

144 UNE ÉQUIPE EURO-PÉENNE a transmis sans fil une « clé quantique » sécurisée entre deux îles des Canaries, distantes de 144 kilomètres. Utilisée en cryptographie quantique, cette clé est un photon unique polarisé. S'il est intercepté, sa polarisation est modifiée, un signal pour le destinataire de la tentative d'espionnage. La plupart du temps, de tels photons sont transmis par fibre optique, mais le signal se dégrade au bout d'une centaine de kilomètres. Ici, ils ont été envoyés par laser entre les télescopes de Tenerife et de La Palma. Le débit reste très faible : 178 bits (178 photons uniques) toutes les 75 secondes ! Mais le but est la sécurité, pas le débit.

T. Schmitt-Manderbach et al., *Phys. Rev. Lett.*, 98, 010504, 2007.

Circuits miniatures

Dans la course à la miniaturisation des circuits de microélectronique, la société Intel vient de remporter une étape, celle des 45 nanomètres. Cette épaisseur sera celle des gravures bientôt réalisées dans sa nouvelle usine de Rio Rancho, au Nouveau-Mexique. Elles feront 20 nanomètres de moins que les plus fines gravures réalisables aujourd'hui industriellement, grâce à une technique datant... de 2004 seulement. La plupart des producteurs en sont encore aux gravures de 90 nanomètres, comme dans l'usine actuelle de Rio Rancho. Augmenter la finesse de gravure permet de disposer davantage de transistors sur chaque puce.

www.intel.com

Galileo à la peine

Le commissaire européen aux transports, Jacques Barrot, a tapé du poing sur la table : le projet européen de navigation par satellite Galileo a plus d'un an de retard, faute d'entente entre les huit industriels concernés. Chaque pays privilégie ses intérêts au détriment de ceux du consortium. Quant aux industriels (qui doivent financer les deux tiers du projet à hauteur de 2,5 milliards d'euros), ils doutent de sa rentabilité, et chacun tente de tirer la couverture à soi. Jacques Barrot leur avait donné jusqu'au 10 mai pour s'organiser. La menace semble avoir porté, puisque ces industriels ont annoncé un accord le 20 mars.

<http://tinyurl.com/27cmct>

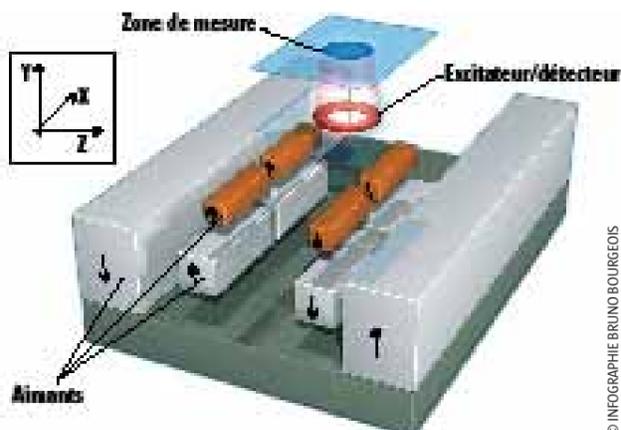
Vers la RMN tout-terrain

INSTRUMENTATION

Des appareils de résonance magnétique nucléaire portables et bon marché pourraient voir le jour d'ici peu. L'objectif est de faciliter les analyses de terrain et de routine. À plus long terme, l'imagerie médicale pourrait en profiter.

La résonance magnétique nucléaire (RMN) est une technique d'analyse de laboratoire très efficace pour connaître l'environnement de chaque atome dans une molécule. Elle a donné naissance à l'imagerie par résonance magnétique (IRM). La RMN requiert habituellement des champs intenses et homogènes, obtenus à l'aide d'aimants coûteux et encombrants, entre lesquels est placé un échantillon de quelques centimètres cubes. Ce dispositif exclut donc d'analyser des objets sur lesquels on ne peut prélever d'échantillons, comme des tableaux ou des fresques, ou d'être transporté sur le terrain. Mais trois chercheurs d'Aix-la-Chapelle, en Allemagne, viennent de montrer que

la RMN pouvait devenir portable, grâce à dix aimants permanents capables de créer un champ magnétique suffisamment homogène [1]. « C'est une avancée importante, estime Dimitris Sakellariou, du service de chimie moléculaire au Commissariat à l'énergie atomique de Saclay. Jusqu'en 2001, l'idée d'obtenir un spectre de RMN en présence d'un champ magnétique inhomogène était impensable. Puis, lors de mon séjour à Berkeley en Californie dans l'équipe d'Alex Pines, nous avons montré que l'on obtenait de bons résultats



DIX AIMANTS COMBINÉS permettent de créer un champ magnétique homogène dans la zone de mesure. Le réglage se fait au cas par cas en déplaçant les quatre aimants en orange dans les directions X, Y et Z.

