

Le vol de la mouche

Et si les insectes nous enseignaient comment fabriquer des robots ? C'est ce que suggèrent trois physiciens marseillais, qui ont étudié le principe de pilotage à vue chez les insectes. La vitesse à laquelle les contrastes du sol défilent leur permettrait de contrôler leur vol. Les insectes maintiendraient le rapport vitesse sur hauteur à une valeur constante. Ainsi, lorsqu'une bourrasque les freine, ils perdent de l'altitude pour compenser. Une observation corroborée par celle, il y a vingt-cinq ans, d'un neurone détecteur de mouvements dans l'œil de la mouche. Les roboticiens proposent d'installer de tels capteurs de flux optiques dans les aéronefs.

N. Franceschini *et al.*, *Curr. Biol.*, 17, 329, 2007; N. Constans, « L'essor des robots insectes », *La Recherche*, février 2006, p. 66.

15 DES CHIMISTES de l'université de New York ont mis au point une méthode de fabrication de membranes ultrafines en silicium. Les membranes actuelles, utilisées par exemple en ultrafiltration ou pour la dialyse, sont mille fois plus épaisses que la taille des molécules qu'elles sont chargées de séparer. Ce qui diminue leur efficacité. Pour fabriquer des membranes de 15 nanomètres d'épaisseur, soit la taille moyenne de grosses molécules telles que les protéines, cette équipe a déposé une fine couche de silicium amorphe, qu'ils ont chauffée rapidement, selon un procédé de « recuit ». La taille des pores, de 5 à 25 nanomètres, est contrôlée par ce chauffage. Reste à accroître la densité des trous.

C.C. Striemer *et al.*, *Nature*, 445, 749, 2007.

L'ex-Anvar épinglée

La Cour des comptes a rendu un rapport très critique sur la gestion de l'Agence nationale de valorisation de la recherche (Anvar) avant son rapprochement avec la Banque de développement des PME en 2004 pour former Oseo-Anvar. La Cour relève des systèmes d'aides dispersés, du favoritisme envers les technologies de l'information et sciences de la vie, un examen des entreprises insuffisant, une efficacité mitigée, des coûts non maîtrisés, etc. Les dirigeants actuels d'Oseo-Anvar affirment que la situation, désormais, est saine.

www.senat.fr/bulletin/20070205/fin.html

Téléphone à retournement temporel

TÉLÉCOMMUNICATIONS

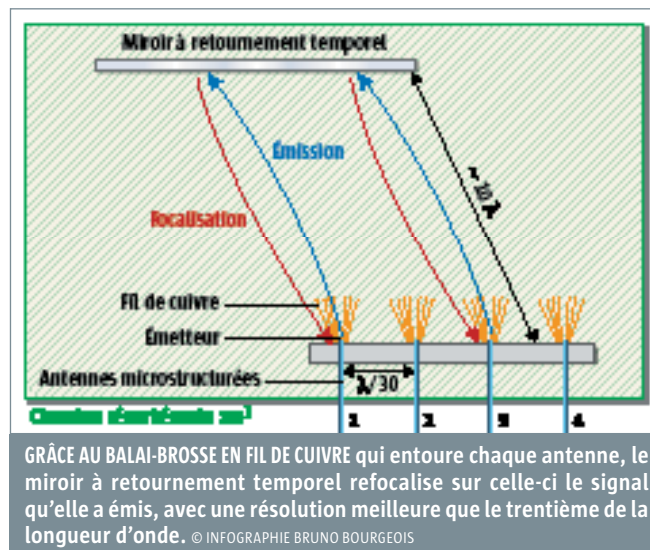
Une technique mise au point pour focaliser les ondes acoustiques a été étendue aux ondes électromagnétiques. À la clé, l'accroissement du débit d'informations dans les télécommunications sans fil.

Quand des spécialistes de l'acoustique s'intéressent à la lumière, ils inventent... une nouvelle manière de focaliser les ondes. La découverte est d'importance, car elle permet d'augmenter fortement la quantité d'informations véhiculées par ces ondes électromagnétiques. Geoffroy Lerosey et ses collègues, de l'École supérieure de physique et chimie de Paris, ont appliqué la technique du « miroir à retournement temporel » aux micro-ondes utilisées en téléphonie mobile et dans l'Internet sans fil (le Wi-Fi) [1].

Cette technique, mise au point pour des ondes acoustiques il y a quelques années par Mathias Fink, responsable de l'équipe, permet de refocaliser son son sur la source qui lui a donné naissance [2].

