

En bref

FRIGO MOLÉCULAIRE

Pour mener des expériences à très basse température, de l'ordre de la dizaine de millikelvins, les physiciens utilisent de l'hélium-3. Mais ce gaz est rare et cher. Une équipe internationale vient de fabriquer un remplaçant potentiel : une molécule, composée d'atomes de cuivre et de gadolinium - un métal. Son pouvoir réfrigérant est lié à ses propriétés magnétiques. Quand on lui applique un champ magnétique de un Tesla, elle peut faire baisser la température d'un échantillon de deux degrés. Une petite variation, mais qui permettrait d'amener près du zéro degré absolu une cellule expérimentale, déjà refroidie par des moyens conventionnels.

S. Langley et al., *Chem. Sci.*, doi: 10.1039/C1SC00038A, 2011.

SPECTROSCOPIE SUR FOSSILE

Des chercheurs du Muséum d'histoire naturelle ont analysé la composition chimique de fossiles vieux de 15 000 et 60 000 ans, à l'aide d'une méthode de spectroscopie d'ordinaire utilisée sur des tissus biologiques et qui emploie un rayonnement synchrotron. Ils ont ainsi réussi à cartographier sur l'un d'entre eux les zones partiellement préservées par le processus de minéralisation, à l'échelle du micromètre, un niveau de détail jamais atteint. Cette approche devrait permettre de cibler les zones à étudier pour mieux comprendre la transformation de l'os en pierre.

M. Lebon et al., *J. Anal. At. Spectrom.*, doi: 10.1039/C0JA00250J, 2011.

sur le web

<http://tinyurl.com/physique-magie>

Faire léviter une balle de ping-pong ? Retourner un verre d'eau sans rien renverser ? Ce site explique ces tours de magie.

Du son en ligne droite

ACOUSTIQUE

Des théoriciens ont découvert l'existence d'ondes acoustiques capables de se déplacer en ligne droite, là où elles devraient être diffusées dans toutes les directions.

Imaginez-vous dans une forêt. Si vous poussez un cri, les ondes sonores que vous émettez partent dans toutes les directions, se réfléchissent sur les arbres, et finissent par envahir tout l'espace. Des travaux, réalisés par des physiciens autrichiens, montrent cependant qu'il serait possible d'émettre des ondes sonores qui se propagent comme des flèches en ligne droite, même dans une telle configuration : seules des personnes placées exactement sur leurs trajectoires les entendraient [1] !

Ce résultat, encore théorique, s'inscrit dans un domaine de recherche très actif ces dernières années : le contrôle de la propagation d'ondes dans ce que l'on appelle les milieux diffusants, constitués d'éléments qui renvoient les ondes dans de multiples directions. Pour reprendre l'image de la forêt, les arbres sont autant d'éléments sur lesquels les ondes rebondissent, ce qui rend le milieu opaque. Le tissu biologique, constitué de différentes cellules, est de la même manière un milieu diffusant pour les ondes acoustiques, comme le brouillard et ses myriades de gouttelettes d'eau, le sont pour la lumière.

Modéliser la propagation en milieu diffusant est donc un enjeu important. Et de

récentes avancées en la matière ont conduit au développement d'échographies médicales qui détectent mieux les tumeurs. Mais en raison des diffusions multiples que subissent les ondes, modéliser l'intégralité de leur propagation est très complexe.

Approche numérique. Stephan Rotter et ses collègues de l'institut de physique théorique de l'université de Vienne ont donc adopté une nouvelle approche. « Ils ont utilisé un modèle numérique appelé "billard chaotique", billard dont la trajectoire de la boule est chaotique, pour simuler le chemin suivi par certaines ondes », explique Sylvain Gigan, de l'institut Langevin, à Paris. Et dans ce modèle, les réflexions des ondes sur les bords du

Ces images, issues de la simulation de la diffusion d'ondes dans un modèle, montrent que ces ondes se propagent différemment selon leur configuration de départ (coin gauche). Sur l'image de gauche, elles se diffusent dans toutes les directions, sur celle de droite, elles adoptent une trajectoire rectiligne.

© F. LIBISCH, VIENNA UNIV. OF TECHNOLOGY

billard représentent les diffusions habituelles. Lancées selon une direction arbitraire sur le billard, les ondes se réfléchissent de nombreuses fois et, au terme de trajectoires chaotiques, finissent par explorer toute la surface. Stephan Rotter et ses collègues ont ainsi découvert une particularité inattendue : il existe des configurations de départ où les

zoom Holographie nouvelle génération

Cette image est un hologramme en trois dimensions qui conserve la richesse de ses couleurs quel que soit l'angle sous lequel on la regarde. Il existait déjà des hologrammes en couleurs, mais dont les teintes changent lorsque l'on tourne autour. L'image a été produite grâce à une nouvelle technique fondée sur de petites oscillations de charges électriques à la surface de métaux comme l'argent. On enregistre d'abord l'hologramme d'une pomme dans un matériau photosensible à l'aide de trois lasers (bleu, vert et rouge). Puis on dépose une couche d'argent de 55 nanomètres d'épaisseur sur le matériau, avant d'illuminer l'hologramme avec de la lumière blanche. Cette lumière excite les charges électriques de la surface, qui à son tour réémet de la lumière d'égale intensité dans toutes les directions, reproduisant la pomme.

