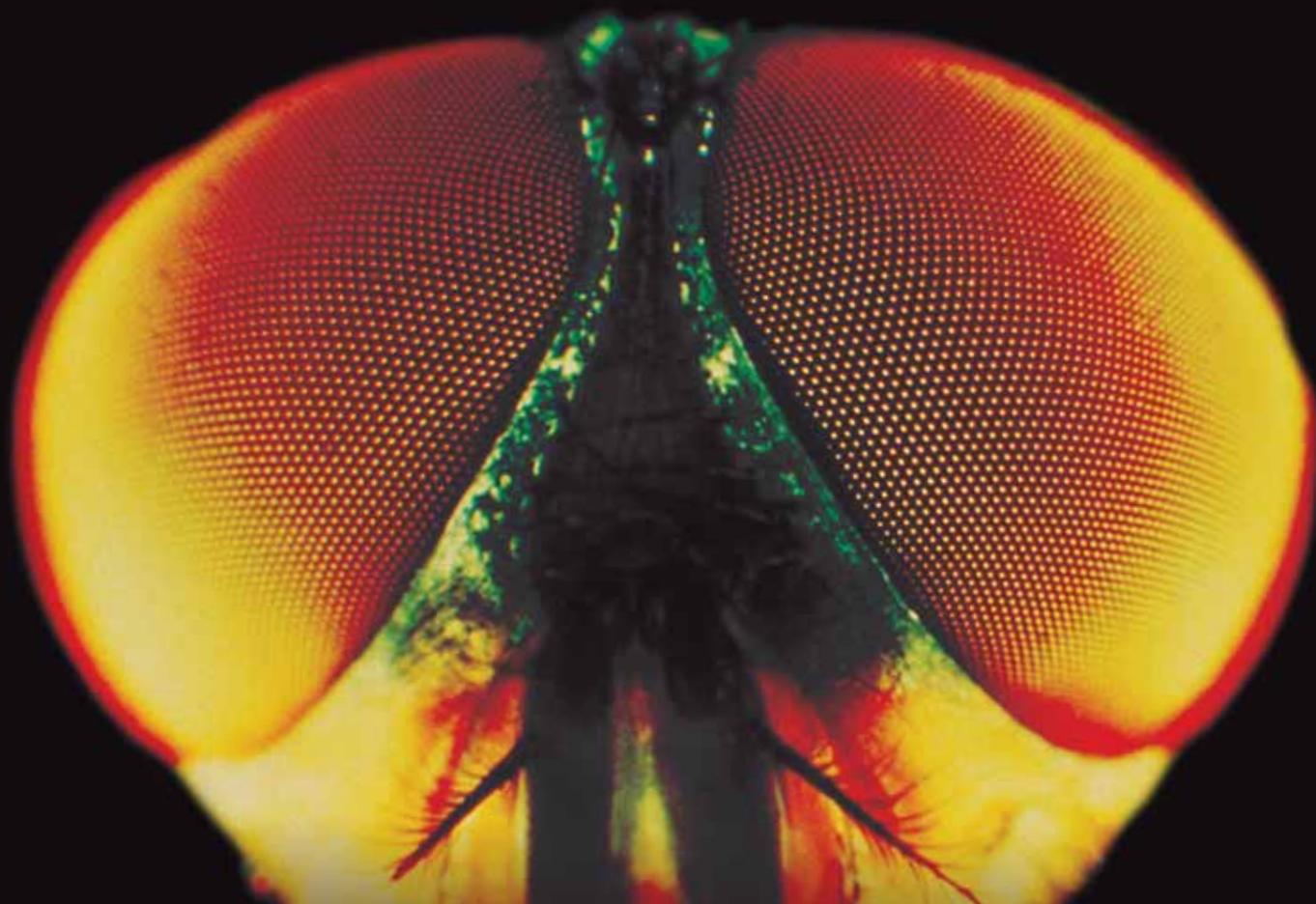


# cnrs

le journal

n° 268  
septembre-octobre 2012



ROBOTIQUE, CHIMIE, INFORMATIQUE...

## LA NATURE pour modèle



→ **L'événement**

Enfin le boson  
de Higgs ?

→ **Portrait**

Sihem Amer-Yahia,  
virtuose du Web

# Pariscience

FESTIVAL INTERNATIONAL DU FILM SCIENTIFIQUE

8<sup>E</sup> EDITION  
DU 4 AU 9 OCTOBRE 2012

Jardin des Plantes  
Muséum national d'Histoire naturelle  
Entrée gratuite  
Réservation conseillée sur [www.pariscience.fr](http://www.pariscience.fr)

Six jours de projections, de débats, de rencontres et de découvertes... pour le grand public et les scolaires.

Six prix décernés, dont le Prix Pierre-Gilles de Genès doté par le CNRS, remis au film qui valorise le mieux la recherche et la diffusion des connaissances.

Des films en compétition, un hommage à Albert Jacquard, des séances spéciales (« L'eau, l'or bleu », « Science et racisme » )...

Photo : Jacques KERVADIC - Japanelement.com / Olivier Guippon - Maxime T. / 06 19 93 31 04



## Parlons-en !

Les grands débats

proposés par le CNRS  
en partenariat avec le musée du quai Branly

Suivez le débat en ligne\* dès 19 heures  
sur [www.20minutes.fr](http://www.20minutes.fr)

Salon de lecture Jacques Kerchache, musée du quai Branly  
Entrée libre. Informations sur [www.cnrs.fr/lesgrandsdebats](http://www.cnrs.fr/lesgrandsdebats)

**L'imagerie cérébrale dévoilera-t-elle un jour nos pensées ?**  
jeudi 20 septembre 2012 à 19 heures

\* Représentation assurée par la cellule webcast du centre de calcul de l'IN2P3 et le service audiovisuel du siège du CNRS.



\* musée du quai Branly  
LÀ OÙ DIALOGUENT LES CULTURES





© N. TIGER/CNRS PHOTO THÈQUE

## Éditorial

**PAR** JACQUES MARTINO, DIRECTEUR DE L'INSTITUT NATIONAL DE PHYSIQUE NUCLÉAIRE ET DE PHYSIQUE DES PARTICULES (IN2P3) DU CNRS

**Un boson vient d'être observé au LHC du Cern, le plus puissant accélérateur au monde.** Découvrir une nouvelle particule est toujours un événement pour les physiciens. Mais c'est sans doute la première fois qu'il est partagé mondialement, preuve, s'il en fallait, que la recherche fondamentale peut encore susciter le rêve. Cela nous donne une responsabilité d'autant plus grande pour expliquer la portée de cette découverte. Nul doute que nous devrons user encore et encore de pédagogie. Il y a là un défi permanent à relever.

Le Premier ministre lui-même, Jean-Marc Ayrault, nous a invités à ne pas compter nos efforts pour faire preuve d'une telle pédagogie, lors de sa visite au Cern en juillet, avec à ses côtés la ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Geneviève Fioraso. Il est venu affirmer son soutien à la recherche fondamentale et saluer la détermination et l'engagement des chercheurs dans la durée sur de grands projets internationaux.

Le boson de Higgs est en effet traqué depuis près d'un demi-siècle. Il est donc certain que l'annonce de l'observation d'une nouvelle particule qui en a le parfum est un pas de géant pour notre compréhension de la matière et de l'Univers. C'est le premier succès de l'aventure LHC, fruit de vingt années d'investissements technologiques et humains dans lesquels le CNRS a joué un rôle majeur. Mais, loin d'être une fin, cette observation ouvre la porte à une multitude de questions qui vont animer les travaux de milliers de chercheurs dans les mois et les années à venir.

Quelles sont les propriétés de ce nouveau boson ? Ressemble-t-il au Higgs du modèle standard, la meilleure théorie permettant à ce jour de décrire le comportement de l'ensemble des particules ? Est-ce le premier indice d'une nouvelle physique que le LHC va nous révéler sous peu ? L'aventure du boson de Higgs ne fait que commencer.

### 4 | 5 L'essentiel

Le point sur les nominations, les prix, les faits marquants...

### 8 | 13 Actualités

Un pendule de Foucault version liquide ; lumière sur un trou noir ; des fourmis au succès monstre ; coexistence pacifique chez des bactéries ; coup de théâtre dans l'espace...

### 14 | 16 En images

**À l'occasion des Journées européennes du patrimoine,** découvrez les travaux des

scientifiques du Centre de recherche sur la conservation des collections.

### 17 | Décryptage

**Des cellules souches peuvent survivre** plusieurs semaines *post mortem*. Le biologiste Shihragim Tajbakhsh évoque les perspectives de cette découverte.

### 18 | 19 Le grand entretien

**Le chercheur Pedro Alzari fait le point** sur les dernières avancées contre la tuberculose à l'occasion d'un congrès prévu à la mi-septembre.

### 28 | 29 Portrait

**À la rencontre de Sihem Amer-Yahia,** spécialiste de la gestion des informations dans les réseaux sociaux.

### 37 | Un jour avec...

**Thierry Alliaume,** chaudronnier.

### 38 | 42 Culture

Livres, expositions, films... La sélection de la rédaction.

### 43 | Sur le vif

Les coulisses étonnantes d'une photo de science.



© CERN

## 6 | 7 L'événement

Le 4 juillet, deux équipes de scientifiques ont annoncé avoir observé une nouvelle particule au LHC, le grand collisionneur de hadrons du Cern. Les chercheurs auraient-ils enfin réussi à détecter le fameux boson de Higgs ?

## 30 | 36 Stratégie

Le CNRS mobilise les énergies ; un nouveau portail Web pour l'emploi ; des batteries à l'avenir radieux ; la recherche au cœur de la formation...



© P. EGÉA/CNRS PHOTO THÈQUE



© D. QUÈRE, M. CALLIES/CNRS PHOTO THÈQUE

## 20 | 27 L'enquête

### La nature pour modèle

**21 |** Les robots se prennent pour des animaux

**23 |** Les chimistes à l'école du vivant

**25 |** Des recherches bien inspirées



Ces pictogrammes indiquent un contenu (texte, photo ou vidéo) à visionner sur le journal feuiltable en ligne.  
> [www2.cnrs.fr/journal](http://www2.cnrs.fr/journal)

## À la une



→ Françoise Barré-Sinoussi (à droite), présidente du comité de pilotage des assises, aux côtés de la ministre Geneviève Fioraso.

# Le CNRS s'implique dans les Assises

**G**eneviève Fioraso, ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, a lancé le 11 juillet dernier les Assises de l'enseignement supérieur et de la recherche. Elles s'appuient sur un comité de pilotage indépendant, présidé par Françoise Barré-Sinoussi, Prix Nobel de médecine et directrice de recherche à l'Inserm. Vincent Berger, président de l'université Paris-Diderot, en est le rapporteur général.

Les assises, auxquelles chacun peut apporter sa contribution, ont pour objectif de faire émerger des propositions innovantes et efficaces pour favoriser un meilleur fonctionnement du système d'enseignement supérieur et de recherche français, et renforcer son apport à la société.

Ces propositions se concentreront autour de trois thèmes essentiels : agir pour la réussite des étudiants, donner une ambition neuve pour la recherche et concevoir le nouveau paysage de l'enseignement supérieur et de la recherche. Après une première phase de consultation nationale menée entre août et septembre, des assises territoriales auront lieu la première quinzaine d'octobre, puis des assises nationales les 26 et 27 novembre.

Alain Fuchs, président du CNRS, a été auditionné par le comité de pilotage des assises le 30 août. Le CNRS, qui entend prendre toute sa place dans ce processus de concertation, ouvre une large consultation en interne auprès

de tous ses agents. Il leur est proposé de contribuer à la réflexion en faisant remonter des propositions individuelles et collectives sur les trois thèmes définis par les assises, via des adresses e-mails ouvertes dans chaque délégation. Parallèlement, en collaboration avec le Comité national, le CNRS organise des débats avec le conseil scientifique de l'organisme et avec les conseils scientifiques des instituts. Enfin, en région, le CNRS et la CPU proposent des rencontres conjointes avec les directeurs d'unité. Cet ensemble de contributions fera l'objet d'un compte rendu qui sera transmis au comité de pilotage. Le rapport final issu de ces assises sera remis à la ministre en décembre. Il doit déboucher sur une nouvelle loi de programmation en 2013.

## EN LIGNE

Le site des assises, avec un espace de contribution :  
 > [www.assises-esr.fr](http://www.assises-esr.fr)

Lire l'interview d'Alain Fuchs sur les assises :

> <http://intranet.cnrs.fr/intranet/actus/alain-fuchs-201207907.html>

## Le bel été des maths françaises

01 Nalini Anantharaman.  
 02 Sylvia Serfaty.

→ Les mathématiciens français ont été à l'honneur cet été. Pour la première fois, le prix Henri-Poincaré a été décerné à deux Françaises : Nalini Anantharaman, du Laboratoire de mathématiques d'Orsay<sup>1</sup>, et Sylvia Serfaty, du Laboratoire Jacques-Louis-Lions<sup>2</sup>. Attribué tous les trois ans, il récompense des scientifiques pour leur contribution en physique mathématique. Quatre autres Français – Emmanuel Breuillard, Mathieu Lewin, Grégory Miermont et Sophie Morel – font partie des dix lauréats des prix de la Société mathématique européenne. Enfin, Emmanuel Trélat, du Laboratoire Jacques-Louis-Lions, a reçu le prix Félix-Klein, qui distingue un jeune scientifique pour avoir résolu un problème industriel.

1. Unité CNRS/Université Paris-Sud.  
 2. Unité CNRS/UPMC.



01

© P. MARCAVAL



02

© G. BACHMANN/UPMC

## L'ALLIANCE ATHÉNA change de tête

→ Président de l'université Rennes-II, Jean-Émile Gombert a été nommé vice-président de l'Alliance nationale des sciences humaines et sociales. Conformément à la règle de l'alternance, il en deviendra le président à l'automne, succédant à Alain Fuchs, président du CNRS. À 62 ans, ce spécialiste en psychologie cognitive est professeur des universités de classe exceptionnelle.

## Nominations au CNRS

→ **Anne Renault, directrice de recherche du CNRS**, est la nouvelle directrice de la Mission pour l'interdisciplinarité (MI), en remplacement de Pierre Guillon. La MI a pour objectif de promouvoir, d'animer et de coordonner l'interdisciplinarité au CNRS.

→ **Chantal Chambellan-Le-Lavier, administratrice civile hors classe**, a été nommée à la tête de la Direction de la stratégie financière, de l'immobilier et de la modernisation (DSFIM) de l'organisme. Elle succède à Thibaut Sartre à ce poste.

## Le CNRS actif à Rio+20

→ **À la fin du mois de juin, la Conférence de l'ONU sur le développement durable a rassemblé à Rio plusieurs dizaines de milliers de personnes venues de 200 pays. Les scientifiques du CNRS ont fait porter leur voix lors de cet événement mondial. Emmenée par Françoise Gaill, directrice de l'Institut écologie et environnement (Inee), une délégation de l'organisme a ainsi participé à de nombreux événements, dont des tables rondes et des plateaux TV organisés au Pavillon France par le CNRS, avec les autres membres de l'Alliance nationale de recherche pour l'environnement (Allenvi). Une vingtaine de chercheurs du CNRS sont par ailleurs intervenus lors de manifestations durant le Sommet des peuples, puis le sommet officiel de l'Onu. Quel bilan tirer de Rio+20 ?**

**« La déclaration signée par les chefs d'État n'est pas à la hauteur des enjeux environnementaux, commente Agathe Euzen, chargée de mission à l'Inee et membre de la délégation du CNRS. Mais voyons le positif : la place de la société civile est reconnue et le rôle des scientifiques y est affirmé de manière très appuyée, tant pour le diagnostic des problèmes que pour la mise en place de solutions. Une opportunité à saisir pour agir ! »**

### EN LIGNE

> [www.cnrs.fr/inee/communication/developpement\\_durable.htm](http://www.cnrs.fr/inee/communication/developpement_durable.htm)



© A. EUZEN



© NASA/JPL-CALTECH/MSSS

→ Paysage martien pris en photo par l'une des caméras du robot *Curiosity*.

→ Françoise Gaill (2<sup>e</sup> à droite) et les participants d'une table ronde organisée à Rio sur les sciences de la mer.

## ON A ROULÉ SUR MARS !

→ **Le robot *Curiosity* s'est posé sur Mars avec succès le 6 août, au terme d'un voyage**

de 570 millions de kilomètres qui aura duré huit mois. Le rover, mis au point par la Nasa, a désormais deux ans pour explorer le sol

et l'atmosphère de la planète autour de son point "d'amarsissage", dans le cratère Gale. Il doit ainsi déterminer si les conditions propices au développement de la vie y ont été un jour réunies. Pour ce faire, *Curiosity* dispose d'une dizaine d'instruments, dont deux

ont été conçus dans les laboratoires du CNRS, en partenariat avec le Cnes. Le premier, ChemCam, analyse les roches aux alentours du rover en les pulvérisant à l'aide d'un puissant laser. Le second, SAM, est un laboratoire complet capable d'étudier le sol et le sous-sol. Les tests ont montré que *Curiosity* est en parfaite santé : ChemCam a effectué son premier tir laser dès le 20 août et, deux jours plus tard, le robot se déplaçait pour la première fois. Mais l'exploration martienne ne s'arrête pas là. Dès 2016, une nouvelle sonde, baptisée *InSight*, sera envoyée par la Nasa sur la planète rouge afin d'étudier sa structure interne. Le Cnes et des laboratoires du CNRS, associés aux Européens et aux Américains, fourniront son instrument principal, le sismomètre Seis.

### À LIRE

> « Un robot en quête de vie sur Mars », *CNRS Le journal*, n° 262, novembre 2011, pp. 14-16.

## Un nouveau président pour l'Opecst

→ **Le 17 juillet, l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (Opecst)**

a procédé à l'élection de son bureau. Bruno Sido, sénateur de la Haute-Marne, en est le nouveau président. Cet office a pour mission d'informer le Parlement des conséquences des choix à caractère scientifique et technologique.



© F. SERVAZ

**Physique** Le 4 juillet dernier, deux équipes de scientifiques ont annoncé avoir observé une nouvelle particule au LHC, le grand collisionneur de hadrons du Cern.

# Enfin le boson de Higgs ?

PAR FABRICE DEMARTHON

**C**inquante ans que les physiciens du monde entier le traquent ! Le boson de Higgs, théorisé en 1964 pour expliquer la masse des particules, pourrait bien avoir été repéré au Cern, à Genève. « C'est une avancée majeure qui vient d'être faite au LHC [le grand collisionneur de hadrons, ndlr], s'enthousiasme Laurent Serin, directeur adjoint scientifique à l'Institut national de physique nucléaire et de physique des particules. Une nouvelle particule, un boson, a bel et bien été découverte, et certaines de ses caractéristiques sont compatibles avec celles que la théorie attribue au boson de Higgs. » S'ils restent prudents, car leurs analyses sont préliminaires, les scientifiques ne cachent pas leur excitation. « Trouver une nouvelle particule est déjà un événement exceptionnel, très rare dans une vie, confie Sandrine Laplace, chercheuse au Laboratoire physique nucléaire et hautes énergies<sup>1</sup>, à Paris, qui a participé à cette découverte. Alors s'il s'agit bien du boson de Higgs... »

## UNE PARTICULE FONDAMENTALE

L'enthousiasme est à la hauteur de l'enjeu : le boson de Higgs est la dernière particule du **modèle standard** qui reste à dénicher. Et son rôle est fondamental. Au xx<sup>e</sup> siècle, lorsque les bases de la théorie de la physique des particules sont jetées, les chercheurs rencontrent plusieurs difficultés. D'une part, cette théorie prévoit que toutes les particules portant les interactions – les bosons – sont de masse nulle. Si c'est bien le cas pour le photon – la particule de la

© 2012 CERN/T. MCCAULEY/L. TAYLOR



### MODÈLE STANDARD

Théorie décrivant toutes les particules élémentaires et leurs interactions.

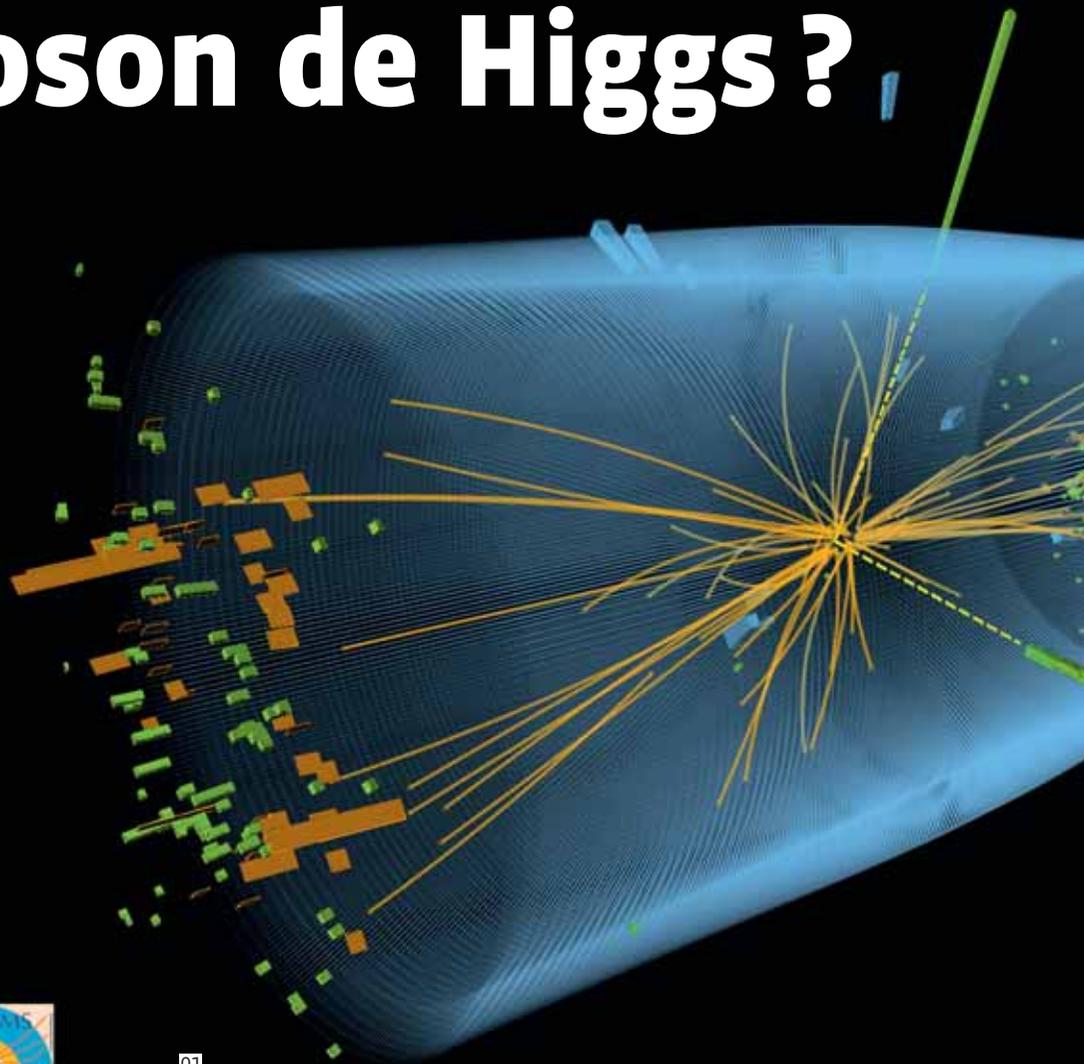
On distingue le groupe des fermions, qui forment la matière, de celui des bosons, qui portent les interactions.

