

NÉOLITHIQUES BIEN MUSCLÉES

Au Néolithique, l'invention de l'agriculture aurait été associée, au moins parmi certaines populations d'Europe centrale, à un renforcement des membres supérieurs chez les femmes, qui s'expliquerait par un travail manuel important.

En comparant les tibias et les humérus de femmes de diverses époques, Alison Macintosh, de l'université de Cambridge, et ses collègues ont constaté que les femmes du Néolithique étaient plus musclées que les athlètes modernes. D'après ces chercheurs, la mouture des céréales, qui exige un effort considérable, était peut-être une activité féminine. Aline Thomas, du Muséum national d'histoire naturelle, note l'importance de cette nouvelle approche méthodologique, mais souligne que, faute de données supplémentaires, on ne peut préciser quelles activités physiques pratiquaient les femmes. ■

NOËLLE GUILLON

A. Macintosh et al., *Science Advances*, vol. 3, article 11, 2017

MÉDECINE

L'IBUPROFÈNE, UN PROBLÈME ?

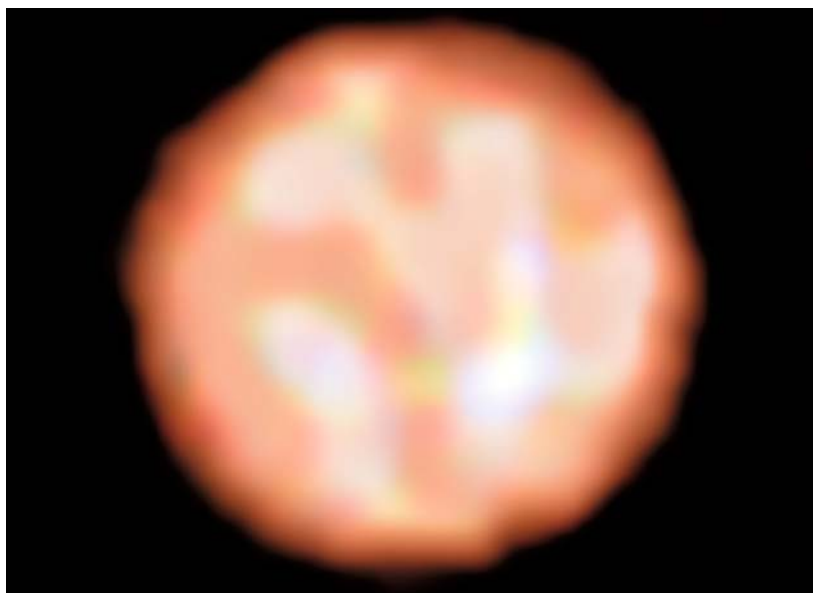
L'ibuprofène est un antalgique, un antipyrétique et un anti-inflammatoire d'usage courant. Or une étude franco-danoise coordonnée par Bernard Jégou, de l'Inserm et de l'EHESP, vient de montrer qu'il perturbe les hormones testiculaires. Les chercheurs ont administré 1200 milligrammes d'ibuprofène par jour à 14 hommes pendant 6 semaines, puis comparé leur taux hormonal à celui d'un second groupe sous placebo. Au bout de 14 jours, les hommes sous ibuprofène présentaient un taux sanguin de testostérone normal et un taux d'hormone lutéinisante (l'hormone stimulant la production de testostérone) très élevé. Connue sous le nom d'hypogonadisme compensé, ce phénomène ne se rencontre normalement que chez environ 10% des hommes âgés, chez qui il doit être suivi médicalement afin d'éviter des complications. Suite à cette étude, l'Inserm vient d'avertir sur les conséquences potentiellement délétères de la «prise soutenue» d'ibuprofène par des hommes sans raison médicale (notamment athlètes de haut niveau, sportifs, etc.). ■

F. S.

D. Møbjerg Kristensen et al., *PNAS* en ligne le 8 janvier 2018

ASTROPHYSIQUE

LA SURFACE D'UNE ÉTOILE GÉANTE ROUGE DÉVOILÉE



Les cellules de convection de l'étoile géante rouge π^1 Gruis sont d'une taille comparable à la distance qui sépare le Soleil de Vénus.

Dans près de 5 milliards d'années, le Soleil gonflera et ressemblera probablement à l'étoile nommée π^1 Gruis, une étoile géante rouge. Cette dernière, distante de 530 années-lumière, a une masse de seulement 1,5 fois celle du Soleil, mais son diamètre est 700 fois plus grand. Claudia Paladini, de l'université libre de Bruxelles, et ses collègues ont utilisé l'instrument Pionier du VLT (*Very Large Telescope*), au Chili, pour observer la surface de π^1 Gruis. Ils ont ainsi mis en évidence certaines structures en accord avec les modèles théoriques.

