

### Nanotubes pour batteries

Les propriétés électrochimiques du silicium en font un matériau intéressant comme anode dans les batteries au lithium. Mais lorsque l'on charge et décharge ces batteries, le volume des électrodes en silicium change, ce qui les détruit assez rapidement. Des chercheurs américains proposent d'utiliser des nanotubes de silicium, greffés directement sur le collecteur de courant. Ces nanotubes peuvent ainsi gonfler sans détériorer leurs voisins. Au bout de plusieurs cycles de charge et décharge, cette anode garde 75 % de ses capacités.

C. K. Chan et al., *Nature Nanotechnology*, doi:10.1038/nano.2007.411.

**80** LE LABORATOIRE D'ÉLECTRONIQUE ET DE TECHNOLOGIE DE L'INFORMATION (LETI) du CEA a développé un système permettant de tripler, voire quadrupler, la capacité de stockage des disques BlueRay. Les gravures des disques BlueRay ont une taille maximale de 160 nanomètres, et la finesse de lecture du rayon laser bleu est au mieux de 120 nanomètres. En ajoutant trois couches d'un alliage d'antimoine et d'indium, les chercheurs du Leti parviennent à concentrer la partie la plus intense du faisceau laser, et ils obtiennent ainsi une finesse de lecture de 80 nanomètres. Ces travaux font l'objet de partenariats avec des industriels comme Ricoh.

[www-leti.cea.fr](http://www-leti.cea.fr)

### Centrale osmotique

La société norvégienne Statkraft construit une centrale fonctionnant à l'énergie osmotique. Le principe de cette centrale est l'inverse de celui du dessalement : une membrane est disposée entre de l'eau de mer et de l'eau douce, et la différence de pression entre les deux, due au phénomène d'osmose, permet d'actionner une turbine générant de l'électricité. La puissance de ce prototype restera limitée : 2 à 4 kilowatts, de quoi alimenter un seul foyer moyen en électricité. Le but de Statkraft est bien sûr d'optimiser cette technologie : la société norvégienne estime que 10 % de l'électricité du pays pourrait être produite par osmose.

[www.statkraft.com](http://www.statkraft.com)

## Thierry Lasserre : « Des neutri- les centrales nucléaires »

### SÉCURITÉ

**La science des neutrinos a longtemps été considérée comme purement fondamentale tant ces particules élémentaires interagissent peu avec la matière. Un colloque sur leurs applications propose pourtant que des neutrinos jouent les mouchards dans les centrales nucléaires [1].**

Où se nichent les neutrinos dans une centrale nucléaire ?

**THIERRY LASSERRE :** Dans le réacteur, la production de neutrinos est gigantesque : environ  $10^{21}$  par seconde. Ils traversent l'enceinte et nous apportent une information directe sur ce qui se passe au cœur du réacteur. Comme il est impossible de stopper ces neutrinos ou de les cacher, cette information est infalsifiable. Une expérience menée près de la centrale nucléaire de San Onofre en Californie a montré qu'un détecteur placé dans la centrale juste à côté du réacteur discernait, grâce aux neutrinos, l'évolution du combustible nucléaire (uranium et plutonium) au fil des semaines. On pourrait ainsi prévenir des détournements de combustible dans les centrales. Mais nous devons encore faire progresser la sensibilité des détecteurs : nous mesurons une variation de l'ordre de 100 kilogrammes de plutonium, alors que seuls 15 kilogrammes suffisent pour faire une bombe.

Comment pourrait-on organiser une telle surveillance ?

Il s'agit de contrôles en accord avec les pays concernés, pas de détection d'essais nucléaires clandestins ou de centrales cachées. Actuellement, les



THIERRY LASSERRE est physicien au Commissariat à l'énergie atomique. © DR

inspecteurs de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) effectuent des contrôles ponctuels du combustible. Avec un détecteur de neutrinos, on

pourrait surveiller en continu l'usage du combustible. L'AIEA est particulièrement intéressée : si le nombre de centrales nucléaires augmente fortement dans les années à venir, le système actuel de contrôle devra se renforcer à l'aide de nouvelles technologies. La surveillance à l'aide des neutrinos automatiserait ce contrôle des centrales. En revanche, elle ne permet pas de surveiller l'enrichissement ou le retraitement.

Les détecteurs sont-ils au point ?

Ceux développés pour la recherche fondamentale fonctionnent depuis longtemps, mais ils sont coûteux et pèsent plusieurs milliers de tonnes. On en développe de bien plus

## Un bras robotisé aide les han-

### ROBOTIQUE

**Une webcam, un ordinateur et un bras articulé : de quoi attraper facilement des objets peu fragiles.**

Loin de l'image des robots de science-fiction, ou d'amusement comme le chien-robot Aibo, certains robots peuvent être réellement utiles. C'est le cas de ceux destinés à l'aide aux personnes handicapées. Aviso, développé par le laboratoire d'intégration des systèmes et des technologies (LIST) du Commissariat à l'énergie atomique (CEA), vient d'être testé avec succès auprès d'une quarantaine de personnes, dont dix tétraplégiques [1].