© INFOGRAPHIE BRUNO BOURGEOIS

si le détecteur et l'aimant subissent les mêmes "inhomogénéités". L'équipe de Bernhard Blümich, à Aix-la-Chapelle, va plus loin, en utilisant une approche beaucoup plus simple et directe : elle a homogénéisé le champ en déplaçant de petits aimants permanents les uns par rapport aux autres. L'approche n'est pas très élégante car elle demande une optimisation fastidieuse, mais

L'agroalimentaire et l'industrie du pétrole y voient un intérêt pour des analyses de routine

elle marche ! » L'appareil, de la taille d'un ordinateur portable, contient dix aimants permanents. Six sont fixes et quatre sont mobiles.

Les performances de cette RMN portable ne sont pas au niveau des appareils de laboratoire, dont les plus efficaces sont capables de déterminer la structure dans l'espace de molécules aussi complexes que des protéines. Avec la RMN portable, il s'agit juste de distinguer deux molécules dont les signatures sont connues. En revanche, le faible coût de ces appareils leur ouvre de nouvelles appli-

cations, comme des analyses de routine dans l'industrie agroalimentaire. Les industriels du pétrole sont aussi très intéressés : une RMN portable envoyée dans les forages permettrait d'estimer la porosité de la roche et la présence ou non d'hydrocarbures.

L'imagerie par résonance magnétique va-t-elle suivre la voie de la RMN ? Le marché d'un IRM portable à bas coût serait énorme. De fait, les appareils actuels, très coûteux, ne sont pas en nombre suffisant. Les experts se montrent toutefois mesurés : l'IRM portable n'est pas pour tout de suite. Il faut déjà améliorer les performances de la RMN portable. « Le champ magnétique de l'équipe de B. Blümich est assez homogène, mais peu intense, note D. Sakellariou. En combinant leur méthode d'homogénéisation du champ avec notre technique de corrélation entre le détecteur et l'aimant, on pourra probablement atteindre de bien meilleures résolutions avec des champs magnétiques plus intenses. » ■ Cécile Michaut

[1] J. Perlo et al., *Science*, 315, 1110, 2007.

Étienne Barthel : « Diminuer les reflets du verre »

OPTIQUE

Une équipe de chercheurs américains et taiwanais a mis au point un revêtement antireflet aux performances inégalées [1].

En quoi consiste ce revêtement antireflectif ?

ÉTIENNE BARTHEL : Il s'agit d'un prototype de laboratoire, dont le coefficient de réflexion (la quantité de lumière réfléchie) est de 0,1 % seulement, contre 1 % pour les revêtements traditionnels, et 4 % pour le verre non traité. Les auteurs de l'article l'ont obtenu en jouant sur l'indice optique, qui caractérise la manière dont la lumière se propage dans un milieu. L'indice optique de l'air est égal à 1, celui du verre de 1,5 environ, et cette différence est à l'origine des reflets à la surface du verre. Pour éliminer les reflets, Jingqun Xi et ses collègues ont déposé sur un support en nitrure d'aluminium des couches d'oxyde de titane puis d'oxyde de silicium d'indices différents, afin d'obtenir une variation progressive d'indices de 2,05 (l'indice du

nitrure d'aluminium) à 1. Leur but est d'éviter les variations d'indices trop abruptes aux interfaces entre deux couches d'oxyde.

Comment contrôlent-ils cette variation d'indices optiques ?

En jouant à la fois sur l'épaisseur de la couche et sur sa porosité. L'oxyde de titane ou de silicium se dépose sous forme de minuscules bâtonnets. Selon l'angle que forment ces bâtonnets avec la surface, il se crée plus ou moins de vide dans le dépôt, par effet d'écrantage. Cinq couches d'indice décroissant ont ainsi été successivement déposées. Cela semble simple, mais je pense que beaucoup d'essais ont été nécessaires pour arriver à ce résultat.

Quelles sont les applications de ces revêtements ?