01

lumière, boson de l'interaction électromagnétique –, la découverte en 1983, au Cern, des bosons W et Z, qui portent l'interaction dite faible, jette le trouble : ceux-là sont massifs. D'autre part, personne ne parvient vraiment à expliquer pourquoi les particules de matière, comme l'électron, possèdent, elles aussi, une masse.

Pour contourner l'obstacle, les physiciens Peter Higgs, Robert Brout et François Englert émettent une hypothèse

pour le moins étonnante : et si les particules obtenaient leur masse en interagissant avec un champ, produit par un nouveau boson, dans lequel elles baignent en permanence ? Le boson de Higgs est né. À la manière d'un milieu visqueux, son champ ralentit, alourdit les particules qui interagissent plus ou moins avec lui. Certaines sont fortement alourdies, comme le quark de type top, qui pèse 170 milliards d'électronvolts (170 GeV)<sup>2</sup>; d'autres,



pas du tout, comme le photon. La solution, élégante, a le mérite de réconcilier théorie et observation. Seulement voilà, à l'époque, personne n'a jamais observé une telle particule. La chasse est donc lancée.

## EN QUÊTE DU GRAAL

Comment dénicher ce boson ? En lançant des particules de haute énergie les unes contre les autres, il doit être possible de le produire (*lire l'encadré ci-dessous*). D'où l'installation d'accélérateurs de plus en plus puissants aux quatre coins de la planète. Pour aboutir, en 2009, à la mise en service au Cern du LHC, fruit d'une



© CERN

**SPIN**  
Propriété quantique pouvant prendre des valeurs entières pour les bosons (0, 1, 2...) et demi-entières pour les fermions (1/2, 3/2...).

collaboration internationale qui a impliqué de nombreuses équipes du CNRS. Mastodonte de 27 kilomètres, cet anneau enterré à 100 mètres sous terre est le plus puissant accélérateur de particules au monde. Des protons ou des ions circulent à contresens et quasiment à la vitesse de la lumière dans deux faisceaux indépendants et se rencontrent en quatre points, ce qui produit les chocs phénoménaux nécessaires, entre autres, à la recherche du boson de Higgs. Aux quatre points de rencontre se trouvent quatre détecteurs où sont menées les expériences Atlas, CMS, LHCb et Alice. Plus d'une vingtaine de laboratoires du CNRS y participent.

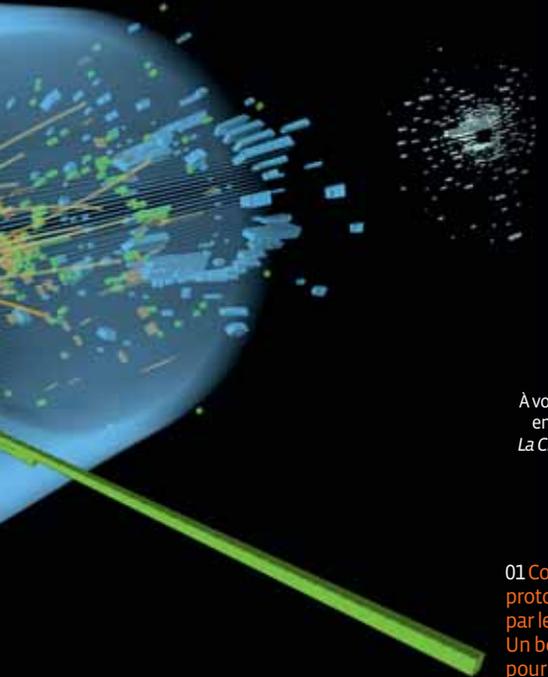
## UNE IDENTITÉ À CONFIRMER

C'est au cours des expériences Atlas et CMS, conçues spécialement pour cette recherche, que la nouvelle particule a été observée. Une découverte d'autant plus incontestable que les équipes travaillent indépendamment : la politique du Cern interdit aux scientifiques d'échanger des informations sur leurs expériences respectives. Les deux détecteurs ont révélé l'existence d'une particule d'une masse comprise entre 125 et 126 GeV. « La probabilité pour qu'il s'agisse de bruit de fond est inférieure à une chance sur un million, indique Sandrine Laplace. C'est suffisamment faible pour faire dire qu'il s'agit bien d'une nouvelle particule. »

Mais est-ce vraiment le boson de Higgs ? « Il est encore trop tôt pour l'affirmer, répond Laurent Serin. Certaines de ses caractéristiques sont bien compatibles avec le Higgs du modèle standard. Mais les mesures devront être affinées. Et il faut étudier d'autres propriétés, son **spin** par exemple, ou d'autres modes de désintégration. » Et ce n'est pas une mince affaire, vu la rareté des apparitions du Higgs et la masse de données à traiter. « Si les données étaient de la musique, le LHC produirait 600 millions d'années d'écoute, compare Sandrine Laplace. En revanche, nos appareils, tel Atlas, ne sont capables d'enregistrer que quarante ans de musique. Et, dans ces quarante ans, seules quelques minutes peuvent nous révéler la présence du boson de Higgs. »

Avec cette découverte, une étape importante dans la quête du Higgs a donc été franchie. Mais il faudra encore plusieurs mois, voire plusieurs années, pour établir avec certitude qu'il s'agit bien du boson manquant. Et, même à ce moment-là, le travail du LHC ne s'achèvera pas. Nouvelle physique au-delà du modèle standard, matière noire, antimatière... Les physiciens savent déjà que le boson de Higgs n'est que l'arbre qui cache la forêt des mystères de l'Univers.

1. Unité CNRS/UPMC/Université Paris-Diderot.
2. En physique, masse et énergie sont équivalentes. La masse des particules s'exprime donc en électronvolts, unité de mesure d'énergie.



À voir sur le journal en ligne : le film *La Chasse au boson de Higgs*.

- 01 Collision de deux protons enregistrée par le détecteur CMS. Un boson de Higgs pourrait avoir été produit, comme le révèle la présence de deux photons caractéristiques (traits verts).
- 02 Le physicien Peter Higgs devant CMS.

## COMMENT DÉBUSQUER LE HIGGS ?

Sur les quatre détecteurs du LHC, Atlas et CMS sont les plus impressionnants. Le premier mesure près de 46 mètres de long et 25 mètres de diamètre pour un poids de 7000 tonnes, tandis que le second, pourtant plus petit, pèse près de 12500 tonnes ! Ils sont composés de divers appareils

(calorimètres, trajectographes, etc.) qui mesurent l'énergie et la course des particules issues des collisions de protons. Les scientifiques savent que, en de rares occasions, la collision de deux protons peut engendrer l'apparition d'un boson de Higgs. Boson si évanescents qu'il est impossible de le

repérer directement. En revanche, il se désintègre en particules qui, elles, peuvent être détectées. Il existe de nombreuses voies de désintégration, mais les deux principales transforment le boson de Higgs en deux photons ou en quatre leptons (électrons et muons).

### CONTACTS :

Laboratoire physique nucléaire et hautes énergies, Paris  
**Sandrine Laplace**  
> [laplace@lpnhe.in2p3.fr](mailto:laplace@lpnhe.in2p3.fr)

Institut national de physique nucléaire et de physique des particules, Paris  
**Laurent Serin**  
> [lsenin@admin.in2p3.fr](mailto:lsenin@admin.in2p3.fr)

**Physique** Une expérience menée à Orsay a permis d'observer un phénomène très difficile à isoler : l'effet de la rotation terrestre sur des liquides en mouvement.

# Un pendule de Foucault version liquide

PAR DENIS DELBECQ

**O**n l'a tous entendu dire : dans un lavabo qui se vide, l'eau ne tourne pas dans le même sens dans les hémisphères Nord et Sud. En théorie, c'est un bon moyen pour observer l'effet de la **force de Coriolis** exercée par la rotation de la Terre sur les liquides en mouvement. En théorie... car, en pratique, les lavabos restent imprévisibles : le phénomène est tellement faible qu'il est masqué par d'autres mouvements de l'eau. À Orsay, des chercheurs du laboratoire Fluides, automatique et systèmes thermiques (Fast)<sup>1</sup> ont mis au point une expérience pour visualiser, sans erreur possible, cette force infime. Certes, ils ne sont pas les premiers à y parvenir, mais leur procédé, décrit cet été dans la revue *Europhysics Letters*<sup>2</sup>, se révèle l'analogie la plus simple pour les fluides du célèbre pendule de Foucault.

## UNE DÉCOUVERTE SURPRISE

Tel n'était pourtant pas leur but : initialement, l'expérience visait à étudier le mouvement des liquides ou des gaz dans le noyau, les océans ou les atmosphères des planètes. Pour cela, les scientifiques ont installé une sphère remplie d'eau sur leur plateforme Gyroflow, un manège pouvant faire tourner jusqu'à une tonne de matériel et d'instruments de mesure à la vitesse de trente tours par minute. « Dans la sphère remplie d'eau, nous avons incorporé des billes microscopiques pour mesurer les mouvements du liquide à l'aide d'une technique appelée *vélocimétrie par images de particules* », raconte Pierre-Philippe Cortet, chercheur au Fast et coauteur de l'étude.

Vue du manège, l'eau de l'aquarium devrait apparaître fixe à l'observateur, puisque l'on s'attend à ce que l'aquarium

et l'observateur tournent à la même vitesse. Pourtant, Pierre-Philippe Cortet et ses collègues ont pu constater qu'il y avait un écoulement très lent de l'eau dans la sphère. « La vitesse est infime, de l'ordre de 10 à 400 millièmes de millimètres par seconde, explique le physicien. Nous avons compris que cet écoulement était le fruit de la force de Coriolis exercée par la rotation de la Terre sur les liquides de notre expérience eux-mêmes en rotation. »

### FORCE DE CORIOLIS

Elle s'applique à des objets qui se déplacent au sein d'un milieu qui est lui-même en rotation.

### AFFAIRE À SUIVRE

Mieux, les chercheurs se sont aperçus que ces mouvements inattendus reproduisaient un écoulement présent dans le noyau liquide des planètes dont l'axe de rotation subit une précession, c'est-à-dire décrit un cône, un cycle qui

s'étend sur 26 000 ans pour la Terre, par exemple. « Or certains modèles prévoient que cette précession pourrait jouer un rôle dans la génération du magnétisme de la Terre en provoquant un écoulement analogue dans son noyau liquide et conducteur qui produirait un effet dynamo », indique le chercheur. Une hypothèse testée en ce moment aux États-Unis à l'aide d'un manège qui porte une sphère de trois mètres remplie cette fois de sodium liquide, un conducteur, pour mimer ce qui se passe dans le cœur terrestre. De son côté, le manège du Fast devrait désormais aider à comprendre comment la force de Coriolis participe à la formation des vents et des courants qui caractérisent l'atmosphère et les océans.

1. Unité CNRS/Université Paris-Sud/UPMC.  
2. *Europhysics Letters*, juin 2012, vol. 98, n° 5.

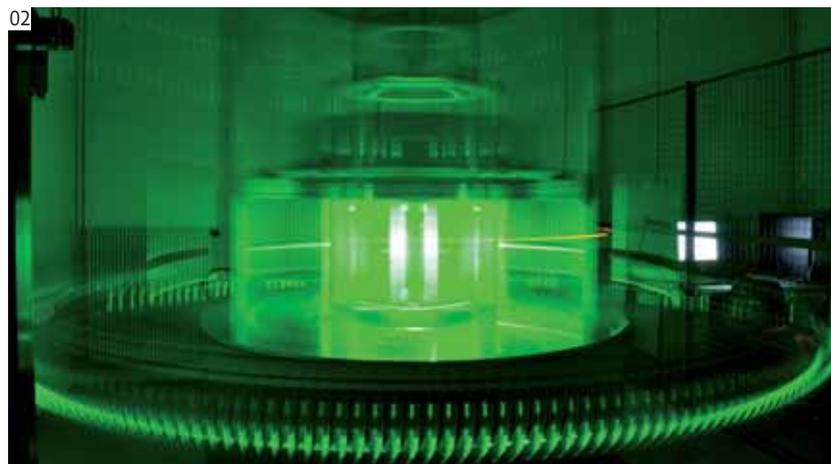
### PENDULE DE FOUCAULT

Sphère de plusieurs kilos suspendue à un fil métallique. La lente déviation de son plan d'oscillation met en évidence la rotation de la Terre.



01

02



01 Le pendule de Foucault, installé au Panthéon, à Paris.  
02 La plateforme tournante Gyroflow, au centre de laquelle est disposée la sphère remplie d'eau qui a permis d'observer la force de Coriolis.

### CONTACT :

Fluides, automatique et systèmes thermiques, Orsay  
**Pierre-Philippe Cortet**  
> [ppcortet@fast.u-psud.fr](mailto:ppcortet@fast.u-psud.fr)



## LES MÉDIAS EN PARLENT

→ Vu cet été à la télévision : le chercheur Jean

Lorenceau a mis au point un dispositif qui permet de dessiner et d'écrire avec les yeux. Les systèmes actuels destinés aux patients paralysés permettent seulement de choisir parmi des lettres affichées sur un écran et n'offrent pas la même liberté.



© DR



→ Au début du mois d'août, les médias ont aussi relayé la découverte du Graal de l'entomologie, la science des insectes : une équipe internationale associant le CNRS a découvert en Belgique le plus vieil insecte fossile complet connu à ce jour. Il se nomme *Strudiella* et date de 365 millions d'années.



© R. GARROUSTE/AMNH

→ Une autre trouvaille a eu lieu, cette fois près des plages d'Antibes : lors des fouilles menées avant la construction d'un parking, des archéologues de l'Inrap ont retrouvé l'épave d'un navire romain qu'ils ont analysée avec une chercheuse du CNRS. Ce voilier de commerce daterait du II<sup>e</sup> ou du III<sup>e</sup> siècle après J.-C.



© G. BOETTO/CCI-CNRS/UNIVERSITÉ DE PROVENCE

→ Un hommage mondial a été rendu à Alan Turing à la fin juin. À cette occasion, le site du Monde

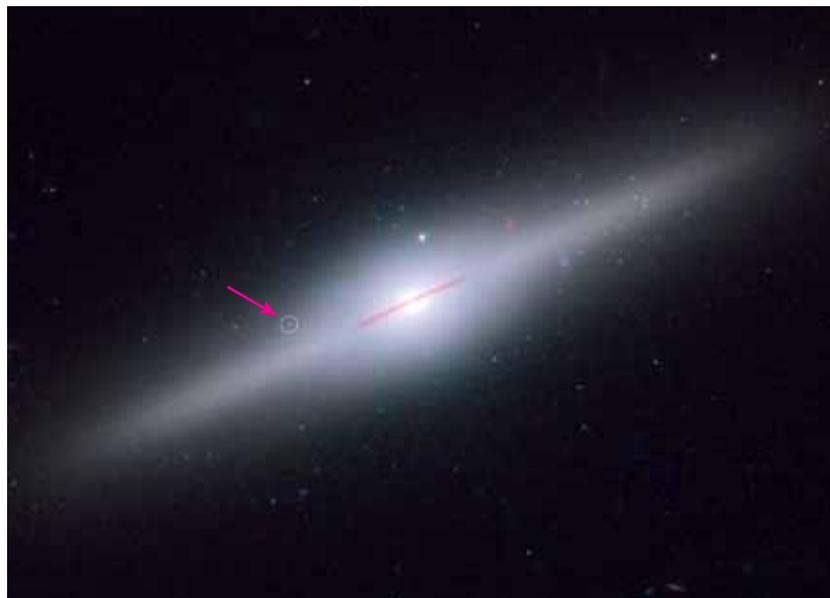
a pointé vers un documentaire de CNRS Images réalisé par Christophe Gombert et Hugo Deboise. Ce film, sur une machine de Turing construite en Lego, a été visionné plus de 90 000 fois sur Internet!



© DR



Ce film est à voir sur le journal en ligne.



© NASA, ESA, AND S. FABRELLI/SIDNEY INSTITUTE FOR ASTRONOMY, UNIVERSITY OF SYDNEY

# Astronomie Lumière sur un trou noir

→ La galaxie ESO 243-49 abrite HLX-1 (flèche), un trou noir de masse intermédiaire.

PAR DENIS DELBECQ

→ À 300 millions d'années-lumière de la Terre, dans la galaxie ESO 243-49, un curieux astre fait l'objet de toutes les attentions. Il s'agit d'un trou noir – un accroc dans l'espace-temps dont rien ne peut s'échapper – un peu particulier. HLX-1, c'est son nom, a été identifié comme étant le meilleur candidat d'une nouvelle classe de trous noirs dits de masse intermédiaire. Une équipe internationale (France, Australie, Grande-Bretagne et États-Unis), qui s'appuie sur l'Institut de recherche en astrophysique et planétologie (Irap)<sup>1</sup>, à Toulouse, a annoncé dans la revue *Science*<sup>2</sup> que cette masse était en effet estimée entre 9 000 et 90 000 fois celle de notre Soleil.

« C'est la première fois qu'on peut dire avec une certaine confiance d'un trou noir qu'il est de masse intermédiaire », se réjouit Olivier Godet, de l'Irap, cosignataire des travaux. Jusqu'à présent, seuls des trous noirs de taille stellaire – dont la masse est comprise entre trois et vingt fois celle du Soleil – ou de taille super-massive – du million à dix milliards de masses solaires – avaient pu être observés. Les premiers, dans notre Univers proche, les seconds, au cœur de la plupart des galaxies.

Faute d'émettre de la lumière, un trou noir se détecte indirectement grâce au rayonnement émis par la matière qui tombe sur celui-ci. Découvert en 2009, HLX-1 est vite devenu le candidat le plus sérieux au titre de trou noir de masse intermédiaire. Pendant trois ans, plusieurs vagues d'études, à l'aide du satellite *Swift* de la Nasa et du réseau australien de radiotélescopes Atca, ont permis d'observer des éjections de matière sous la forme de jets dans le domaine des ondes radio, associées à des éruptions dans celui des rayons X.

« La détection de ces jets confirme que HLX-1 se comporte bien comme ses cousins stellaires. Elle nous a aussi permis de le peser et de jeter un pont avec les autres classes de trous noirs connus, signale Olivier Godet. L'observation des trous noirs intermédiaires est importante, car ils pourraient, en fusionnant, avoir donné naissance aux trous noirs super-massifs. Grâce au télescope Hubble, nous espérons découvrir comment HLX-1 s'est formé. »

1. Unité CNRS/UPS.  
2. *Science*, 3 août 2012, vol. 337, n° 6094, pp. 554-556.

**CONTACT :**

Institut de recherche en astrophysique et planétologie, Toulouse  
**Olivier Godet**  
> [olivier.godet@irap.omp.eu](mailto:olivier.godet@irap.omp.eu)

## Un bâtiment qui fait le plein d'énergie



© L. RICCIOTTI

→ Des capteurs solaires thermiques et de la "moquette" photovoltaïque ont été installés sur le toit de l'édifice.

→ La vue sur la mer est imprenable, mais ce n'est pas le seul atout du bâtiment Charpak, dont l'inauguration par le CNRS est prévue le 28 septembre, à l'Institut d'études scientifiques de Cargèse<sup>1</sup>, en Corse. « C'est un bâtiment pilote conçu avec l'objectif zéro énergie consommée », résume Giovanna Chimini, directrice de l'institut. Sa vocation première : loger les scientifiques qui animent les conférences accueillies sur le site. L'édifice de 714 m<sup>2</sup> utilise ainsi l'énergie solaire pour le chauffage et l'eau chaude. Sa climatisation est assurée par une ventilation naturelle optimisée, résultat d'études scientifiques menées en amont par des laboratoires du CNRS<sup>2</sup> et de l'Institut national de l'énergie solaire. L'ouverture des fenêtres et le brassage d'air sont automatisés et régulés en fonction des conditions météorologiques. « L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, qui a participé au financement du projet, profitera de notre retour d'expérience », souligne Giovanna Chimini. La recherche réalisée par le CNRS pour concevoir l'édifice pourra donc bénéficier directement au secteur du bâtiment et au grand public. » **J.-F.H.**

1. Unité CNRS/Université Nice-Sophia-Antipolis/Université de Corse-Pasquale-Paoli.  
2. Piment (La Réunion), Locie (Chambéry), Lasie (La Rochelle), LET (Poitiers), Cethyl (Lyon), Grer (Guadeloupe), G2elab (Grenoble).

CONTACT :  
Institut d'études scientifiques de Cargèse  
**Giovanna Chimini**  
> giovanna.chimini@iesc.univ-corse.fr

## Écologie

# Des fourmis au succès monstre

PAR XAVIER MÜLLER

→ Dans une fourmilière, les spécimens dénommés soldats ainsi qu'une variante de reine sans ailes sont le résultat d'une surprenante sélection naturelle sur des fourmis "monstres", apprenait-on récemment dans la revue *The American Naturalist*<sup>1</sup>. Ces fourmis monstres, composées d'un assemblage de parties de corps venant de reine et d'ouvrière, sont connues depuis longtemps par les biologistes, mais ils ne voyaient en elles que de simples erreurs de développement, inutiles à la colonie.

Or, selon Christian Peeters et Mathieu Molet, du laboratoire Écologie et évolution<sup>2</sup>, à Paris, certaines de ces créatures facilitent, au contraire, la survie et la reproduction de la colonie. Soit parce que leur morphologie les prédispose à jouer le rôle de soldats spécialisés dans la défense ou le stockage de nourriture. Soit parce qu'elles jouent le rôle de reines non ailées spécialisées dans la fondation non autonome de

→ Chez les fourmis *Odontomachus*, les reines sans ailes (au milieu) combinent le gros abdomen et les organes reproducteurs des reines ailées (à gauche) avec le thorax simplifié des ouvrières (à droite).

colonies. Ainsi, « au fil des générations, la sélection naturelle peut faire augmenter la fréquence de production de certains de ces monstres qui, produits au départ de manière sporadique, deviennent des castes de soldats et de reines non ailées », commentent les chercheurs.

