

CE QUE FLAIRE LE PAPILLON

Les insectes utilisent leur odorat pour chercher de la nourriture, repérer des prédateurs ou trouver des partenaires sexuels. Emmanuelle Jacquin-Joly, de l'Inra à Versailles, et ses collègues ont analysé le répertoire de récepteurs olfactifs chez la noctuelle du coton (*Spodoptera littoralis*), dont la chenille cause d'importants dégâts dans les cultures.

Ils ont montré que chez ces papillons, les récepteurs anciens sur le plan évolutif sont sensibles à une large gamme de molécules à structure chimique de type aromatique, fréquentes dans l'environnement de l'insecte. Les récepteurs apparus plus tard au cours de l'évolution sont davantage spécialisés dans la détection des phéromones sexuelles et des terpènes émis par les feuilles dont se nourrissent les chenilles. ■

ÉLODIE BESEVIC

A. de Fouchier et al., *Nature Communications*, vol. 8, article n° 15709, 2017

DU CARBONE DUR ET FLEXIBLE

Dure comme de la pierre et flexible comme du caoutchouc, une nouvelle forme de carbone a été développée par Meng Hu, de l'université Yanshan, en Chine: le carbone vitreux compressé. L'origine de cette combinaison unique de propriétés? La configuration des liaisons entre atomes, qui jouent un rôle essentiel sur les propriétés et la structure du matériau.

Pour synthétiser ce matériau, les chercheurs ont soumis du carbone vitreux à des conditions extrêmes: 250 000 fois la pression atmosphérique et une température supérieure à 2 000 °C. Le matériau a ainsi subi une modification de sa structure et présente à la fois des liaisons de type diamant et des liaisons de type graphite. Cet assemblage lui confère des propriétés mixtes, la dureté du diamant et la flexibilité du graphite. Avec ses caractéristiques, le carbone vitreux compressé pourrait trouver de nombreuses applications industrielles. ■

C. D.

M. Hu et al., *Science Advances*, vol. 3(6), e1603213, 2017

ROME: LES TOMBES DES BOULANGERS RESTAURÉES



Un Christ aux traits romains entouré de quatre personnages est représenté dans un médaillon au plafond de l'une des tombes des boulangers des catacombes de Domitille, à Rome.

Les archéologues de la Commission pontificale pour l'archéologie sacrée ont lutté sept ans pour achever la restauration des 12 kilomètres de galerie des catacombes de Domitille, à Rome. Parmi les 228 cryptes de cette nécropole souterraine qui abrite 26 250 tombes, ils viennent de présenter deux chambres funéraires particulièrement intéressantes. Ces tombes dites des boulangers sont celles de deux hauts personnages du service impérial d'approvisionnement et de distribution du grain à Rome. Maculées de suie, de calcite et de crasse, les fresques ont été soigneusement nettoyées au laser. Elles représentent notamment comment le grain arrivait par bateau au port de Rome et remontait le Tibre sur des chalands avant d'être stocké dans des entrepôts impériaux. Toutefois, elles montrent surtout des thèmes chrétiens, car elles figurent Jésus et ses apôtres à plusieurs reprises, ainsi que des scènes de l'Ancien et du Nouveau testament, notamment Noé et son arche, la multiplication des pains... Pour autant, sont figurés ici et là des faisans, symboles païens typiques de l'au-delà.

Ainsi, les deux cryptes illustrent l'adoption du christianisme par les membres du service impérial de distribution du grain au cours du IV^e siècle de notre ère. Les cultures italiques, dont la culture latine, constituaient une civilisation du blé, que l'on consommait en général sous la forme de bouillies. Toutefois, comme en attestent les découvertes de Pompéi, la boulangerie (d'origine grecque) existait aussi et il semble qu'au V^e siècle de notre ère, les Romains l'aient massivement adoptée. Or le pain, symbole du corps du Christ, avait une grande importance chez les chrétiens. Le produire ne pouvait donc qu'être prestigieux et profitable. Voilà qui explique sans doute la fortune des deux boulangers enterrés dans les catacombes de Domitille et la richesse des fresques qui ornent les plafonds de leurs tombes. ■

FRANÇOIS SAVATIER

PHYSIQUE

UN SUPERFLUIDE À TEMPÉRATURE AMBIANTE

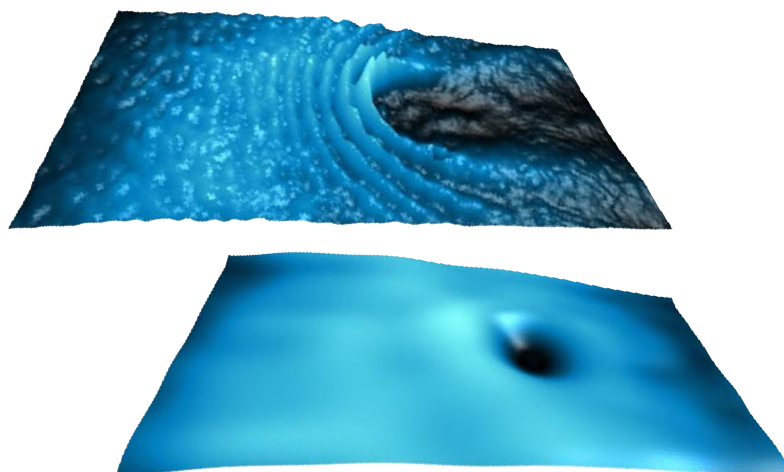
La superfluidité, phénomène où un fluide perd toute viscosité, n'était connue qu'à très basse température. On vient de l'observer à température ambiante – sur un fluide de quasi-particules.