Qu'ont montré les images de π^1 Gruis ? La surface n'est pas uniforme et présente des cellules de convection. Ces structures d'écoulement se forment du fait du flux de gaz chaud qui monte de l'intérieur de l'astre vers la surface. On n'en avait jamais observé dans une étoile géante rouge jusqu'à présent. Les cellules de convection de π^1 Gruis sont immenses : leur taille est d'environ 120 millions de kilomètres, soit près de 30% du diamètre de l'étoile.

Par comparaison, la photosphère du Soleil présente environ 2 millions de cellules convectives dont le diamètre est de l'ordre de 2000 kilomètres. Andrea Chiavassa, de l'observatoire de la Côte d'Azur et membre de l'équipe qui a étudié π^1 Gruis, explique cette différence : «La taille des cellules convectives est principalement contrôlée par l'intensité de la gravité à la surface de l'étoile. Avec une masse sensiblement équivalente à celle du Soleil, mais un diamètre 700 fois plus élevé, la gravité à la surface de π^1 Gruis est beaucoup plus faible. On s'attendait donc à voir des cellules convectives bien plus étendues que pour le Soleil.» Cela a bien été confirmé par les observations du VLT, validant ainsi les modèles qui décrivent la dynamique des couches supérieures de ce type d'étoiles dans une des phases ultimes de leur vie. ■

S. B.

C. Paladini et al., *Nature*, en ligne le 20 décembre 2017

PHYSIQUE

UN PAS DE PLUS VERS L'ORDINATEUR QUANTIQUE

Une équipe de chercheurs propose de réaliser un ordinateur quantique en utilisant une architecture fondée sur des technologies actuelles.

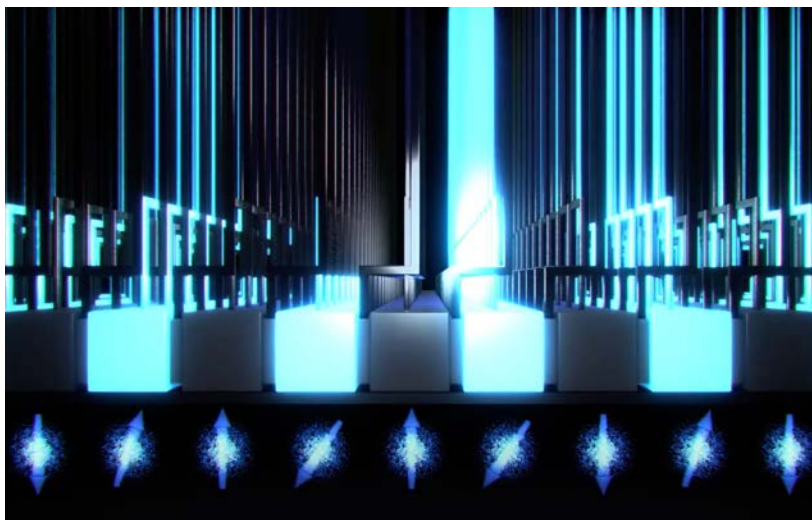
L'ordinateur quantique est peut-être pour demain. De nombreux chercheurs travaillent sur cette idée consistant à exploiter les principes de la physique quantique pour obtenir des capacités de calcul qui dépasseraient de loin celles des ordinateurs classiques actuels. Dans ce sens, une petite équipe menée par Andrew Dzurak, de l'université de la Nouvelle-Galles du Sud, à Sydney, propose une architecture théorique d'ordinateur quantique utilisant les technologies déjà existantes dans les machines classiques.

Dans un ordinateur classique, les bits, les unités d'information, prennent la valeur 0 ou 1. Faire un calcul revient à réaliser une série d'opérations sur ces bits. Dans les calculateurs quantiques, il n'est plus question de bits, mais de qubits (ou bits quantiques). Le qubit exploite les propriétés quantiques de la matière et notamment le principe de superposition. Ainsi, de la même façon que le célèbre chat de Schrödinger est à la fois mort et vivant tant que l'on n'a pas ouvert la boîte où il est enfermé, un qubit peut être dans une superposition des deux états 0 et 1. Grâce à de telles superpositions, les chercheurs ont conçu des algorithmes quantiques bien plus performants que leurs équivalents classiques.