Comment s'opère cette inhabituelle sélection naturelle ? La reine, seule fourmi capable de pondre, donne de temps en temps naissance, par accident, à des monstres. Ce sont des variations environnementales et hormonales pendant la croissance larvaire qui sont responsables de la diversité morphologique des différents membres d'une colonie :

reine, ouvrière ou monstre. Ensuite, si certains monstres remplissent le rôle de soldats ou de reines sans ailes, les colonies ayant une plus forte propension génétique à les produire seront sélectionnées, augmentant la production de ces individus atypiques à la génération suivante.

Ces résultats ouvrent des perspectives inédites en biologie évolutive, où l'on considère traditionnellement qu'un individu mutant ne survit que si sa différence lui procure un avantage à un niveau individuel. Dans le cadre d'une fourmilière, toutes les fourmis sont nourries à leur naissance, qu'elles soient des monstres





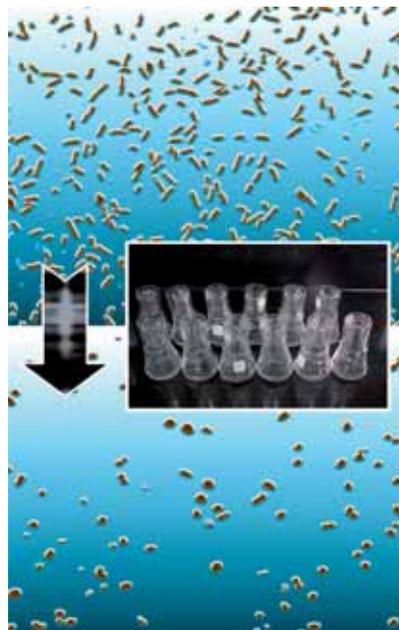
**Biologie** Pour la première fois, des chercheurs ont montré que des populations de bactéries pouvaient cohabiter sur le très long terme.

# Coexistence pacifique chez des bactéries

PAR ÉMILIE BADIN

**P**lacez des bactéries dans un environnement stable et constant, et attendez quelques jours, le temps que plusieurs générations se succèdent. Qu'allez-vous observer ? De rares individus vont subir des mutations génétiques bénéfiques, dues au hasard. Plus adaptés au milieu, ils vont se multiplier jusqu'à éliminer les individus originaux. D'autres mutations peuvent ensuite survenir, et le même processus, se répéter. Conclusion : deux populations de bactéries ne peuvent pas coexister longtemps au sein d'une même niche écologique. Du darwinisme pur jus. Mais des chercheurs du Laboratoire adaptation et pathogénie des micro-organismes

→ Au cours de leur évolution, certaines bactéries sont passées d'une forme allongée (en haut) à une forme sphérique (en bas).



© AMERICAN SOCIETY FOR MICROBIOLOGY

(LAPM)<sup>1</sup>, à Grenoble, viennent de démontrer, dans un article publié en juin dans *PNAS*<sup>2</sup>, que le processus n'est pas aussi simple : avec le temps, une coexistence est finalement possible.

## UNE EXPÉRIENCE INÉDITE...

Ces travaux reposent sur une expérience unique au monde : douze populations de bactéries, obtenues à partir d'une cellule unique d'*Escherichia coli*, ont été cultivées pendant vingt-quatre ans dans un laboratoire du Michigan. Durant ce laps de temps, plus de 50 000 générations se sont succédées, ce qui, rapporté à l'échelle de l'homme, représente deux millions d'années. Jamais auparavant une expérience aussi longue n'avait été menée sur des organismes vivants.

« Nous avons assisté à quelque chose de spectaculaire : avec le temps, deux types de bactéries parmi les douze sont parvenus à coexister sans s'éliminer l'un l'autre, en

créant eux-mêmes de nouvelles niches écologiques », révèle Dominique Schneider, du LAPM. L'équipe a observé le phénomène suivant : un type de bactéries (disons les A), mieux adaptées que les autres à l'environnement, consomme tout le sucre qui s'y trouve. Elles devraient, *a priori*, se multiplier et éradiquer les autres.

## ... AUX RÉSULTATS INATTENDUS

Oui mais voilà, à mesure qu'elles consomment ce sucre, elles sécrètent un autre composé qui modifie le milieu. Un second type de bactéries (disons les B), parfaitement adaptées à ce nouveau composé, peut alors apparaître et utiliser cette ressource. Les B vont alors croître au détriment des A. Mais, lorsque ces dernières régressent, le composé qu'elles produisent va se raréfier. Leur nourriture venant à manquer, les B vont à leur tour régresser, laissant le champ libre aux A, et ainsi de suite. « Les deux types de bactéries deviennent en quelque sorte dépendants l'un de l'autre, constate le chercheur. Elles interagissent et coexistent. »

L'équipe a, par ailleurs, montré que, même dans le cas où deux populations sont génétiquement bien distinctes, l'une va malgré tout avoir tendance à s'emparer de la nourriture de l'autre. « Mais ce qui est incroyable, c'est que celle qui se fait voler va systématiquement trouver une nouvelle niche écologique, un nouveau moyen de survivre », remarque Dominique Schneider. Les chercheurs s'efforcent désormais de caractériser les gènes de ces bactéries coriaces afin de comprendre comment elles parviennent à survivre.

1. Unité CNRS/UJF/Inserm.

2. *PNAS*, 12 juin 2012, vol. 109, n° 24, pp. 9487-9492.

ou non. Ainsi, les individus ne sont pas sélectionnés parce qu'ils courent plus vite ou s'alimentent mieux, mais parce qu'ils offrent un bénéfice, comme sa défense, à la colonie tout entière. C'est la première fois qu'est mis en évidence un tel type de sélection de monstres par le groupe.

1. *The American Naturalist*, septembre 2012, vol. 180, n° 3, pp. 328-341.  
2. Unité CNRS/UPMC/ENS Paris/AgroParisTech/Inra.

### CONTACTS :

Écologie et évolution, Paris  
**Mathieu Molet**  
> [mathieu.molet@snv.jussieu.fr](mailto:mathieu.molet@snv.jussieu.fr)  
**Christian Peeters**  
> [christian.peeters@snv.jussieu.fr](mailto:christian.peeters@snv.jussieu.fr)



© A. NOBILE/ANTWEB.ORG

### CONTACT :

Laboratoire adaptation et pathogénie des micro-organismes, La Tronche  
**Dominique Schneider**  
> [dominique.schneider@ujf-grenoble.fr](mailto:dominique.schneider@ujf-grenoble.fr)



Environnement

# Ingénierie climatique : gare aux effets secondaires !

PAR GAËLLE LAHOREAU

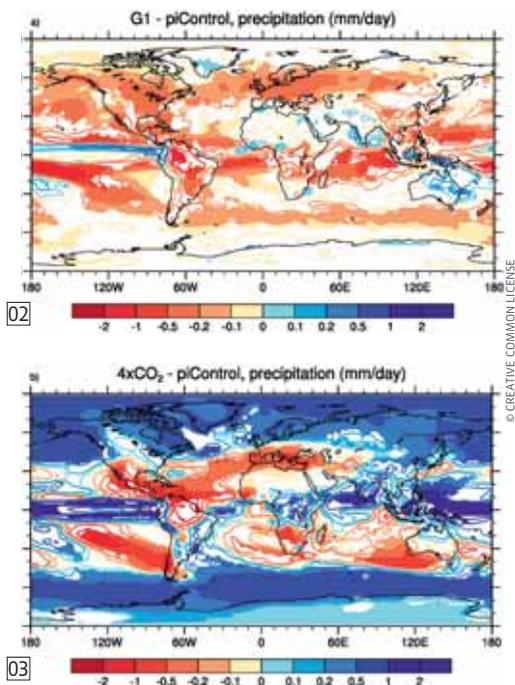
→ **Sels marins, aérosols soufrés... Injecter des particules réfléchissantes** dans l'atmosphère est une piste évoquée pour enrayer le réchauffement climatique en limitant le rayonnement solaire qui atteint la Terre. Ces solutions, dites d'ingénierie climatique ou de géo-ingénierie, fleurissent depuis la publication en 2006 d'un article de Paul Crutzen, Prix Nobel de chimie. Mais des simulations publiées en juin dans *Earth System Dynamics*<sup>1</sup> montrent que la pluviométrie serait perturbée, avec notamment une chute en

Europe du Nord, en Asie du Sud-Est et en Amérique. Pour le prouver, deux scénarios extrêmes ont été testés dans divers modèles climatiques. Leur hypothèse commune : à cause des activités humaines, le taux de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère est quadruplé et passe de 280 parties par million (ppm) – le taux estimé en 1750 avant la révolution industrielle – à 1120 ppm.

Dans le premier scénario, sans autre action humaine, les températures augmentent globalement de 8 °C. Dans le second, les humains ont réussi à diminuer le rayonnement solaire d'environ 5%, si bien que les températures sont comparables, en moyenne, à celles de 1750. L'effet attendu sur les températures est donc au rendez-vous, sauf que les pluies décroissent pratiquement partout : « *En Europe du Nord, on observe une diminution des précipitations pouvant aller jusqu'à 20%*, indique Olivier Boucher, du Laboratoire de météorologie dynamique<sup>2</sup>, à Palaiseau, coauteur de ces travaux. *En comparaison, le seul réchauffement climatique conduit à une augmentation des précipitations.* » Et, qui dit chute des précipitations, dit risque accru de sécheresse...

Comment expliquer cet effet secondaire indésirable ? « *En diminuant le rayonnement solaire, l'être humain limite aussi la quantité d'énergie qui chauffe les océans et les terres émergées. Or, moins d'énergie, c'est moins d'évaporation et donc moins de nuages chargés en pluies* », explique le chercheur, qui considère que « *conduire dès aujourd'hui des expériences dans l'atmosphère serait prématuré, d'autant que bien des aspects liés à la géo-ingénierie peuvent être étudiés avec les modèles dont on dispose.* »

1. *Earth System Dynamics*, 2012, vol. 3, n° 1, pp. 63-78.  
2. Unité CNRS/ENS/UPMC/Ecole polytechnique.



01 Injecter des particules réfléchissantes dans l'atmosphère entraînerait des sécheresses. 02 03 Écarts de précipitations par rapport au niveau préindustriel (en bleu, les hausses ; en rouge, les baisses) selon que la hausse de CO<sub>2</sub> est compensée (02) ou non (03) par une baisse du rayonnement solaire.

**BIOLOGIE |**

**Les cellules à l'origine de la fibrose**, maladie parfois mortelle caractérisée par une hypercicatrisation, ont été identifiées par des chercheurs du CNRS et de l'Institut Pasteur. Observées dans la peau et le muscle squelettique chez la souris, il s'agit de fibroblastes surproducteurs de collagène exprimant la protéine Adam12. Cibler ces fibroblastes pathologiques pourrait s'avérer une thérapie efficace.

**ÉCOLOGIE |**

**D'après une étude franco-américaine à laquelle ont participé des chercheurs du CNRS, l'apparition de champignons digérant efficacement le bois, il y a 300 millions d'années, expliquerait en partie l'arrêt de la formation de charbon par fossilisation des débris végétaux. Cette étude qui a permis de saisir le processus de dégradation du bois par les champignons devrait intéresser le secteur des bioénergies.**

**ANTHROPOLOGIE |**

## Des dents

**appartenant à trois genres d'hominidés** analysées par des chercheurs du CNRS révèlent des régimes alimentaires bien différents. Il y a environ 2 millions d'années, les australopithèques, qui se nourrissaient de ce qu'ils trouvaient (carcasses d'animaux, baies, etc.) ont laissé place aux paranthropes, uniquement herbivores, et aux *Homo*, plutôt carnivores.

**PHYSIQUE |**

**Une nano-antenne optique a été mise au point par des chercheurs du CNRS et de l'université d'Aix-Marseille à partir d'ADN, d'or et d'une molécule fluorescente qui capte et émet de la lumière. Cette découverte pourrait faciliter le développement de diodes lumineuses plus efficaces, de cellules solaires plus compactes et de détecteurs plus rapides.**

**CONTACT :**

Laboratoire de météorologie dynamique,  
Palaiseau  
**Olivier Boucher**  
> [olivier.boucher@lmd.jussieu.fr](mailto:olivier.boucher@lmd.jussieu.fr)

## Chimie

## Coup de théâtre dans l'espace

PAR XAVIER MÜLLER

→ **Magnifiques paysages nébuleux, les nuages interstellaires denses** sont aussi des pouponnières d'étoiles. Étudier leur chimie, c'est mieux connaître la formation de notre Soleil, du système solaire et la matière qui a bombardé la Terre primitive. On pensait que, dans ces nuages, l'azote était majoritairement présent sous forme moléculaire ( $N_2$ ). Deux équipes, l'une de l'Institut des sciences moléculaires (ISM)<sup>1</sup>, et l'autre du Laboratoire d'astrophysique de Bordeaux<sup>2</sup>, ont prouvé le contraire<sup>3</sup> : la version moléculaire ne représenterait que de 10 à 20% de l'azote total.

Ce démenti s'appuie sur un double travail expérimental et numérique. L'élément central de la partie expérimentale est une tuyère, comparable à celle d'un avion à réaction, qui a permis aux chercheurs de créer des jets de gaz où la température, extrêmement basse (10 K, soit - 263 °C), s'approche de celle qui règne dans les nuages. « Grâce à ce dispositif, nous avons

observé que les réactions chimiques qui produisent de l'azote moléculaire sont très peu efficaces dans ces conditions, contrairement à ce que l'on imaginait », raconte Kevin Hickson, de l'ISM. Les simulations numériques ont alors dévoilé le sort réservé à l'azote : demeurant à l'état atomique, il se fixerait à la surface des grains de poussière dispersés dans le nuage, où il interagirait avec l'hydrogène pour former de l'ammoniac ( $NH_3$ ).

Quel impact ces découvertes ont-elles sur notre connaissance des premiers instants de la Terre? Elles pourraient bien résoudre le mystère de l'azote des végétaux. En effet, ceux-ci se nourrissent d'azote sous forme atomique exclusivement. Aujourd'hui, ils puisent cet azote dans les rejets de bactéries présentes dans le sol, et non dans l'atmosphère, où l'azote est à l'état moléculaire. Il y a plusieurs centaines de millions d'années, cette aide bactérienne n'existait pas, et les végétaux devaient s'alimenter en azote ailleurs. Mais où? « Si jamais les espèces chimiques

survivent à la formation des systèmes solaires, on peut imaginer que l'azote atomique ait été apporté sur notre planète par des météorites ou des poussières issues de notre propre nuage interstellaire originel », propose Kevin Hickson.

1. Unité CNRS/Université Bordeaux-I/IPB.
2. Unité CNRS/Université Bordeaux-I.
3. Travaux publiés dans *PNAS*, 26 juin 2012, vol. 109, n° 26, pp. 10233-10238.

## CONTACTS :

Institut des sciences moléculaires, Talence  
**Kevin Hickson**  
 > [km.hickson@ism.u-bordeaux1.fr](mailto:km.hickson@ism.u-bordeaux1.fr)  
 Laboratoire d'astrophysique de Bordeaux  
**Valentine Wakelam**  
 > [valentine.wakelam@obs.u-bordeaux1.fr](mailto:valentine.wakelam@obs.u-bordeaux1.fr)

## Écologie

## Les guêpes, par l'odeur alléchées...

PAR XAVIER MÜLLER

→ **Coquet, le figuier méditerranéen : les individus mâles** de cette espèce changent de parfum en été, lorsque les individus femelles des environs sont en fleur. Pour le vérifier, les chercheurs d'une équipe du Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive (Cefe)<sup>1</sup>, à Montpellier, se sont armés d'une sonde olfactive qu'ils ont promenée près de l'arbre fruitier. Ces spécialistes d'écologie chimique (la science des odeurs) viennent de publier l'ensemble de leurs résultats dans la revue *Ecology Letters*<sup>2</sup>.

Selon leur étude, le changement d'odeur de l'arbre aurait un but bien précis : forcer les guêpes, insectes pollinisateurs, à visiter les figuiers femelles. Ceux-ci sont en effet peu attractifs pour les guêpes qui ne peuvent pas s'y reproduire.

Contrairement aux figuiers mâles qui, en échange du transport du pollen, offrent le gîte et le couvert aux larves de la guêpe, réalisant une forme de symbiose avec l'insecte. Alors, quand, aux beaux jours, le bouquet de composés volatils exhalés par les figes mâles se modifie pour ressembler à celui des figes femelles, les pistes se brouillent. Incapables de reconnaître le sexe des arbres, les insectes visitent autant les fleurs femelles que mâles.

Selon les chercheurs, la coquetterie du figuier mâle serait responsable du succès de la symbiose entre la guêpe et le figuier. Et elle constituerait la clé du cycle de pollinisation particulièrement singulier de cet arbre dont les mâles fleurissent une première fois au printemps, puis une seconde fois en été, en même temps que les femelles, qui, elles, ne fleurissent qu'à cette saison.

Restait encore à prouver que les insectes sont effectivement sensibles aux variations de parfum du figuier mâle. Pour ce faire, les chercheurs du Cefe ont réussi une première : détecter, lors de la perception d'une odeur, la réponse électrophysiologique de l'antenne des guêpes, alors que celles-ci affichent une taille de seulement 3 millimètres. Grâce à ces résultats, preuve est faite que la coquetterie n'a, pour le figuier, absolument rien d'un vilain défaut !

1. Unité CNRS/Universités Montpellier-I, -II et -III/SupAgro/Cirad/IRD/Inra/EPHE.
2. *Ecology Letters*, septembre 2012, vol. 15, n° 9, pp. 978-985.

## CONTACTS :

Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive, Montpellier  
**Martine Hossaert-McKey**  
 > [martine.hossaert@cefe.cnrs.fr](mailto:martine.hossaert@cefe.cnrs.fr)  
**Bertrand Schatz**  
 > [bertrand.schatz@cefe.cnrs.fr](mailto:bertrand.schatz@cefe.cnrs.fr)





01

**Conservation** Les scientifiques du Centre de recherche sur la conservation des collections (CRCC) œuvrent sans relâche pour remédier aux outrages du temps. Découvrez leurs travaux à l'occasion des Journées européennes du patrimoine les 15 et 16 septembre.

# Préserver les documents anciens

PAR VAHÉ TER MINASSIAN

**C'est un haut lieu de la conservation, l'une des grandes institutions** dont dispose la France pour la sauvegarde de son patrimoine. Aux cinquième et sixième étages du bâtiment qui abrite la Grande Galerie de l'évolution, au Jardin des plantes de Paris, est installé le Centre de recherche sur la conservation des collections (CRCC)<sup>1</sup>. Ici, chimistes, physiciens et microbiologistes mobilisent leurs efforts pour étudier la manière dont les documents graphiques, entre autres, se dégradent au cours du temps. Plus précisément, il s'agit pour les scientifiques de ce laboratoire, fondé en 1963 dans le but d'analyser les moisissures qui avaient ravagé les bibliothèques durant la Seconde Guerre mondiale, aussi bien de comprendre le phénomène dans le détail que d'identifier des méthodes pour le ralentir et, éventuellement, l'endiguer.

Certes, le sujet n'est plus, comme il y a un demi-siècle, l'unique thème de recherche du CRCC. À Paris, la plupart des bureaux sont aujourd'hui occupés par des spécialistes d'autres domaines : cuirs et parchemins, photographies, matériaux

02



© PHOTOS: B. LEFERRIER/CNRS PHOTO THEQUE

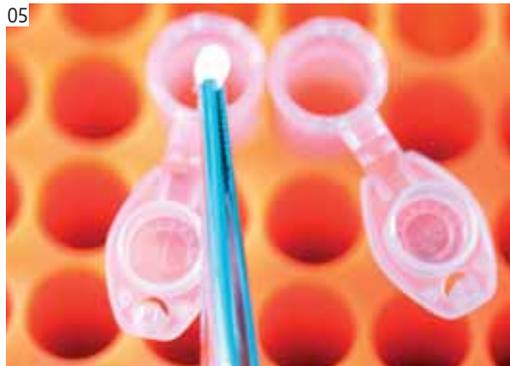
03

Bau en,

04



05



01 Le Centre de recherche sur la conservation des collections (CRCC) est expert de l'encre noire ferro-gallique, une encre utilisée durant des siècles en Occident pour écrire, comme sur ce manuscrit.

02 La conservation des collections endommagées par les moisissures, telles celles qui ont proliféré sur cette planche ancienne d'entomologie, était l'objet de recherche du laboratoire à sa création en 1963.

03 04 Les chercheurs s'intéressent actuellement à certaines taches, appelées piqûres rouges ou encore foxing, qui apparaissent sur les livres anciens.

05 Les taches d'un seul livre peuvent contenir plus de 100 espèces de moisissures. Reste à présent à trouver laquelle ou lesquelles sont responsables de ces colorations.

06 La microbiologiste Malalanirina Rakotonirainy analyse des échantillons de moisissures de bibliothèque qui lui ont été envoyés par un responsable de collection.

07 Les scientifiques étudient ici les auréoles brunes qui se forment à la limite des zones humides et sèches sur ces feuilles une fois mouillées. Le projet, intitulé *Tide lines* (Lignes brunes), vise à fournir des traitements alternatifs aux équipes de restauration qui utilisent souvent de l'eau.



plastique, questions d'éclairage et d'apparence des œuvres, ou encore spécimens d'histoire naturelle. Et, à Champs-sur-Marne, où résident les équipes du Laboratoire de recherche des monuments historiques<sup>2</sup>, qui ont récemment intégré le laboratoire, on s'occupe essentiellement de pierres, de vitraux, de bétons et de grottes ornées.