A une température proche du zéro absolu (-273 °C), certains fluides deviennent superfluides: leur viscosité s'annule. On l'a d'abord observé sur l'hélium liquide, qui a alors l'étonnante propriété de remonter le long des parois de son récipient. Stéphane Kéna-Cohen, de l'École polytechnique de Montréal, Daniele Sanvitto, de l'institut de nanotechnologie à Lecce, en Italie, et leurs collègues ont réussi à observer cet effet à température ambiante (20 °C) dans un système particulier.

Pour qu'un fluide s'écoule sans viscosité, une partie au moins de ses particules doivent «se condenser» dans un état quantique unique, nommé condensat de Bose-Einstein. Les particules se comportent alors collectivement comme une onde unique et ne dissipent plus d'énergie en se déplaçant. La supraconductivité (annulation de la résistance électrique) est un phénomène équivalent, où les électrons libres du matériau se groupent en paires.

Superfluidité et supraconductivité émergent à basse température, ce qui requiert de coûteuses et encombrantes installations cryogéniques. On dispose aujourd'hui de matériaux devenant supraconducteurs vers -135 °C (seulement!), mais qu'en est-il des superfluides? Stéphane Kéna-Cohen et ses collègues ont montré qu'il est possible d'obtenir un écoulement sans viscosité à température ambiante avec un fluide de quasi-particules. Il s'agit d'entités abstraites permettant de décrire des comportements collectifs de particules et qui ont des propriétés analogues à celles des particules réelles. Les phonons, associés à la vibration dans un matériau, et les trous, lacunes formées par des électrons absents d'un métal ou d'un semi-conducteur, en sont des exemples.

Ici, les physiciens se sont intéressés aux polaritons excitoniques nés de l'interaction de photons (particules de lumière) avec des excitons, des paires électron-trou. Ces quasi-particules ont une masse très faible qui leur permet d'atteindre des vitesses proches de celle de la lumière. Normalement, en présence d'un obstacle, ces quasi-particules sont réfléchies et diffusées. Les chercheurs ont



découvert que dans certaines conditions, la diffusion est supprimée: l'ensemble des polaritons se propage comme un superfluide et contourne l'obstacle de façon harmonieuse, sans faire de vagues!

Pour obtenir ce résultat, les physiciens ont placé un film très mince de molécules organiques entre deux miroirs hautement réfléchissants. Des photons, émis par un laser, rebondissent entre les miroirs et interagissent fortement avec les molécules organiques, formant ainsi des polaritons qui se déplacent dans le film comme un fluide.

La théorie montre que dans ce dispositif, un écoulement devient superfluide lorsque sa vitesse est inférieure à celle de la propagation du son dans le système. Les chercheurs contrôlent la vitesse du son en jouant sur l'intensité du laser, qui détermine la densité de polaritons (la vitesse du son dépend de la densité et de la force d'interaction entre les quasi-particules). Si la densité est forte, la vitesse du son est élevée et peut dépasser celle de l'écoulement. Avec un faisceau laser intense, les chercheurs ont ainsi obtenu que les polaritons se comportent à température ambiante comme un superfluide. Des résultats qui devraient encourager de nouvelles expériences afin d'étudier l'hydrodynamique quantique à des températures éloignées du zéro absolu. ■

S. B.

En régime normal, l'écoulement de polaritons est réfléchi sur un obstacle (*en haut*). Dans le cas superfluide, le fluide de polaritons s'écoule régulièrement autour de l'obstacle, sans aucune perturbation (*en bas*).

G. Lerario et al., *Nature Physics*, en ligne, 5 juin 2017

EN BREF

LES GÈNES DE L'INSOMNIE

Les recherches montrent que l'insomnie n'est pas qu'une affaire de mauvaises pratiques : elle est aussi dans les gènes. L'équipe de Danielle Posthuma, à l'université libre d'Amsterdam, l'a montré en analysant le génome de 113 000 personnes, interrogées sur leurs difficultés à s'endormir. Les chercheurs ont trouvé sept variants de gènes très fréquents chez les insomniaques et de fortes similarités avec les profils associés à un tempérament anxieux par de précédentes études. Reste à comprendre ce lien intime entre insomnie et anxiété.

