

EXPLOSION DE BÉTON EN TEMPS RÉEL

Plusieurs incendies nous ont appris que les structures en béton des tunnels explosent à température trop élevée. Une équipe de l'université de Grenoble et de l'institut Laue-Langevin a observé le phénomène en temps réel par tomographie neutronique et confirmé ce que l'on pensait : c'est parce que l'eau contenue dans les minuscules pores du béton devient de la vapeur à très haute température que naissent des pressions excessives pour le béton.

LA DUALITÉ... ONDE-ANTIPARTICULE

On l'avait déjà fait avec des électrons : voilà qu'une expérience effectuée à l'Institut polytechnique de Milan vient de montrer que leurs antiparticules, les positrons, ont aussi une nature ondulatoire (ce que l'on savait déjà indirectement). Les chercheurs ont envoyé un faisceau de positrons à travers deux fentes voisines parallèles. Cela a produit sur l'écran une figure d'interférence, au lieu des images des fentes qui seraient apparues si les positrons se comportaient comme de simples corpuscules. L'antimatière n'échappe pas à la dualité onde-corpuscule !

L'ORIGINE DES LANGUES SINO-TIBÉTAINES

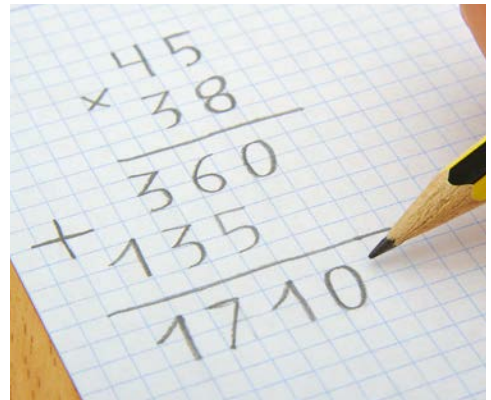
Au moins 1,4 milliard d'humains parlent une langue sino-tibétaine, mais l'origine de ce groupe linguistique reste incertaine. Avec des collègues, Laurent Sagart, du Centre des recherches linguistiques sur l'Asie orientale, à Paris, a identifié dans les quelque 500 langues sino-tibétaines des ensembles de mots apparentés, puis s'en est servi pour construire l'arbre de parenté du groupe. Et en conclut qu'il remonterait aux langues de paysans qui, il y a quelque 7 200 ans, cultivaient le mil dans le nord de la Chine.

MULTIPLIER PLUS VITE

Les écoliers apprennent à multiplier les nombres entiers selon une méthode qui a prouvé son efficacité depuis son développement dans l'Antiquité. Elle consiste à prendre chaque chiffre du premier nombre et à le multiplier avec chacun du second nombre, puis à additionner ces résultats intermédiaires. Si chaque nombre contient n chiffres, le nombre total de multiplications à effectuer augmente comme le carré du nombre de chiffres, n^2 . Ainsi, pour multiplier deux nombres de un milliard de chiffres chacun, il faut réaliser un milliard de milliards d'opérations, soit quelque 30 ans de calculs sur un ordinateur réalisant un milliard d'opérations par seconde ! Peut-on faire mieux ?

À partir des années 1960, des mathématiciens ont montré qu'en isolant des blocs de chiffres dans les nombres à multiplier et en réalisant des opérations d'addition et de soustraction sur ces blocs, il était possible de s'économiser certaines multiplications. Or les additions et les soustractions sont des opérations plus simples, et donc plus rapides à effectuer, pour un ordinateur. Puis, dès les années 1970, l'utilisation de la transformation de Fourier rapide a encore amélioré les algorithmes pour les grands nombres.

En 1971, Arnold Schönhage et Volker Strassen, de l'université de Constance, en



La méthode classique de multiplication n'est pas la plus efficace lorsque les nombres sont très grands.

