

DE L'INDIGO PLUS VERT

Depuis 6 000 ans, on utilise l'indigo comme teinture bleue. En 2011, on a synthétisé 50 000 tonnes de ce pigment, surtout pour donner leur couleur aux jeans. Mais le procédé de synthèse de l'indigo utilise des produits toxiques. Tammy Hsu, de l'université de Californie à Berkeley, et ses collègues ont amélioré une technique de substitution fondée sur une bactérie *Escherichia coli* génétiquement modifiée pour produire de l'indigo. Ce procédé nécessitait encore un traitement final toxique, qui a été éliminé en faisant produire par la bactérie une enzyme stabilisant le précurseur de l'indigo.

LE QUASAR DU BOUT DU MONDE

Eduardo Bañados, de l'institut Carnegie en Californie, et ses collègues ont découvert un trou noir supermassif au centre d'une galaxie active (un quasar), présent dans l'Univers seulement 690 millions d'années après le Big Bang. Comment un objet ayant 800 millions de fois la masse du Soleil a-t-il pu se former si vite ? Les chercheurs suggèrent que la coalescence de trous noirs primordiaux de 1 000 masses solaires en est à l'origine.

RECORD POUR L'EAU EN SURFUSION

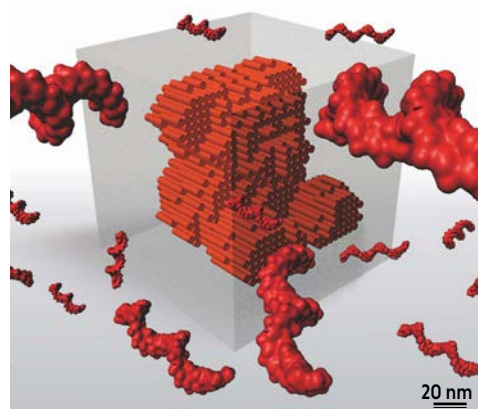
En l'absence de perturbations, il est possible de refroidir de l'eau au-dessous de 0 °C sans qu'elle se solidifie : on parle de surfusion. Robert Grisenti, de l'université de Francfort, et ses collègues ont atteint une valeur record de - 42,55 °C, mesurée sur des gouttes micrométriques. Lorsque les gouttes tombent dans une enceinte sous vide, elles perdent une partie du liquide par évaporation, ce qui les refroidit et diminue leur diamètre. Les chercheurs ont mesuré ce diamètre pour déterminer la température des gouttes.

DES LEGOS FAITS D'ADN

Les nanotubes de carbone sont sans doute les objets nanométriques les plus connus. Un nouveau champ de recherche des nanosciences porte sur les structures constituées à partir d'ADN – des sortes d'origamis d'ADN. Gaëtan Bellot, de l'Inserm à Montpellier, et des collègues de divers pays ont ainsi créé des briques constituées de petits brins d'ADN et capables de s'autoassembler pour former des objets plus complexes.

Ces briques contiennent des brins d'ADN composés de 52 nucléotides. Elles ont 67 millions de formes possibles. Grâce au logiciel Nanobricks qu'ils ont développé, les chercheurs peuvent concevoir des objets comportant jusqu'à 30 000 briques et définir la forme désirée à la main, à l'aide d'une formule mathématique ou avec un fichier 3D comme ceux des imprimantes 3D. Une tomographie électronique assure alors la visualisation des objets obtenus. « Les prédictions du logiciel sont très robustes, avec des structures 3D bien prédites. L'efficacité de la réaction est encore à améliorer, elle n'est que de l'ordre de quelques pour cent; une étape de purification est nécessaire », note Gaëtan Bellot.

