



© Laboratoire d'optique et biosciences/Institut de la vision/École polytechnique/CNRS/Inserm/Sorbonne Université - Adapté de Abdeladim et al., Nat. Comm., 2019

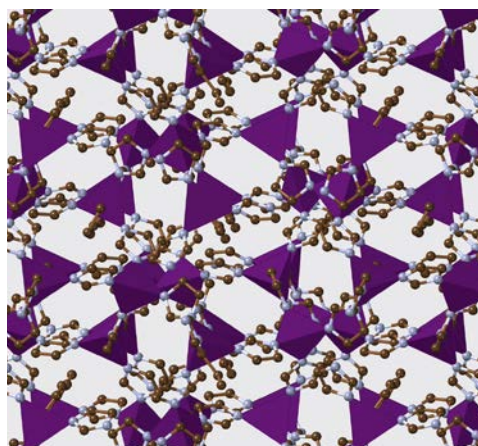
CHIMIE

RECETTE POUR MOF AMORPHE

Les réseaux métalloorganiques (ou MOF en anglais), constitués d'ions métalliques reliés par des molécules organiques, ont une structure tridimensionnelle poreuse qui leur confère de nombreuses propriétés physico-chimiques intéressantes. La plupart de ces composés sont obtenus sous forme cristalline. Or il serait intéressant d'en produire en phase amorphe: cela aurait l'avantage, entre autres, de les rendre plus modelables et moins cassants.

La voie de synthèse la plus courante pour des matériaux solides amorphes consiste à faire fondre des solides cristallins en les chauffant, puis à les refroidir brutalement afin de les figer dans un état microscopique désorganisé, caractéristique des phases amorphes. Dans le cas des MOF, les chercheurs se heurtaient à un problème: les faire fondre requiert des températures élevées, proches de celles qui induisent leur dégradation définitive.

Remo Widmer, de l'université de Cambridge, et ses collègues ont découvert qu'en augmentant la pression, ils diminuent les températures de fusion de deux MOF, le ZIF-4 et le ZIF-62. Pour le ZIF-62, par exemple, la température de fusion à la pression de 2 gigapascals (20 000 fois la pression atmosphérique normale) est diminuée de 70°C environ, passant de 430°C à



Représentation du ZIF-62 sous sa forme cristalline. Des chercheurs ont développé une méthode pour l'obtenir en phase amorphe.

pression ambiante à «seulement» 360°C. Ces conditions expérimentales, accessibles à l'échelle industrielle, devraient faciliter la réalisation de «verres» de MOF.

Par ailleurs, les scientifiques ont observé qu'en choisissant judicieusement la température et la pression, ce sont en réalité deux phases solides amorphes distinctes, aux propriétés physiques différentes, qu'ils produisent pour chaque MOF, ouvrant la voie à une grande modularité dans la fabrication de ce nouveau type de matériaux. ■

MARTIN TIANO

R. N. Widmer et al., *Nature Materials*, vol. 18, pp. 370-376, 2019

MICROBIOLOGIE

BACTÉRIES SOUS LA MER MORTE

La mer Morte, dont les eaux sont plus de dix fois plus salées que celles des océans, ne mérite pas tout à fait son nom puisque ce n'est pas une mer et que certains micro-organismes y vivent. Et qu'en est-il dans les sédiments accumulés sous ce lac, milieu souterrain encore plus extrême et hostile à la vie? Quatre chercheurs de l'université de Genève et du Laboratoire de géologie de Lyon viennent d'y découvrir des traces montrant que des bactéries y vivent ou y vivaient.

