



Retour sur des sujets déjà traités dans nos colonnes

→ PLUS FROID QU'ULTRAFROID

Aujourd'hui, on fait couramment descendre la température des condensats d'atomes ultrafroids vers le nanokelvin. Waseem Bakr et ses collègues de l'Université Harvard ont élaboré une technique pour aller au-delà (*Nature*, 21 décembre 2011).

Les physiciens préparent des gaz d'atomes ultrafroids en les piégeant au sein de réseaux optiques créés par l'interférence de deux faisceaux laser se propageant en sens inverses (voir *Les atomes ultrafroids*, *Pour la Science*, octobre 2002, http://bit.ly/PLS300_Castin). Ils espèrent utiliser de tels gaz ultrafroids pour modéliser les systèmes à grand nombre d'atomes, tels les solides, dans des conditions bien définies et reproductibles. Cependant, pour certaines des expériences projetées, même une température se mesurant en microkelvins est encore trop élevée, d'où l'intérêt de la nouvelle technique.

Cette dernière repose sur le blocage collectif des atomes dans les sites du réseau optique. Dans ce dernier, les atomes ont des états d'énergie distribués en bande, comme les électrons dans un métal. Les chercheurs ont mis au point une procédure qui permet d'exciter progressivement de plus en plus d'atomes dans les niveaux élevés de la bande, avant qu'ils ne soient évacués. Parce qu'ils se bloquent mutuellement, les atomes qui restent piégés seuls dans les sites du réseau ne peuvent plus bouger. Leur gaz a alors une température très faible. L'énergie excitatrice est fournie par l'un des lasers, dont on ajuste la fréquence.

Cette technique est si prometteuse qu'elle pourrait rendre accessible le domaine des picokelvins (millièmes de milliardièmes de degré).

→ UNE CAPE D'INVISIBILITÉ 3D

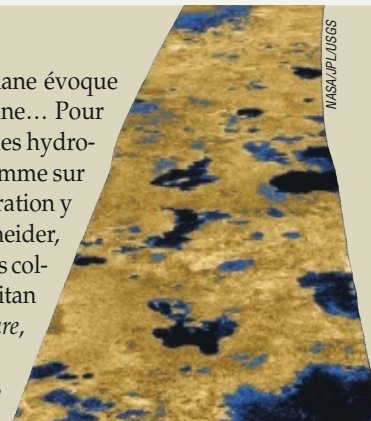
Les capes d'invisibilité sont des matériaux microstructurés (des métamatériaux) de telle façon qu'ils détournent la lumière d'une certaine zone. On n'en avait obtenu jusqu'à présent

→ MÉTHANE TITANESQUE

Sur Mars et sur Titan, la présence de méthane évoque celle de la vie, car la vie produit du méthane... Pour autant, on ignore comment le plus simple des hydrocarbures est produit sur la planète rouge comme sur la lune saturnienne, et pourquoi sa concentration y varie saisonnièrement. En outre, Tapio Schneider, de l'Institut californien de technologie, et des collègues viennent de montrer qu'il existe sur Titan une véritable météorologie du méthane (*Nature*, 20 janvier 2012).

En simulant l'atmosphère de Titan, ces chercheurs ont montré que le méthane y est piégé par le froid, ce qui entraîne qu'il tombe en pluie préférentiellement dans les régions polaires, et surtout au Nord où l'été est plus long. Cela explique les nombreux lacs de méthane visibles aux pôles (davantage au Nord) et les systèmes fluviaux coulant vers les latitudes modérées. Ainsi, le méthane est à Titan ce que l'eau est à la Terre (voir *Le méthane, signe de vie sur Mars et Titan ?*, *Pour la Science*, juin 2007, http://bit.ly/PLS356_Atreyia) : il creuse des canaux, forme des lacs (voir la photographie), s'évapore et retombe sur le sol en pluies.

D'origine extraterrestre, l'eau sur Terre n'a pas été produite par la vie. Qu'en est-il du méthane sur Titan ? Serait-il produit par des microbes méthanogènes ? C'est possible, mais en petite quantité seulement, et l'on voit mal quels seraient les nutriments de ces micro-organismes. Selon certains chercheurs, de l'eau souterraine entraînerait l'hydratation massive des minéraux de Titan, ce qui produirait de l'hydrogène et du méthane. On prévoit désormais le temps sur Titan, mais il faudra encore du temps pour expliquer vraiment le cycle du méthane qui y règne...



qu'en deux dimensions (voir *L'invisibilité en vue*, *Pour la Science*, août 2009, http://bit.ly/PLS382_Guenneau), mais David Rainwater et ses collègues de l'Université du Texas viennent de faire la démonstration de la première cape d'invisibilité en trois dimensions dans le domaine des micro-ondes (*New Journal of Physics*, 25 janvier 2012).

Ils emploient pour cela un métamatériau plasmonique, c'est-à-dire structuré pour que les oscillations collectives de ses électrons de surface émettent des ondes électromagnétiques interférant de façon destructive avec les ondes électromagnétiques incidentes. Le dispositif consiste en un cylindre formé de bandes métalliques disposées radialement et intégrées dans un matériau dense de permittivité négative. En pratique, cela donne une coquille cylindrique où l'on peut introduire un cylindre de 18 centimètres de long et de

1,25 centimètre de rayon, lequel devient alors invisible à des micro-ondes de trois gigahertz de fréquence (soit une longueur d'onde de dix centimètres) et d'une certaine polarisation, et pour différents angles d'incidence.

