

Communication au sommet

La société Astrium, filiale d'EADS, a réalisé six liaisons optiques entre un avion militaire (Mystère 20) et un satellite géostationnaire. Son but : démontrer la faisabilité d'une telle communication en vue de faciliter les liaisons entre un drone et la Terre. En effet, le drone ne peut transmettre directement ses données que dans un rayon de 200 à 300 kilomètres. Pour un rayon d'action plus large, il faut qu'il transmette ses données à un satellite qui rediffusera l'information. Le défi n'est pas mince : le faisceau laser doit être extrêmement fin pour pointer précisément la cible. Cela équivaut à viser l'œil droit d'une mouche à 1 kilomètre. Par ailleurs, il faut tenir compte des perturbations : vibrations du moteur, déformation du faisceau lumineux par l'atmosphère, etc.

www.space.eads.net/families/a-safer-world/futuredefnce/lola-fr

60 LA PREMIÈRE GRANDE PANNE D'INTERNET

a eu lieu en Asie fin 2006. Après un tremblement de terre au large de Taïwan le 26 décembre, des câbles optiques ont été endommagés affectant 60 % à 70 % de la capacité Internet de l'Asie. Taïwan, Hongkong, le Japon, ainsi que la Chine ont été touchés. Les liaisons locales et satellitaires ont continué à fonctionner normalement. Cet incident a paradoxalement montré la robustesse du réseau Internet mondial, puisqu'il n'y a pas eu d'effet domino. Ni l'Europe ni les États-Unis n'ont été touchés par cette panne.

Associated Press

Toucher, c'est jouer

Des chercheurs du CEA et de l'École polytechnique ont mis au point un dispositif tactile très sensible. Son principe : des particules magnétiques qui s'alignent sous un champ magnétique et forment des chaînes, dont la résistance mécanique dépend du champ magnétique. Ce dispositif est destiné à fabriquer un piano numérique au toucher aussi fin qu'un vrai. Les touches sont équipées d'accéléromètres qui mesurent la pression appliquée, et l'intensité du champ magnétique est modulée selon cette pression. Ainsi, le pianiste devrait ressentir la résistance des touches comme sur un vrai piano.

www.cea-technologies.com/

Olivier Appert : « Produire du à très grande profondeur n'est

ÉNERGIE

Fin 2006, les prix du baril dépassaient les 60 dollars. Un prix haut qui favorise les innovations technologiques, en quête d'un pétrole de plus en plus complexe à produire [1].

La technologie peut-elle repousser les limites de la production de pétrole ?

OLIVIER APPERT : Les ressources de pétrole, limitées par nature, peuvent en effet être augmentées : nous l'avons vu en 1973, après le premier choc pétrolier, où des innovations majeures ont permis d'exploiter l'*off-shore* profond et d'augmenter les réserves. Dans les années à venir, l'industrie doit relever trois défis : d'abord, dans les bassins pétroliers connus, trouver de nouveaux gisements grâce aux progrès réalisés en modélisation et en imagerie sismique ; ensuite faire mieux produire les gisements en exploitation. À la fois par de nouveaux procédés de forage, pompage, procédés de récupération assistée, ou stimulation. Mais aussi en s'appuyant sur les découvertes fondamentales en modélisation de réservoir et en sismique répétée (4D) ; enfin, il s'agit de découvrir et de produire des ressources situées dans des environnements de plus en plus complexes. J'évoque là des pétroles à très grande profondeur d'eau, situés à plus de 2 000 mètres, des pétroles très enfouis, à plus de 6 000 mètres dans le sous-sol, des pétroles lourds et extra-lourds dont il faut réduire la viscosité pour améliorer leur production et leur transport, ou bien encore des gaz très acides. Les verrous technologiques présentés

par ces défis peuvent aujourd'hui sauter grâce aux progrès réalisés dans le traitement du signal, la modélisation des matériaux, la cinétique chimique, etc.

Prenons un exemple. Le pétrole lourd du Venezuela et du Canada représente un gisement important

non exploité. À quel horizon peut-on compter sur une production à échelle significative ?

Dans les deux cas, il s'agit de pétrole très visqueux impossible à produire avec des techniques conventionnelles. Or, les ressources en place sont considérables et commencent juste à



OLIVIER APPERT est président de l'Institut français du pétrole. © DR

être exploitées grâce à des techniques comme celles fondées sur l'injection de vapeur dans le réservoir, technologie aujourd'hui mature et rentable compte tenu du prix du baril. Les freins au développement proviennent de l'ampleur

des investissements à réaliser, de l'importance des consommations en énergie et en eau pour les produire, ainsi que de la disponibilité en personnel qualifié. Ou bien, dans le cas du Venezuela, d'incertitudes géopolitiques. Cependant, les productions du Venezuela et

Vers une seconde ultraprécise

MÉTROLOGIE

Des physiciens américains ont démontré que l'on pouvait obtenir des horloges atomiques encore plus précises en piégeant les atomes dans un réseau optique [1].