« Nous avons pensé que le miroir à retournement temporel pouvait s'appliquer aux ondes électromagnétiques, raconte M. Fink. G. Lerosey a prouvé expérimentalement que cela fonctionne bien pour les micro-ondes. »

Afin d'étudier les qualités de focalisation du dispositif, les physiciens ont disposé plusieurs autres antennes tout près de l'émetteur pour analyser le signal récupéré par ce dernier. « Nous avons remarqué que dans certains cas la taille de la "tache focale" était inférieure à un dixième de la longueur d'onde



utilisée. » Or, les lois de l'optique indiquent qu'on ne peut pas distinguer des détails de dimension inférieure à la demi-longueur d'onde : c'est la limite de diffraction. « Nous avons énormément discuté pour déterminer si nos résultats provenaient d'un artefact, mais après avoir passé au crible toutes les erreurs expérimentales possibles, et après un travail théorique sur le retournement temporel, nous avons conclu

Cette technique fonctionne dès que l'environnement peut réfléchir les ondes

qu'il s'agissait d'un phénomène de "superfocalisation". » À l'origine de ce phénomène, une sorte de balai-brosse, formé de fils de cuivre désordonnés, placé à très faible distance de l'émetteur de micro-ondes. Ces fils agissent sur les ondes « évanescentes », qui portent les informations plus petites que la demi-longueur d'onde, mais se propagent peu. Les fils de cuivre convertissent ces ondes évanescentes en ondes qui se propagent normalement. « Nous avons observé

des détails d'ordre du trentième de la longueur d'onde utilisée, mais on peut faire beaucoup mieux », s'enthousiasme M. Fink.

Les principales applications concernent les télécommunications sans fil à très haut débit. Puisque l'on focalise bien mieux les ondes, on peut envoyer en parallèle de nombreuses informations sur de minuscules antennes situées très près les unes des autres, sans que ces données se perturbent. C'est ce qu'a fait l'équipe de M. Fink, en envoyant à trois antennes rapprochées les informations concernant une fleur. Chaque antenne reçoit les données propres à une couleur sans être gênée par les autres ondes. Cette technique fonctionne dès que l'environnement réfléchit les ondes, c'est-à-dire dans les logements et bureaux, mais aussi dans les villes, où la réverbération des bâtiments est suffisante. ■ Cécile Michaut

[1] G. Lerosey *et al.*, *Science*, 315, 1120, 2007.

[2] A. Derode *et al.*, « Ultrasons : remonter le temps malgré le désordre », *La Recherche*, octobre 1996, p. 46.

Alain Claverie : «Une étape vers l'électronique moléculaire»

NANOTECHNOLOGIES

Des chimistes californiens viennent de présenter une mémoire d'ordinateur fabriquée à l'aide de principes d'électronique moléculaire [1]. Leur composant contient toutefois encore quelques millions de molécules.

À quoi ressemble cette « mémoire moléculaire » ?

ALAIN CLAVERIE : Jonathan Green, de Caltech, et ses collègues ont fabriqué une mémoire d'ordinateur dans laquelle des molécules jouent le rôle d'éléments de stockage. Pour cela, ils ont d'abord gravé sur du silicium deux réseaux de fils de silicium perpendiculaires, formant une sorte de « matrice » de 400 lignes et 400 colonnes, à l'aide de techniques classiques de l'électronique. Entre ces deux réseaux de silicium, ils ont disposé des molécules appelées rotaxanes, de forme allongée. Il y a en moyenne quelques milliers de rotaxanes à l'intersection de deux fils. Chaque rotaxane possède un

groupement chimique, sorte d'anneau qui peut avoir deux positions différentes le long de l'axe de la molécule. En appliquant une tension de + 1,5 ou - 1,5 volt à un fil de silicium, on modifie la position de l'anneau des molécules de rotaxane fixées à ce fil. Or, la conductance de la molécule varie avec la position de l'anneau. On peut donc détecter l'état de la molécule, qui correspond à l'état « 0 » ou « 1 » d'un bit informatique, en lisant le courant circulant entre les deux fils.

S'agit-il réellement d'électronique moléculaire ?

C'est ce qu'ils affirment, mais nous sommes nombreux à trouver que c'est exagéré. L'ambition de l'électronique moléculaire n'est pas de remplacer un ou deux composants en silicium par quelques milliers de molécules, mais de réaliser un ensemble de fonctions électroniques à l'aide de molécules, idéalement une seule : c'est l'approche dite « bottom-up », où l'on construit le dispositif par assemblage ou dans une seule molécule. Ici, les fils de silicium et leurs contacts sont fabriqués par les techni-

ques classiques de lithographie, selon une approche « top-down », où les motifs sont gravés dans un matériau massif.