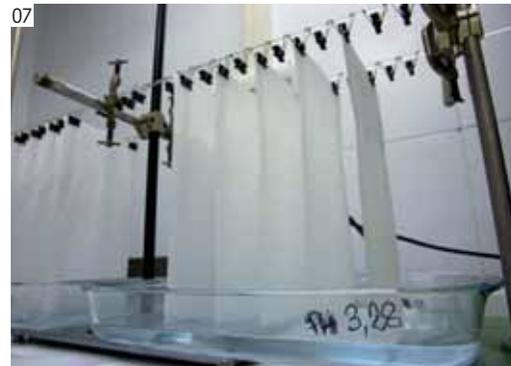
« Cette diversification au CRCC ne s'est cependant pas opérée au détriment des activités sur les documents graphiques », insiste son directeur, Bertrand Lavédrine. La microbiologiste Malalanirina Rakotonirainy fait d'ailleurs volontiers

découvrir la mycothèque du laboratoire, conservée bien au frais dans un réfrigérateur. Riche de 120 souches de moisissures et de levures de bibliothèque, celle-ci permet à la chercheuse et à son équipe de maintenir une activité de conseil auprès des responsables de collections qui lui envoient, comme cet après-midi, des échantillons pour analyse. Elle sert également à réaliser des études de biologie moléculaire très poussées sur certaines taches – des piqûres rouges, également appelées foxing – qui peuvent apparaître sur certains livres anciens.

06



07





Avoir sur le journal en ligne:  
le film **Les Autochromes**  
Lumière et la suite  
du reportage **photo** au CRCC.

À l'étage en dessous, ce ne sont plus ces piqûres qui intéressent les scientifiques, mais les *tide lines*, des lignes brunes. La chercheuse Anne-Laurence Dupont et ses collègues s'investissent dans un vaste programme international d'étude de ces auréoles colorées qui surgissent sur le papier lorsqu'il est mis en contact avec de l'eau. Parallèlement, ils examinent un procédé faisant appel à un solvant à base de composés, appelés aminoalkylalcoxyxilanes, pour renforcer des documents fortement fragilisés par l'acidification, tel ce vieux journal protégé par une poche plastique qu'Anne-Laurence Dupont tire d'une armoire et que l'on ne parviendrait pas à manipuler sans qu'il tombe en miettes.

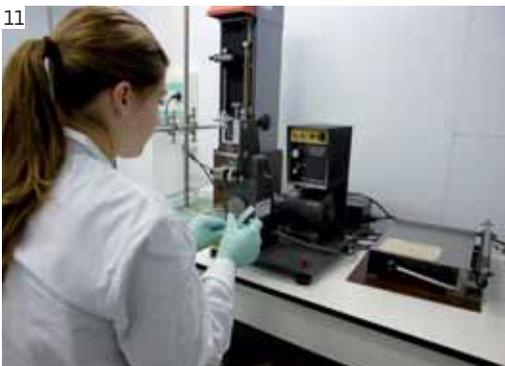
Et ce n'est pas le seul trésor que recèlent les placards du centre de conservation. La chercheuse Véronique Rouchon vient d'achever l'examen de l'un des papiers les plus anciens au monde, un échantillon vieux de deux mille ans, découvert en 2006 par l'équipe de Jean-Paul Desroches et de Guilhem André, du laboratoire Archéologies et sciences de l'Antiquité<sup>3</sup>, lors de la mission archéologique française en Mongolie, et conservé depuis précieusement dans une boîte en polystyrène.

Véronique Rouchon et ses collègues se penchent aussi sur l'encre noire dite ferro-gallique. « *Principal moyen d'écriture en Europe occidentale du Moyen Âge au XIX<sup>e</sup> siècle, fabriquée à partir de sulfate de fer, de gomme arabique et de noix de galle, elle pose un problème récurrent aux conservateurs, explique la scientifique. Avec le temps, elle diffuse à travers le papier, en brunit le verso et en détériore la cellulose jusqu'à créer des fractures et des trous.* » Les chercheurs ont établi que le fer II, contenu dans l'encre, était le principal agent chimique de cette dégradation. Ils ont alors reproduit artificiellement le phénomène afin d'identifier le traitement le plus efficace à mettre en œuvre dans le cas des documents très endommagés. Au terme de cette vaste étude conduite durant une dizaine d'années, en partie au synchrotron Soleil d'Orsay, ils ont proposé des traitements inédits, consistant non plus en une immersion dans une solution, mais en un simple contact avec un intercalaire chargé en produits actifs. Innover pour conserver l'ancien, telle est la vocation du CRCC.

08 Les spécialistes du CRCC doivent évaluer les procédés de restauration du papier dégradé par les encres anciennes. Pour cela, ils prélèvent des échantillons sur de vieux documents dont ils étudient le comportement.

09 10 D'autres travaux se rapportent au conditionnement des manuscrits anciens. Du papier neuf est imprégné d'encres et soumis à différents environnements. Ses propriétés sont ensuite analysées. Cette méthodologie a permis de développer une technique innovante de stabilisation des papiers très endommagés.

11 Victimes de l'acidification, certains vieux documents faits à partir de pâte à bois non purifiée sont difficilement manipulables. Le CRCC a mis au point des traitements de masse capables de renforcer des échantillons dont les scientifiques testent ensuite, comme ici, les propriétés mécaniques.



1. Unité CNRS/MNHN/MCC.  
2. Unité MCC.  
3. Unité CNRS/Université Paris-Ouest-Nanterre-La Défense/  
Université Paris-I-Panthéon-Sorbonne/MCC.

**EN LIGNE**

Plus d'infos sur les Journées

du patrimoine au CNRS :

> [www.cnrs.fr/journees-patrimoine](http://www.cnrs.fr/journees-patrimoine)

**CONTACT :**

Centre de recherche sur la conservation  
des collections, Paris

**Bertrand Lavédrine**

> [lavedrin@mnhn.fr](mailto:lavedrin@mnhn.fr)

**Biologie** Les cellules souches de muscles peuvent survivre plusieurs semaines après la mort. Le chercheur Shahragim Tajbakhsh évoque les perspectives de cette découverte.

# Des cellules souches exploitables *post mortem* ?

PAR GAËLLE LAHOREAU

**D**emain, les dépouilles humaines fourniront-elles des cellules souches pour guérir les patients atteints de myopathies, de diabète ou de maladies neurodégénératives ? C'est l'une des perspectives de travaux publiés dans *Nature Communications*<sup>1</sup> en juin. Pourtant, leur enjeu initial était tout autre : trouver la cause du décès d'un patient mort depuis quatre jours. L'aspect bien conservé des cellules souches de muscles a surpris les chercheurs, qui se sont mis à les cultiver. Avec succès : elles se sont multipliées et différenciées en fibres musculaires.

## CE QUE L'ON VIENT DE DÉCOUVRIR

« Nous n'imaginions pas que des cellules puissent survivre dans un cadavre plus de deux jours », se souvient le biologiste Shahragim Tajbakhsh, coauteur de ces travaux. Or on sait désormais que les cellules souches musculaires peuvent survivre au moins dix-sept jours : l'étude a en effet porté sur seize personnes décédées entre six et dix-sept jours auparavant. Comment expliquer cette longévité en l'absence de circulation sanguine, d'oxygène et de nutriments ? « Lorsqu'elles sont dans des conditions défavorables, les cellules souches entrent en mode "crise", analyse le chercheur. Pour cela, elles réduisent leur activité et leur nombre de mitochondries, ces usines qui produisent de l'énergie à partir d'oxygène. » Privées de cette matière première, les cellules hiberneraient en quelque sorte.

## CE QUE CES TRAVAUX IMPLIQUENT

Première retombée : « Nous savons désormais que, pour conserver des cellules souches, il faut les maintenir dans un milieu très pauvre en oxygène afin

### CELLULES SOUCHES

Présentes notamment dans l'embryon, le sang de cordon et différents tissus après la naissance, ces cellules indifférenciées peuvent se spécialiser en cellules du foie, du pancréas, etc.

qu'elles se mettent en dormance, indique Shahragim Tajbakhsh. Or, actuellement, les tissus sont gardés à l'air ambiant. En les plaçant simplement dans des sachets dédiés à la culture des bactéries anaérobies [qui n'ont pas besoin d'oxygène, ndlr], nous avons conservé des cellules souches de muscles entre deux et trois semaines. » Bien au-delà donc des deux à trois jours généralement de mise. Un brevet international sur cette méthode a été déposé.

## CE QUE CELA POURRAIT CHANGER

« Cette découverte ouvre énormément de possibilités pour les scientifiques qui pourront prélever des cellules souches après les différentes démarches relatives au don. Par exemple sur des personnes atteintes d'une maladie rare, pour mieux comprendre leur pathologie ou tester des médicaments », explique Shahragim Tajbakhsh. Autre perspective : la thérapie cellulaire. Celle-ci est déjà pratiquée, notamment pour traiter des leucémies à partir de cellules souches prélevées dans la moelle osseuse de donneurs vivants. Le seront-elles bientôt

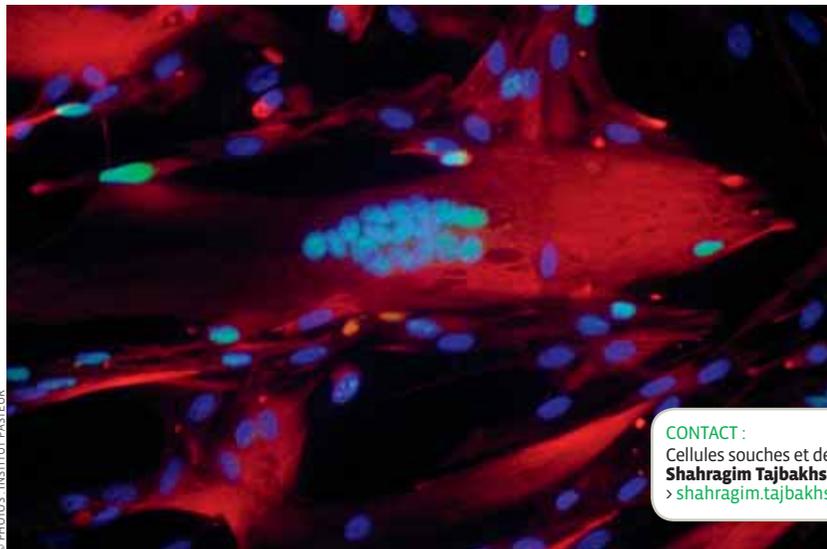
### SHAHRAGIM TAJBAKHSH

Ce spécialiste de la formation des organes chez l'embryon et des muscles dirige l'unité Cellules souches et développement (CNRS/Institut Pasteur).



sur des personnes après leur mort ? D'un point de vue éthique, l'utilisation de cellules souches *post mortem* ne semble pas poser de questions spécifiques autres que celles relatives au don d'organes et de tissus. « C'est donc une source à considérer pour un éventuel usage clinique, souligne le biologiste. Cela ne réglerait pas le problème du rejet des cellules transplantées, mais permettrait d'avoir plus de donneurs potentiels et une meilleure compatibilité entre receveur et donneur. Nous pourrions ainsi réduire les listes d'attente, si longues pour les cellules souches de moelle, et, dans l'avenir, pour celles provenant d'autres organes. »

1. *Nature Communications*, 12 juin 2012, vol. 3, n° 903.



→ Cette cellule (un myotube) a été créée *in vitro* à partir de tissu musculaire humain collecté dix-sept jours *post mortem*.

### CONTACT :

Cellules souches et développement, Paris  
**Shahragim Tajbakhsh**  
 > shahragim.tajbakhsh@pasteur.fr

**Santé** À l'occasion d'un congrès prévu à la mi-septembre, Pedro Alzari, directeur de recherche à l'Institut Pasteur<sup>1</sup>, fait le point sur les dernières avancées contre la tuberculose.

# De nouvelles armes contre la tuberculose

PROPOS RECUEILLIS PAR KHEIRA BETTAYEB

**Avec le biologiste Roland Brosch, vous êtes à l'initiative du nouveau congrès international Tuberculosis 2012, dont la première édition se tient à l'Institut Pasteur, à Paris, du 11 au 15 septembre. Pourquoi la recherche contre la tuberculose reste-t-elle aussi cruciale ?**

**Pedro Alzari :** Parce que, si la tuberculose semble sous contrôle dans les pays du Nord, avec tout de même environ 5000 nouveaux cas en France en 2010, elle demeure au plan mondial l'une des causes infectieuses de mortalité les plus importantes : elle a causé la mort de 1,4 million de personnes en 2010. Due à la bactérie *Mycobacterium tuberculosis* (MTB), qui se propage par voie aérienne quand les personnes atteintes toussent, éternuent ou crachent, cette maladie se manifeste notamment par une toux, de la fièvre, des sueurs nocturnes et une perte de poids. Favorisée par l'alcoolisme, la dénutrition, un déficit immunitaire lié à une autre maladie ou à un traitement, elle frappe particulièrement les milieux sociaux défavorisés. D'après l'Organisation mondiale de la santé (OMS), un tiers de la population mondiale serait infecté par MTB. Et de 5 à 10% de ces personnes développent la maladie ou deviennent contagieuses un jour. Ces dernières années, la situation s'est hélas encore aggravée.

**Quelles sont les raisons de cette aggravation ?**

**P.A. :** À cause de deux grands facteurs. Tout d'abord, avec l'arrivée du Sida dans les années 1980, on a vu apparaître des cas d'infection simultanée par la bactérie MTB et le virus du Sida (VIH). Or celui-ci affaiblit le système immunitaire et accroît de cinquante fois le risque de développer la tuberculose. Ensuite, la situation a empiré à cause de l'apparition de formes de MTB insensibles à plusieurs antibiotiques antituberculeux. Ces souches multirésistantes risquent de mener à une impasse thérapeutique de plus en plus préoccupante. Il est plus qu'urgent de trouver d'autres moyens pour lutter contre la tuberculose.

**Quelle est l'implication du CNRS dans cette recherche ?**

**P.A. :** Comme bon nombre d'acteurs de la recherche biomédicale française (Inserm, Institut Pasteur, etc.), les chercheurs du CNRS travaillent principalement sur quatre axes. Le premier vise à mieux comprendre les mécanismes moléculaires de la maladie. Le deuxième consiste à développer de nouveaux outils de diagnostic plus sensibles ou moins lents. Le troisième concerne les traitements : il s'agit de mettre au point des antibiotiques plus puissants et plus efficaces contre les formes résistantes. Enfin, on tente de développer de nouveaux vaccins, car le seul sur le marché, le BCG



© F. GARDY/INSTITUT PASTEUR

## EN LIGNE

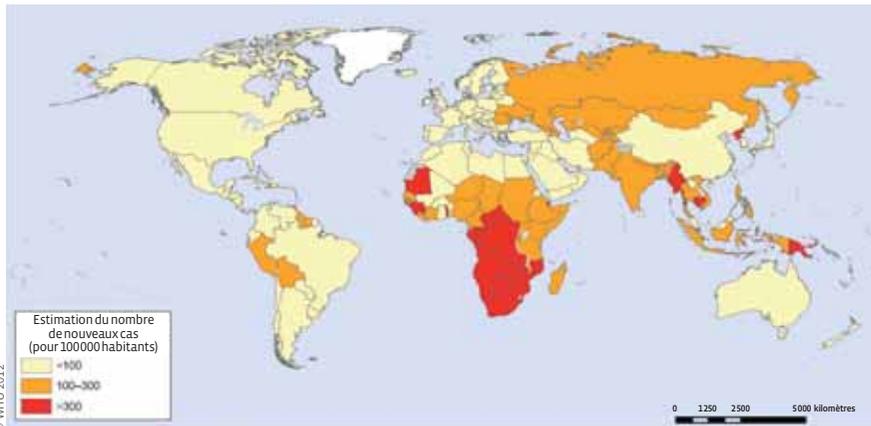
Pour en savoir plus sur le congrès Tuberculosis 2012 :  
 > [www.pasteur.fr/infosci/conf/sb/tuberculosis2012/](http://www.pasteur.fr/infosci/conf/sb/tuberculosis2012/)

→ Dépistage de la tuberculose au centre de santé Edison, à Paris.



© CHAMUSSY/SIPA

## LA TUBERCULOSE DANS LE MONDE (DONNÉES DE L'OMS POUR L'ANNÉE 2010)



8,8 millions

de personnes ont développé la maladie durant l'année 2010.

1,4 million

en sont mortes, dont 350 000 étaient co-infectées par le virus du Sida.

650 000

personnes étaient atteintes de tuberculose multirésistante.

80%

des cas signalés sont survenus dans 22 pays, l'Asie et l'Afrique subsaharienne étant les zones les plus touchées.

95%

des décès enregistrés l'ont été dans les pays en développement.

– développé à l'Institut Pasteur dans les années 1920 –, ne protège pas un adulte sur deux de la tuberculose pulmonaire. Ces travaux sont souvent menés au sein de programmes européens regroupant les meilleurs laboratoires académiques et des acteurs majeurs de l'industrie pharmaceutique.

#### Y a-t-il eu des avancées significatives ces dernières années ?

**P.A. :** Oui. Depuis 1993, date à laquelle l'OMS a tiré la sonnette d'alarme sur la recrudescence de la maladie, on a beaucoup progressé. Et cela grâce au séquençage du génome de la bactérie MTB, réalisé par un consortium international coordonné par le généticien Stewart Cole à l'Institut Pasteur ; et grâce à l'identification de la fonction des gènes du microbe. Prenons le diagnostic, on a déjà vu apparaître quelques outils. On peut citer le test sanguin, qui améliore le dépistage de l'infection tuberculeuse dite latente, c'est-à-dire lorsque l'on est infecté sans développer la maladie. Cette technique détecte une substance particulière produite lors de la réponse immunitaire à la bactérie MTB : l'interféron gamma. Autre exemple phare : l'appareil Xpert MTB/RIF, qui dépiste spécifiquement MTB, ainsi que les souches résistant à la rifampicine, un antibiotique utilisé habituellement contre la tuberculose. Accepté par l'OMS en décembre 2010, cet outil est aujourd'hui utilisé dans plus de 25 pays en développement.

#### Où en est-on du développement de nouveaux traitements ?

**P.A. :** Pour la première fois en plus de cinquante ans, depuis la découverte des médicaments utilisés actuellement, on dispose d'un large éventail de molécules très prometteuses. À ce jour, plus d'une dizaine d'entre elles sont en essais cliniques, c'est-à-dire testées chez l'homme pour évaluer leur innocuité et leur efficacité. Deux sont en phase finale d'évaluation, en essais de phase III. Elles visent à réduire la durée du traitement de la tuberculose non résistante à quatre mois, au lieu de six à neuf mois aujourd'hui. D'autres produits, à un stade de recherche un peu moins avancé, sont destinés à améliorer le traitement des multirésistances. On espère voir arriver les tout premiers nouveaux antibiotiques dans les cinq prochaines années.

#### Et pour ce qui est de la recherche d'un nouveau vaccin ?

**P.A. :** Si l'échéance pour disposer d'un autre vaccin paraît plus lointaine, là aussi plusieurs formulations sont en test chez l'humain. Ces candidats vaccins sont destinés à améliorer

ou à remplacer le BCG. L'un des plus avancés en termes de recherche est le MVA85A. Développé par des chercheurs britanniques de l'université d'Oxford, ce produit renferme une souche du virus de la variole très atténuée. Celle-ci a été manipulée génétiquement pour exprimer à sa surface une molécule présente sur MTB, l'antigène 85A. Cette combinaison semble stimuler davantage notre immunité que le BCG. Si elle se révèle efficace en tests de phase III, elle pourrait être acceptée par les autorités médicales à la fin de la décennie.

*« Pour la première fois en plus de cinquante ans, [...] on dispose d'un large éventail de molécules très prometteuses. »*

#### Le partenariat international Stop TB<sup>2</sup> a deux objectifs : réduire de moitié, d'ici à 2015, le nombre de cas de tuberculose dans le monde par rapport au niveau de 1990, et éradiquer la maladie d'ici à 2050. Ces buts vous semblent-ils réalisables ?

**P.A. :** Oui, mais pas à si court terme. Car, en raison de la récession économique, les pays du Nord ont diminué les financements alloués à la recherche. Or les pays du Sud, qui portent largement le fardeau de la tuberculose, n'auront vraisemblablement pas les ressources nécessaires pour compenser cette carence. Cela dit, il est important de souligner le rôle-clé du partenariat Stop TB. C'est grâce aux efforts collectifs de ce genre qu'après des années de pénurie nous disposons enfin de plusieurs candidats vaccins et d'antibiotiques prometteurs. Et, même si c'est à plus long terme que celui fixé initialement par Stop TB, ces avancées devraient nous permettre de contrôler la maladie un jour.

1. Au laboratoire Biologie structurale des processus cellulaires et maladies infectieuses (Unité CNRS/Institut Pasteur/UPMC/Université Paris-Diderot).
2. Réseau de plus de 500 institutions, donateurs, pays et individuels, et dont l'un des membres-clés est l'OMS.

#### CONTACT :

Biologie structurale des processus cellulaires et maladies infectieuses, Paris  
**Pedro Alzari**  
 > pedro.alzari@pasteur.fr

→ La vision de la mouche a inspiré la conception et la réalisation de capteurs visuels pour le robot volant Octave (en bas).

ROBOTIQUE, CHIMIE, INFORMATIQUE...

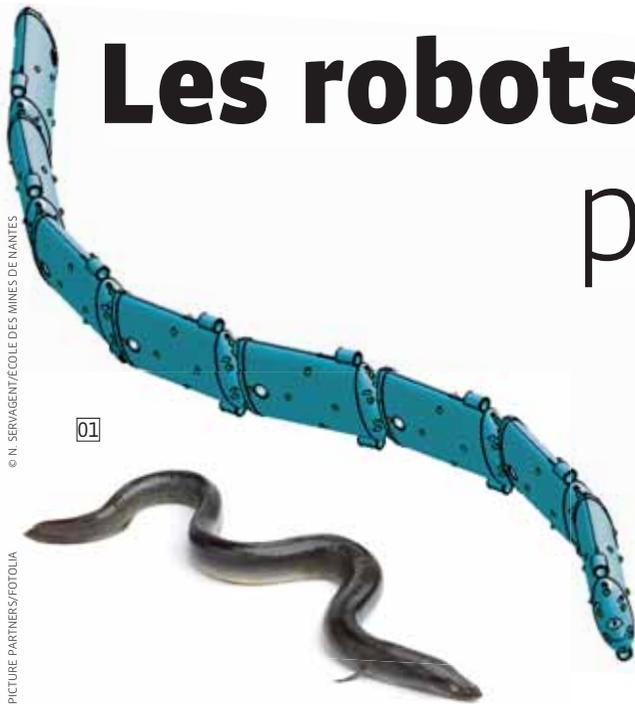
# LA NATURE POUR modèle

Des premières machines volantes imaginées par Léonard de Vinci en regardant les oiseaux jusqu'au Velcro qui reproduit les fleurs de bardane, on ne compte plus les réalisations humaines qui trouvent leur origine dans la nature. En robotique, en chimie, en physique, en informatique... la bio-inspiration est partout. À l'occasion de la conférence internationale sur la chimie bio-inspirée, qui se déroule à Nice du 3 au 5 octobre, *CNRS Le journal* nous fait découvrir les dernières tendances.

