

En bref

VOIE LACTÉE: PASSÉ ACTIF

Le trou noir supermassif au centre de notre Galaxie est aujourd'hui très calme. Mais à partir des données du télescope gamma *Fermi*, Meng Su et Douglas Finkbeiner ont découvert des structures qui pourraient être les restes de deux jets de particules de hautes énergies. Partant du centre de la Voie lactée au-dessus et au-dessous du plan galactique, ils sont longs de 27 000 années-lumière et auraient été produits à une époque où le trou noir était beaucoup plus actif.

UN VIEUX CROCODILE GÉANT

Plus de huit mètres : ce serait la longueur d'un crocodile préhistorique, dont on a découvert le crâne et la mâchoire fossilisés dans le bassin du lac Turkana, au Kenya. C'est le plus grand crocodile connu. À partir de l'analyse des fossiles, des paléontologistes américains ont déduit la taille de l'animal et montré qu'il appartenait à une espèce inconnue. En comparaison, les plus grands crocodiles du Nil observés mesurent moins de 6,5 mètres.

Microbiologie

Une vie aérobie au ralenti

Respirez de l'oxygène à 30 mètres de profondeur dans les sédiments du sous-sol océanique : c'est ce que font des bactéries... depuis 86 millions d'années, selon Hans Røy, de l'Université d'Aarhus, au Danemark, et ses collègues.

On savait depuis plusieurs années que des communautés microbiennes vivent en profondeur dans les sédiments marins, mais les paramètres qui conditionnent leur développement et leur activité restaient à préciser. Les scientifiques se sont intéressés aux sédiments du gyre du Pacifique Nord, une région au large du Mexique où les courants marins forment un gigantesque tourbillon. Par rapport aux autres régions de l'océan, la production de phytoplancton y est la plus faible ; par conséquent, les sédiments sont très pauvres en carbone d'origine organique. On imaginait donc que cette matière était vite dégradée par l'activité microbienne dans les sédiments supérieurs, comme c'est le cas en général dans le sous-sol océanique sédimentaire. Or un tout autre scénario est apparu.

H. Røy et ses collègues ont prélevé des carottes sédimentaires jusqu'à 28 mètres de long dans neuf sites – trois dans le gyre et, pour comparaison, six le long de l'Équateur – et analysé leur composition. Contrairement aux carottes prélevées le long de l'Équateur, celles du gyre contenaient des bactéries aérobies et de l'oxygène sur toute leur longueur.

© Shutterstock/Stephan Kerkhofs

Dans les sédiments du sous-sol océanique, des bactéries vivent à un rythme excessivement ralenti.

Par une modélisation, les scientifiques ont déterminé la vitesse de consommation d'oxygène d'une bactérie en fonction de sa profondeur. Au-delà de dix mètres, la consommation se stabilise. Elle est toutefois si lente qu'avec l'énergie fournie, une bactérie ne peut se reproduire, en se divisant, qu'en plusieurs milliers d'années (contre quelques heures dans des conditions normales). Les sédiments situés à 28 mètres sous le fond marin – et donc l'écosystème qu'ils contiennent – sont vieux de 86 millions d'années. Ainsi, au fil du temps, les bactéries ont adapté leur nombre et leur consommation d'oxygène aux quantités de carbone organique disponibles.

→ Marie-Neige Cordonnier

H. Røy et al., *Science*, vol. 336, pp. 922-925, 2012

Physique

Vers l'optique en rayons gamma

Il est facile de manipuler la lumière visible avec des lentilles, des prismes et des miroirs. On pensait qu'il était impossible ou presque de dévier des rayons gamma, de fréquences bien plus élevées et de longueurs d'onde beaucoup plus courtes. Pourtant, Michael Jentschel, de l'Institut Laue-Langevin, à Grenoble, et ses collègues ont étudié la déviation des rayons gamma dans du silicium et ont montré qu'elle n'est pas négligeable.