Depuis 1967, les horloges atomiques sont l'étalon officiel de l'unité de temps, la seconde. La précision sur cette mesure atteint 4×10^{-16} , soit un décalage d'une seconde tous les 80 millions d'années. Est-il possible de faire mieux ? Oui, semblent indiquer des travaux de physiciens américains à Boulder dans le Colorado. Ils ont en effet montré que les horloges atomiques fonctionnant dans le domaine visible pouvaient atteindre, et bien-tôt dépasser, les précisions des horloges atomiques actuelles

fonctionnant dans le domaine des micro-ondes.

Les horloges atomiques se fondent sur le fait que les atomes ont des niveaux d'énergie quantifiée. Le passage d'un électron d'un niveau à un autre correspond à une quantité d'énergie bien définie, donc à une fréquence immuable. Ainsi, la définition de la seconde se réfère à la transition entre deux niveaux de l'atome de césium.

Cette transition se trouve dans le domaine des micro-ondes (9,2 gigahertz). Or, la précision serait bien meilleure si l'on pouvait utiliser des transitions dans le domaine visible, à une fréquence 40 000 fois plus élevée. Le mouvement des atomes devient alors la principale cause d'incertitude, car les autres perturbations sont fortement réduites à ces hautes fréquences.

pétrole lourd ou plus insurmontable »

du Canada pourraient dépasser 5 millions de barils par jour en 2020, soit plus de trois fois les productions actuelles de ces bassins pétroliers.

Pour optimiser l'exploitation pétrolière, nous avons besoin de technologies pointues

Quels problèmes se posent aujourd'hui aux producteurs dans leur quête pétrolière ?

Les compagnies sont confrontées au durcissement des conditions d'accès au domaine minier et à l'accroissement des risques géopolitiques dans certaines zones. Ainsi, les investissements en exploration et en production augmentent globalement, mais

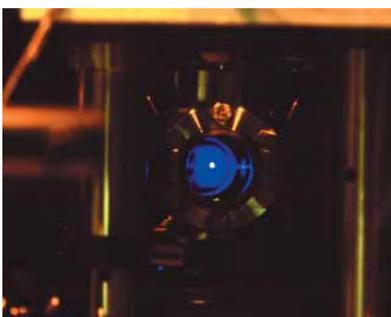
une grande partie de cette augmentation reste concentrée dans les bassins déjà exploités d'Europe et d'Amérique du Nord. Par ailleurs, la désaf-

fection des jeunes pour les métiers du pétrole peut, à terme, poser un sérieux problème.

Contrairement à l'idée répandue, nous n'allons pas demain manquer de pétrole. Nous entrons dans une transition où nous allons avoir besoin de technologies pointues pour optimiser l'exploitation et l'utilisation du pétrole parallèlement au développement des énergies alternatives. ■■

Propos recueillis par Elisabeth Salles

[1] www.ifp.fr



DANS CETTE HORLOGE ATOMIQUE, un laser bleu sert à refroidir et à piéger des atomes de strontium dans un réseau optique. La précision obtenue devrait bientôt dépasser celle des horloges actuelles.

© PHOTO COUTESY OF TEISUVA IDO AND MARTIN BOYS/ILLA

sion de 2×10^{-15} , proche de celle des horloges actuelles. « Mais d'ici deux à trois ans, ces horloges dans le domaine optique dépasseront largement les horloges au césium, prédit Pierre Lemonde, de l'Observatoire de Paris. Pour cela, il faut améliorer les lasers qui "interrogent" les atomes et comparer plusieurs horloges optiques entre elles. »

La mesure précise du temps est notamment utilisée par les positionneurs de type GPS, et pour les liaisons télécoms. « Ces applications n'ont pas besoin d'une meilleure précision, observe P. Lemonde. En revanche, des horloges atomiques plus précises pourraient être utilisées en géophysique, pour dresser des cartes du potentiel gravitationnel avec une résolution centimétrique, utiles pour la prospection pétrolière ou la prévision de séismes. » ■■

Cécile Michaut

[1] J. M. Boyd et al., *Science*, 314, 1430, 2006.

Une caméra infrarouge pour le nanomonde

INSTRUMENTS

Un microscope infrarouge à champ proche, capable de détecter le rayonnement thermique avec une résolution inégalée vient d'être mis au point par une équipe française [1].

Les caméras infrarouges permettent de détecter le rayonnement thermique qu'émet tout objet à température non nulle. Au niveau microscopique, il serait tout aussi intéressant de visualiser les propriétés thermiques des atomes et molécules. Malheureusement, la résolution des microscopes optiques dépend de la longueur d'onde utilisée, soit 5 micromètres au mieux pour le rayonnement infrarouge. Pour s'affranchir de cette limite, une équipe française a mis au point un microscope infrarouge à champ proche à balayage, baptisé TRSTM. Fonctionnant sans éclairage externe, cet instrument offre une résolution d'environ 100 nanomètres.