UNE ENQUÊTE DE FRÉDÉRIC DESSORT  
ET CHARLINE ZEITOUN

Les robots se prennent pour des animaux **21** |  
Les chimistes à l'école du vivant **23** |  
Des recherches bien inspirées **25** |

# Les robots se prennent pour des animaux



01

01 Schéma d'Angels, le robot-anguille, à côté de son modèle.  
02 Les modules qui le composent viennent d'être assemblés pour un test final prévu début septembre.

**A**ngels, robot nageur qui ondule comme une anguille, devrait bientôt faire des étincelles dans le bassin de l'Institut de recherche en communications et cybernétique de Nantes (Ircsyn)<sup>1</sup>. Ses huit modules à hélices de 25 centimètres de long, attachés à la queue leu leu par des aimants, pourront se séparer, nager de leur côté, puis communiquer pour se réassembler tout seuls. Leur secret : « Ils se repèrent grâce au champ électrique, par **électrolocation**, comme le poisson éléphant et d'autres animaux vivant en eaux troubles », explique Frédéric Boyer, roboticien à l'Ircsyn et responsable du projet européen Angels<sup>2</sup>, qui s'achève ce mois de septembre avec les derniers tests de la machine.

## UN VIEUX RÊVE DE CHERCHEURS

Pourquoi onduler comme une anguille ? « Cela offre une meilleure manœuvrabilité pour un robot ainsi allongé, explique Frédéric Boyer. Tandis qu'avoir des modules détachables permet de couvrir un maximum de terrain dans une zone à explorer. Chacun peut naviguer en milieu confiné, pour d'éventuelles applications de surveillance militaire, ou pour faire de l'endoscopie industrielle ou même médicale en cas d'ultra-miniaturisation. »

Quant à l'électrolocation, elle contribue à amener la bestiole, même en situation de faible visibilité, vers une aptitude d'exception : l'autonomie.

Pour les roboticiens, c'est un vieux rêve. Celui que leurs rejets de métal et de silicium soient enfin capables de se déplacer sans qu'il faille les téléguidés ou programmer leur chemin par avance. Intérêt ? Les expédier dans un lieu inconnu ou inaccessible à l'homme. Ou même les laisser aider grand-père à retrouver ses lunettes dans le désordre de son appartement. « Pour relever ce défi, les chercheurs se sont le plus souvent inspirés de la vue humaine, traitée au moyen de programmes d'intelligence artificielle, informe le chercheur, mais ce modèle était sans doute trop ambitieux. »

En terme de navigation, copier l'homme a en effet surtout abouti à fabriquer des robots aux programmes informatiques très complexes, destinés à modéliser l'espace géométrique sous forme de cubes, de cylindres, etc. Résultat : des robots qui n'ont souvent fait que se perdre dans des labyrinthes... Une simple fourmi est, en revanche, capable de s'orienter avec quelques centaines de milliers de neurones seulement,

quand près de cent milliards s'activent dans notre crâne. Avec de faibles moyens, cette petite bête se débrouille mieux en environnement inconnu que n'importe quel robot à gros QI construit jusqu'alors.

## D'UNE MÉTHODE À UNE AUTRE

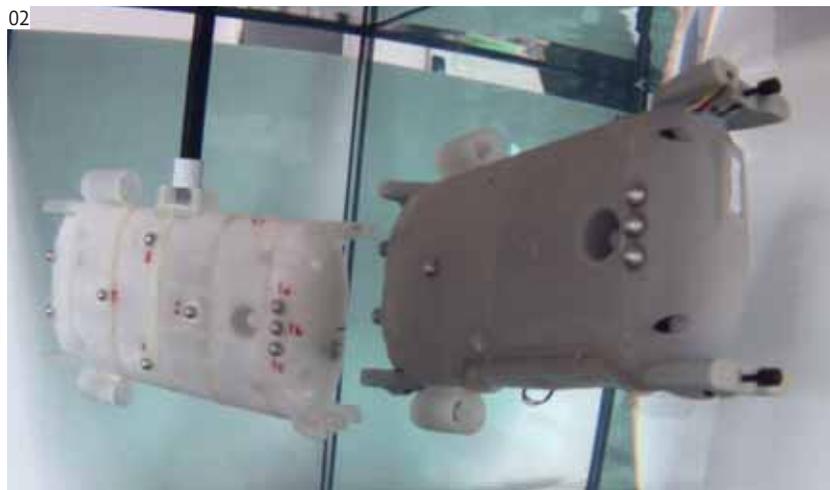
Aujourd'hui, les bioroboticiens changent donc de démarche. « On ne considère plus l'intelligence comme le seul produit d'un cerveau construit comme une machine à calculer, dans le sillage d'Alan Turing<sup>3</sup> », explique le chercheur. Fabriquer un champion d'échec n'est pas la panacée. « Ce type d'intelligence est trop détaché de l'environnement, comme un cerveau dans un bocal que nous pourrions seulement embarquer sur nos robots, souligne le chercheur. En fait d'intelligence embarquée, nous cherchons à présent à obtenir une intelligence incarnée, étroitement liée au corps et à sa morphologie, comme chez les animaux dits primitifs. » En somme, une intelligence pas forcément très développée, mais liée aux interactions sensorielles du corps avec le monde extérieur.

C'est le cas d'Angels, dont la surface est couverte de treize capteurs innovants déjà au point pour de futures applications de navigation sous-marine en eaux

## ÉLECTROLOCATION

Vision qui fonctionne en captant les reflets d'un champ électrique sur la surface d'obstacles, de proies, etc.

02



sales ou sombres. Ceux-ci sont capables d'instaurer un champ électrique et d'en ressentir les perturbations induites par le milieu alentour. « *Le corps est à la fois l'organe locomoteur et la surface sensible au travers de laquelle il perçoit le milieu, souligne le chercheur. Cela permet de faire des liens directs entre les sensations et les actions, sans passer par une représentation abstraite de l'ensemble de l'espace, très gourmande en calculs.* » Ces liens, ce sont des boucles, dites sensori-motrices, rapides et nombreuses, sous forme d'algorithmes que les informaticiens concoctent en étroite collaboration avec des neurobiologistes. « *Avec cette approche sensori-motrice, le champ électrique interagit avec l'environnement proche. Cela provoque chez le robot des réactions directes et adaptées* », complète Frédéric Boyer.



### LES VERTUS DE LA SOUPLESSE

Acroban et Sigmaban ont fait de la balançoire et dansé cet été à l'exposition internationale de Yeosu, en Corée du Sud. Ces robots humanoïdes, développés par le Laboratoire bordelais de recherche en informatique<sup>1</sup> et Inria, ont exhibé leurs articulations d'une souplesse remarquable. Leurs bras, bassin et colonne vertébrale adaptent en effet constamment leurs positions aux perturbations. Obtenir ce type de souplesse, qui reproduit l'élasticité des tissus vivants, c'est l'un des nouveaux défis des robots bio-inspirés. À terme, ils pourront ainsi encaisser les chocs sans se casser ni en restituer brutalement l'énergie. « *C'est indispensable pour que les robots puissent interagir avec les hommes au quotidien sans les blesser* », commente Frédéric Boyer, de l'Institut de recherche en communications et cybernétique de Nantes. « *L'autre intérêt, c'est de leur permettre d'exécuter des mouvements avec moins de précision sans rater leur prise, parce que leur élasticité compensera les petits chocs dus aux imprécisions* », indique le chercheur. Bénéfice net pour la cervelle du robot : des tonnes de calculs en moins avant de faire le moindre geste.

1. Unité CNRS/Université Bordeaux-I/ Université Bordeaux-Segalen/IPB.

### EN LIGNE

> [www.rhoban-project.org/](http://www.rhoban-project.org/)

03 En poussant son collègue qui se prélassait sur sa balançoire, Acroban dévoile la souplesse de ses bras qui absorbent les chocs.

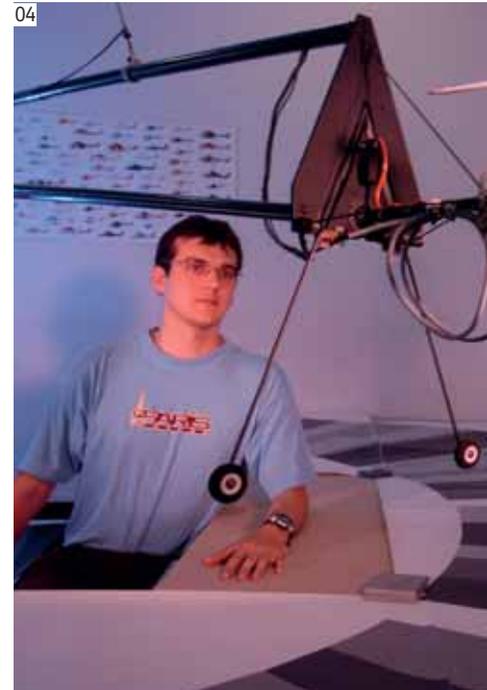
**ŒIL COMPOSÉ**  
Juxtaposition de plusieurs petits yeux élémentaires.

Copier l'autonomie des animaux, et notamment des insectes, offre bien d'autres avantages : une agilité et une compacité inédites, pour une faible consommation d'énergie. Aucun engin volant actuel, bardé d'altimètres, de radars et de GPS, ne rivalise de fait avec les acrobaties de la mouche et de son modeste cerveau. « *Elle possède un pilote automatique minimaliste qui repose notamment sur le flux optique* », informe Stéphane Viollet, responsable de l'équipe Biorobotique de l'Institut des sciences du mouvement<sup>4</sup>, à Marseille. Ce flux, c'est la vitesse apparente des images qui défilent sur la rétine. Pour comprendre, il faut s'imaginer en vol à 50 mètres d'altitude : vu de là, un massif d'arbres semblera défilé très lentement. Tandis qu'à 1 mètre de haut seulement il aura l'air de défilé très vite.

### DES INSECTES INSPIRANTS

Ce flux renseigne donc l'insecte sur la distance qui le sépare du sol. Et le principe est le même avec le défilement des images de n'importe quel obstacle sur la rétine panoramique de la voltigeuse. En définitive, une poignée de neurones dédiés à la détection de mouvements lui suffisent pour naviguer en toute sérénité. « *Nous avons déjà montré, il y a quelques années, qu'un petit robot, Octave, mini-hélicoptère de 100 grammes accroché à une perche, parvenait à contrôler automatiquement son altitude, à décoller et à atterrir en douceur grâce à un œil sommaire de seulement 2 pixels et fondé sur le flux optique* », commente Stéphane Viollet. Les informations captées par les pixels sont transmises à un circuit électronique, lequel reproduit fidèlement les neurones de la mouche détecteurs de mouvement.

Cet efficace pilote automatique a déjà donné naissance à un brevet CNRS. Les chercheurs veulent maintenant le perfectionner. En plus du flux optique, leur futur capteur visuel s'inspire de l'anatomie de l'œil de la mouche drosophile et de ses 600 facettes. « *Pour la première fois au monde, nous avons construit un œil composé de forme incurvée et souple. Il est couvert d'environ 600 yeux élémentaires composés d'une microlentille et d'un pixel. Chaque*



œil a un champ visuel de quelques degrés dans une direction différente des autres », précise Stéphane Viollet, qui est l'un des responsables scientifiques de ce projet baptisé Curvace et financé par l'Union européenne. Résultat : un champ visuel de 180 degrés, quand l'œil précédent ne disposait que d'une vision limitée à quelques degrés. Reste à figoler les algorithmes et l'électronique embarquée. « *C'est un défi majeur étant donné la compacité de Curvace* », insiste le chercheur, rappelant que le dispositif d'une dizaine de millimètres de diamètre est aussi léger qu'une pièce de 2 centimes, pour une consommation de quelques milliwatts seulement.

### TOUJOURS PLUS D'AUTONOMIE

Le laboratoire collabore dès à présent avec le groupe PSA Peugeot-Citroën. Cela donnera peut-être bientôt des capteurs optiques de détection de chocs frontaux pour assister le freinage des voitures. Ainsi que des détecteurs de mouvements de la main qui permettront au conducteur d'actionner différentes commandes sans les toucher. « *Mais le*



© H. FRAGUET/CNRS PHOTO THÈQUE



À voir sur le journal en ligne : le reportage photo à l'Institut des sciences du mouvement.

but ultime est de construire un petit robot volant autonome d'une centaine de grammes capable de voler comme les mouches ou les abeilles, évitement d'obstacles et vol stationnaire compris, explique Stéphane Viollet. À ce sujet, nous avons prouvé il y a quelques mois que notre robot Oscar parvenait à se stabiliser en vol en fixant son œil sur une cible, même si son corps subissait quantité de perturbations. Exactement comme le colibri butinant une fleur. » En partenariat avec Astrium, l'Onéra et l'ESA, son collègue Franck Ruffier imagine déjà des applications pour améliorer l'autonomie des micro-aéronefs de demain. Sur la Lune, Mars ou ailleurs, ils devront explorer seuls des territoires inconnus et, bien sûr, sans GPS... **C.Z.**

1. Unité CNRS/Université de Nantes/Centrale Nantes/École des mines de Nantes.
2. Partenaires de l'Ircyn sur ce projet : EPFL, SSSA, IIBCE, Subatech, Unic, Ubo et Udelar.
3. Mathématicien pionnier de l'intelligence artificielle (1912-1954), lire notre hors-série de mai 2012 : <http://www2.cnrs.fr/journal/4787.htm>
4. Unité CNRS/Aix-Marseille Université.

## CONTACTS :

**Frédéric Boyer**  
> [frederic.boyer@mines-nantes.fr](mailto:frederic.boyer@mines-nantes.fr)  
**Franck Ruffier**  
> [franck.ruffier@univ-amu.fr](mailto:franck.ruffier@univ-amu.fr)  
**Stéphane Viollet**  
> [stephane.viollet@univ-amu.fr](mailto:stephane.viollet@univ-amu.fr)

**04 Franck Ruffier et son mini-hélicoptère, Octave. Accroché à une perche, ce dernier adapte son altitude suivant le défilement des bandes qu'il voit au sol.** **05 Ce défilement s'inspire du flux optique qui permet à certains insectes de naviguer, comme cette abeille, dont on étudie le vol dans un corridor couvert de bandes de diverses largeurs.**

**06 Cette vitre autonettoyante utilise les propriétés hydrophobes de l'effet lotus, observé dans les années 1970 sur la plante éponyme.** **07 Comme les feuilles de lotus, la surface de cette plaque est hérissée de microrugosités qui permettent aux gouttes d'eau de garder une forme de perle.**

# Les chimistes à l'école du vivant

**P**aul Valéry écrivait que « c'est en copiant qu'on invente ». Nombre de chimistes, appliqués à imiter les processus naturels, pourraient faire leur cet adage. « La chimie bio-inspirée a démarré et connu de gros développements dans les années 1970, explique Ludovic Jullien, directeur du laboratoire Processus d'activation sélectif par transfert d'énergie uni-électronique ou radiatif<sup>1</sup>, à Paris. Au départ, on essayait de reproduire certaines structures moléculaires qui remplissent une fonction biologique, par exemple la photosynthèse ou la catalyse. » Quarante ans plus tard, des progrès importants conduisent à de multiples applications, certaines encore balbutiantes, comme la production d'hydrogène ou les moteurs moléculaires, et d'autres plus proches du stade industriel, comme les nanomédicaments.

## UNE SOURCE D'INNOVATIONS

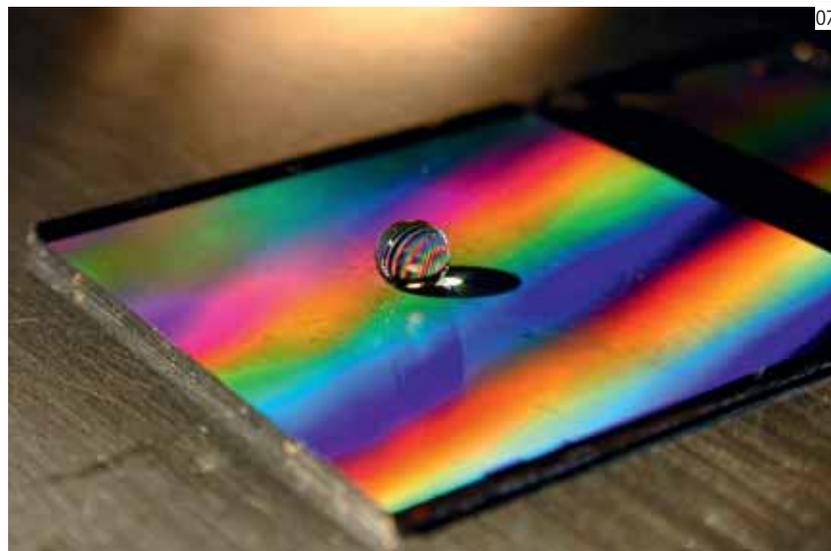
Un domaine à part entière de la chimie a même fait un grand bond en avant grâce à la bio-inspiration : la chimie des matériaux. Elle s'est enrichie en comprenant comment certains organismes vivants

marient des molécules organiques et minérales pour construire des structures aux propriétés intéressantes (lire l'encadré p. 25). Les innovations qui en découlent sont nombreuses : nanoparticules anticorrosion ou encore capteurs de gaz rares. « Face aux préoccupations économiques et écologiques qui exigent de plus en plus des matériaux qu'ils soient recyclables, biodégradables, très performants, voire intelligents, les matériaux hybrides naturels représentent à la fois un modèle, un potentiel de ressources et une source d'inspiration inépuisables, explique Clément Sanchez, du laboratoire Chimie de la matière condensée de Paris<sup>2</sup>. Le chimiste des matériaux est à l'école du monde vivant. » Lier des molécules d'essences



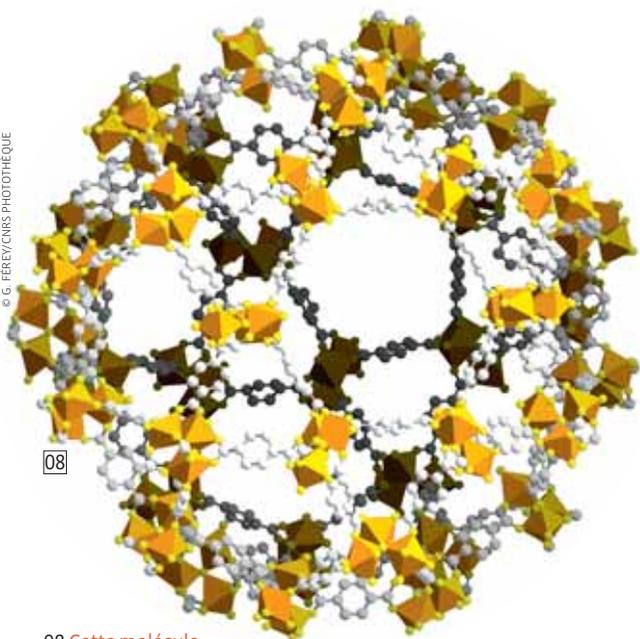
06

© R.F. APPENZELLER



07

© D. QUÈRE, M. CALLIES/CNRS PHOTO THÈQUE



08

08 Cette molécule de MIL-101 est inspirée des zéolithes, minéraux aux squelettes remplis de trous.

différentes n'est évidemment pas la seule prouesse de la nature qui intéresse les chimistes. La facilité avec laquelle les structures moléculaires organiques se font et se défont s'avère tout aussi inspirante. Ainsi, la chimie supramoléculaire, spécifique à ces liaisons moléculaires dites faibles et au phénomène d'auto-assemblage, a été initiée il y a quarante ans par le Prix Nobel Jean-Marie Lehn, de l'Institut de science et d'ingénierie supramoléculaires<sup>3</sup>, à Strasbourg. L'une des applications bio-inspirées est l'encapsulation de médicaments, qui reproduit l'auto-assemblage des membranes de cellules biologiques (lire l'encadré p. 27).

### DES TECHNIQUES COMPLEXES

Mimer la nature n'est toutefois pas une tâche aisée : logique, sa complexité est le fruit de milliards d'années de perfectionnements. De nouvelles combinaisons sont ainsi sans arrêt testées. Un jeu de Lego qui n'a été que récemment observé au niveau des molécules organiques elles-mêmes. « En 2008, nous avons montré qu'au sein d'un mélange complexe de molécules, certaines peuvent se reconnaître et se dupliquer, expose Nicolas Giuseppone, directeur adjoint de l'Institut du CNRS Charles-Sadron, à Strasbourg. Apparaît alors un phénomène d'accroissement de l'espèce chimique qui se reproduit le plus efficacement, au détriment du reste. Ce qui peut être interprété comme une forme

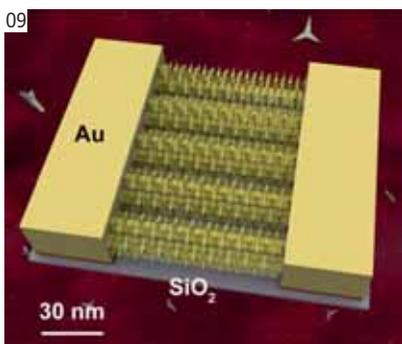
de darwinisme moléculaire. » Ce résultat s'inscrit dans le cadre de la toute jeune chimie combinatoire dynamique, qui consiste à élaborer certains produits en mélangeant un ensemble de molécules, puis en laissant les combinaisons conduire à une sélection naturelle du plus efficace. Une technique que les laboratoires pharmaceutiques testent actuellement pour fabriquer des médicaments.

### UNE RÉVOLUTION EN MARCHÉ ?

À force de s'inspirer de la nature, les chimistes pourraient même mener, à terme, une vraie révolution en reproduisant l'une des caractéristiques fondamentales des êtres vivants : leur fonctionnement en système dit ouvert. Autrement dit, ils échangent constamment de la matière et de l'énergie avec leur environnement. « Traditionnellement, les chimistes

utilisent des systèmes fermés : on mélange des produits dans un flacon, on attend et on observe ce qu'on a obtenu. Le résultat est un système mort qui n'évolue plus, explique Ludovic Jullien. Le vivant produit et consomme sans cesse des molécules, de l'énergie. L'idée de concevoir de tels systèmes ouverts en chimie, qui évolueraient et s'adapteraient en fonction des contraintes environnementales, est un horizon fascinant. » Mais lointain. Cette chimie des systèmes reste pour le moment très fondamentale, et ses applications sont encore à inventer. Mais, en se fondant sur ce qui fait l'essence même de la vie, elle pourrait finir par constituer le *nec plus ultra* de la bio-inspiration. **F.D.**

1. Unité CNRS/ENS/UPMC.
2. Unité CNRS/UPMC/ENSCP/Collège de France.
3. Unité CNRS/Université de Strasbourg.



© N. GIUSEPPONE

Les fibres de 100 nanomètres de ce dispositif (09), élaboré à l'Institut Charles-Sadron (10), se forment par auto-assemblage de milliers de molécules et croissent par auto-réplication.

