

### Nanopipettes

Une pipette est une tige en verre servant à prélever un liquide. Une équipe de l'université de Pennsylvanie vient de fabriquer des nanopipettes, mille fois plus fines qu'un cheveu, capables d'injecter des liquides à l'intérieur même des cellules sans les détériorer. Constituées de carbone, elles sont assez solides pour ne pas casser, mais suffisamment rigides pour pénétrer les cellules. Elles devraient aussi permettre de mesurer l'activité électrique des cellules durant l'injection. Cerise sur le gâteau, elles sont simples à fabriquer.

➔ M. G. Schrlau *et al.*, *Nanotechnology*, 19, 015101, 2008.

### 1377 POUR DÉTECTER

directement des planètes extrasolaires, un instrument baptisé Sphere sera prochainement installé sur l'un des quatre télescopes du Very Large Telescope au Chili. Sphere comportera un miroir déformable mû par 1377 actionneurs piézoélectriques. Fabriqué par l'entreprise Cilas, il vient d'être livré à l'European Southern Observatory (ESO). Sphere sera aussi équipé d'un système d'optique adaptative destiné à corriger les effets de la turbulence, et d'un dispositif pour éliminer la lumière provenant de l'étoile elle-même. Pour les chercheurs, observer directement une planète extrasolaire équivaut à distinguer, depuis Paris, la lueur d'une bougie dans la lumière d'un phare à Marseille.

➔ [www.cilas.com](http://www.cilas.com)

### La course au supercalculateur

Le CNRS va se doter d'ici juillet d'une plate-forme de calcul d'une puissance de 207 téraflops (207 000 milliards d'opérations par seconde), contre 6,7 téraflops actuellement. Les applications de ce calculateur fourni par IBM concernent le climat, la modélisation de réactions chimiques ou la compréhension de mécanismes biologiques. De son côté, le Texas Advanced Computing Center vient de s'équiper d'une machine de 504 téraflops, qui devrait déclasser du premier rang mondial le Bluegene/L du Lawrence Livermore National Laboratory à Berkeley (Californie), qui atteint 478,2 téraflops.

➔ [www.cnrs.fr](http://www.cnrs.fr); [www.taborresearch.com/tacc.html](http://www.taborresearch.com/tacc.html)

# Paul Broutin : « Capter et stocker en sous-sol dès 2015 »

## EFFET DE SERRE

**Fin janvier, plus de 200 chercheurs européens ont fait le point sur les technologies de captage du dioxyde de carbone en vue de le stocker dans le sous-sol [1]. Objectif : éviter d'envoyer dans l'atmosphère ce gaz à effet de serre [2].**

### Qu'est-ce que le stockage géologique du dioxyde de carbone ?

**PAUL BROUTIN** : il s'agit de récupérer le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) émis en grande quantité dans les fumées de certaines industries – les centrales thermiques essentiellement, mais aussi les hauts fourneaux, les fours de cimenterie et les raffineries –, afin de l'injecter en sous-sol, où il pourrait être séquestré pendant plusieurs siècles. Mais auparavant, il faut le capter dans les gaz de combustion et le compresser, et ce à un coût raisonnable. C'est l'objet des recherches sur le captage.

### Comment capter ce CO<sub>2</sub> ?

Il existe plusieurs techniques, plus ou moins avancées. La plus au point est la postcombustion. Il s'agit de brûler le combustible (charbon, fioul, gaz naturel, etc.) à l'air, puis de séparer le CO<sub>2</sub> produit des autres gaz. Pour cela, on envoie la fumée vers des solvants capables d'absorber le CO<sub>2</sub>, dans de très grosses colonnes. Pour tester et optimiser cette technologie, un pilote a été construit en 2006 sur la centrale thermique d'Esbjerg au Danemark, dans le cadre du projet européen Castor. Ce pilote permet de décarbonater 90 % des fumées qu'il reçoit. Quatre campagnes d'essais ont permis de tester plusieurs solvants.



PAUL BROUTIN est chef de projet sur la capture du CO<sub>2</sub> à l'IFP. © DR

### À quel coût ?

Actuellement, il faut dépenser 3,5 gigajoules par tonne de CO<sub>2</sub> pour régénérer le solvant

après qu'il a capté le CO<sub>2</sub>. Ce qui diminue de 5 % le rendement d'une centrale thermique. Or, la compression du CO<sub>2</sub> avant injection coûte aussi 5 % de rendement. Ainsi, équiper une centrale thermique d'une unité de captage de CO<sub>2</sub> fait passer son rendement de 45 % environ à 35 %. Clairement, la séquestration aura un coût financier et énergétique.