Cette nouvelle technique pourrait produire des vecteurs pour acheminer des médicaments



Les chercheurs peuvent construire une grande variété d'objets nanométriques à partir de briques en ADN.

au niveau des cellules ciblées. « On peut aussi imaginer fabriquer des nanoréacteurs à plusieurs cavités, dans lesquelles des réactions chimiques en chaîne pourraient se produire, et pourquoi pas des nanorobots ayant des fonctions dynamiques pour reproduire des systèmes photosynthétiques ou photoniques », indique le chercheur. La nanostructure nue et inerte présente une durée de vie de 48 heures dans un environnement cellulaire, mais son innocuité reste à évaluer. Outre son rendement, le coût de l'approche s'avère également limitant pour le moment : 50 000 dollars pour un cube de 30 000 briques. ■

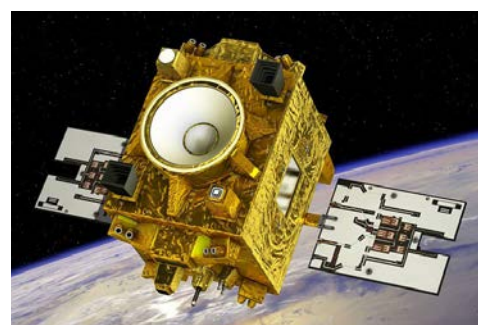
N. G.

L. L. Ong et al., *Nature*, vol. 552, pp. 72-77, 2017

LA GRAVITÉ AU MICROSCOPE

En 1971, lors de la mission *Apollo 15*, David Scott a lâché une plume et un marteau à la surface de la Lune. Les deux objets sont tombés exactement à la même vitesse ; l'astronaute illustrait ainsi le principe d'équivalence, qui veut que deux objets de masses ou de compositions différentes tombent avec la même accélération en chute libre (en l'absence d'autres forces, comme les frottements de l'air). Ce principe, qui remonte à Galilée, est aux fondements de la relativité générale d'Einstein.

Le principe d'équivalence vient d'être vérifié avec une précision inégalée grâce au satellite *Microscope* du Cnes, en partenariat notamment avec l'Onera, le CNRS et l'université Côte d'Azur. Pierre Touboul, responsable scientifique de la mission, et ses collègues ont étudié la chute libre de deux cylindres de masses et de compositions



Le satellite *Microscope*, qui teste le principe d'équivalence.

différentes embarqués par le satellite. En analysant seulement 10 % des données, ils ont vérifié le principe d'équivalence avec une précision d'environ 10^{-14} , un ordre de grandeur de mieux qu'avec les précédentes expériences. Avec l'ensemble des données, les chercheurs espèrent atteindre une précision de 10^{-15} . ■

S. B.

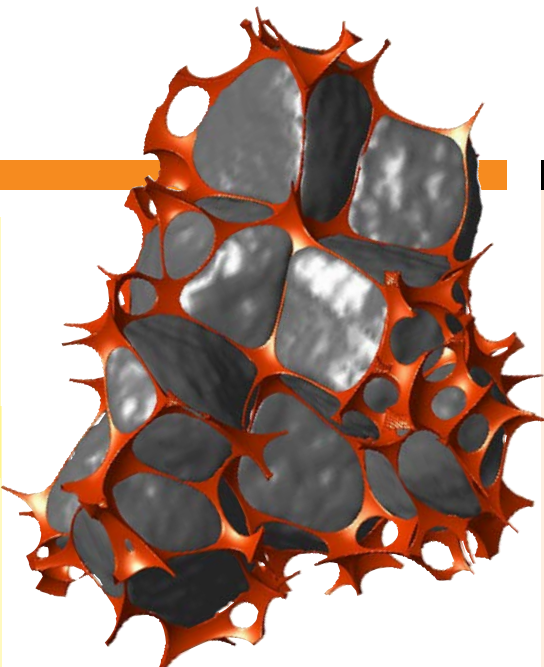
P. Touboul et al., *Phys. Rev. Lett.*, vol. 119, 231101, 2017