Patchwork sur circuit

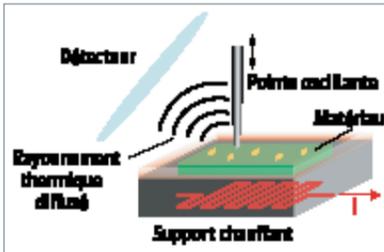
Une équipe de l'université de l'Illinois, aux États-Unis, a mis au point une méthode pour intégrer facilement des composants très différents dans un circuit électronique. Les matériaux sont synthétisés séparément, puis transférés sur un « tampon » et déposés sur le circuit électronique. Il est ainsi possible de construire



© UNIVERSITY OF ILLINOIS/BECKMAN INSTITUTE

des circuits complexes à deux ou trois dimensions. Les avantages de cette méthode sont multiples, affirment ses promoteurs : comme tout se passe à température ambiante, les éléments ne se déforment pas. Par ailleurs, on peut utiliser un substrat plastique, pliable, pour des applications flexibles. Enfin, des composants très différents peuvent être ainsi « imprimés » : nanotubes de carbone, fils et rubans de silicium ou d'autres semi-conducteurs, etc.

J.-H. Ahn *et al.*, *Science*, 314, 1754, 2006.



CE DISPOSITIF PERMET DE DÉTECTER les propriétés thermiques d'un matériau chauffé à 200 °C. On mesure le rayonnement infrarouge émis par ce matériau à l'aide d'une pointe très fine.

© Y. DE WILDE/CNRS-ESPCI

Les microscopes à champ proche, tel le microscope à effet tunnel ou celui à force atomique, ont révolutionné l'instrumentation optique. Leur principe : approcher une pointe extrêmement fine à quelques nanomètres du matériau, et sonder ses propriétés, comme avec un stéthoscope miniature, avec une résolution de quelques nanomètres. Des microscopes à champ proche infrarouge existaient déjà, mais ils nécessitaient un éclairage extérieur, ce qui ne permettait pas d'observer les rayonnements émis par le matériau lui-même. « Nous avons montré que cet éclairage n'est pas indispensable : on peut mesurer le rayonnement émis par l'échantillon lui-même que l'on chauffe à 200 °C, et utili-

ser ce microscope à champ proche comme sonde thermique, indique Yannick De Wilde, du

laboratoire d'optique physique de l'École supérieure de physique et chimie industrielles. On peut ainsi sonder les propriétés thermiques de la surface des matériaux à l'échelle nanométrique. » À terme, ce microscope permettra notamment d'étudier les transferts de chaleur dans les circuits électroniques. ■ C. M.

[1] Y. De Wilde *et al.*, *Nature*, 444, 740, 2006.

LIVRES

Mark Frauenfelder
L'ORDINATEUR, UNE HISTOIRE DE L'INFORMATIQUE
Gründ, 2006, 256 p., 35 €.

Qu'elles semblent préhistoriques ces machines qui n'ont pourtant pas plus d'un demi-siècle ! Cet ouvrage nous fait revivre les avancées, depuis les machines à calcul de Pascal jusqu'à notre ordinateur portable et aux supercalculateurs. Les portraits d'inventeurs et de machines, bien illustrés, nous entraînent dans un univers de passionnés et de visionnaires.

Annick Maroussy, Lucienne Deschamps
JE CONSTRUIS MON APPAREIL PHOTO
ETSF, 2006, 142 p., 19,90 €.

Drôle d'idée, à l'époque du numérique, de construire son appareil photo. Pourtant, la réalisation de sténopés (appareils photo sans lentilles) semble simple et amusante, et permet de comprendre quelques principes de l'optique et de la prise de vue.

Rodolphe Gelin
LE ROBOT, AMI OU ENNEMI ?

Le Pommier, 2006, 64 p., 4,50 €.

Les Européens se méfient des robots, les Américains s'y intéressent, les Japonais sont fous. Qui a raison ? L'auteur donne des pistes sur ce que doivent être les robots pour rester de bons objets, soulager notre travail par exemple, mais oublier leur utilisation guerrière.

AGENDA

[Le 6 février]
SÉMINAIRE ANNUEL DE L'OBSERVATOIRE DES MICRO- ET NANOTECHNOLOGIES

Nombreux exposés détaillant les dernières avancées en micro et nanotechnologies. Destiné aux chercheurs, industriels, start-up, etc. Paris, Maison de la chimie. www.omnt.fr

[Le 6 février]
ITER

Bar des sciences. Débat sur le projet de réacteur expérimental de fusion nucléaire Iter. Igny (Essonne), MJC Jean Vilar. 01 69 41 23 77

[Le 22 février]

LES LOGICIELS LIBRES

Conférence en partenariat avec *La Recherche* dans le cadre de la série « Qu'en savez-vous vraiment ? ».

Paris, CNAM. 01 53 01 82 70

[Du 24 février au 8 avril]
NANOTECHNOLOGIES – MÉGADÉFIS

Exposition destinée à présenter les différents aspects des nanotechnologies (scientifiques, technologiques, économiques, éthiques, etc.). Mons (Belgique), salle Saint-Georges. michel.wautelet@umh.ac.be

WEB

www.esa.int/techresources/ESTEC-Article-fullArticle_par-28_1160983122506.html

Jules Verne est un véhicule automatique chargé de ravitailler la station spatiale internationale. Il vient de subir avec succès une batterie de tests. Rendez-vous pour son lancement cet été.