Aviso est composé d'un bras mobile qui saisit les objets, sur lequel est montée une paire de caméras de type webcam visualisant l'environnement. Il suffit alors que l'opérateur

sélectionne sur un écran l'un des objets filmés par Aviso pour que le bras articulé s'en saisisse et rapporte l'objet. « Les personnes ayant testé Aviso ont appris rapidement à s'en servir et l'ont trouvé facile à utiliser et peu fatigant, indique Isabelle Laffont, responsable des essais cliniques. Ils ont proposé deux améliorations : augmenter le champ de vision de la caméra, et équiper Aviso d'un système anticollision. »

C'est pour tenir compte de ces suggestions qu'est né le projet Aviso II, équipé d'une caméra panoramique ayant un champ de vision de 360 °C. Cela permet de diminuer le nombre de clics nécessaires pour sélectionner l'objet à saisir. Concrètement, il s'agit d'une webcam couplée à un miroir convexe en forme de demi-boule qui reflète l'ensemble de la pièce. De nombreuses améliorations restent

## nos pour surveiller

petits, mesurant 2 à 3 mètres cubes, pour un poids de quelques tonnes. Les recherches actuelles visent notamment à les rendre plus sûrs pour opérer à quelques dizaines de mètres du cœur. En effet, ils contiennent de l'huile, inflammable, que l'on tente de remplacer par un plastique ou de l'eau dopée avec du gadolinium. Trois prototypes sont actuellement en test aux États-Unis.

### Quand pourraient-ils être déployés ?

Pour l'instant, aucun industriel ne s'est lancé. Nous devons d'abord simplifier ces détecteurs pour les rendre utilisables par des non-physiciens. Si l'AIEA est intéressée, elle

demandera aux États membres de lui en fournir, car elle n'a pas de moyens propres pour en commander. Par ailleurs, ces détecteurs pourraient avoir une autre application : aider les exploitants de centrales nucléaires à mesurer la puissance thermique de leurs réacteurs. Actuellement, cette puissance est mesurée indirectement, en examinant les échanges de chaleur dans les circuits de refroidissement. Notre méthode serait complémentaire, et permettrait de comparer les réacteurs entre eux avec le même instrument. ■

Propos recueillis par Cécile Michaut

[1] [www.apc.univ-paris7.fr/AAP2007/](http://www.apc.univ-paris7.fr/AAP2007/)

## dicapés



D'UN SEUL CLIC de souris, la personne handicapée ordonne au bras articulé de saisir la bouteille d'eau et de la lui rapporter.

nécessaires avant qu'Aviso II soit utilisable en conditions réelles au domicile des handicapés. Actuellement, ce robot ne fonctionne que pour certains objets faciles à attraper et peu fragiles, comme une canette en métal. Attraper une paire de lunettes nécessitera d'ajouter des capteurs pour diminuer la force de serrage,

et d'adapter le bras pour qu'il soit capable de s'orienter de façon variée.

« Nous devons aussi travailler sur l'usage de ce robot : que lui fait-on faire une fois que l'objet est attrapé ? » s'interroge Christophe Leroux, responsable de ce projet au CEA. Nous devons notamment faire en sorte que le bras soit capable d'éviter les objets sur sa trajectoire. » Les évaluations d'Aviso II sont en cours dans trois centres de rééducation fonctionnels. Début 2008, le bras Aviso sera monté sur une base mobile autonome, et la personne handicapée pourra demander au robot d'aller chercher des objets dans une autre pièce. En cas de succès, reste à trouver un partenaire industriel pour tenter de proposer ce robot à un prix raisonnable. ■ C. M.

[1] <http://tinyurl.com/2rmzjb> ;  
<http://tinyurl.com/yta6d8>

## Un mini-synchrotron expérimenté

### INSTRUMENTATION

**L'accélération des électrons à l'aide de plasmas permet de concevoir des sources de lumière synchrotron bien plus compactes qu'aujourd'hui.**

Les débats houleux qui, en 2000, ont précédé la construction du synchrotron Soleil, n'auront peut-être plus lieu d'être à l'avenir. Un groupe de chercheurs allemands, sud-africains et britanniques vient en effet d'obtenir un rayonnement synchrotron à l'aide d'un instrument compact, dans lequel les électrons sont accélérés à l'aide d'un plasma [1]. Ils ouvrent ainsi la voie vers des machines relativement bon marché.

Un synchrotron comme Soleil est un gros instrument scientifique destiné à produire un rayonnement lumineux très intense. Pour cela, on accélère des électrons, et on les fait circuler dans de grands anneaux de plusieurs centaines de mètres de long. Lorsque ces électrons tournent, ils émet-



DANS CET ACCÉLÉRATEUR très compact, les électrons acquièrent de l'énergie en « surfant » sur un plasma. On les fait ensuite osciller afin qu'ils émettent un rayonnement lumineux intense.

© FRIEDRICH SCHILLER/UNIVERSITÄT JENA

tent un rayonnement lumineux intense. Mais ces machines sont très coûteuses – plus de 400 millions d'euros pour Soleil –, donc peu nombreuses, et la sélection est rude entre les équipes scientifiques pour bénéficier du rayonnement synchrotron.