Allemagne, ont alors conjecturé qu'il devait être possible de trouver une méthode dont le nombre d'opérations évoluerait en $n \log(n)$. Joris van der Hoeven, de l'École polytechnique, à Palaiseau, et David Harvey, de l'université de Nouvelle-Galles du Sud, viennent de trouver un tel algorithme. Pour ce faire, ils s'appuient sur une version multidimensionnelle de la transformation de Fourier rapide.

Si ce résultat a une grande importance théorique, l'algorithme reste à optimiser car il ne devient performant, pour l'instant, que pour des nombres comprenant plus de chiffres qu'il n'y a d'atomes dans l'Univers observable ! ■

SEAN BAILLY

D. Harvey et J. van der Hoeven, en ligne sur HAL, 12 avril 2019, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02070778>

HeH⁺, ENFIN VUE DANS L'ESPACE

L'hydrure d'hélium (HeH⁺) serait la première molécule formée dans l'Univers primordial. On l'avait observée pour la première fois en laboratoire en 1925, mais jamais dans l'espace. Pourtant, dans les années 1970, des chercheurs avaient suggéré que les conditions régnant dans les nébuleuses planétaires étaient favorables à sa formation. Sa détection était cependant difficile, car sa signature spectrale dans le rayonnement des nébuleuses se confond avec celle du radical CH.

Pour leur étude, Rolf Güsten, de l'institut Max-Planck de radioastronomie, à Bonn, en Allemagne, et ses collègues ont utilisé l'Observatoire stratosphérique d'astronomie infrarouge (*Sofia*), installé à bord d'un Boeing 747. L'avion évolue à plus de 12 000 mètres d'altitude pour réduire au maximum les perturbations liées à la



La nébuleuse NGC 7027 contient de l'hydrure d'hélium.

présence de vapeur d'eau dans l'atmosphère. Les chercheurs ont alors associé le télescope de trois mètres de diamètre de l'observatoire volant à un spectromètre à haute résolution pour capter spécifiquement la longueur d'onde correspondant à HeH⁺, et ont confirmé sa présence dans la nébuleuse NGC 7027. ■