M. Ozaki et al., *Science*, 332, 218, 2011.

PRIX WOLF *La synthèse de molécules géantes récompensée*

QUESTIONS À L'EXPERT



© DR

Jacques Penelle est responsable du groupe macromolécules biomimétiques à l'institut de chimie et des matériaux Paris-Est, à Thiais.

les biomimétiques à l'institut de chimie et des matériaux Paris-Est, à Thiais.

Krzysztof Matyjaszewski, de l'université Carnegie Mellon, aux États-Unis, a reçu avec deux autres chercheurs le prix Wolf 2011. En quoi ses travaux sont-ils importants ?

J.P. Krzysztof Matyjaszewski est l'un des leaders mondiaux en

synthèse macromoléculaire, un domaine où l'on cherche à fabriquer des molécules géantes par polymérisation, c'est-à-dire par ajout les unes après les autres de molécules élémentaires, les monomères.

Krzysztof Matyjaszewski a inventé dans les années 1990 une technique (la polymérisation radicalaire par transfert d'atomes ou ATRP) qui mène à des polymères à architectures « moyennement complexes ». Elles ne sont pas aussi complexes que les protéines, biomolécules à taille fixe où l'agencement des acides aminés est complètement contrôlé. Mais elles se révèlent plus complexes que les polymères commerciaux traditionnels

Contrairement à l'habitude, le catalyseur freine la réaction de polymérisation

(Nylon, polystyrène...) qui ont des tailles différentes et ne contiennent qu'un seul type de monomère.

En quoi consiste cette technique ?

J.P. Essentiellement à contrôler la réaction de polymérisation à l'aide d'un catalyseur métallique qui, à l'inverse des catalyseurs habituels, freine la polymérisation. Le catalyseur joue le même rôle qu'un capuchon qui viendrait coiffer par moments l'extrémité du polymère : en stoppant provisoirement la réaction, il empêche qu'elle ne s'emballé et ne produise des polymères « morts », incapables d'intégrer de nouveaux monomères. Cette technique présente des avantages (coût faible, grande variété de molécules polymérisées...) mais il faut préciser que ce n'est pas la seule.

Krzysztof Matyjaszewski vient aussi de publier un article dans la revue Science.

J.P. Un objectif actuel est de mettre au point des procédés modulables optimisés pour l'industrie. Or le cuivre, utilisé comme catalyseur sous forme cuivreux (Cu^+), pourrait être corrosif pour les réacteurs de polymérisation. Dans cet article, les auteurs montrent qu'on peut diminuer la concentration en ion cuivreux (Cu^+) en le générant par électrochimie à partir d'ions cuivriques (Cu^{2+}), grâce aux électrons provenant d'une batterie commandée

par ordinateur [1]. Si la batterie ne fournit plus d'électrons, la réaction s'arrête ; elle redémarre de manière contrôlée lorsque la batterie est réactivée.

Dans la nature, des macromolécules sont-elles produites grâce à des mécanismes proches de l'ATRP ?

J.P. Non, mais l'ATRP constitue un outil de choix pour obtenir des structures qui s'inspirent des systèmes biologiques parce qu'elle est compatible avec la présence d'eau et tolère un nombre important de fonctions chimiques différentes. Nous l'utilisons par exemple pour obtenir des polymères dont nous espérons qu'ils permettront de transporter des ions de type sodium ou potassium à travers des membranes cellulaires. ■

Propos recueillis par X.M.

[1] A. Mageneau et al., *Science*, 332, 81, 2011.

ondes suivent une ligne droite, rebond après rebond. Autrement dit certaines ondes peuvent, au final, traverser un milieu diffusant sans que leur direction en soit altérée : du son en ligne droite !

L'existence de telles ondes est une surprise pour Sylvain Gigan : « C'est une découverte originale, potentiellement très riche. » Et le chercheur d'imaginer leur utilisation en échographie pour focaliser les ondes acoustiques et améliorer encore la précision des images. Ou encore dans le domaine des télécommunications : en milieu urbain, une antenne de téléphonie mobile qui s'affranchirait des réflexions sur les bâtiments et transmettrait les communications en ligne droite, sans avoir besoin d'inonder le quartier d'ondes. ■ Xavier Müller

[1] S. Rotter et al., *PRL*, 106, 12060, 2011.



© SATOSHI KAWATA, THE CHIEF SCIENTIST OF RIKEN