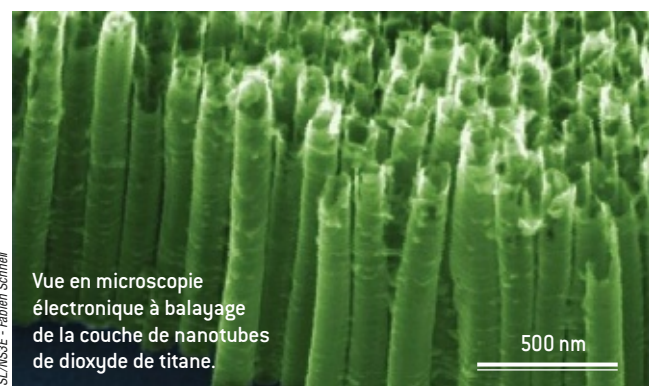


Technologie

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 Schnell

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'essayèrent 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'attendaient 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.

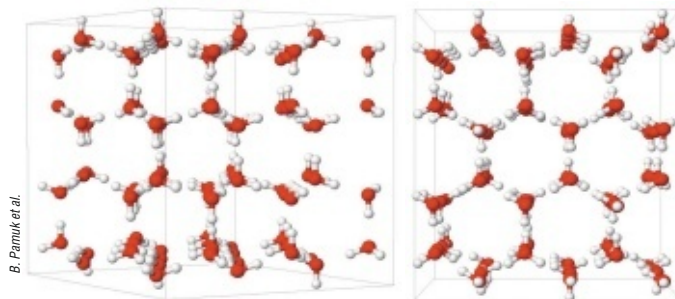
Le volume moyen occupé par une molécule s'obtient en divisant le volume du cristal par le nombre de molécules. Quand la température, donc l'agitation thermique, baisse, ce volume diminue – mais jusqu'à une certaine limite, due au principe d'incertitude de Heisenberg. Selon ce dernier, il n'est pas possible 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

B. Pamuk et al.

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

Botanique

Des formules pour les nervures des feuilles

Avec plusieurs collègues, Lawren Sack, de l'Université de Californie à Los Angeles, a déterminé que la nervation des feuilles des dicotylédones obéit à des lois de puissance.

L'examen de la nervation de feuilles de 485 espèces de plantes dicotylédones a établi que des traits tels que la densité de nervures (longueur totale des nervures par unité de surface), leur diamètre ou leur volume s'expriment sous la forme aS^b , S étant la superficie de la feuille et a et b des constantes indépendantes de l'espèce, pour un ordre de nervures donné (la nervure centrale est dite du premier ordre, celles se ramifiant à partir d'elle sont du 2^e ordre, etc.).

Par exemple, pour la densité des nervures du 2^e ordre, les chercheurs trouvent que l'exposant b est égal à environ $-0,4$. En fait, seules les nervures majeures (jusqu'au 3^e ordre) obéissent à de telles lois ; les traits relatifs aux nervures mineures se révèlent indépendants de la taille de la feuille.

Ces lois ouvrent diverses perspectives. Par exemple, elles permettent de comprendre pourquoi, dans les milieux secs ou fortement exposés, les feuilles de petite taille dominant. L'évaporation d'eau au niveau des feuilles entraîne, pour compenser, un pompage d'eau dans le sol par la plante ; mais si le sol est trop sec, de l'air peut être aspiré, parvenir à la feuille et

y provoquer une embolie (un blocage de la circulation de la sève). Or, comme l'a montré l'équipe de L. Sack, les petites feuilles ont un réseau plus dense de nervures majeures, qui offre à la sève davantage de voies pour contourner un éventuel bouchon – d'où une meilleure adaptation à des conditions de sécheresse.

Grâce aux lois trouvées, la taille des feuilles peut être estimée à partir de petits fragments. Cela devrait intéresser les paléontologues : les fossiles de tels fragments pourraient leur indiquer, *via* la taille des feuilles, si les plantes en question poussaient sous un climat sec.

→ M. M.

Nature Communications, en ligne le 15 mai 2012



© Shutterstock/Stéphane Bidoze

Les feuilles des dicotylédones (ici une feuille de géranium rouge) ont une nervation complexe, en partie décrite par des lois de nature mathématique.

3,2 POUR CENT : c'est l'augmentation des émissions mondiales de dioxyde de carbone entre 2010 et 2011. Elles ont atteint 31,6 gigatonnes, un record absolu.

Archéologie

La plus ancienne table astronomique maya

Les prêtres mayas avaient de bonnes connaissances astronomiques. Lors de leur conquête du Mexique, les Espagnols ont retrouvé leurs observations et leurs prédictions consignées

dans des livres en papier d'écorce, les codex. Ceux qui restent aujourd'hui sont tous postérieurs au XI^e siècle. Or William Saturno, de l'Université de Boston, et ses collègues ont découvert ce qui serait

une table astronomique, peinte et gravée sur les murs d'une résidence de la cité maya de Xultun, au Guatemala, qui est datée du début du IX^e siècle de notre ère. Ce serait la plus ancienne connue.

Les inscriptions comprennent des nombres et des symboles figurant des « mois » et des jours des deux calendriers utilisés par les Mayas : le Tzolk'in, un calendrier religieux de 260 jours, et le Haab, un calendrier solaire de 365 jours. Les nombres évoquent des dates, correspondant au nombre de jours qui les séparent soit de la création mythique du monde (en l'an 3114 avant notre ère pour certains spécialistes, mais cette date varie selon les cités mayas), soit de jours particuliers du Tzolk'in.

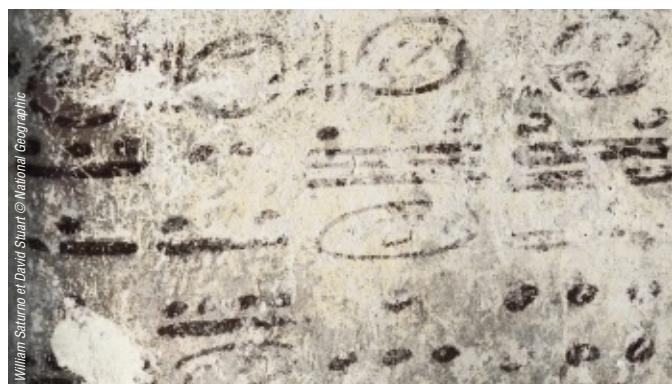
Bien que la signification précise de ces indications calendaires reste à déterminer, plusieurs

indices font penser à une table astronomique. On trouve par exemple une série de dates surmontées par des symboles représentant la Lune et séparées par un intervalle de 178 jours, qui correspond à six lunaisons (la durée qui sépare deux nouvelles lunes) ; de tels « semestres lunaires » étaient utilisés dans les codex pour prévoir les éclipses de Soleil.

D'autres nombres semblent liés à Vénus et à Mars, tels des multiples communs de 584 et 780 (Vénus et Mars retrouvent les mêmes positions dans le ciel terrestre respectivement tous les 584 et 780 jours). Les inscriptions concerneraient donc les cycles des planètes, auxquels la vie religieuse maya était intimement liée.

→ G. J.

W. Saturno et al., *Science*, vol. 336, pp. 714-717, 2012



Les inscriptions calendaires découvertes comportent des jours et des « mois » mayas (en haut de chaque colonne), ainsi que des nombres figurant le temps écoulé. Une barre vaut 5, un point 1 et le signe aux trois « cercles » (au milieu) représente zéro.