Il est remarquable que ce résultat ait été obtenu avec des techniques de dépôt relativement proches de techniques massivement industrialisées. On peut donc envisager ce type de revêtement à coût raisonnable pour de grandes surfaces de verre. Ce serait, par exemple, intéressant dans le domaine de l'énergie photovoltaïque : diminuer la réflexion permet d'augmenter la quantité de lumière parvenant aux cellules. Actuellement, les revêtements antiréflexion les plus efficaces concernent surtout des objets coûteux, comme les optiques photo. Mais, avant tout, il faudra vérifier la stabilité mécanique et la durabilité de telles structures, car les matériaux poreux sont généralement plus sensibles à un environnement agressif. ■

Propos recueillis par C. M.

[1] J.-Q. Xi et al., *Nature Photonics*, 1, 176, 2007.



ÉTIENNE BARTHEL est chercheur au laboratoire mixte CNRS-Saint-Gobain « surface du verre et interfaces » à Aubervilliers. © DR

Sors de l'eau et marche !

Comment les animaux aquatiques ont-ils conquis la terre ferme ? Cette question pourrait sembler du ressort des biologistes, mais elle concerne aussi les roboticiens. Une équipe franco-suisse a mis au point un robot salamandre pour tester leur théorie sur le passage de la nage à la marche. Chez la salamandre, le contrôle des paires de pattes se trouve dans la colonne vertébrale et non dans le cerveau. Les chercheurs pensent que l'animal a développé la marche en utilisant ce système nerveux contrôlant la nage, plutôt que de créer un nouveau système nerveux. En fabriquant un robot avec deux centres nerveux indépendants, ils ont réussi à reproduire la démarche en « S » de la salamandre, mais aussi sa course et sa nage, selon la fréquence de stimulation des centres nerveux. Au-delà des connaissances en biologie, ces robots amphibies pourraient être utilisés pour inspecter des tuyaux ou faire de la reconnaissance en terrain difficile.

A. J. Ispeert et al., *Science*, 315, 1416, 2007.



© A. HERZOG, COURTESY BIOLOGICALLY INSPIRED ROBOTICS GROUP, EPFL

LIVRES

Henri Goursau
DICTIONNAIRE
DE L'AÉRONAUTIQUE
ET DE L'ESPACE

Goursau, 2007 (réédition), 720 p., 50 €.

Le langage de l'aéronautique est sans conteste l'anglais. Les passionnés et même les professionnels sont souvent démunis devant un terme technique. Ce dictionnaire (anglais-français) comprend 60 000 mots anglais et quelque 120 000 équivalents français. Peut-être lirons-nous moins d'anglicismes dans les revues spécialisées.

AGENDA

[Du 20 mars
au 2 septembre]
EXPO NANO

Expositions sur les nanotechnologies : les fondements scientifiques, les techniques, les usages et les questions éthiques. Paris, Cité des sciences. 01 40 05 70 00

[Le 10 mai]
FAUT-IL AVOIR PEUR DES
NANOTECHNOLOGIES ?

Débat dans le cadre des rencontres du Café des techniques. Paris, CNAM. 01 53 01 82 70

[Du 16 au 19 mai]
LE MONDE EST AU RISQUE

17^e Festival des sciences de Chamonix sur le thème des risques naturels, industriels, technologiques et chimiques, alimentaires, domestiques, routiers... Rencontres, débats, animations, ateliers, expériences, festival du film scientifique, spectacles, jeux, sorties découverte en nature. Chamonix. 04 50 53 00 24

[Le 24 mai]
L'ŒIL ARTIFICIEL

Conférence-débat sur les technologies de la vision, en partenariat avec *La Recherche* dans le cadre de la série « Qu'en savez-vous vraiment ? ». Paris, CNAM. 01 53 01 82 70

[Le 24 mai]
BYE BYE L'ARGENTIQUE,
BONJOUR
LE NUMÉRIQUE

Conférence-débat sur les nouvelles possibilités offertes par les technologies numériques, organisée par le CNAM dans le cadre du Café des techniques. Nantes, Forum de la FNAC. 02 40 16 10 70

WEB

www.ifremer.fr/droep/j-instrum.html

Les engins d'exploration sous-marine ont bien évolué depuis le *Nautilus* du capitaine Nemo dans *Vingt mille lieues sous les mers*. Selon les besoins, les chercheurs de l'Ifremer utilisent des modules autonomes, carottiers, robots téléguidés... mais le plus célèbre reste le *Nautilo*, un sous-marin habité plongeant jusqu'à 6 000 mètres, capable d'explorer 97 % du fond des mers.