

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

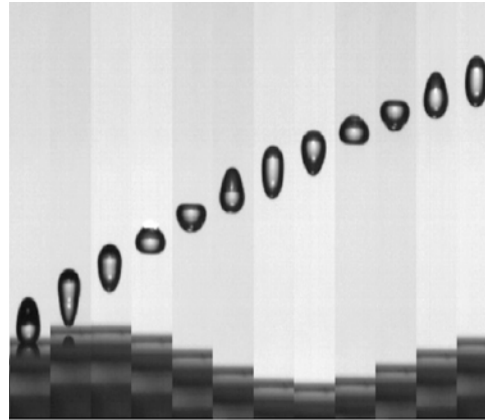
L'atmosphère terrestre est bombardée en permanence par des particules de très haute énergie, les rayons cosmiques. L'origine de ces particules les plus énergétiques (au-dessus de 10^{18} électronvolts) reste à élucider. L'observatoire Pierre-Auger, en Argentine, a observé 30 000 de ces particules. La 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. ■

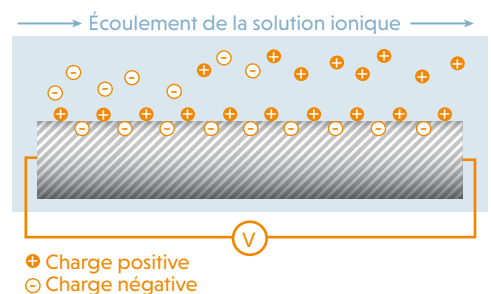
D. T.

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

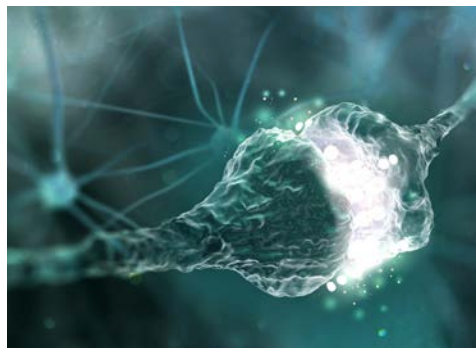
NEUROSCIENCES

AGITATION DANS LES SYNAPSES

La plasticité synaptique du cerveau est essentielle dans les phénomènes d'apprentissage et de mémorisation. En effet, les cellules nerveuses ont la capacité de moduler l'efficacité de transmission d'information *via* l'échange de neurotransmetteurs dans les synapses, les points de contacts entre deux neurones. L'équipe de Daniel Choquet, à l'Institut interdisciplinaire des neurosciences de l'université de Bordeaux, a mis en évidence, dans l'hippocampe, le rôle crucial de la mobilité de récepteurs des neurotransmetteurs situés en dehors de la synapse.

Cette équipe avait déjà observé que les récepteurs postsynaptiques étaient mobiles à la surface des neurones. Pour vérifier leur rôle dans la plasticité synaptique, les chercheurs ont développé des outils moléculaires pour immobiliser *in vitro* ces récepteurs en dehors des synapses. Ils ont montré qu'il n'y avait alors plus de modulation de l'efficacité des synapses. «Toutes les phases de plasticité sont supprimées», explique Daniel Choquet.

Les chercheurs ont aussi étudié l'impact du blocage des récepteurs *in vivo* chez la souris. L'animal est placé dans un environnement avec



Vue d'artiste d'une synapse avec échange de neurotransmetteurs.

un stimulus négatif (induisant la peur). Puis, quelques jours plus tard, il est remis dans cet environnement sans le stimulus. Habituellement, la souris s'immobilise alors, inquiète : elle a gardé le souvenir du stimulus négatif lié à cet environnement. Mais si ses récepteurs ont été bloqués au préalable, le rongeur ne s'immobilise pas : il n'a pas mémorisé le stimulus.

