

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

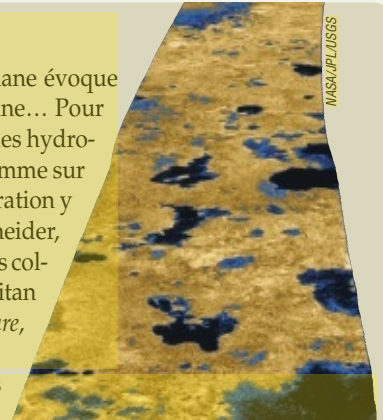
Les capes d'invisibilité sont des matériaux microstructurés (des métamatériaux) de telle façon qu'ils détournent la lumière d'une certaine zone. On n'en avait obtenu jusqu'à présent

→ 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