Daniel Ariztegui, Camille Thomas et leurs collègues lyonnais Vincent Grossi et Ingrid Antheaume ont analysé des sédiments extraits jusqu'à 243 mètres sous le fond du lac par une plateforme de forage scientifique. Ils y ont trouvé des cires d'esters isopréniques, molécules qui ne peuvent être produites que par des bactéries à



La plateforme scientifique utilisée pour extraire des sédiments à plusieurs centaines de mètres sous le fond de la mer Morte.

partir des membranes cellulaires d'archées, un type de microorganismes mieux adaptés aux milieux extrêmes que les bactéries. Une découverte qui montre que des bactéries peuvent survivre dans ces sédiments grâce au recyclage de matières organiques provenant des archées. ■

M. M.

C. Thomas et al., *Geology*, en ligne le 22 mars 2019

EN BREF

MICROPLASTIQUES DANS LE VENT

Steve Allen, de l'Ecolab, à Toulouse, et ses collègues ont étudié la dynamique des microparticules de plastique dans les Pyrénées. Ils ont montré que dans des régions même isolées, la pluie et la neige apportaient en moyenne, par mètre carré et par jour, plus de 365 microparticules de moins de 5 millimètres, une valeur comparable à celle des grandes métropoles comme Paris. Les chercheurs ont estimé que ces polluants voyagent au moins sur une centaine de kilomètres grâce au vent.

UN TYRANNOSAURE INTERMÉDIAIRE

Durant la fin du Crétacé supérieur, il y a entre 80 et 66 millions d'années, des dinosaures géants (tyrannosaures, cératopsidés, etc.) vivaient en Amérique du Nord. Leur évolution est assez mal connue, car on ne dispose que de peu de fossiles de la période qui a précédé, du fait de changements climatiques et d'une importante montée des eaux. Stirling Nesbitt, de Virginia Tech, et ses collègues ont découvert une nouvelle espèce de tyrannosaure, *Suskityrannus hazelae*, datant de cette période pauvre en fossiles. Celle-ci présente des traits intermédiaires entre les petits tyrannosaures plus anciens et les gigantesques derniers représentants de ce groupe.

TARA : 200 000 VIRUS DANS LES OCÉANS

Gâce aux relevés de l'expédition Tara Océans entre 2009 et 2013, Matthew Sullivan, de l'université d'État de l'Ohio, et ses collègues ont réalisé une étude métagénomique (incluant notamment les océans polaires). Résultat : le nombre d'espèces de virus dans les océans connus passe de 16 000 à près de 200 000. De façon surprenante, l'océan Arctique présente une très grande diversité d'espèces virales.

PHYSIQUE

REBOND DE GOUTTES

Dans un tube rempli d'un mélange d'eau et d'éthanol dont la densité augmente avec la profondeur, Yanshen Li, de l'université de Twente, aux Pays-Bas, et ses collègues ont observé le comportement d'une goutte d'huile (transanéthol). Comme attendu, cette dernière s'enfonçait lentement dans le fluide sous l'effet de la gravité. Mais, subitement, lorsqu'elle atteignait une certaine profondeur, elle rebondit, et le phénomène se répète.

Les chercheurs expliquent qu'à cause de la variation de densité en éthanol, la tension de surface de la goutte n'est pas uniforme et induit dans celle-ci un flux, dit de Marangoni, qui augmente jusqu'à entraîner la goutte vers le haut. Lorsqu'elle remonte, ce courant de Marangoni diminue et la pesanteur reprend le dessus. Le cycle se répète, mais finit par s'estomper. ■

S. B.

Yanshen Li et al., *Phys. Rev. Lett.*, vol. 122, article 154502, 2019

BIOLOGIE

LES JUMEAUX DE L'ISS

Du 27 mars 2015 au 1^{er} mars 2016, l'astronaute Scott Kelly a vécu à bord de la Station spatiale internationale (ISS) pendant que son frère jumeau, Mark, est resté sur Terre. Francine Garrett-Bakelman, de la faculté de médecine de l'université de Virginie, et ses collègues ont profité de cette situation unique pour étudier l'influence sur l'organisme de l'apesanteur et de la vie dans l'espace, en comparant de nombreuses caractéristiques physiologiques et moléculaires des deux frères.