Mais les qubits sont très fragiles: la moindre perturbation du système détruit les états de superposition. C'est le problème de la «décohérence». Pour surmonter cette difficulté, l'une des approches est d'utiliser un grand nombre de qubits et de corriger, parmi eux, les erreurs dues à la décohérence. L'ensemble de ces qubits, nommés qubits physiques, forme alors un qubit logique utilisable pour le calcul quantique.

Le principe d'architecture proposé et détaillé par l'équipe d'Andrew Dzurak correspond exactement à cela. Dans une couche de silicium, 480 électrons font office, grâce à leur spin (une propriété purement quantique), de 480 qubits physiques, cet ensemble formant un qubit logique. Cette couche quantique est soumise à un champ magnétique qui agit sur le spin des électrons.

Un système de transistors placés dans une couche supérieure, permet de lire et exploiter la valeur des qubits physiques. Cette couche est



Vue d'artiste du dispositif proposé. La couche inférieure est constituée d'électrons dont on utilise le spin pour définir les qubits. La couche supérieure est composée de transistors classiques.

10

L'ÉQUIPE D'ANDREW DZURAK A OBTENU UN FINANCEMENT DE 43 MILLIONS D'EUROS POUR DÉVELOPPER, D'ICI À 2022, UN PROTOTYPE D'ORDINATEUR QUANTIQUE COMPOSÉ DE 10 QUBITS LOGIQUES.

semblable à celle présente dans les ordinateurs classiques pour accéder aux différents bits. Elle utilise ainsi des techniques déjà existantes.

Entre ces deux couches, classique et quantique, une couche intermédiaire contient des électrodes placées au-dessus de chaque qubit physique, mais aussi au-dessus de l'espace séparant deux tels qubits. L'application de tensions particulières à ces électrodes permet alors de réaliser des opérations entre les qubits physiques. Et pour contrôler en permanence l'état de ces 480 éléments quantiques, un algorithme de correction d'erreurs est appliqué régulièrement, ce qui assure la stabilité du qubit logique ainsi formé.

Afin de réaliser un ordinateur quantique complet, ce dispositif devra être répliqué des milliers de fois sur une puce électronique, pour former un calculateur contenant autant de qubits logiques. Cette architecture théorique, fondée sur des technologies déjà existantes, est prometteuse et montre que l'on s'approche petit à petit des ordinateurs quantiques. Reste à la réaliser, ce qui nécessitera encore de grands efforts, notamment dans la miniaturisation des composants électroniques. ■

DONOVAN THIEBAUD

M. Veldhorst *et al.*, *Nature Communications*, vol. 8, article 1766, 2017

DE L'INDIGO PLUS VERT

Depuis 6 000 ans, on utilise l'indigo comme teinture bleue. En 2011, on a synthétisé 50 000 tonnes de ce pigment, surtout pour donner leur couleur aux jeans. Mais le procédé de synthèse de l'indigo utilise des produits toxiques. Tammy Hsu, de l'université de Californie à Berkeley, et ses collègues ont amélioré une technique de substitution fondée sur une bactérie *Escherichia coli* génétiquement modifiée pour produire de l'indigo. Ce procédé nécessitait encore un traitement final toxique, qui a été éliminé en faisant produire par la bactérie une enzyme stabilisant le précurseur de l'indigo.

LE QUASAR DU BOUT DU MONDE

Eduardo Bañados, de l'institut Carnegie en Californie, et ses collègues ont découvert un trou noir supermassif au centre d'une galaxie active (un quasar), présent dans l'Univers seulement 690 millions d'années après le Big Bang. Comment un objet ayant 800 millions de fois la masse du Soleil a-t-il pu se former si vite ? Les chercheurs suggèrent que la coalescence de trous noirs primordiaux de 1 000 masses solaires en est à l'origine.

RECORD POUR L'EAU EN SURFUSION

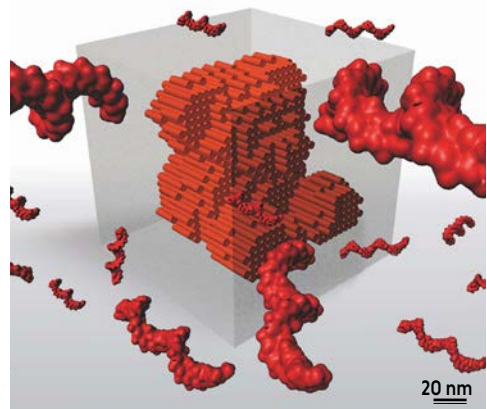
En l'absence de perturbations, il est possible de refroidir de l'eau au-dessous de 0 °C sans qu'elle se solidifie : on parle de surfusion. Robert Grisenti, de l'université de Francfort, et ses collègues ont atteint une valeur record de - 42,55 °C, mesurée sur des gouttes micrométriques. Lorsque les gouttes tombent dans une enceinte sous vide, elles perdent une partie du liquide par évaporation, ce qui les refroidit et diminue leur diamètre. Les chercheurs ont mesuré ce diamètre pour déterminer la température des gouttes.