Ces travaux ont aussi montré que le recrutement des récepteurs aux synapses pour assurer la plasticité neuronale se fait de deux façons, d'abord par une diffusion rapide des récepteurs déjà présents à la surface cellulaire et situés hors de la synapse, puis par exocytose de récepteurs stockés sous la membrane cellulaire. ■

N. G.

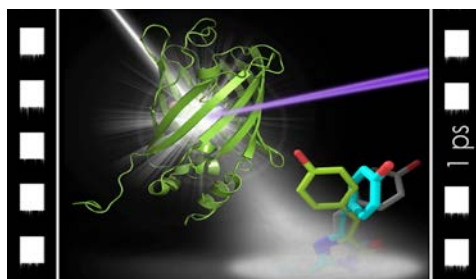
A. C. Penn, *Nature*, vol. 549, pp. 384-388, 2017

BIOPHYSIQUE

UN FILM X DE PROTÉINES

Pour la première fois, une équipe internationale, dont des membres de l'Institut de biologie structurale de Grenoble, a filmé en temps réel la photocommutation d'une protéine fluorescente. L'objectif : comprendre la transition entre les états éteint (*off*) et fluorescent (*on*) afin d'améliorer l'efficacité de ces marqueurs, très utiles pour l'imagerie du vivant.

L'expérience des chercheurs a eu lieu en deux temps : ils ont d'abord activé le chromophore, la partie photosensible de la protéine, avec un laser, puis ont observé la molécule grâce au laser à rayons X de l'accélérateur linéaire de Stanford, aux États-Unis. En faisant varier le temps entre l'instant de l'activation et celui de l'observation, l'équipe a obtenu de nombreux clichés à différents stades de la commutation. Ils ont ainsi



Les biophysiciens ont réalisé des milliers de clichés pour obtenir un véritable film moléculaire.

reconstruit un véritable film du processus, qui met en évidence une structure transitoire de la protéine dans laquelle le chromophore se trouve dans un état «tordu», à mi-chemin entre les états stables *off* et *on*. Connaissant cet état, les biophysiciens espèrent améliorer l'efficacité du passage *off-on* des protéines fluorescentes en modifiant leur structure. ■

D. T.

N. Coquelle *et al.*, *Nature Chemistry*, en ligne, 11 septembre 2017

EN BREF

DOUBLE MÉDAILLE D'OR DU CNRS

Cette année, le CNRS a récompensé des travaux qui ont rendu possible la découverte des ondes gravitationnelles. Alain Brillet, du laboratoire Artemis à Nice, a développé de nombreuses techniques pour améliorer les interféromètres laser. Il a participé au lancement du projet *Virgo* et au rapprochement avec l'expérience américaine *Ligo*. Thibault Damour, à l'IHES, a étudié la forme des ondes émises par la fusion de deux trous noirs. Une information cruciale et utilisée dans l'analyse des données de *Ligo* et *Virgo*.

LES DERNIÈRES TRACES DE VIE LES PLUS ANCIENNES

L'analyse isotopique du graphite découvert au nord du Labrador au sein de roches vieilles de 3,95 milliards d'années suggère qu'il a été produit par des organismes marins autotrophiques, c'est-à-dire capables de produire leur propre nourriture. Si ce résultat, dû à Tsuyoshi Komiya, de l'université de Tokyo, et ses collègues, devait se confirmer, cette trace de vie serait 150 millions d'années plus ancienne que celle qui détenait le record jusqu'à présent, et ne suivrait que de 500 millions d'années la formation de la Terre.

UN SECOND TROU NOIR BIEN CACHÉ

On connaissait Sagittarius A*, le trou noir supermassif d'environ 4 millions de masses solaires au centre de la Voie lactée. D'après les données du radiotélescope Alma, il pourrait exister un autre trou noir près du centre galactique, de seulement 100 000 masses solaires. Il se cacherait dans un nuage moléculaire, à 200 années-lumière de son voisin plus massif. Mais d'où vient-il ? Pour Tomoharu Oka, de l'université Keio, et ses collègues, le nuage serait les vestiges d'une galaxie naine avalée par la Voie lactée.