Selon D. Rainwater, l'un des avantages des capes plasmoniques est qu'elles sont moins sensibles aux imperfections des conditions d'invisibilité, tout en ayant une bande passante relativement large par comparaison avec les autres principes de cape. Les chercheurs envisagent maintenant de réaliser une cape d'invisibilité en trois dimensions fonctionnant dans le visible. Toutefois, la taille de l'objet qui peut être dissimulé aux ondes change avec l'échelle de la longueur d'onde des ondes incidentes, de sorte que seuls des objets micrométriques pourront être rendus invisibles.

→ François Savatier

POINT DE VUE

Rapprocher les professeurs de la science vivante

Communiquer tôt, à tous les élèves, le goût des sciences passe par les professeurs, auxquels il faut donner les moyens de tisser des liens avec les acteurs de la recherche.

Pierre LÉNA

En janvier 2012, l'Académie des sciences, ainsi que les Écoles normales supérieures de Paris et de Lyon ont mis en place une Fondation de coopération scientifique pour l'éducation à la science. Une fondation supplémentaire cohabitant avec celles qui existent déjà ? Non, sa mission est bien définie et une telle structure, indispensable, n'existait pas encore.

La France est riche d'une jeunesse qui veut apprendre et comprendre, ainsi que de scientifiques créatifs, d'industries innovantes et de professeurs attentifs à leurs élèves. Pourtant, ses résultats dans les évaluations internationales de performances scolaires sont préoccupants, et trop de jeunes quittent le collège en échec, orientés par défaut vers des filières qu'ils n'ont pas choisies. Trop d'images négatives de la science et des techniques subsistent chez eux et notamment chez les filles, trop de talents demeurent en friche, car la scolarité de 5 à 16 ans ne permet pas l'épanouissement de la diversité des intelligences. La saveur de la science est bien peu transmise à des enfants et des adolescents dont la curiosité est vive et la créativité prête à s'exprimer. Historiquement, les voies scientifiques ont été source d'ascension sociale. Ce n'est plus le cas aujourd'hui, et un enseignement rénové de science permettrait d'attirer les élèves issus des zones sensibles vers les filières dites d'excellence.

Veiller à la qualité de l'enseignement scientifique est une mission essentielle de l'Académie des sciences. Dès 1996, elle a soutenu le lancement, puis le développement avec

Georges Charpak, lauréat du prix Nobel de physique en 1992, de l'initiative *La main à la pâte* pour réintégrer l'enseignement de la science à l'école primaire. Elle s'est appuyée sur les nombreux professeurs qui lui ont fait confiance. Après 2006, elle a expérimenté avec succès un enseignement intégré en début du collège, là où se fait ou se défait le goût pour la science et la technique. Dans ce cadre, les professeurs de physique et chimie, sciences de la vie et de la Terre, et technologie travaillent ensemble.

Néanmoins, ces actions conduites depuis plus d'une décennie pour améliorer l'enseignement scientifique se révèlent insuffi-

LE MONDE SCIENTIFIQUE
doit accompagner le corps enseignant pour faire face aux mutations de notre époque.

santes. Il faut changer d'échelle et agir de façon plus volontariste et structurée. Lors de ces années décisives pour l'élève, l'égalité des chances passe notamment par un enseignement scientifique et technique de qualité, contribuant à compenser les privilèges économiques ou culturels de la naissance, à révéler les talents et à mieux préparer les orientations professionnelles ultérieures.

Mais la motivation des élèves, la qualité de ce qu'ils apprennent, la naissance d'une vocation passent d'abord par le développement professionnel (la formation continue) des professeurs qui enseignent sciences, technologies et mathématiques – 370 000 à l'école primaire et plus de 50 000 au collège en France. La communauté des scientifiques et des ingénieurs doit aider ces maîtres à

renouer leur lien avec une science vivante, pour mieux en communiquer le goût à leurs élèves, mieux maîtriser les compétences nécessaires à un enseignement inductif, fondé sur l'investigation.

C'est ce qu'ont fait avec succès les Britanniques avec la mise en place, depuis 2006, de leurs neuf *National Science Learning Centers*. Les milliers de professeurs accueillis – de sciences et désormais de mathématiques –, du primaire et du collège, témoignent d'une profonde évolution de leur pratique pédagogique, d'un travail collectif dans leur école, et d'une motivation accrue de leurs élèves. À l'entrée en seconde on observe depuis 2007 une remontée notable des choix pour la chimie, la physique et la biologie, inversant la décroissance antérieure. En chimie, par exemple, l'augmentation a atteint 25 pour cent entre 2004 et 2009.

S'inspirant de ce succès, l'Académie a proposé au programme d'Investissements d'avenir un dispositif qui démontrerait, en cinq années, qu'il n'y a pas de fatalité en ce domaine. Sélectionné et financé, ce projet conduit à concevoir, au service des professeurs d'école et collège, des Maisons de science prototypes, pour l'instant dans quatre universités – Strasbourg, Toulouse, Clermont-Ferrand, et Nancy –, en lien étroit avec les rectorats concernés, les associations de professeurs, les organismes de recherche et l'industrie. Maisons de science, puisqu'il s'agit d'y rencontrer, sous de multiples formes – dont nombre sont à inventer –, la science vivante, quasi absente de ce qui reste de la formation continue institutionnelle. L'objectif est ambitieux. Il vise