### Quelles sont les autres techniques de capture à l'étude ?

Dans le cas de l'oxycombustion, on brûle le combustible dans l'oxygène et non dans l'air. Il suffit alors de condenser l'eau émise lors de la combustion pour récupérer le CO<sub>2</sub>.

# Le silicium se tient au courant

## MATÉRIAUX

**Les performances des nanotubes de silicium relancent l'intérêt pour les matériaux thermoélectriques, capables de produire de l'électricité à partir de chaleur.**

Les matériaux thermoélectriques transforment de la chaleur en électricité. Intéressant... sauf que leur efficacité est faible. Deux équipes de chercheurs californiens, l'une à Pasadena, l'autre à Berkeley, viennent indépendamment de relancer la course aux performances de ces matériaux : ils ont montré que, sous forme de nanotubes, le silicium était jusqu'à cent fois plus efficace que sous forme massive.

L'intérêt des matériaux thermoélectriques est double. Tout d'abord, ils pourraient permettre de récupérer de la chaleur inutilisée pour la convertir en électricité. On pense par exem-

ple aux pots d'échappement des voitures, ou aux circuits de refroidissement de centrales électriques. L'effet thermoélectrique permet également de refroidir un matériau, puisqu'on « pompe » sa chaleur en la convertissant en électricité. C'est là que le résultat obtenu par les deux équipes californiennes est particulièrement intéressant : le silicium est en effet le matériau de la microélectronique. Or, avec la miniaturisation et l'augmentation continue des puissances de calcul, ces circuits électroniques chauffent de plus en plus. On imagine l'intérêt d'un dispositif en silicium capable d'évacuer la chaleur.

On n'en est pas là. Le silicium était, jusqu'à aujourd'hui, un très mauvais matériau thermoélectrique, et malgré la multiplication par cent des performances, les nanotubes de silicium restent en deçà des meilleurs matériaux thermoé-

## ker le CO<sub>2</sub>

Mais cela implique de séparer l'oxygène de l'air avant la combustion. Et la combustion dans l'oxygène, beaucoup plus intense que dans l'air, reste

### Un pilote a été construit pour tester la technique de capture en postcombustion

difficile à maîtriser. Une troisième technique, appelée captage précombustion, consiste à décomposer le combustible pour en extraire de l'hydrogène. Celui-ci peut alors être brûlé directement dans la centrale, sans produire de CO<sub>2</sub>, ou être utilisé dans les transports. Mais là aussi, il est difficile

de maîtriser la combustion intense de l'hydrogène, pour laquelle il faut concevoir une turbine spécifique.

### Quand verra-t-on la première installation industrielle de capture et stockage de CO<sub>2</sub> ?

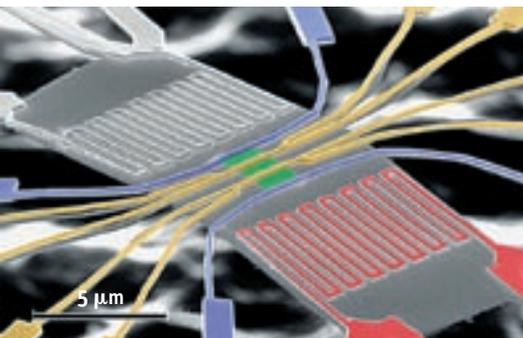
Nous avons démontré la faisabilité de la capture en postcombustion, et la Commission européenne souhaite qu'une douzaine de centrales soient équipées d'ici à 2015-2020. Les aspects réglementaires du stockage géologique ont bien progressé.

Reste à trouver les sites de stockage, mais surtout, il faut que les industriels s'engagent. ■

Propos recueillis par Cécile Michaut

[1] Workshop commun des projets européens Castor/Encap/Cachet /dynamis, IFP-Lyon 22-24 janvier 2008 ([www.cachetco2.eu/c2ws/](http://www.cachetco2.eu/c2ws/))

[2] Jacques-Olivier Baruch, « Peut-on enterrer l'effet de serre ? », *La Recherche*, janvier 2007, p. 48.