10



© C. FRESILLON/CNRS PHOTO THÈQUE

#### CONTACTS :

**Nicolas Giuseppone**  
> giuseppone@ics.u-strasbg.fr  
**Ludovic Jullien**  
> ludovic.jullien@ens.fr  
**Clément Sanchez**  
> clement.sanchez@upmc.fr

# Des recherches bien inspirées

C'est un fait : la nature déploie des trésors d'ingéniosité et la mimer offre de nombreuses perspectives d'applications. Florilège.

## LES ALGORITHMES À L'ÉPREUVE DE DARWIN

« Dans le domaine des probabilités, il existe des algorithmes dits génétiques, car ils s'inspirent de la sélection naturelle », signale Pierre Del Moral, de l'Institut de mathématique de Bordeaux<sup>1</sup>. Imaginons que l'on cherche à évaluer le meilleur chemin sur un plan. Les différentes solutions sont représentées par divers individus. « Tout se passe comme si chacun faisait une proposition, explique le chercheur. Et que tous échangeaient leurs résultats en se parlant pour évaluer leur efficacité. » Ensuite, les individus jugés les meilleurs se dupliquent et peuvent muter en créant des variantes. Tandis que les autres, "non adaptés", disparaissent... « Cette approche est fondée sur la diversité des solutions, précise le mathématicien.

Ce n'est pas le cas des approches classiques par renforcement à l'œuvre dans les réseaux de neurones. » Dans ce dernier cas, en effet, les réseaux s'inspirent des neurones biologiques et les solutions efficaces sont renforcées, mais de nouvelles ne sont pas créées. Les algorithmes génétiques, à l'œuvre depuis les années 1950, n'avaient jamais livré la clé de leur si bon fonctionnement. C'est désormais chose faite grâce au modèle mathématique élaboré par Pierre Del Moral<sup>2</sup>.

1. Unité CNRS/Université Bordeaux-I/Université Bordeaux- Segalen/IPB/Inria.
2. Travaux publiés dans *Foundations and Trends in Machine Learning*, 2012, vol. 3, n° 3-4, pp. 225-389.

### CONTACT :

Pierre Del Moral, pierre.del-moral@inria.fr

## DES PETITS TROUS, ENCORE DES PETITS TROUS...

Minuscules algues, les diatomées possèdent une carapace à laquelle s'intéressent de près les scientifiques. Ce squelette transparent, appelé frustule, dont la composition est proche du verre, est doté d'une structure poreuse remarquable : avec un microscope puissant, on peut voir qu'elle est constituée d'un réseau de petites cavités. Un nouveau grossissement fait apparaître un autre réseau de trous plus petits. Cette structure hiérarchisée, avec des pores dont la taille varie du micron à quelques nanomètres, sert de modèle à la mise au point de capteurs et de catalyseurs par les chercheurs du laboratoire Chimie de la matière condensée de Paris, du Centre de recherche Paul-Pascal du CNRS, à Bordeaux, et de l'Institut

**CATALYSEUR**  
Substance servant à accélérer une réaction chimique.

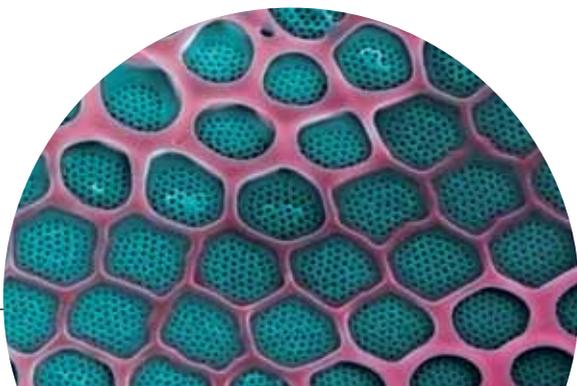
de recherche sur la catalyse et l'environnement de Lyon<sup>1</sup>. L'intérêt d'une telle structure bio-inspirée : augmenter la réactivité des dispositifs. En effet, la surface totalisée des pores, dans lesquels se déroule la catalyse ou l'identification par le capteur d'une substance chimique, est énorme : 1 gramme de ces matériaux peut représenter jusqu'à 1000 m<sup>2</sup> de surface!

1. Unité CNRS/UCBL.

### CONTACT :

Clément Sanchez, clement.sanchez@upmc.fr

→ Vue au microscope et colorisée, cette diatomée révèle sa structure complexe : un réseau de cavités au milieu desquelles se trouvent d'autres petits trous.

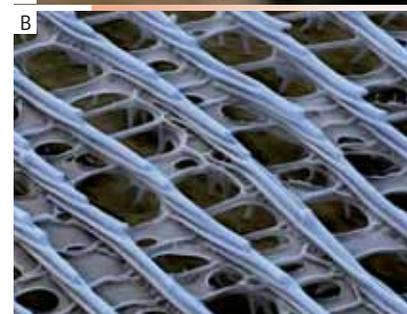


© S. GSCHEISSNER/SP/L'OSMOS



A

© NATIONAL GEOGRAPHIC CREATIVE/GETTY IMAGES



B

© EYE OF SCIENCE/PHANIE

→ Motifs infalsifiables des billets de banque, produits cosmétiques exempts de pigments toxiques, écrans TV... Le Morpho (A), un papillon de la forêt amazonienne, a déjà inspiré nombre d'applications aux chercheurs de l'Institut des nanosciences de Paris (INP)<sup>1</sup> et à leurs partenaires industriels<sup>2</sup>. Son secret ? Des structures nanométriques (B) à la surface de ses ailes jouent avec la lumière. « Avec nos collègues des facultés universitaires Notre-Dame-de-la-Paix, à Namur, nous étudions aussi comment certains animaux, telles les lucioles, émettent de la lumière », indique Serge Berthier, de l'INP. Déjà, les premières applications se dessinent : une diode électroluminescente qui intègre un dispositif bio-inspiré est en cours de fabrication.

1. Unité CNRS/Université UPMC.
2. Lire « À la chasse aux couleurs », *CNRS Le Journal*, n° 251, décembre 2010, pp. 16-18.

### CONTACT :

Serge Berthier  
> serge.berthier@insp.jussieu.fr

## DES MOLÉCULES EN BON ORDRE

Se rapprocher de la complexité de la nature, un enjeu pour Jean-François Lutz, de l'Institut du CNRS Charles-Sadron, à Strasbourg, qui développe une technique visant à maîtriser la construction d'un polymère. « Notre objectif est de contrôler l'ordre des molécules qui le composent de manière similaire à la nature lorsqu'elle écrit les séquences de bases de l'ADN », explique le chercheur. Pour ce faire, les scientifiques alsaciens font croître des macromolécules de polystyrène. Durant ce processus, des molécules spécifiques, les maléimides, sont insérées à des temps précis entre les maillons du polymère. Leur avantage ? En leur ajoutant un groupe spécifique d'atomes, elles peuvent être différenciées. Le laboratoire en a mis au point une trentaine : autant de lettres d'un alphabet moléculaire. « Pour l'heure, nous parvenons à en incorporer une dizaine d'entre elles sur chaque chaîne », précise Jean-François Lutz.

À ce stade, les séquences créées comportent encore quelques défauts. Mais les perspectives sont énormes, notamment dans le domaine du stockage de l'information. « Les maillons d'un polymère pourraient représenter des bits d'information à l'échelle de l'angström, soit de 10 à 1000 fois plus petite que celle des nanotechnologies actuelles », souligne le chercheur. Autre déclinaison de cette approche : introduire dans ces polymères d'un nouveau genre des parties aux propriétés intéressantes, hydrophobes, hydrophiles, chargées négativement ou positivement, ouvrant le champ à des machines monomoléculaires pouvant catalyser certaines réactions comme le font les enzymes. « Il faudra toutefois patienter, peut-être entre dix et vingt ans, avant de voir ces applications fonctionner », estime Jean-François Lutz.

CONTACT :  
Jean-François Lutz, [jflutz@unistra.fr](mailto:jflutz@unistra.fr)



© C. ZANNETTACCI/MUSÉE DU QUAI BRANLY

→ Apprenti amateur d'art, le robot Berenson a passé une semaine au musée du quai Branly en avril dernier. « Un visiteur lui indiquait s'il aimait ou non les statues devant lesquelles il passait. Berenson apprenait ainsi le style qui plaisait à cette personne, notamment du point de vue des formes », détaille Philippe Gausnier, de l'Équipe traitement de l'information et système<sup>1</sup>, responsable avec

l'anthropologue Denis Vidal<sup>2</sup> de ce projet cofinancé par l'entreprise Partenering 3.0. et le Labex Patrima. Ensuite, selon la préférence esthétique que le robot venait ainsi d'acquérir, il souriait ou grimaçait en regardant de nouvelles statues. »

1. Unité CNRS/UCP/Ensea.  
2. De l'Institut de recherche pour le développement.

CONTACT :  
Philippe Gausnier, [gaussier@ensea.fr](mailto:gaussier@ensea.fr)

## DES MOTEURS QUI ONT DU MUSCLE

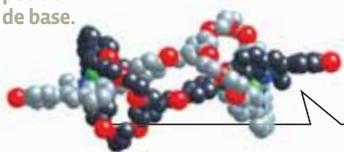
Et s'il était possible d'imiter le muscle dans ses détails les plus fins ? C'est l'un des paris relevés il y a quelques années par les chercheurs de l'Institut de chimie de Strasbourg<sup>1</sup>, qui poursuivent leurs efforts pour développer des dispositifs appelés moteurs moléculaires. « En 2000, nous avons synthétisé un premier moteur qui mime le glissement des filaments d'actine sur ceux de myosine<sup>2</sup> dans les muscles », raconte Jean-Pierre Sauvage, pionnier dans ce domaine. La contraction ou l'allongement de notre système se produit grâce à une réaction chimique appropriée. « Aujourd'hui, le laboratoire alsacien poursuit ces travaux en assemblant un polymère à partir d'un moteur moléculaire initial optimisé. « On pourrait

envisager d'utiliser de tels systèmes dans la fabrication de dispositifs électro-, photo- ou chimio-mécaniques, mais il s'agit pour le moment de mimer le fonctionnement du muscle ; il est prématuré de parler de bionique », prévient Jean-Pierre Sauvage. Des moteurs d'un autre genre sont également sur l'établi. « Nous mimons le fonctionnement des protéines chaperons. Celles-ci accueillent dans leur cavité naturelle des enzymes qui ne sont plus actives, car ayant subi des déformations. Grâce à une sorte de massage, la protéine chaperon leur redonne leur forme initiale. En nous inspirant de ce mécanisme, nous avons créé un compresseur moléculaire capable de capturer une molécule et d'en modifier la forme. »

1. Unité CNRS/Université de Strasbourg.  
2. L'actine et la myosine sont les deux principaux constituants des fibres musculaires. Leur interaction dynamique permet la contraction musculaire.

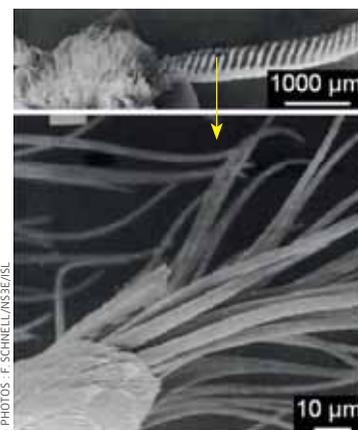
CONTACT :  
Jean-Pierre Sauvage, [jpsauvage@unistra.fr](mailto:jpsauvage@unistra.fr)

**POLYMÈRE**  
Macromolécule constituée par la répétition d'unités de base.



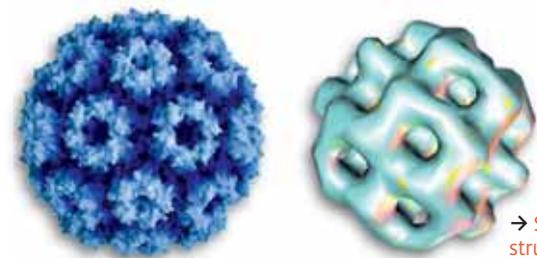
→ Muscle moléculaire de synthèse capable de se contracter et de s'allonger.

## DES ANTENNES



© PHOTOS : F. SCHNELL/INSEP/ISL

→ Les antennes du bombyx du mûrier (à gauche) sont composées de brins millimétriques porteurs de nombreuses sensilles directement reliées aux neurones sensoriels. Ce microlevier



→ Similitude structurelle entre le virus CCMV (à gauche) et une nanoparticule lipidique de type cubosome (à droite).

## DE NOUVEAUX VÉHICULES POUR LES MÉDICAMENTS

La nature n'a pas son pareil pour créer des frontières. La cellule biologique illustre ce principe, avec sa paroi à la fois souple et solide. En 1965, le chercheur britannique Alec Bangham a simplifié son modèle et mis en évidence les premiers liposomes. Mesurant de 20 nanomètres à quelques microns, ces vésicules sont constituées de lipides qui s'auto-assemblent lorsqu'ils sont plongés dans l'eau. Un principe qui a été repris pour piéger des molécules d'intérêt. Injectés par voie intraveineuse, certains médicaments ainsi encapsulés sont transportés dans le sang, mais peu altérés. Une fois les liposomes absorbés par les cellules, leur membrane est détruite par des enzymes, et la substance active, libérée. L'un des enjeux actuels consiste à optimiser le ciblage des cellules malades. À l'Institut Galien Paris-Sud<sup>1</sup>, l'équipe de Sylviane Lesieur s'y intéresse. « Certaines bactéries s'alignent et se meuvent sous l'influence du champ magnétique terrestre, explique la chercheuse. En comprenant leur fonctionnement, nous avons élaboré les magnétoliposomes. Grâce à un aimant, il est possible de concentrer la substance anticancéreuse qu'ils transportent dans des tumeurs malignes et de les résoudre plus efficacement. » Autre innovation, portée par Angelina Angelova, du même laboratoire, en partenariat avec l'Institut de chimie macromoléculaire de Prague : les cubosomes ou hexagosomes. Ces nanoparticules sont de vraies éponges qui permettront d'embarquer une plus grande quantité de molécules biologiquement actives.

1. Unité CNRS/Université Paris-Sud.

CONTACT :  
Sylviane Lesieur, [sylviane.lesieur@u-psud.fr](mailto:sylviane.lesieur@u-psud.fr)

▶ ▶  
À voir sur le journal en ligne : le film *Médaille de l'innovation CNRS 2012* : Patrick Couvreur et une série d'images sur ce sujet.

## PRODUIRE L'HYDROGÈNE COMME LES PLANTES

Parmi les nouvelles technologies de l'énergie, l'utilisation de l'hydrogène est une solution séduisante. Mais la filière ne peut se développer qu'avec la maîtrise de la première étape-clé : la production d'hydrogène en grande quantité. Le procédé le plus courant consiste à électrolyser, soit à casser par un courant électrique, la molécule d'eau. Une technique qui nécessite l'utilisation de platine comme catalyseur, un métal extrêmement rare et coûteux. Est-il possible de s'en affranchir ? « Pour mettre en œuvre la photosynthèse, la nature produit des catalyseurs remarquables, les hydrogénases, des enzymes qui existent dans de nombreux organismes », renseigne Marc Fontecave, directeur du laboratoire Chimie des processus biologiques<sup>1</sup>, à Paris. Ces hydrogénases utilisent exclusivement des métaux abondants comme le fer et le nickel pour produire l'hydrogène. Il y a quelques années, les chimistes du CNRS et du CEA s'en sont inspirés pour développer un catalyseur d'hydrogène synthétique qu'ils ont associé à des nanotubes de carbone afin d'améliorer son activité. Aujourd'hui, leurs travaux se poursuivent : amélioration du catalyseur initial, développement de nouveaux matériaux d'électrode sur le même modèle, à base de cobalt cette fois.

1. Unité CNRS/Collège de France.

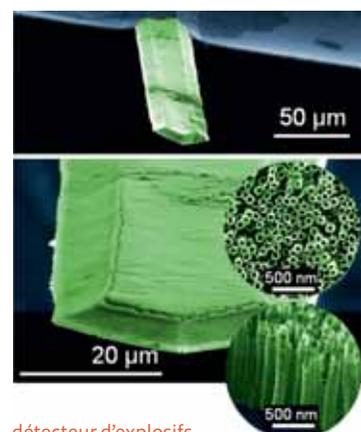
CONTACT :  
Marc Fontecave, [mfontecave@cea.fr](mailto:mfontecave@cea.fr)



→ Production d'hydrogène, sous irradiation lumineuse, à l'aide d'un photocatalyseur bio-inspiré.

▶ ▶  
À voir sur le journal en ligne : le film *Hydrogène au volant* et une série d'images sur ce sujet.

## DE PAPILLON POUR RENIFLER LES EXPLOSIFS



détecteur d'explosifs (à droite), recouvert de nanotubes de TiO<sub>2</sub>, en imite le principe.

Un détecteur d'explosif inspiré des antennes d'un papillon a été conçu par les chercheurs du laboratoire alsacien Nanomatériau pour les systèmes sous sollicitations extrêmes<sup>1</sup>, en collaboration avec le Laboratoire des matériaux, surfaces et procédés pour la catalyse<sup>2</sup>, à Strasbourg. Constitué d'un microlevier en silicium portant près de 500 000 nanotubes de dioxyde de titane, il repère des concentrations de trinitrotoluène (TNT) de l'ordre de 800 parties par quadrillion (ppq), soit 800 molécules de TNT parmi 10 000 milliards de molécules d'air. Un immense bon en avant, les systèmes actuels ne détectant qu'une molécule pour 1 milliard de molécules d'air. Concrètement, pour savoir si l'air ambiant contient des traces de TNT, il suffit de faire vibrer

le microlevier : la manière dont il vibre est modifiée lorsqu'il absorbe des molécules d'explosifs. Les 500 000 nanotubes, alignés verticalement sur le microlevier, permettent de multiplier par cent sa surface de détection et augmentent d'autant les chances de capturer les molécules recherchées. Pour imaginer ce détecteur, les scientifiques se sont inspirés du bombyx du mûrier, un papillon de nuit pouvant réagir à quelques molécules de phéromones seulement. Reste désormais à adapter le système pour détecter d'autres explosifs et à l'intégrer à un appareil facilement utilisable.

1. Unité CNRS/ISL.  
2. Unité CNRS/Université de Strasbourg.

CONTACT :  
Denis Spitzer, [denis.spitzer@isl.eu](mailto:denis.spitzer@isl.eu)

## Pour en savoir +

### À LIRE |

#### Biomimétisme

*Quand la nature inspire des innovations durables*  
Janine M. Benyus, Rue de l'échiquier, coll. « Initial(e)s DD », 2011, 400 p.

#### La Bionique

*Quand la science imite la nature*  
Agnès Guillot et Jean-Arcady Meyer, Dunod, coll. « Universciences », 2008, 248 p.

#### Chimie des matériaux hybrides

Clément Sanchez, Collège de France/Fayard, coll. « Leçons inaugurales du Collège de France », 2012, 88 p.

#### Photonique des Morphos

Serge Berthier, Springer, 2010, 248 p.

#### Robots étrangement humains

Emmanuel Grimaud et Denis Vidal (dir.), *Gradhiva*, n° 15, 2012, musée du quai Branly, 240 p.

▶ ▶  
À voir sur le journal en ligne : la série complète des images sur ce sujet.

**Informatique** Après un passage chez AT&T et Yahoo!, cette scientifique a rejoint le CNRS il y a quelques mois. Sa spécialité? La gestion des informations dans les réseaux sociaux.

# Sihem Amer-Yahia

## Virtuose du Web

PAR ANDREA DAVOUST

**Q**uand elle vous parle de ses recherches menées au Laboratoire d'informatique de Grenoble (LIG)<sup>1</sup>, Sihem Amer-Yahia s'enflamme. Qu'il s'agisse de ses travaux sur les réseaux sociaux, sur le traitement des phénoménales quantités de données du Web ou encore d'un projet de ville intelligente qui offrirait d'innombrables services aux citoyens connectés, ses fines mains s'animent avec la même passion. Après dix ans passés à travailler pour les géants américains AT&T et Yahoo!, cette scientifique reconnue a rejoint le CNRS en décembre 2011. Depuis son arrivée, elle apprécie « *le luxe d'avoir le temps de la réflexion et de l'expérimentation* » tout en se penchant sur des problèmes très concrets pour les entreprises et les consommateurs.

### EN ROUTE VERS L'AMÉRIQUE

Retour en 1999. Sihem Amer-Yahia soutient son doctorat au sein de l'université Paris-Sud et d'Inria, après avoir créé des outils pour convertir de gros volumes de données numériques d'un format à un autre. Une période intense pour la jeune étudiante, et pas seulement sur le plan scientifique. Venue d'Algérie, un pays déchiré par le terrorisme dans les années 1990, elle se sent pousser des ailes : « *J'avais le sentiment que tout était possible, se souvient-elle. À cette époque, j'ai rencontré des gens de tous les pays. Cela a fait de moi une autre personne.* » Sa thèse en poche, elle s'envole de l'autre

côté de l'Atlantique pour effectuer un post-doctorat au sein de la compagnie américaine de télécommunications AT&T. « *À New York, j'avais l'impression d'être chez moi* », raconte-t-elle. Elle en profite aussi pour revenir à une passion d'enfance, la danse, qui l'a visiblement dotée d'une gestuelle gracieuse.

Chez AT&T Labs, Sihem Amer-Yahia ne tarde pas à briller. Elle se consacre au langage XML, qui commence à s'imposer pour les échanges d'informations entre ordinateurs. Sa particularité par rapport à d'autres langages comme le HTML : il contient des métadonnées, c'est-à-dire des informations

de partage de liens Delicious. La chercheuse explore de nouvelles manières de connecter les grandes quantités de données produites par les utilisateurs.