DES LEGOS FAITS D'ADN

Les nanotubes de carbone sont sans doute les objets nanométriques les plus connus. Un nouveau champ de recherche des nanosciences porte sur les structures constituées à partir d'ADN – des sortes d'origamis d'ADN. Gaëtan Bellot, de l'Inserm à Montpellier, et des collègues de divers pays ont ainsi créé des briques constituées de petits brins d'ADN et capables de s'autoassembler pour former des objets plus complexes.

Ces briques contiennent des brins d'ADN composés de 52 nucléotides. Elles ont 67 millions de formes possibles. Grâce au logiciel Nanobricks qu'ils ont développé, les chercheurs peuvent concevoir des objets comportant jusqu'à 30 000 briques et définir la forme désirée à la main, à l'aide d'une formule mathématique ou avec un fichier 3D comme ceux des imprimantes 3D. Une tomographie électronique assure alors la visualisation des objets obtenus. «Les prédictions du logiciel sont très robustes, avec des structures 3D bien prédites. L'efficacité de la réaction est encore à améliorer, elle n'est que de l'ordre de quelques pour cent; une étape de purification est nécessaire», note Gaëtan Bellot.

Cette nouvelle technique pourrait produire des vecteurs pour acheminer des médicaments



Les chercheurs peuvent construire une grande variété d'objets nanométriques à partir de briques en ADN.

au niveau des cellules ciblées. «On peut aussi imaginer fabriquer des nanoréacteurs à plusieurs cavités, dans lesquelles des réactions chimiques en chaîne pourraient se produire, et pourquoi pas des nanorobots ayant des fonctions dynamiques pour reproduire des systèmes photosynthétiques ou photoniques», indique le chercheur. La nanostructure nue et inerte présente une durée de vie de 48 heures dans un environnement cellulaire, mais son innocuité reste à évaluer. Outre son rendement, le coût de l'approche s'avère également limitant pour le moment : 50 000 dollars pour un cube de 30 000 briques. ■

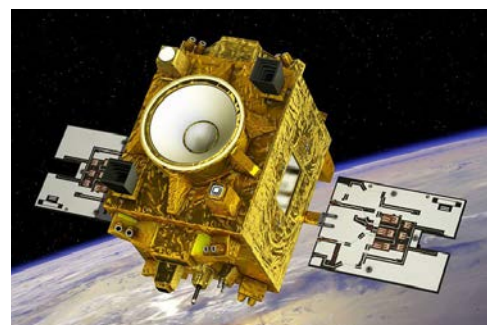
N. G.

L. L. Ong et al., *Nature*, vol. 552, pp. 72-77, 2017

LA GRAVITÉ AU MICROSCOPE

En 1971, lors de la mission *Apollo 15*, David Scott a lâché une plume et un marteau à la surface de la Lune. Les deux objets sont tombés exactement à la même vitesse; l'astronaute illustrait ainsi le principe d'équivalence, qui veut que deux objets de masses ou de compositions différentes tombent avec la même accélération en chute libre (en l'absence d'autres forces, comme les frottements de l'air). Ce principe, qui remonte à Galilée, est aux fondements de la relativité générale d'Einstein.

Le principe d'équivalence vient d'être vérifié avec une précision inégalée grâce au satellite *Microscope* du Cnes, en partenariat notamment avec l'Onera, le CNRS et l'université Côte d'Azur. Pierre Touboul, responsable scientifique de la mission, et ses collègues ont étudié la chute libre de deux cylindres de masses et de compositions



Le satellite *Microscope*, qui teste le principe d'équivalence.

différentes embarqués par le satellite. En analysant seulement 10% des données, ils ont vérifié le principe d'équivalence avec une précision d'environ 10^{-14} , un ordre de grandeur de mieux qu'avec les précédentes expériences. Avec l'ensemble des données, les chercheurs espèrent atteindre une précision de 10^{-15} . ■

S. B.

P. Touboul et al., *Phys. Rev. Lett.*, vol. 119, 231101, 2017