La réfraction correspond à la déviation d'un rayon lumineux quand il passe d'un milieu à un autre, de l'air au verre par exemple. Chaque milieu est caractérisé par

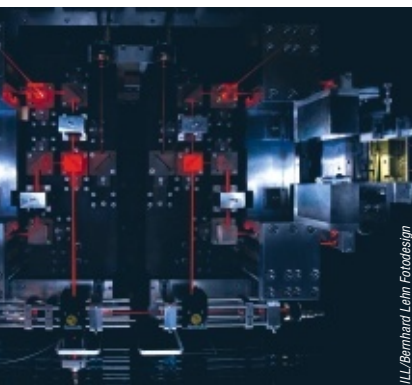
un indice de réfraction défini comme le rapport de la vitesse de la lumière dans le vide à la vitesse de la lumière dans le milieu. Ainsi, quand un rayon passe d'un milieu à un autre, sa vitesse change et la lumière est déviée. En outre, l'indice de réfraction dépend de la fréquence de la lumière et semblait diminuer vers un aux fréquences élevées.

Pour le vérifier, les physiciens de Grenoble ont utilisé un faisceau parallèle de rayons gamma dont une partie traversait un prisme de silicium et subissait une réfraction. Les physiciens ont constaté que l'indice de réfraction est supérieur à un. Cette hausse

de l'indice de réfraction est due à la diffusion Delbrück : en présence du champ électrique des atomes du prisme, les photons gamma créent des paires électron-positron, qui s'annihilent en redonnant un photon. Cet effet ralentit la progression des photons dans le prisme et modifie l'indice de réfraction. Pour des noyaux plus lourds que le silicium, l'effet Delbrück devrait être plus intense et assez important pour envisager des dispositifs analogues à ceux de l'optique, mais destinés aux rayons gamma.

→ Sean Bailly

D. Habs et al., *Physical Review Letters*, vol. 108, 184802, 2012



ILL/Bernhard Lehm FotoDesign

La difficulté de la mesure de la réfraction des rayons gamma est due au très faible angle de déviation, déterminé ici grâce à deux interféromètres de Michelson.

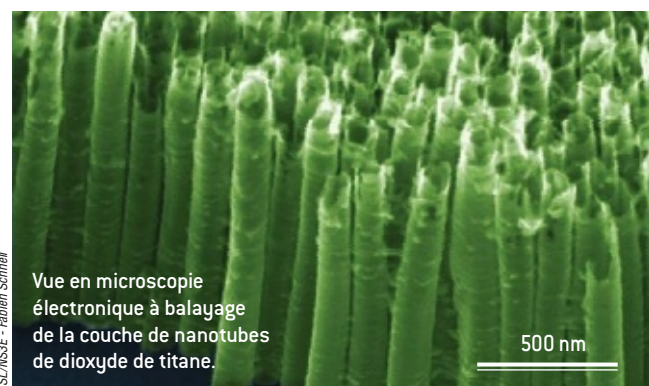
Technologie

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'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, baissent, 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.

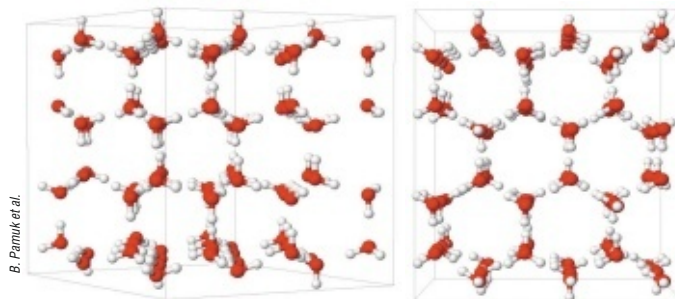
Le comportement quantique d'une particule étant d'autant plus marqué que sa masse est faible, l'agitation, donc le volume, correspondant à une molécule plus légère devraient être plus importants. C'est ce que l'on constate pour de nombreux atomes et molécules, mais l'eau fait exception.

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).