### DE YAHOO! AU CNRS

« *Nous avons commencé par analyser les avis des internautes pour y déceler des similarités, les agglomérer et recommander des liens* », explique-t-elle. Par exemple, pour établir sur Flickr des itinéraires touristiques à partir de photographies de voyage des internautes. « *Vous devez définir un objectif en termes de satisfaction de l'utilisateur et encourager les gens à cliquer plus ou à poster*

*« Je crois dans la sagesse de la foule [sur Internet]. Elle a juste besoin d'être guidée, et ses informations d'être mises en forme. »*

sur les données stockées ou transmises, et facilite ainsi les échanges entre bases de données. Précisément, la chercheuse étudie la recherche d'informations dans des documents XML. Le succès est au rendez-vous : en partenariat avec des collègues de l'université Cornell et de sociétés comme IBM et Microsoft, elle développe dans cette optique un langage qui est devenu depuis un standard du W3C, l'organisme qui établit les normes dans le domaine de l'Internet.

Repérée par Yahoo!, Sihem Amer-Yahia rejoint en 2006 son laboratoire new-yorkais. C'est le début de l'explosion des contenus publiés par les utilisateurs : la société vient tout juste d'acquérir le service d'hébergement d'images Flickr et le

*davantage de commentaires* », poursuit-elle. Durant cette période, la scientifique enchaîne les projets à court terme, comme Yahoo! Voyages, Yahoo! Personals – un site de rencontres aujourd'hui fermé –, ou encore Flickr.

Après ces douze années passées dans le privé, Sihem Amer-Yahia souhaitait renouer avec le monde académique. Au printemps 2011, elle rejoint donc l'Institut de recherche en informatique du Qatar, où elle met au point, avec la chaîne de télévision Al Jazeera et des chercheurs du Massachusetts Institute of Technology, de nouveaux outils d'analyse pour aider les journalistes à mieux cerner leur public. À la fin de cette même année, elle tente sa chance au CNRS et intègre



## SIHEM AMER-YAHIA EN 5 DATES

|      |  |
|------|--|
| 1972 | Naît à Alger   |
| 1996 | Débute son doctorat d'informatique à Paris   |
| 1999 | Rejoint la compagnie américaine AT&T à New York comme post-doctorante, puis comme chercheuse |
| 2006 | Deviens chercheuse senior aux Yahoo! Labs de New York  |
| 2011 | Intègre le Laboratoire d'informatique de Grenoble du CNRS                                    |

le LIG dans la foulée. Aujourd'hui, Sihem Amer-Yahia cherche de nouveaux procédés pour « extraire de la valeur » – des informations aussi bien qualitatives que quantitatives – des pages Web et des comportements individuels ou collectifs sur le Web social. Elle s'intéresse tout particulièrement à ce que l'on appelle le *crowdsourcing*, le partage du savoir-faire des internautes au service d'un intérêt commun.

## VERS DE NOUVEAUX DÉFIS

« Je crois dans la sagesse de la foule, confie-t-elle. Elle a juste besoin d'être guidée, et ses informations d'être mises en forme. L'objectif est de créer un gigantesque réseau de connexions virtuelles, parce que la valeur d'un ensemble d'informations ne se limite pas à leur seule addition. Pour un système d'avis sur des livres ou des restaurants, on peut, par exemple, aller au-delà de la simple recommandation et créer une chaîne d'expériences : conseiller de prendre un petit déjeuner dans tel café, lire tel roman, puis déjeuner à tel endroit. » Son prochain défi? Construire une science des réseaux sociaux, un domaine qu'elle imagine très pluridisciplinaire, associant statisticiens, sociologues, spécialistes des données et informaticiens.

1. Unité CNRS/Inria/Grenoble INP/UJF/UPMF/Université Stendhal-Grenoble-III.

## CONTACT :

Laboratoire d'informatique de Grenoble  
**Sihem Amer-Yahia**  
 > [sihem.amer-yahia@imag.fr](mailto:sihem.amer-yahia@imag.fr)

**Entretien** Une cellule Énergie vient d'être mise en place au CNRS. Les scientifiques Alain Dollet et Pascal Brault, ses deux animateurs, nous présentent sa mission.

# Le CNRS mobilise les énergies

PROPOS RECUEILLIS PAR LAURIANNE GEFFROY

**Les 14 et 15 septembre doit se dérouler la première conférence environnementale à l'initiative du gouvernement. L'une des grandes priorités dont elle s'est saisie est la transition énergétique qui fera l'objet d'un grand débat national. Que peut apporter le CNRS à ce débat ?**

**Pascal Brault :** Hasard du calendrier, le CNRS organise le 2 octobre un colloque sur l'énergie avec l'Académie des technologies (*lire l'encadré ci-contre*). Il interviendra donc au moment où débute le grand débat national sur la transition énergétique, qui contribuera à l'élaboration, en 2013, d'un projet de loi de programmation. Ce sera l'occasion pour le CNRS d'exprimer son opinion, de rappeler qu'il peut éclairer le pays sur les choix énergétiques de demain, car il est à la pointe de la recherche et de l'innovation en la matière.

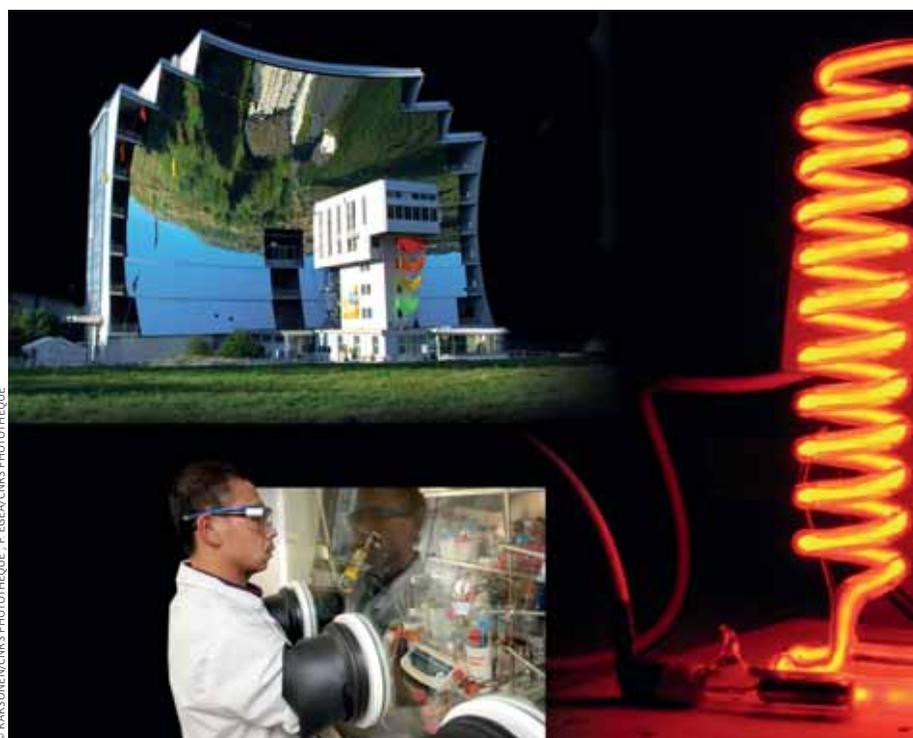
**Justement, quelle est, aujourd'hui, la place de l'énergie dans les recherches menées au CNRS ?**

**Alain Dollet :** Historiquement, l'énergie est l'un des points forts et l'une des grandes priorités de l'organisme, comme l'atteste le programme interdisciplinaire Énergie, qui a été mis en place entre 2002 et 2012. Aujourd'hui, il faut renforcer la lisibilité de nos travaux dans ce domaine transversal à travers un effort de coordination interne et la mise en place d'une stratégie, avec notamment une implication plus forte dans les travaux de l'Alliance nationale de coordination de la recherche pour l'énergie (Ancre). Notre président, Alain Fuchs, a confié cette mission à l'Institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes (Insis) et à sa directrice, Claudine Schmidt-Lainé, qui a décidé de créer une cellule Énergie en décembre 2011. Cette thématique concerne cependant, à des degrés divers, les dix instituts du CNRS.

**P.B. :** Nous avons identifié, au sein du CNRS, plus de 2000 chercheurs équivalents temps plein dans près de 300 unités qui travaillent sur l'énergie : ressources, production, transformation, conversion, stockage, gestion, réseaux, efficacité énergétique, etc. L'objectif de la cellule est d'avoir une vision globale de ces recherches, d'améliorer leur cohérence et leur visibilité aux niveaux national et international.

**Quelles ont été les premières actions de la cellule Énergie ?**

**A.D. :** L'une des premières a été de mettre en place un réseau composé d'un correspondant Énergie pour chacun des dix



instituts du CNRS et d'experts Énergie sur des thématiques de recherche comme les bioénergies, le solaire ou encore le stockage électrochimique. Parmi ces derniers se trouvent évidemment les scientifiques du CNRS qui animent des **groupes programmatiques** au sein de l'Ancre. Rappelons que l'alliance intervient dans la programmation des agences de financement et dans l'élaboration de la Stratégie nationale de recherche dans le domaine de l'énergie (SNRE). Le CNRS est l'un des quatre membres fondateurs de l'Ancre, avec le CEA, l'Ifpen et la CPU<sup>1</sup>. Il prendra sa présidence pour deux ans en septembre 2013.

**P.B. :** La cellule Énergie de l'Insis est la porte d'entrée du CNRS dans l'Ancre. Elle joue par ailleurs le rôle d'interface entre la communauté scientifique, les experts qui représentent l'organisme au sein de l'Ancre et la direction du CNRS.

**GROUPES PROGRAMMATIQUES**  
Ils ont pour mission de conduire les réflexions et d'aboutir à des propositions concrètes en matière de programmes de R & D.

EN LIGNE

> [www.allianceenergie.fr](http://www.allianceenergie.fr)

## COLLOQUE ÉNERGIE 2012, PREMIÈRE!

Trouver de nouvelles énergies, viables sur les plans technique, économique et sociétal, est l'une des grandes priorités du CNRS. L'organisme s'est associé à l'Académie des technologies pour en débattre lors d'un premier colloque conjoint. Les experts du CNRS présenteront l'état d'un grand nombre de recherches sur le solaire, le stockage ou encore l'habitat, et les académiciens

apporteront leur regard technique et critique sur ces travaux. Ce colloque se tiendra à Paris le 2 octobre, au siège du CNRS, en présence du président de l'organisme, Alain Fuchs, et du président de l'Académie des technologies, Bruno Revellin-Falcoz.

**EN LIGNE**

> [www.academie-technologies.fr](http://www.academie-technologies.fr)

exemple, environ 150 kilogrammes de néodyme, un élément rare, pour fabriquer les aimants d'une éolienne de 1 mégawatt nécessaire à la production d'électricité. Si l'on ne prévoit pas de filières de recyclage et si l'on ne trouve pas de matériaux de substitution, il sera impossible de développer ce type d'énergie renouvelable à grande échelle. Dans la perspective d'un développement massif des Nouvelles technologies de l'énergie (NTE), il est en effet primordial de choisir dès aujourd'hui les matériaux en fonction de leur disponibilité, de leur abondance et de leur possibilité de recyclage.

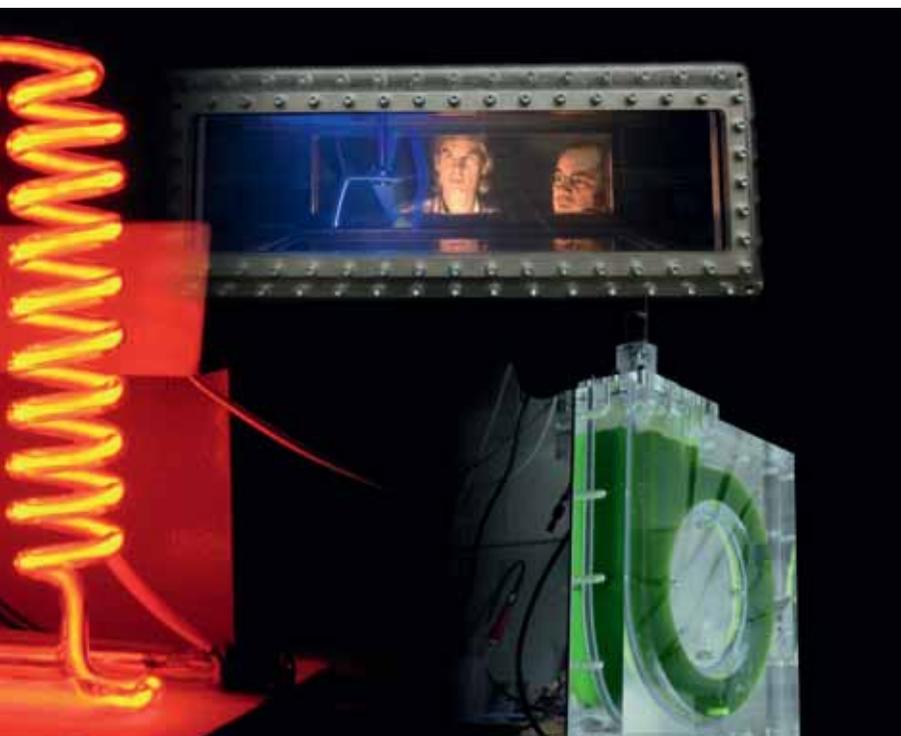
### Les problématiques énergétiques se limitent-elles aux sciences dures?

**P.B. :** Jusqu'à présent, la communauté des sciences humaines et sociales (SHS) était impliquée de façon sporadique dans les programmes de recherche sur l'énergie, et souvent trop tardivement. Avec les gaz de schiste, par exemple, on a commencé à travailler sur les solutions techniques avant de s'interroger sur les problèmes environnementaux et sociétaux. Cette démarche est contre-productive. Les SHS devraient occuper une place bien plus importante dans les programmes de recherche en énergie et intervenir dans leur définition même afin que l'on réfléchisse en amont aux conséquences sociales prévisibles, à la législation et aux politiques d'incitation à mettre en place. Cela permettrait d'éviter de faire de mauvais choix. Nos forces en SHS sont importantes, et la recherche y est féconde. Il importe que le CNRS mette à profit ce formidable potentiel sur un sujet aussi essentiel que l'énergie. C'est le cas avec le défi Needs (Nucléaire : énergie, environnement, déchets, société), qui a été lancé cette année pour réfléchir au nucléaire du futur tout en s'interrogeant sur ses conséquences pour la société et l'environnement.

### Et qu'en est-il de la recherche fondamentale?

**A.D. :** De nombreuses recherches fondamentales sont menées sur les énergies nouvelles, mais il est souvent nécessaire de conduire des expérimentations sur pilotes ou démonstrateurs pour valider les résultats des recherches et tester leur faisabilité. Pour l'énergie solaire concentrée, par exemple, la grande centrale solaire Thémis, avec ses 10000 m<sup>2</sup> de miroirs orientables et sa tour de 100 mètres de hauteur, est un outil indispensable pour démontrer que les centrales solaires du futur fonctionneront à grande échelle. Fondamentales ou exploratoires, nos recherches en énergie, pour être crédibles, ne doivent pas se cantonner au tableau noir ou à la pailasse.

1. Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), Institut français du pétrole énergies nouvelles (Ifpen) et Conférence des présidents d'universités (CPU).



→ Biocarburants, solaire, hydrogène, stockage et gestion de la consommation sont autant de thématiques prioritaires de recherche sur l'énergie pour le CNRS.

### Quelles sont les priorités du CNRS dans le domaine de l'énergie?

**A.D. :** De façon générale, l'organisme souhaite maintenir son niveau d'excellence dans un certain nombre de domaines, à commencer par celui des énergies renouvelables. Il poursuit ainsi des recherches sur l'énergie solaire depuis plus de quarante ans, et ce en dépit du désintérêt général rencontré par la filière il y a une vingtaine d'années au niveau national. Il doit logiquement maintenir son niveau dans ce domaine où il a été précurseur, qu'il s'agisse du solaire photovoltaïque ou concentré, une technologie où l'énergie est concentrée à l'aide de miroirs avant d'être convertie. Le CNRS souhaite aussi rester à la pointe de la recherche dans les domaines des biocarburants de 2<sup>e</sup> et surtout de 3<sup>e</sup> génération à base de micro-algues, du stockage d'énergie *via* les piles à combustible ou les batteries, et des réseaux intelligents qui permettront de gérer notre consommation d'énergie renouvelable de manière optimale. Il s'intéresse également aux ressources géologiques, comme l'hydrogène ou les hydrocarbures, et aux métaux stratégiques. Il faut, par



Avoir sur le journal en ligne : une sélection d'images des recherches sur l'énergie au CNRS.

#### CONTACTS :

Institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes, Paris  
**Pascal Brault**  
 > [pascal.brault@cnrs-dir.fr](mailto:pascal.brault@cnrs-dir.fr)  
**Alain Dollet**  
 > [alain.dollet@cnrs-dir.fr](mailto:alain.dollet@cnrs-dir.fr)



## Innovation

## L'accélérateur Aglae passe en vitesse automatique

→ À l'issue du projet de perfectionnement, l'accélérateur de particules Aglae pourra scruter des œuvres très fragiles et fonctionner en permanence.

une information précieuse pour percer leurs secrets, mais aussi pour mieux les restaurer et les conserver.

Depuis juillet, une opération de rénovation est en cours : c'est le projet New Aglae<sup>2</sup>, lauréat de la première vague d'appel à projets Équipements d'excellence (Équipex). Dans Aglae, un faisceau d'ions bombarde les matériaux constitutifs de l'œuvre. Ainsi excités, les atomes émettent des photons ou des ions dont l'énergie est caractéristique de la nature du matériau. Actuellement, la position du faisceau doit être stabilisée manuellement, ce qui nécessite la présence d'un ingénieur en permanence.

« Avec New Aglae, le faisceau sera stabilisé automatiquement », indique Philippe Walter, responsable du projet et directeur du Laboratoire d'archéologie moléculaire et structurale<sup>3</sup>, à Ivry-sur-Seine. Parallèlement, le nombre de détecteurs qui collectent les signaux sera augmenté, tandis que l'intensité du faisceau sera diminuée : cela permettra

d'analyser des œuvres particulièrement fragiles et de développer de nouvelles méthodes d'imagerie chimique. » Enfin, pour les petits objets, l'ensemble du processus pourra fonctionner en mode automatique : de la présentation de l'échantillon à soumettre au faisceau jusqu'à l'acquisition des données issues de la ligne d'analyse. « À terme, New Aglae pourra tourner 24h/24, ce qui multipliera par trois le nombre de pièces analysées en provenance de toute l'Europe », se félicite Philippe Walter. La rénovation devrait être achevée en 2014.

1. Accélérateur grand Louvre d'analyse élémentaire.
2. La fédération de recherche New Aglae associe le ministère de la Culture et de la Communication, le Centre de recherche et de restauration des musées de France et le CNRS.
3. Unité CNRS/UPMC.

## CONTACT :

Laboratoire d'archéologie moléculaire et structurale, Ivry-sur-Seine  
**Philippe Walter**  
 > philippe.walter@upmc.fr

PAR JEAN-PHILIPPE BRALY

→ **La statuette d'Ishtar, les yeux du scribe de Saqqarah, le trésor achéménide de Suse...** Ces pièces majeures du musée du Louvre, et bien d'autres encore, ont un point commun : elles sont passées sous le faisceau scrutateur d'Aglae<sup>1</sup>. Installé dans les sous-sols du musée depuis 1987, cet accélérateur de particules unique en Europe permet de déterminer de manière non invasive la composition chimique d'objets du patrimoine ;



À voir sur le journal en ligne : le film *Dans le secret des œuvres d'art* et une série de photos dans ce laboratoire.

## Ressources

## Un nouveau portail Web pour l'emploi

PAR MORGANE TAQUET

→ **Faciliter l'accès à l'emploi dans le plus grand organisme de recherche français** grâce à un outil national dématérialisé et à disposition de tous les laboratoires, c'est l'objectif du nouveau portail d'emploi mis en ligne sur le site du CNRS. À l'origine du projet, un constat : « Les difficultés pour mettre en relation l'offre et la demande de recrutement de CDD dont font état les unités, et la nécessité de créer un portail unique pour l'ensemble des offres d'emploi du CNRS », explique Christophe Coudroy, directeur des ressources humaines. Un enjeu important pour l'organisme, qui compte actuellement plus de 35000 agents, dont 10000 contractuels. Sont accessibles sur le site l'ensemble des campagnes de recrutement, les campagnes de mobilité en interne, les campagnes handicap, etc. Il est également prévu d'y publier les propositions de stage et de thèse dans les laboratoires. Un moteur de recherche permet de

sélectionner les offres par zone géographique et par type d'emploi. « Pour le CNRS, ce site est l'occasion de renforcer son attractivité et sa visibilité en tant qu'employeur », précise Laurent Beauchet, responsable de la maîtrise d'ouvrage du projet.

« Au-delà de l'enjeu d'affichage, ce portail, en portant à la connaissance du grand public tous les emplois de l'organisme, favorise l'équité et la cohérence du recrutement », souligne Pascal Loisel, chef de projet du portail d'emploi à la direction des ressources humaines. L'originalité du projet réside dans sa conception et dans son développement, mis en œuvre intégralement en interne. « Prévu pour être convivial, l'outil s'adapte en temps réel aux besoins des utilisateurs. Il est connecté au réseau social Twitter et le sera bientôt à Facebook », indique Roland Dartiguepeyron, responsable de la maîtrise d'œuvre. Et déjà des évolutions sont envisagées : le portail proposera bientôt une CVthèque et un espace pour y déposer des candidatures spontanées.

## EN LIGNE

- > <http://emploi.cnrs.fr>
- > <http://twitter.com/EmploiCNRS>

## CONTACTS :

Délégation régionale Île-de-France Sud, Gif-sur-Yvette  
**Laurent Beauchet**  
 > laurent.beauchet@dr4.cnrs.fr  
 Délégation Midi-Pyrénées, Toulouse  
**Roland Dartiguepeyron**  
 > roland.dartiguepeyron@dr14.cnrs.fr  
 Direction des ressources humaines, Paris  
**Christophe Coudroy**  
 > christophe.coudroy@cnrs-dir.fr  
**Pascal Loisel**  
 > pascal.loisel@cnrs-dir.fr

## Événement

## L'art d'explicitier la science

PAR MORGANE TAQUET

→ **De nombreux sujets scientifiques et technologiques** – nucléaire, OGM, nanotechnologies, cellules souches, changement climatique... – apparaissent aujourd'hui comme d'importants enjeux sociétaux. Or, tandis que les citoyens pensent être tenus à l'écart de ces grandes questions, les scientifiques, eux, ont l'impression de ne pas être entendus. La médiation scientifique est-elle la solution pour retisser les liens entre la société et la science? Apprendre à discuter des sujets qui fâchent, avec sérénité, et étudier les pratiques internationales étaient deux des objectifs de la 4<sup>e</sup> édition des Journées Hubert-Curien, qui se sont déroulées à Nancy du 2 au 7 septembre.

