acides aminés. Elles présentent toutes la même structure centrale, mais portent à leur surface des boucles d'acides aminés de longueurs variables. Plus la distance au centre du cristallin est grande, plus la proportion de protéines aux boucles courtes diminue. Constituant 34% de la masse totale de protéines au centre, ces dernières n'en représentent plus que 5% à la périphérie, remplacées graduellement par des protéines aux boucles de plus en plus longues. Ces boucles limitent les interactions entre protéines. Des simulations numériques ont établi qu'au centre, les S-cristallines aux boucles les plus courtes sont chacune liées à 6 voisines. Les protéines aux boucles longues ont un nombre de voisines restreint à 2. Le gel, plus riche en eau loin du centre, a ainsi un indice de réfraction plus faible. ■

MARTIN TIANO

J. Cai et al., *Science*, vol. 357, pp. 564-569, 2017

DE L'EAU SUR LES TRAPPIST-1 ?

Le télescope spatial *Hubble* a livré des indices d'une possible présence d'eau sur les planètes du système de l'étoile TRAPPIST-1 en mesurant la quantité de rayons ultraviolets que les planètes reçoivent. Les rayons UV chauffent la haute atmosphère d'une planète et brisent les molécules d'eau. Ainsi, les planètes les plus proches de l'étoile, très exposées, pourraient avoir perdu l'équivalent de plus de 20 océans terrestres. Mais les planètes extérieures, y compris celles supposées habitables (TRAPPIST-1e, f et g), pourraient en avoir gardé une quantité importante à leur surface.

LA FRUCTUEUSE FOUILLE D'ANTICYTHÈRE

L'épave d'Anticythère, célèbre pour le complexe mécanisme d'horlogerie grec qu'elle a livré, n'a manifestement pas encore tout dit ! Les archéologues marins qui l'étudient se sont en effet aperçus que des blocs tombés d'une falaise voisine la recouvrent en partie. Dans une zone non encore fouillée, les chercheurs ont découvert des éléments d'au moins sept grandes statues grecques en bronze. Ils espèrent les reconstituer bientôt.

LA LOINTAINE ORIGINE DES RAYONS COSMIQUES

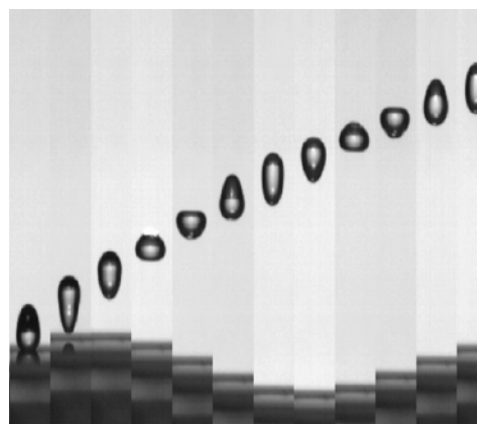
L'atmosphère terrestre est bombardée en permanence par des particules de très haute énergie, les rayons cosmiques. L'origine de ces particules les plus énergétiques (au-dessus de 10^{18} électronvolts) reste à élucider. L'observatoire Pierre-Auger, en Argentine, a observé 30 000 de ces particules. La distribution de leur direction d'origine présente une structure anisotrope qui confirme l'hypothèse d'une source extragalactique.

DES GOUTTES SUPERRAPIDES

Si l'on propulse une bille rigide et une goutte avec la même catapulte, laquelle sera éjectée avec la plus grande vitesse ? Contre toute attente, l'équipe de Franck Celestini, de l'Institut de physique de Nice, vient de prouver qu'il s'agit de la goutte, mettant ainsi en évidence le phénomène de superpropulsion.

Les chercheurs ont commencé par observer la propulsion de gouttes d'eau par une surface oscillante. Les gouttes étaient posées sur une plaque recouverte d'un film hydrophobe et fixée à un ressort, d'abord comprimé, puis relâché. Dans ces conditions, la vitesse de projection d'une bille solide est égale à la vitesse maximale de la plaque. Mais pour la goutte, surprise : sa vitesse peut atteindre une valeur 1,6 fois supérieure. En effet, la goutte étant déformable, sa vitesse correspond à la somme de la vitesse maximale de la plaque et de la vitesse de son centre de gravité dans le référentiel de la catapulte. C'est ce phénomène que les chercheurs ont nommé superpropulsion.

Le mouvement du centre de gravité de la goutte a sa propre fréquence. L'équipe a donc voulu comprendre l'influence du couplage entre la fréquence propre de la goutte et celle de la catapulte sur la vitesse afin d'atteindre la vitesse maximale de propulsion. Résultat : celle-ci était



La vitesse de propulsion d'une goutte peut être 1,6 fois supérieure à celle d'une bille rigide.

atteinte lorsque la fréquence d'oscillation de la goutte était près de trois fois supérieure à celle de la catapulte. Les physiciens ont ensuite étudié le cas de projectiles élastiques : le même rapport de fréquences fournissait la vitesse maximale de projection.

Cette superpropulsion pourrait servir dans divers domaines. En microfluidique, les chercheurs ont parfois besoin d'étudier le déplacement d'une goutte sur un substrat, puis de l'éjecter. Cette éjection pourrait être plus facilement réalisable grâce aux travaux de l'équipe française. ■

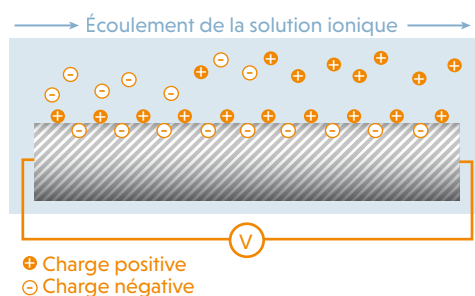
D. T.

C. Raufaste et al., *Phys. Rev. Lett.*, vol. 119, 108001, 2017

NANOSOURCE D'ÉNERGIE

Si les installations hydroélectriques brillent souvent par leur gigantisme, elles sont peu adaptées pour des utilisations à des échelles miniatures. Les nanotubes de carbone pourraient changer la donne, d'après les travaux de Yifan Xu et ses collègues, de l'université Fudan, à Shanghai.

Les chercheurs ont mis au point des fibres d'environ 260 nanomètres de diamètre constituées de nanotubes de carbone alignés et ordonnés. Lorsqu'une solution ionique circule autour de ces fibres, une différence de potentiel, dépendante de la vitesse et de la nature du fluide, a été mesurée entre les deux extrémités du dispositif reliées à des électrodes. Avec une tension d'une centaine de millivolts et un courant de 0,06 milliampère, ces nanogénérateurs ont une production énergétique 100 à 1 000 fois



Dans un fluide en écoulement, la présence de la fibre crée une répartition hétérogène des ions sur sa longueur, d'où une différence de potentiel.

supérieure à celle des autres dispositifs de taille similaire fonctionnant grâce à des phénomènes électrostatiques. Testés avec succès lorsque le fluide est du sang, ces nanogénérateurs pourraient servir de source d'énergie pour des dispositifs électroniques médicaux implantés. ■

M. T.

Yifan Xu et al., *Angew. Chem. Int. Ed.*, vol. 56(42), pp. 12940-12945, 2017