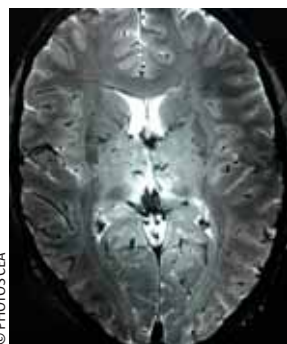
Depuis quelques années, des physiciens parviennent à accélérer des particules à l'aide de plasmas, qui jouent le rôle de « vagues » sur lesquels les électrons surfent. Ces machines sont très compactes : les électrons sont accélérés sur quelques dizaines de centimètres. Aujourd'hui, un mini-accelérateur à plasma a été couplé à un onduleur, un dispositif faisant osciller les électrons. À chaque

oscillation, les électrons émettent un rayonnement, comme dans un synchrotron standard. « Ces résultats sont très prometteurs », estime Antoine Rousse, du laboratoire d'optique appliquée à l'École polytechnique. *Le rayonnement se situe dans le domaine visible, il faudra ensuite obtenir le même résultat dans le domaine des rayons X, mille fois*

*plus énergétiques. Mais nous ne savons pas produire suffisamment d'électrons de plus d'un gigaélectronvolts pour cela.*»

Les systèmes laser capables de produire des bouffées de rayons X devraient être disponibles d'ici deux à trois ans. Mais l'intensité restera bien plus faible que dans les synchrotrons traditionnels. Pour les rayonnements de très haute intensité, les physiciens se tournent vers un autre type de machine : les lasers à électrons libres, en construction en Allemagne, aux États-Unis et au Japon. Là encore, de très grosses machines. À moins qu'on ne parvienne à construire des lasers à électrons libres compacts, Graal des physiciens travaillant sur les accélérateurs à plasma. ■ C. M.

[1] H.-P. Schlenvoigt et al., *Nature Physics* doi :10.1038/nphys811



© PHOTOS CEA

### Hauts champs, petits détails

Ces deux images du cerveau ont été prises avec un appareil d'imagerie par résonance magnétique (IRM) dont le champ magnétique atteint 7 teslas, soit 140 000 fois le

champ terrestre. Les IRM utilisés actuellement en hôpital atteignent 3 teslas au maximum. En augmentant ainsi le champ magnétique, on peut distinguer des détails de 400 micromètres, au lieu de 1 millimètre pour les appareils actuels. Le contraste des images est aussi augmenté, révélant de nouvelles structures au sein des fibres qui constituent la matière blanche du cerveau. Ces images ont été obtenues dans la nouvelle plate-forme d'imagerie *in vivo* NeuroSpin à Gif-sur-Yvette, dans l'Essonne. Prochaine étape : des images encore plus précises, grâce au nouvel aimant de 17,65 teslas que NeuroSpin vient d'acquérir.

[www-dsv.cea.fr/neurospin/](http://www-dsv.cea.fr/neurospin/)

### LIVRES

**Cédric Ray et Jean-Claude Poizat**  
**LA PHYSIQUE PAR LES OBJETS QUOTIDIENS**  
Belin, 2007, 160 p., 22,5 €.

Décortiquant seize objets quotidiens, des ampoules à incandescence aux détecteurs de fumée en passant par le disque compact ou l'échographie médicale, les auteurs nous expliquent leur principe de fonctionnement, mais aussi la physique sous-jacente. Les encadrés, schémas et foires aux questions facilitent la lecture.

et séminaire de Laurent Thenie (Cadence Design Systems).  
Paris, Collège de France.  
01 44 27 12 11

[Le 21 février]  
**MATÉRIAUX COMPOSITES, MATIÈRES À IMAGINATION**  
Café débat dans le cadre des rencontres du Café des techniques.  
Paris, CNAM.  
01 53 01 82 70

[Le 28 février]  
**LES VERRES DU FUTUR**  
Conférence dans le cadre du cycle « Qu'en savez-vous vraiment ? », en

partenariat avec *La Recherche*.  
Paris, CNAM.  
01 53 01 82 70

[Jusqu'au 25 mai]  
**LA CONVERGENCE NUMÉRIQUE**

Une exposition pour découvrir comment nous pouvons téléphoner n'importe où, mais aussi recevoir et envoyer des e-mails, accéder aux informations, etc. Et demain, de quoi seront capables les outils numériques, et comment transformeront-ils notre quotidien ?  
Paris, Cité des sciences.  
01 40 05 70 00

### WEB

[www.avem.fr](http://www.avem.fr)

L'homologation de la voiture électrique Bluecar conçue par Bolloré est l'occasion de visiter le site de l'Association pour l'avenir du véhicule électrique méditerranéen (Avem), qui promeut tous les véhicules électriques (vélos, scooters, voitures, etc.). Avec un historique des voitures électriques, et des explications sur les technologies disponibles et les batteries.

### AGENDA

[Le 1<sup>er</sup> février]  
**DES CIRCUITS AUX SYSTÈMES SUR PUCES**

La course à l'infiniment petit et ses challenges technologiques. Cours