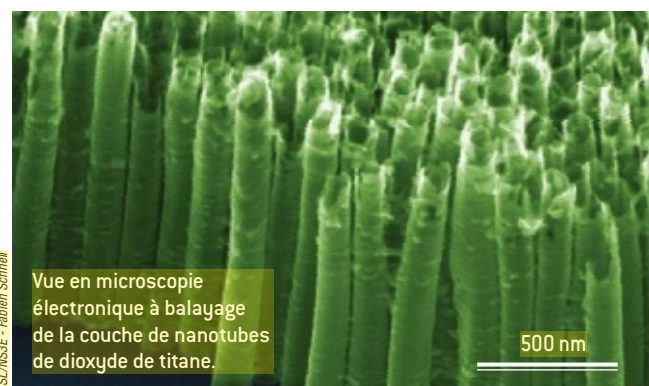


Technologie

Superdétecteur d'explosifs

Une équipe de chercheurs du CNRS, de l'Institut franco-allemand de recherches de Saint-Louis et de l'Université de Strasbourg, a conçu un détecteur capable de détecter des concentrations de TNT (trinitrotoluène, un explosif classique) de l'ordre de 800 molécules pour 10^{15} molécules d'air. Cette sensibilité est un millier de fois supérieure à celle des détecteurs actuels et proche de celle de chiens entraînés. Le dispositif est formé d'un microlevier en silicium revêtu d'une couche d'épaisseur micrométrique de quelque 500 000 nanotubes de dioxyde de titane (TiO_2) alignés perpendiculairement à la surface. L'absorption de molécules de TNT par le dioxyde de titane, qui a une affinité élevée pour les composés à groupe nitro ($-\text{NO}_2$), se traduit par une légère modification de la fréquence propre de vibration du microlevier. La méthode, inspirée par la structure des antennes de papillons de nuit, pourrait s'appliquer à la détection d'autres explosifs, de drogues ou de polluants.

→ Maurice Mashaal

D. Spitzer et al., *Angewandte Chemie*, vol. 51 (22), pp. 5334-5338, 2012

ISL/MSSE - Fabien Schreel

Vue en microscopie électronique à balayage de la couche de nanotubes de dioxyde de titane.

500 nm

Archéologie

Premiers paysans de Chypre

Environ 9500 ans avant notre ère, des chasseurs-cueilleurs du Levant s'essayaient aux premières cultures de plantes sauvages. Or Jean-Denis Vigne, du CNRS, et son équipe viennent de découvrir à Chypre un village d'agriculteurs datant de presque 9000 ans avant notre ère. C'est le plus ancien village de paysans de toutes les îles méditerranéennes. Le site, nommé Klimonas, comprenait divers bâtiments domestiques et une grande maison ronde semi-enterrée. D'usage collectif, elle servait probablement à rassembler les récoltes. Mais des indices de sacrifices – flèches en silex, perles vertes enterrées – y ont aussi été mis au jour. Les archéologues ont découvert par ailleurs des restes de plantes locales et des graines carbonisées d'amidonier – un blé sauvage qui deviendra la première céréale domestiquée – ainsi que de nombreux restes d'outils lithiques et de parures en coquillage. Ces vestiges évoquent un mode de vie villageois typique de ce qui s'était développé au Levant quelques siècles seulement auparavant. Dès lors, se demande-t-on, comment les tout premiers paysans levantins ont-ils fait la traversée vers Chypre ?

→ François Savatier

J.-D. Vigne et al., *PNAS*, 7 mai 2012

Physique

Une anomalie quantique de l'eau expliquée

À très basse température, la glace d'eau a un comportement surprenant. Lorsque l'hydrogène de ses molécules est remplacé par du deutérium, un isotope plus lourd, le volume du cristal augmente, alors que les physiciens s'attendraient à une diminution. Une équipe dirigée par Maria Fernández-Serra, de l'Université Stony Brook, aux États-Unis, a modélisé les phénomènes quantiques qui expliquent ce comportement de l'eau.

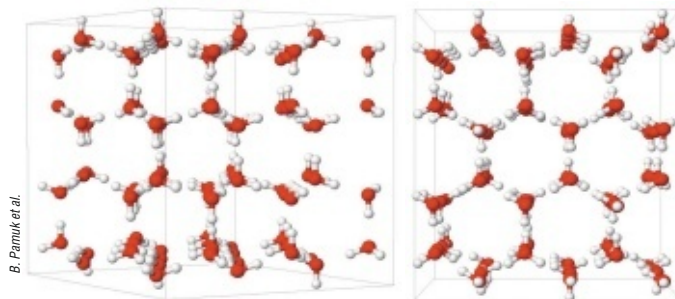
Le volume moyen occupé par une molécule s'obtient en divisant le volume du cristal par le nombre de molécules. Quand la température, donc l'agitation thermique, baisse, ce volume diminue – mais jusqu'à une certaine limite, due au principe d'incertitude de Heisenberg. Selon ce dernier, il n'est pas possible d'attribuer à une particule une position et une vitesse parfaitement définies au même instant. Il en résulte une agitation d'origine quantique, présente même au zéro absolu, qui implique une limite inférieure au volume moyen occupé.

Le comportement quantique d'une particule étant d'autant plus marqué que sa masse est faible, l'agitation, donc le volume, correspondant à une molécule plus légère devraient être plus importants. C'est ce que l'on constate pour de nombreux atomes et molécules, mais l'eau fait exception.

Si l'on remplace l'oxygène 16 de la molécule d'eau par un isotope plus lourd, l'oxygène 18, on observe le comportement normal : la molécule ayant l'isotope le plus léger occupe le plus grand volume. Mais si on remplace les atomes d'hydrogène de l'eau par du deutérium, on constate qu'au zéro absolu la molécule d'eau composée de deutérium occupe un volume supérieur de 0,1 pour cent à celui de la molécule d'eau ordinaire.

L'équipe de M. Fernández-Serra a montré que l'agitation quantique des atomes et les liaisons hydrogène entre les molécules agissent simultanément sur le volume effectif de la molécule. L'atome d'hydrogène, plus léger que l'atome de deutérium, a une agitation plus grande. La distance moyenne entre molécules est alors réduite, ce qui renforce les liaisons hydrogène et tend à réduire la taille du cristal, donc le volume effectif occupé par chaque molécule. Les physiciens montrent ainsi que la molécule d'eau composée d'hydrogène a un volume effectif plus petit. Des observations par diffraction aux rayons X au synchrotron du Laboratoire américain de Brookhaven confirment que le modèle de cette équipe de physiciens reproduit bien le comportement de la glace d'eau à des températures extrêmement basses.

→ S. B.

B. Pamuk et al., *Phys. Rev. Lett.*, vol. 108, 193003, 2012

Deux vues différentes de la structure d'un cristal de glace contenant 96 molécules (oxygène en rouge, hydrogène en blanc).