CE DISPOSITIF SERT À MESURER les capacités de nanotubes de silicium à convertir la chaleur en électricité. Ces nanotubes thermoélectriques sont cent fois plus performants que le silicium massif. © J. R. HEALTH/CALTECH

lectriques, formés d'alliages semi-conducteurs ou d'oxydes métalliques. C'est le principe même de l'expérience qui est intéressant : si les matériaux les plus efficaces actuels voient eux aussi leurs performances bondir lorsqu'ils sont sous forme nanométrique, quelle avancée !

Au fait, pourquoi les nanotubes sont-ils plus efficaces que le matériau massif ? Les nanotubes thermoélectriques doivent être de bons conducteurs électriques et de mauvais conducteurs thermiques. Or, ces deux propriétés vont généralement de pair, c'est pourquoi

il est si difficile d'avoir de bons matériaux thermoélectriques. Dans le cas des nanotubes, la conductivité thermique diminue considérablement, mais pas la conductivité électrique.

« Ces résultats relancent l'intérêt pour la thermoélectricité : de nombreuses équipes vont essayer de faire des nanofils ou des composés nanostructurés avec les matériaux connus pour être de bons thermoélectriques, estime Bertrand Lenoir, du laboratoire de physique des matériaux de Nancy. C'est également en phase avec les questions environnementales et énergétiques actuelles. » ■ C. M.

## Lentille bionique

Cette lentille à positionner sur les yeux contient un circuit électronique transparent. Des ingénieurs de l'université de Washington ont en effet réussi à adapter les techniques d'impression des circuits électroniques à un matériau souple et biocompatible. À quoi une telle lentille peut-elle servir ? Là,



© UNIVERSITY OF WASHINGTON

les réponses sont moins claires. « Il s'agit de superposer des informations fournies par la lentille à ce qu'on voit, expliquent les ingénieurs. Par exemple, un conducteur pourrait voir la vitesse de son véhicule s'afficher sur le pare-brise, des joueurs pourraient davantage s'immerger dans un environnement virtuel... » C'est ce qu'on appelle la « réalité augmentée ». En fait, les applications restent à inventer. Auparavant, il faudra résoudre le problème de l'alimentation électrique de ce circuit, par exemple avec des cellules solaires disposées sur la lentille. Sans oublier les questions éthiques liées à ces instruments.

➔ <http://uwnews.washington.edu/ni/article.asp?articleID=39094>

## LIVRES

**Bernard Schnetzler LA GUERRE INTELLIGENTE** *Economica*, 2008, 208 p., 27 €.

En matière militaire, les avancées technologiques ne suffisent pas, les aspects tactiques et économiques sont tout aussi prépondérants pour gagner des guerres, montre Bernard Schnetzler en s'appuyant sur les exemples des guerres passées. Les conflits présents semblent lui donner raison. Mais comment peut-il, dans son titre, mêler deux mots aussi opposés que « guerre » et « intelligente » ?

Breuzit (Alpha Hydrogène), auteur d'un livre du même nom. Retransmission en visioconférence. Paris, CNAM. 01 41 44 93 72

[Le 27 mars] **LE VOTE ÉLECTRONIQUE** Conférence dans le cadre du cycle « Qu'en savez-vous vraiment ? », en partenariat avec *La Recherche*. Retransmis dans les centres régionaux du CNAM.

Paris, CNAM. 01 53 01 82 70

[Jusqu'au 30 mars] **BENJAMIN FRANKLIN : HOMME DE SCIENCE, HOMME DU MONDE**

Exposition à l'occasion du tricentenaire de la naissance de Benjamin Franklin, scientifique, inventeur, diplomate, mais aussi écrivain, humoriste, et entrepreneur.

Paris, musée des Arts et Métiers. <http://tinyurl.com/ysgjjr>

[Les 29 et 30 mars] **TROPHÉES DE ROBOTIQUE** Finale de la quinzième édition des trophées de robotique, sur le thème des énergies renouvelables.

Palaiseau, École polytechnique. 01 69 02 76 12

## WEB

<http://tinyurl.com/2gtfev>

Vous pensez que le textile se réduit à l'habillement ? Pourtant, il est aussi indispensable dans la construction, l'électronique, ou encore les transports. Ce dossier de la Banque des savoirs de l'Esbonne montre que les textiles sont aujourd'hui un matériau de haute technologie.

## AGENDA

[Le 11 mars] **L'HYDROGÈNE, AVENIR DE LA VOITURE ?** Conférence de Pierre