ROBOT TRAYEUR DE SCORPIONS

Le venin de scorpion est employé dans la recherche contre le cancer et dans d'autres applications médicales. Pour éviter les risques liés à l'extraction manuelle, Mouad Mkamel et des chercheurs de l'université Hassan II, à Casablanca, viennent d'inventer le VES-4 : cette trayeuse immobilise l'araignée venimeuse sans le blesser, puis lui administre des chocs électriques afin de faire perler son venin au bout du dard, où le précieux liquide est recueilli.

UNE CHARMANTE DÉCOUVERTE AU LHC

Les physiciens de l'expérience LHCb, une des expériences du LHC, au Cern, viennent d'annoncer la découverte d'une nouvelle particule. Celle-ci appartient à la famille des baryons, composés de trois quarks comme le proton et le neutron. Mais cette nouvelle venue, notée Ξ_{cc}^{++} , est le premier baryon à contenir deux quarks dits lourds, de type « charmé ». Sa masse, égale à 3 621 mégaelectronvolts, est presque quatre fois celle du proton. Ce système exotique permettra d'étudier certains aspects de la chromodynamique quantique, la théorie qui décrit l'interaction forte.

PALÉONTOLOGIE

LE DINOSAURE COUVAIT BIEN SES ŒUFS

Dans les années 1920, en Mongolie, on découvrait les ossements d'un dinosaure au même endroit qu'un nid rempli d'œufs. Cette configuration a été à l'origine de la mauvaise réputation de ce « lézard voleur d'œufs », l'oviraptorosaure. Son image a été réhabilitée dans les années 1990 lorsque des oviraptorosaures fossilisés ont été retrouvés étendus sur des œufs contenant des embryons de cette même espèce. Il est donc probable que ce dinosaure bipède de quelques dizaines de kilogrammes, couvert de plumes et muni d'un bec, couvait sa progéniture. Romain Amiot, du Laboratoire de géologie de Lyon, et son équipe franco-chinoise ont élaboré une nouvelle méthode qui confirme ce comportement.

Les chercheurs ont analysé la composition isotopique de l'oxygène, c'est-à-dire le rapport d'abondance entre les isotopes lourd (^{18}O) et léger (^{16}O) contenus dans les carbonates des coquilles et dans les phosphates des os fossilisés d'embryons d'oviraptorosaures mis au jour dans la province du Jiangxi, en Chine, et vieux de 70 millions d'années. Ils se sont fondés sur le fait que le rapport isotopique $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ dépend de la température à laquelle l'os de

UNE PONTE FOSSILISÉE

Ces œufs d'oviraptorosaure du Crétacé supérieur ont été mis au jour en Chine.



l'embryon se forme. En mesurant ce rapport avec un spectromètre de masse, les chercheurs ont déduit que les œufs étaient maintenus à une température comprise entre 35 et 40 °C. À titre de comparaison, un crocodile enterre ses œufs, qui se développent ainsi à environ 30 °C; une poule couve ses œufs et les garde à 37,5 °C. Les chercheurs ont ainsi confirmé que les oviraptorosaures couvaient effectivement leur progéniture.

Cette technique pourrait être généralisée à d'autres espèces de dinosaures... même s'il est probable que ceux qui pesaient plusieurs tonnes ont adopté une autre méthode! ■

S. B.

R. Amiot et al., *Palaeontology*, en ligne, 28 juin 2017

BIOCHIMIE

ASSOCIATION DE MOLÉCULES CONTRE BACTÉRIES

Lors d'une infection, les bactéries pathogènes se fixent sur les cellules cibles grâce à des lectines, des protéines qui se lient aux sucres des membranes cellulaires. Takuya Machida, de l'université de Genève, et ses collègues ont conçu de petites molécules capables de s'autoassembler en présence de ces lectines, et de bloquer à l'aide de sucres leurres l'ensemble des sites de fixation de ces bactéries.

La stratégie qui consiste à inhiber les lectines est à l'étude depuis une dizaine d'années. Ici, les chercheurs ont travaillé sur des lectines de la bactérie *Burkholderia cepacia*, responsable d'infections pulmonaires graves chez des patients immunodéprimés ou atteints de mucoviscidose. Ces lectines présentent six sites de fixation au fucose, le sucre exhibé par la membrane des cellules épithéliales pulmonaires.

Les molécules de l'équipe de Takuya Machida sont constituées d'une unité fucose reliée à deux courts brins d'acide peptidique nucléique (APN), un analogue artificiel, mais plus stable, de l'ADN. Les tests réalisés *in vitro* montrent qu'en présence des lectines, les unités fucoses s'insèrent dans les sites de reconnaissance de la bactérie, et chaque brin d'APN s'apparie avec un brin d'une autre unité, tels deux brins d'ADN. Une structure supramoléculaire s'assemble ainsi sur la protéine bactérienne. Cette structure a une affinité 700 fois supérieure avec ces lectines que le fucose seul, ce qui laisse présager une inhibition efficace de l'adhésion des bactéries. ■

MARTIN TIANO

T. Machida et al., *Angewandte Chemie International Edition*, vol. 56(24), pp. 6762-6766, 2017