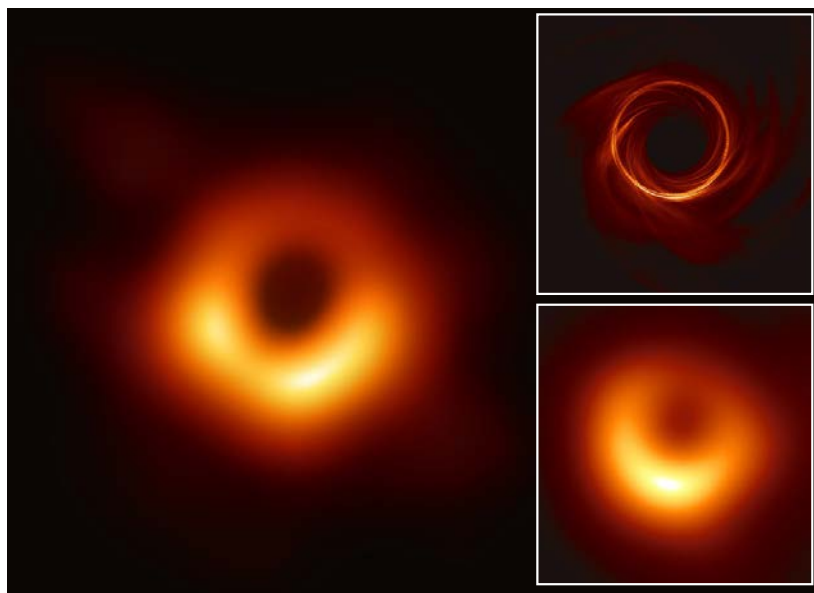
Les chercheurs ont noté que l'organisme de Scott Kelly a été dans un état de stress physiologique permanent sur l'ISS. Ils ont, par exemple, observé des modifications épigénétiques dans ses cellules immunitaires. Plus surprenant, les télomères (les extrémités des chromosomes qui diminuent de taille avec l'âge) se sont rallongés alors que les scientifiques s'attendaient plutôt au contraire du fait du stress. La plupart de ces effets se sont néanmoins résorbés dans les six mois qui ont suivi le retour sur Terre. ■

S. B.

F. E. Garrett-Bakelman et al., *Science*, vol. 364, article eaau8650, 2019

ASTROPHYSIQUE

LA PREMIÈRE VRAIE IMAGE D'UN TROU NOIR



L'image obtenue du trou noir de la galaxie M87 (à gauche) est comparée à l'image théorique (à droite, en haut), et à l'image théorique prenant en compte la résolution du télescope (à droite, en bas). La très bonne correspondance confirme l'efficacité de la relativité générale pour décrire les trous noirs.

Jusqu'à présent, les images de trous noirs dans les articles de *Pour la Science* ou dans des films tels qu'*Interstellar* étaient des vues d'artistes ou des simulations numériques très poussées. Une vraie image existe désormais, celle du trou noir qui se cache au centre de la galaxie M87. Une collaboration internationale d'astrophysiciens et de théoriciens l'a obtenue grâce à un réseau de huit radiotélescopes répartis sur quatre continents et reliés afin de créer un télescope virtuel de la taille de la Terre, l'*Event Horizon Telescope* (ou EHT).

En 1979, Jean-Pierre Luminet, du laboratoire Luth, à Meudon, a déterminé l'aspect qu'aurait le disque de matière qui entoure un trou noir (le disque d'accrétion) et qui émet un rayonnement intense. Mais était-il possible de voir une vraie image de trou noir? À la fin des années 1990, les astrophysiciens ont montré qu'avec un réseau de radiotélescopes répartis sur l'ensemble de notre planète, il serait en principe possible d'atteindre une résolution suffisante pour voir l'ombre du trou noir encerclée par la lumière provenant du disque d'accrétion. Près de vingt ans plus tard, Shepherd Doeleman, du centre d'astrophysique Harvard-Smithsonian, et ses collègues ont lancé le projet *Event Horizon Telescope*: en 2017, huit observatoires, en France, aux États-Unis, au Mexique, au Chili et en Antarctique, se sont coordonnés pour scruter pendant 65 heures la galaxie M87, distante de 55 millions d'années-lumière. Un énorme travail d'analyse des données et de reconstruction de l'image, mené par plusieurs équipes, a suivi pour finalement révéler l'ombre du trou noir de M87. Le résultat correspond parfaitement à ce que les simulations fondées sur la théorie de la relativité générale laissaient attendre. ■

S. B.

S. Doeleman et al., *The Astrophysical Journal Letters*, vol. 875, L1 à L6, 2019