Alors, c'est juste un effet d'annonce ?

Non, ce travail est intéressant. Il combine le meilleur de trois technologies : la lithographie, l'introduction d'un matériau moléculaire et un protocole de tests et de correction des défauts. Leur circuit contient en effet de nombreux défauts, et il faut les identifier pour pouvoir gérer ces imperfections afin d'effectuer un « calcul ». Cette notion de « tolérance aux défauts » devra se

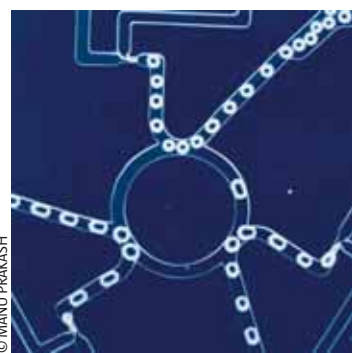
développer de pair avec l'électronique moléculaire. Les performances sont très inférieures à ce que l'on sait faire en termes de mémoires aujourd'hui, et se dégradent rapidement. Ces travaux ne sont pas encore de l'électronique moléculaire, mais ils permettent d'entrevoir les difficultés à résoudre. ■

Propos recueillis par C. M.

[1] J. E. Green et al., *Nature*, 445, 414, 2007.



ALAIN CLAVERIE est directeur de recherche CNRS au centre d'élaboration de matériaux et d'études structurales à Toulouse. © DR



© MANU PRAKASH

Bulles de calcul

La microfluidique, qui consiste à manipuler d'infimes quantités de liquides ou de gaz dans des canaux de quelques micromètres de large, a surtout des débouchés en diagnostic médical ou en analyse chimique. Deux Américains viennent de lui trouver une application originale : le calcul logique. Chaque bulle est un bit d'information. Or, une bulle qui se déplace dans un canal crée une

résistance au passage de la bulle suivante. En arrivant à une jonction, la seconde bulle aura donc tendance à emprunter un chemin différent de la première. En concevant des architectures de canaux adaptées, les chercheurs new-yorkais exploitent cette propriété pour créer des fonctions logiques de type ET, OU, ou NON qu'ils parviennent également à combiner. Même si les performances de ces « calculateurs » restent faibles, ces travaux démontrent le potentiel de la microfluidique.

M. Prakash et N. Gershenfeld, *Science*, 315, 832, 2007.

LIVRES

Paul Reuss
L'ÉPOPÉE DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE
EDP Sciences, 2007, 184 p., 25 €.

Comme son nom l'indique, ce livre est une ode à l'énergie nucléaire et à ses pionniers. Peu d'esprit critique, mais de nombreuses informations historiques et techniques.

Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et techniques
AUDITION PUBLIQUE SUR LES NANOTECHNOLOGIES : RISQUES POTENTIELS, ENJEUX ÉTHIQUES
Assemblée nationale, 2007, 138 p., 8 €.

Ce rapport rend compte de l'audition publique du 7 novembre 2006 sur les nanotechnologies. Il

permet de comprendre les enjeux des recherches, l'état des connaissances, ainsi que différents points de vue sur ce sujet très controversé.

AGENDA

[À partir du 13 février]

ALPES 2020

Exposition en vidéo et en photographies sur la construction de quatre grands tunnels dans les Alpes, qui devraient voir le jour d'ici à 2020.

Paris, Cité des sciences.

01 40 05 80 00

[Le 26 avril]

LE PODCAST

Conférence sur ces

techniques de diffusion de fichiers audio et vidéo sur Internet, en partenariat avec *La Recherche* dans le cadre de la série « Qu'en savez-vous vraiment ? »

Paris, CNAM.

01 53 01 82 70

[Le 26 avril, 19 h 30]

LES MESURES DE L'EXTRÊME

Conférence de Jean-Pierre Leyrat et Jean-Luc Miquel, du Commissariat à l'énergie atomique, dans le cadre des « jeudis du CEA » sur les expérimentations et les mesures sur les armes nucléaires.

Vélizy (Yvelines), FNAC.

08 25 02 00 20

WEB

www.moteurstirling.com

Les moteurs *stirling*, également appelés moteurs à air chaud, ont de plus en plus d'adeptes. Ce site raconte leur histoire depuis leur invention au XIX^e siècle, explique leur mode de fonctionnement, décrit leurs applications, leurs avantages, sans cacher leurs inconvénients.