LAMBERT BARAUT-GUINET

R. Güsten et al., *Nature*, vol. 568, pp. 357-359, 2019

EN IMAGE

LE CERVEAU À L'ÉCHELLE DE LA CELLULE, EN 3D ET EN COULEURS

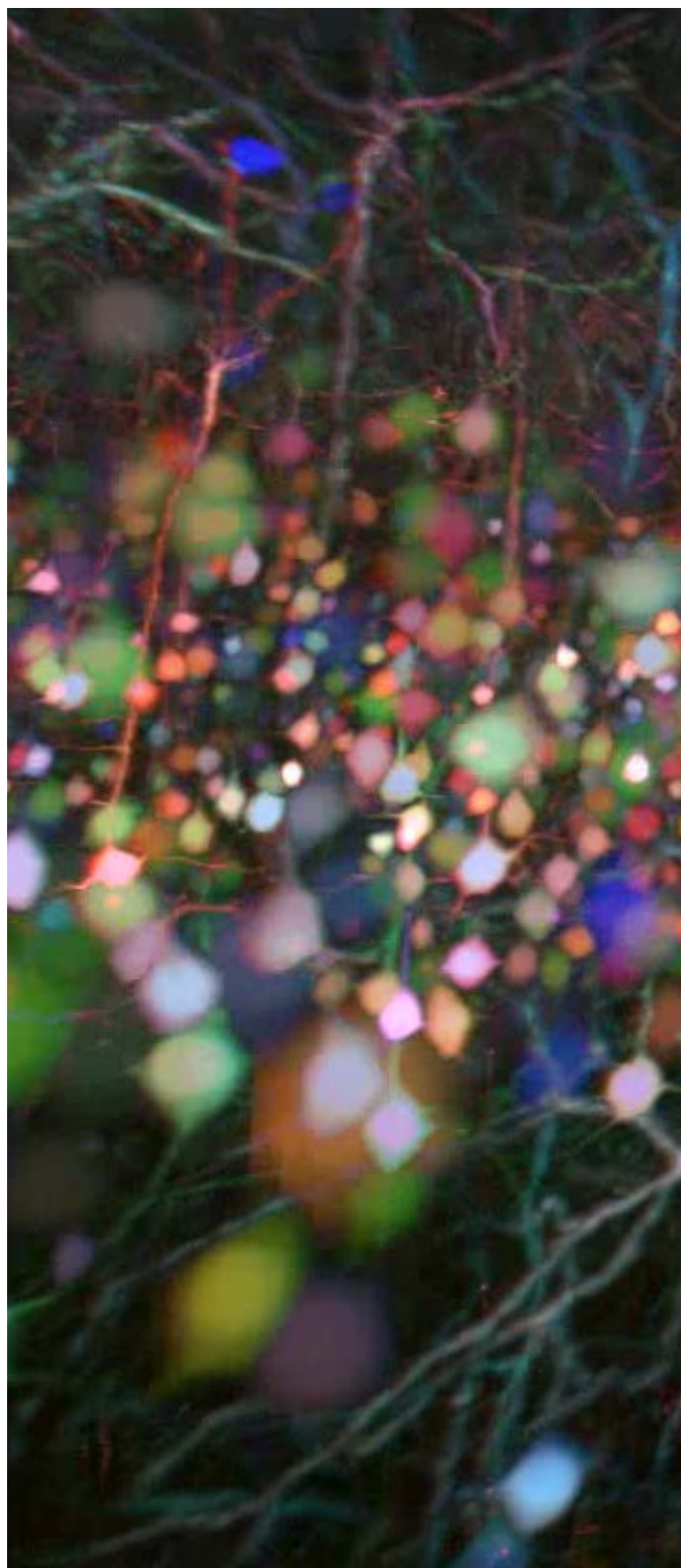
Visiter virtuellement des régions entières du cerveau, voire le cerveau entier, à l'échelle de la cellule et avec une résolution de l'ordre du micromètre: c'est ce que permet le nouveau microscope ChroMS (*chromatic multiphoton serial microscope*) mis au point par les équipes d'Emmanuel Beaurepaire, au Laboratoire d'optique et biosciences de l'École polytechnique, à Palaiseau, et de Jean Livet, à l'Institut de la vision, à Paris.

Avec les techniques de microscopie à fluorescence disponibles, il n'était pas possible de visualiser de grands volumes de tissu en couleurs et à haute résolution. Pour y parvenir, les chercheurs de l'Institut de la vision ont développé chez la souris des méthodes transgéniques pour distribuer dans les cellules d'un tissu des marqueurs génétiques multicolores, dérivés de protéines fluorescentes de méduses ou de coraux. Et pour exploiter cette technique, l'équipe du Laboratoire d'optique et biosciences a mis au point un dispositif qui combine les stimulations de deux lasers infrarouges à impulsions ultrabrèves. On parle d'excitation biphotonique multicolore par «mélange de fréquences».

Les chercheurs obtiennent alors des images en couleurs de résolution micrométrique sur une profondeur d'un demi-millimètre environ. Pour augmenter encore cette profondeur, l'approche ChroMS associe au microscope un microtome, appareil qui découpe de façon automatisée de minces tranches du tissu *ex vivo*. «Après chaque coupe, le dispositif procède à une nouvelle acquisition d'images. On réalise ainsi une reconstruction intégrale et tridimensionnelle du tissu, que l'on doit ensuite annoter et analyser. Cette étape prend plusieurs jours, car l'image est constituée de dizaines, voire de centaines de milliards de voxels, l'équivalent des pixels en 3D», détaille Jean Livet. L'une des premières applications (*ci-contre*) a permis d'obtenir une vue tridimensionnelle en couleurs des neurones dans le cortex d'une souris. ■

NOËLLE GUILLON

L. Abdeladim *et al.*, *Nature Communications*, vol. 10, article 1662, 2019





© Laboratoire d'optique et biosciences/Institut de la vision/École polytechnique/CNRS/Inserm/Sorbonne Université - Adapté de Abdeladim et al., Nat. Comm., 2019