GÉOSCIENCES

PERCOLATION DE FER

Les planétésimaux, des corps d'une dizaine de kilomètres de diamètre, se sont formés, à l'instar de la Terre, dans les premiers temps du Système solaire par l'accrétion d'une multitude de météorites. Ces dernières étaient constituées d'un mélange indifférencié de métal et de roche silicatée. Or les planétésimaux présentent, comme la Terre, un noyau de fer. Comment cet élément a-t-il migré vers le centre de ces petits corps? Peut-être par percolation: le fer liquide se serait écoulé entre les grains de roche, comme l'eau dans le café moulu d'un percolateur. Mais les géophysiciens n'arrivaient pas à confirmer ce scénario par des expériences ou des simulations. Dans ces dernières, l'écoulement du fer liquide présentait des discontinuités et de grandes quantités de fer restaient dans le manteau rocheux.

Soheil Ghanbarzadeh, à l'université du Texas à Austin, et ses collègues ont identifié le problème: dans les simulations, les grains rocheux étaient de taille identique. Les chercheurs ont



Le fer liquide (en rouge) s'infiltre entre les grains irréguliers de la roche et dessine un réseau complexe.

donc fait une simulation plus réaliste, impliquant des grains de différentes tailles. Le fer liquide s'écoule alors mieux, et seuls 1 à 2% du fer présent initialement dans le manteau y restent piégés. Un résultat en accord avec la composition d'astéroïdes provenant de planétésimaux détruits. ■

S. B.

S. Ghanbarzadeh et al., *PNAS*, vol. 114(51), pp. 13406-13411, 2017

EN BREF

DE L'ART DE RANGER LES DÉS

Diego Maza, de l'université de Navarre, en Espagne, et ses collègues ont mis en vrac 25 000 dés dans un grand cylindre. Ils ont alors exercé sur le cylindre une suite de rotations autour de son axe dans les deux sens. Si l'accélération subie par les dés est supérieure à 0,5 g, les cubes atteignent un ordre maximal (une densité maximale) assez vite. À quoi ressemble cet ordre? Les dés s'organisent en couches horizontales superposées et suivant des cercles presque parfaitement concentriques dans chaque couche. Un résultat intéressant pour les industriels qui manipulent des matériaux granulaires. En effet, la méthode utilisée jusqu'à présent pour optimiser le volume occupé – par tapotement sur le côté du récipient – n'est pas toujours efficace.

CONFÉRENCES-DÉBATS

Les roches terrestres et les météorites : jeux de miroir

Lundi 29 janvier - 18h : De la minéralogie des premiers instants du Système solaire à la diversité minérale planétaire

Avec M. Roskosz, professeur de cosmochimie, Muséum

Lundi 5 février - 18h : Co-évolution minérale et biologique

Avec F. Guyot, minéralogiste, professeur au Muséum

Lundi 19 février - 18h : Les roches martiennes : les archives perdues de la Terre

Avec V. Sautter, géologue extraterrestre, directeur de recherche, Muséum

Lundi 26 février - 18h : La matière organique extraterrestre : entre mythes et réalités

Avec L. Rémusat, géochimiste, enseignant-chercheur, Muséum

UNE EXPO, DES DÉBATS

Autour de l'exposition *Météorites, entre ciel et terre*, animé par Marie-Odile Monchicourt, journaliste scientifique à France Info

Lundi 12 février - 18h : Catastrophes célestes, catastrophes terrestres

Avec M. Foessel, philosophe, Université de Bourgogne ; J.-B. Fressoz, historien des sciences, CNRS et M. Gounelle, cosmochimiste, Muséum

MÉTIER DU MUSÉUM

Dimanche 25 février - 15h : Météoritologue

Avec B. Zanda

Auditorium de la Grande Galerie de l'Évolution
36 rue Geoffroy St-Hilaire, Paris 5^e

{ Partagez les savoirs }

LES RENDEZ-VOUS DU MUSÉUM

Entrée gratuite

Au Jardin des Plantes

Détails sur mnhn.fr, rubrique : "les rendez-vous du Muséum"

POUR LA
SCIENCE