Portées par les universités de Lorraine, de Liège et du Luxembourg, en partenariat avec le CNRS, l'Inserm, l'Inra et Inria, ces rencontres devaient accueillir cette année plus de 500 participants de 67 nationalités différentes. L'occasion d'explicitier le grand enjeu de la diffusion de la culture scientifique. « *Les usages sociaux que l'on fait de la science doivent être discutés en toute connaissance de cause, estime Patrick Baranger, secrétaire général des rencontres. Le grand public doit comprendre que la science n'est ni ange ni démon, qu'on ne peut pas lui faire une confiance aveugle ni faire preuve vis-à-vis d'elle d'une défiance tous azimuts.* »

Pour que ce dialogue se noue, il faut évidemment parler le même langage, et l'apprentissage doit commencer tôt. Cent trente doctorants de toutes nationalités ont ainsi été sélectionnés parmi 700 candidats pour suivre trois jours de formation intensive à la



médiation des sciences. Objectif : préparer ces futurs chercheurs à s'adresser au grand public et non à des experts. Le public a pu, quant à lui, suivre plusieurs débats et conférences sur des thématiques variées comme l'éthique ou le scientifique citoyen.

Et le travail ne s'arrête évidemment pas là. Dans une déclaration commune, les participants de ces 4<sup>e</sup> Journées Hubert-Curien ont ainsi appelé les décideurs et le monde de la recherche à prendre acte que « *les citoyens sont des acteurs à part entière de la recherche et de l'innovation, [que] l'éducation aux sciences [...] est indispensable au plein exercice de la citoyenneté démocratique, [que] le retour des jeunes vers les carrières scientifiques est vital pour le développement de l'économie, et enfin [que] la médiation des sciences est partie intégrante du travail des scientifiques et, à ce titre, mérite d'être reconnue et valorisée tout au long de leur carrière.* »

→ **Conférences et animations à l'université de Lorraine durant l'édition 2011 des Journées Hubert-Curien.**

**CONTACT :**

Mission culture scientifique et technique,  
université de Lorraine  
**Patrick Baranger**  
> [patrick.baranger@univ-lorraine.fr](mailto:patrick.baranger@univ-lorraine.fr)

## En bref...

## INSTRUMENT I

## Le cyclotron Cyrcé

**a été livré à l'Institut pluridisciplinaire Hubert-Curien<sup>1</sup> le 12 juillet et descendu dans son bunker, dont la construction a nécessité près de 1000 tonnes de béton. Ce nouvel accélérateur de particules, unique en Europe, permettra de produire des éléments radioactifs pour l'étude du vivant, l'aide au diagnostic et l'évaluation de nouveaux médicaments.**

1. Unité CNRS/Université de Strasbourg.

## ÉTHIQUE | À la fin du mois de juin, le Comité

**d'éthique du CNRS (Comets)**, présidé par la physicienne Michèle Leduc, a adopté un avis sur le libre accès aux publications scientifiques (*open access*). Dans ce texte, les membres du Comets passent en revue les avantages et les inconvénients des différentes voies existantes, du système traditionnel de publication à celui des archives ouvertes, avant de livrer des recommandations sur ce sujet brûlant d'actualité.

> [www.cnrs.fr/fr/organisme/ethique/comets/index.htm](http://www.cnrs.fr/fr/organisme/ethique/comets/index.htm)

## Innovation

# Diabète : un nouveau capteur bio-électronique

PAR JEAN-PHILIPPE BRALY

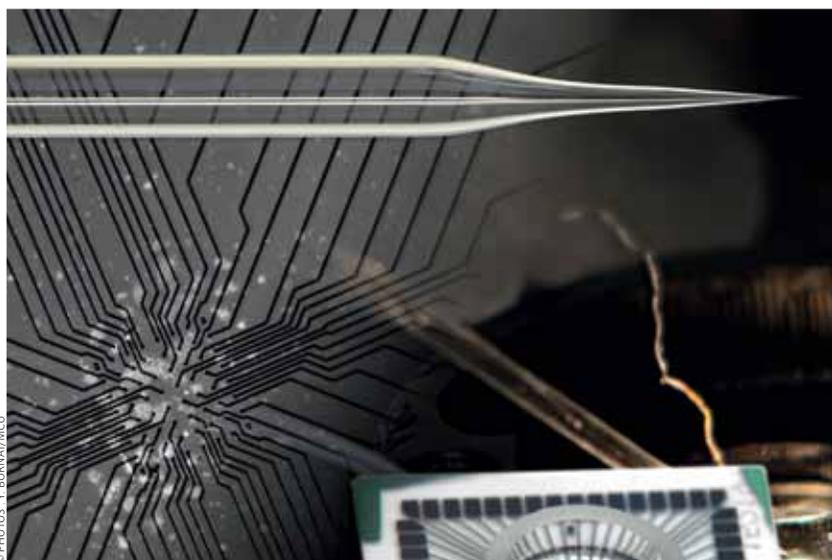
→ **Se piquer le bout des doigts pour vérifier son taux de glucose sanguin** et s'injecter une dose d'insuline plusieurs fois par jour. Cette opération fastidieuse constitue le quotidien des malades souffrant de diabète de type 1, une maladie due à la destruction de cellules du pancréas, les cellules  $\beta$ , qui sécrètent l'insuline et contrôlent la glycémie dans l'organisme. Depuis quelques années sont commercialisés des capteurs de glucose

implantables reliés à des pompes à insuline, mais ils présentent des limites, notamment en termes de sensibilité et de temps de réaction. Des chercheurs des laboratoires girondins Chimie et biologie des membranes et nano-objets (CBMN)<sup>1</sup> et Intégration du matériau au système (IMS)<sup>1</sup> développent un nouveau capteur bioélectronique qui pourrait pallier ces inconvénients.

Son concept : fixer des cellules  $\beta$  sur une puce électronique. « *Façonnées par l'évolution, ces cellules constituent l'outil le plus perfectionné pour déterminer les besoins en insuline, expliquent Jochen Lang et Bogdan Catargi, du CBMN. Elles modifient, en effet, leur activité électrique non seulement en fonction du taux de glucose, mais aussi de divers nutriments et hormones.* » Directement corrélée aux besoins de l'organisme en insuline, cette activité électrique est mesurée par des micro-électrodes insérées dans la puce. Selon le résultat, cette dernière calculera quelle est la quantité d'insuline nécessaire en temps réel et à quel moment la délivrer.

Pour l'heure, les chercheurs sont parvenus à fixer des cellules  $\beta$  sur une puce électronique capable de mesurer ces variations électriques en temps réel durant plusieurs semaines. Une première mondiale. Afin de protéger son invention, l'équipe a déposé un brevet international avec l'aide du service de valorisation de l'université de Bordeaux. « *Nous comptons tout d'abord mettre à profit cette technologie pour tester l'effet de candidats médicaments sur les cellules  $\beta$*  », informe Sylvie Renaud, de l'IMS. Un premier prototype commercialisable est attendu pour 2014.

1. Unité CNRS/IPB/Université Bordeaux-I.



© PHOTOS : Y. BORNAT/ACU

→ La matrice de 60 micro-électrodes (à droite), dans laquelle les îlots de Langerhans (taches grises, en haut) sont maintenus en vie.

**CONTACTS :**

Chimie et biologie des membranes et des nano-objets, Pessac

**Jochen Lang**

> [j.lang@iecb.u-bordeaux.fr](mailto:j.lang@iecb.u-bordeaux.fr)

Laboratoire de l'intégration du matériau au système, Talence

**Sylvie Renaud**

> [sylvie.renaud@ims-bordeaux.fr](mailto:sylvie.renaud@ims-bordeaux.fr)

**En bref...**

**INTERNATIONAL | Le 25 juin, le CNRS et le ministère israélien de la Science et de la Technologie** ont signé un accord-cadre de coopération scientifique. Ouvert à toutes les thématiques, celui-ci apporte un élargissement significatif des outils de coopération existants. Un Programme conjoint international de coopération scientifique (Pics) sera ainsi lancé en 2013. Ce même jour, un deuxième accord a été signé, cette fois entre le CNRS et l'université de Tel Aviv. Il entérine la création d'un Laboratoire européen associé (LEA) sur les fondements de l'informatique entre le Laboratoire d'informatique algorithmique : fondements et applications<sup>1</sup> et The Blavatnik School of Computer Science. Enfin, un troisième accord, signé avec l'Institut Van Leer de Jérusalem, concerne les sciences humaines et sociales.

1. Unité CNRS/Université Paris-Diderot.

**MISSION | Euclid, mission à laquelle participent le Cnes, le CNRS et le CEA, a reçu le feu vert de l'Agence spatiale européenne. Né d'une idée française, le satellite Euclid scrutera le ciel à la recherche de l'énergie noire, cette mystérieuse composante majoritaire de l'Univers. Les données scientifiques collectées constitueront un catalogue de plusieurs milliards d'étoiles et de galaxies, représentant une source unique et quasi inépuisable d'informations pour les astronomes.**

**Valorisation** Gros plan sur le succès des batteries lithium fer phosphate (LFP), une technologie créée en partie au CNRS et en passe de devenir un standard industriel.

# Des batteries à l'avenir radieux

PAR MATHIEU GROUSSON

**I**l y a environ un an, le CNRS, Hydro-Québec<sup>1</sup> et l'université de Montréal,

copropriétaires des droits des brevets sur les phosphates de métal lithium, signaient un accord avec la société LiFePO<sub>4</sub>+C Licensing AG, filiale de l'industriel Süd-Chemie<sup>2</sup>. Le but : octroyer des sous-licences d'utilisation des brevets afin d'accélérer la production et la commercialisation mondiale de ces matériaux capitaux pour le perfectionnement des batteries rechargeables. Aujourd'hui, ce sont ainsi sept fabricants, dont plusieurs entreprises d'envergure internationale, qui se lancent dans le projet.

## UNE AVENTURE DÉBUTÉE EN 1996

Que sont ces phosphates de métal lithium ? Tout commence en 1996, à l'université du Texas, lorsque John Goodenough met au point un matériau à base de phosphate de fer pour la réalisation de cathodes de batteries au lithium. Ces dernières sont en effet constituées d'une anode en graphite et d'une cathode d'oxyde métallique entre lesquelles circulent des ions lithium. L'intérêt du phosphate ? Il est abondant et peu cher, contrairement au cobalt, utilisé jusqu'alors. Si ce n'est que la conductivité électrique du nouvel oxyde n'est pas suffisante pour des applications industrielles. Elle le devient lorsque, quelques années plus tard, Michel Armand, directeur de recherche au CNRS, en collaboration avec des chercheurs d'Hydro-Québec et de l'université de Montréal, ajoute sur ces cathodes à base de phosphate de fer une fine couche de carbone selon un procédé qu'ils mettent eux-mêmes au point.

Plusieurs brevets sont ainsi déposés par le CNRS et ses partenaires. Et, en 2003, une licence exclusive pour la production de phosphates métal lithium, précisément

le phosphate de fer lithium (LFP), est octroyée à la société Phostech Lithium. Mais la production reste confidentielle. D'où la signature, en 2011, de nouveaux accords entre les copropriétaires des brevets et Süd-Chemie, qui a, entre-temps, racheté Phostech Lithium. Ceux-ci autorisent l'octroi de sous-licences à différents producteurs. Parmi eux, le géant allemand BASF et l'européen Prayon, qui s'est notamment engagé à implanter un site de production en France.

## UN ATOUT MAJEUR : LA SÉCURITÉ

En parallèle, le groupe Bolloré vient de conclure un accord avec Hydro-Québec et le CNRS pour équiper ses Autolib<sup>3</sup>. « Cette multiplication des sous-licences d'exploitation et l'investissement industriel de notre partenaire historique, Süd-Chemie, permettent désormais de répondre aux exigences du monde industriel, se félicite Pierre Gohar, directeur de la Direction de l'innovation et des relations avec les

entreprises au CNRS. Car il est impossible pour un matériau de devenir un standard s'il n'y a qu'un seul fournisseur. »

Utilisé dans des batteries pour le stockage fixe de l'énergie électrique, le LFP a donc aussi des atouts pour une destinée plus mobile, au sein de véhicules hybrides ou électriques. En effet, plusieurs constructeurs utilisent des batteries à base d'oxyde de manganèse. Or ce dernier semble présenter des risques d'incendie en cas de surcharge électrique et engendrer le dégagement de nombreux composés toxiques. Alors que la sécurité est un atout majeur du LFP. « Le CNRS et ses partenaires ont été et restent les acteurs d'une rupture technologique, fruit d'années de recherche et de négociations », indique Pierre Gohar. De quoi envisager un avenir prometteur aux batteries LFP.

1. Hydro-Québec est un producteur, transporteur et distributeur d'électricité en Amérique du Nord.
2. Il fait partie du groupe Clariant AG.
3. Service d'autopartage de véhicules électriques en libre service, lancé à Paris ces derniers mois.

→ Le groupe Bolloré a signé un accord avec Hydro-Québec et le CNRS pour équiper les Autolib<sup>3</sup> de batteries LFP.



**CONTACT :**  
Fist, Paris  
**Jean-René Bailly**  
> [jeanrene.bailly@fist.fr](mailto:jeanrene.bailly@fist.fr)

**Enseignement** L'Initiative d'excellence (Idex) Paris Sciences et Lettres (PSL), dont le CNRS est membre fondateur, lance un premier cycle universitaire inédit en France.

# La recherche au cœur de la formation

PAR ALEXIA ATTALI

## Research University : la signature accompagnant le logo de l'Idex

PSL annonce clairement son ambition de devenir une grande université de recherche. Une étape vient d'être franchie avec l'ouverture, en septembre 2012, d'un premier cycle universitaire de trois ans inédit en France, lancé en partenariat avec le lycée Henri-IV. Cette formation innovante combine les atouts des classes préparatoires aux grandes écoles (qualité de l'encadrement et du suivi) et de l'Université (initiation à la recherche et apprentissage de l'autonomie). Elle compte 60 étudiants – dont au moins 50% de boursiers – sélectionnés sur dossier et lettre de motivation et répartis en trois filières : sciences, humanités, sciences humaines et sociales. Un tronc commun à toutes les filières, pendant les trois ans de la formation, favorisera le décloisonnement disciplinaire.

## DES ENSEIGNANTS CHERCHEURS

« La recherche est peu présente dans les premiers cycles universitaires, et absente des classes préparatoires, note Isabelle Catto, chercheuse au Centre de recherches en mathématiques de la décision<sup>1</sup>, à Paris, et vice-doyenne de la formation. Par ailleurs, les élites de notre pays méconnaissent le monde de la recherche. Nous avons donc souhaité proposer un modèle différent reposant sur la formation par la recherche et la pluridisciplinarité, avec une spécialisation disciplinaire progressive. »

À l'instar des autres membres fondateurs de PSL, le CNRS s'est impliqué dans la rédaction des programmes pour donner à la recherche une place centrale dans la nouvelle formation. À travers l'équipe pédagogique tout d'abord. En

effet, si les cours de première année sont principalement assurés par des professeurs de classes préparatoires, les chercheurs et enseignants-chercheurs de PSL interviendront de façon majoritaire à partir de la deuxième année (L2), et les étudiants seront intégrés au sein des établissements membres de l'Idex en troisième année (L3). Par ailleurs, des doctorants de PSL travailleront en binôme avec les professeurs dans chaque enseignement pour donner des compléments de cours ou assurer un tutorat.



→ Les coupoles de l'Observatoire de Paris seront accessibles aux étudiants de première année du nouveau cycle universitaire.

## DES ÉTUDIANTS SUR LE TERRAIN

Les étudiants auront aussi l'occasion de se familiariser avec le monde de la recherche en côtoyant des scientifiques sur leur lieu de travail. Ainsi, des conférences assurées par des chercheurs et des enseignants-chercheurs de PSL sont prévues dans le tronc commun en L1 et en L2. Elles seront précédées d'une visite dans un laboratoire. « Toutes les disciplines seront représentées, de l'archéologie aux sciences expérimentales en passant par les mathématiques et l'histoire, annonce Isabelle Catto. Nous nous

appuierons sur la pluridisciplinarité. » En outre, un accès aux coupoles de l'Observatoire de Paris et aux laboratoires de l'École supérieure de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris sera proposé aux étudiants en L1 pour leurs travaux pratiques de physique et de chimie.

## UNE INITIATION À LA RECHERCHE

Enfin, la recherche sera au cœur des travaux d'approfondissement demandés aux étudiants. « Un premier travail de recherche leur sera confié en L2, explique Isabelle Catto. Pour la filière scientifique, il s'agira d'un projet réalisé en laboratoire et encadré par un chercheur ou un enseignant-chercheur. Les filières littéraires et de sciences humaines effectueront, quant à elles, une enquête de terrain. En L3, le projet de recherche sera transversal aux différentes disciplines. Par ailleurs, la réalisation d'un journal de classe à partir de la deuxième année initiera les étudiants à l'écriture scientifique. » Alors que la première promotion vient d'inaugurer le nouveau cycle, l'équipe de formation finalise le programme de L2 et de L3 et se projette dans l'avenir. « Nous réfléchissons déjà à des partenariats avec d'autres établissements d'enseignement secondaire et supérieur », annonce Isabelle Catto.

1. Unité CNRS/Université Paris-Dauphine.

## EN LIGNE

> [www.parissciencesetlettres.org](http://www.parissciencesetlettres.org)

## CONTACT :

Centre de recherches en mathématiques de la décision, Paris  
**Isabelle Catto**  
 > [catto@ceremade.dauphine.fr](mailto:catto@ceremade.dauphine.fr)



© C. FRESILLON/CNRS PHOTOÉQUIPE



## SA MISSION

Réaliser des dispositifs sur mesure, en acier inoxydable ou en aluminium, pour les expériences de physique menées à l'Institut de physique nucléaire de Lyon et dans d'autres laboratoires de la région lyonnaise.

UN  
JOUR  
AVEC...

## Thierry Alliaume Chaudronnier

PAR GRÉGORY FLÉCHET

### 9H30 SOS DÉPANNAGE

L'atelier de chaudronnerie de l'Institut de physique nucléaire de Lyon (IPNL)<sup>1</sup> se situe au sous-sol d'un étrange édifice du domaine scientifique de la Doua qui évoque un jeu de Rubik's Cube géant. Vêtu de son bleu de travail, un casque à souder vissé sur la tête, Thierry Alliaume y parachève en ce début de journée un couvercle en acier inoxydable percé de plusieurs orifices. « *Un ingénieur qui travaille sur l'accélérateur à protons, installé au rez-de-chaussée du bâtiment, m'a descendu cette pièce en urgence pour que j'y ajoute une ouverture supplémentaire* », indique le responsable de l'atelier chaudronnerie, entre deux points de soudure. Pour ce travail délicat, il emploie une technique de soudage à l'arc un peu particulière : la méthode TIG (*Tungsten Inert Gas*) : « *Reposant sur l'utilisation d'un arc électrique enrobé d'argon, elle permet d'assurer l'excellente étanchéité de cette pièce en inox avant son retour sur la ligne d'accélérateur.* »

### 11H00 JEU DE MECCANO

En fin de matinée, le chaudronnier a délaissé le poste à souder pour scier des barres d'aluminium que son collègue Georges Verdier emboîte à la manière d'un jeu de Meccano : « *Depuis 2009, informe-t-il, nous privilégions pour la réalisation des plateformes expérimentales ces structures d'aluminium totalement modulables aux assemblages mécano-soudés en inox.* » Adaptables à volonté, ces modules laissent une grande liberté



Avoir sur le journal en ligne : la suite du reportage photo dans ce laboratoire.

d'action aux ingénieurs et aux physiciens qui peuvent intégrer de nouveaux éléments électromécaniques jusqu'à l'ultime minute précédant le lancement d'une expérience. Entré à l'IPNL en 1982 avec une solide expérience de taulier-chaudronnier acquise dans l'industrie, Thierry Alliaume redécouvre ainsi sans cesse les nombreuses facettes d'un métier qui se distingue par sa polyvalence.

### 14H30 OBJECTIF SÉCURISATION

Si le façonnage sur mesure de pièces en acier inoxydable constitue une part importante de son activité, le chaudronnier a parfois l'occasion, comme en ce début d'après-midi, de mettre en pratique un aspect peu connu de son métier : celui de métalliste-serrurier. « *En 2008, Georges Verdier et moi avons passé quatre jours dans les sous-sols du Cern pour réaliser un sas destiné à sécuriser l'accès à l'expérience du détecteur de particules CMS* », se souvient l'artisan. Plus prosaïque, la sécurisation du rez-de-chaussée du bâtiment principal de l'IPNL, qu'il est sur le point de terminer, n'en relève pas moins de ce même savoir-faire. « *Avec les machines dont nous disposons et les méthodes de soudure que nous maîtrisons*, souligne-t-il, *il est possible de répondre à toutes sortes de sollicitations, de la soudure délicate d'un*

*piège à azote au renforcement, comme aujourd'hui, des grilles de protection d'une salle d'expérimentation.* »

### 17H30 RÉUNION INFORMELLE

Alors que la journée touche bientôt à sa fin, Jean-Christophe Ianigro entre dans le bureau de Thierry Alliaume. Le responsable du service d'études et réalisation mécaniques de l'IPNL profite du calme relatif de cette fin d'après-midi pour régler les derniers détails concernant la finition d'un cylindre d'acier usiné. Après un passage par l'atelier de fabrication mécanique, chargé du perçage et du lissage de la pièce, ce cylindre, destiné à accueillir des câbles à haute tension d'un dispositif dédié à l'étude de composants subatomiques, sera déposé le lendemain matin dans l'atelier de chaudronnerie pour y être soudé. « *De la précision de nos soudures dépendra celle des données expérimentales recueillies par les physiciens. En tant que dernier maillon de la chaîne de fabrication, nous n'avons donc pas le droit à l'erreur* », conclut le chaudronnier.

1. Unité CNRS/UCBL

#### CONTACT :

Institut de physique nucléaire de Lyon  
**Thierry Alliaume**  
 > [t.alliaume@ipnl.in2p3.fr](mailto:t.alliaume@ipnl.in2p3.fr)

Événement

# Des chercheurs accros aux séries TV

Trois livres sur les séries TV sortent à la rentrée aux PUF (12 € le volume) :  
 > *24 heures chrono. Le choix du mal*, de Jean-Baptiste Jeangène Vilmer ;  
 > *Six Feet Under. Nos vies sans destin*, de Tristan Garcia ;  
 > *Grey's Anatomy. Du cœur au care*, de Laurent Jullier et Barbara Laborde.

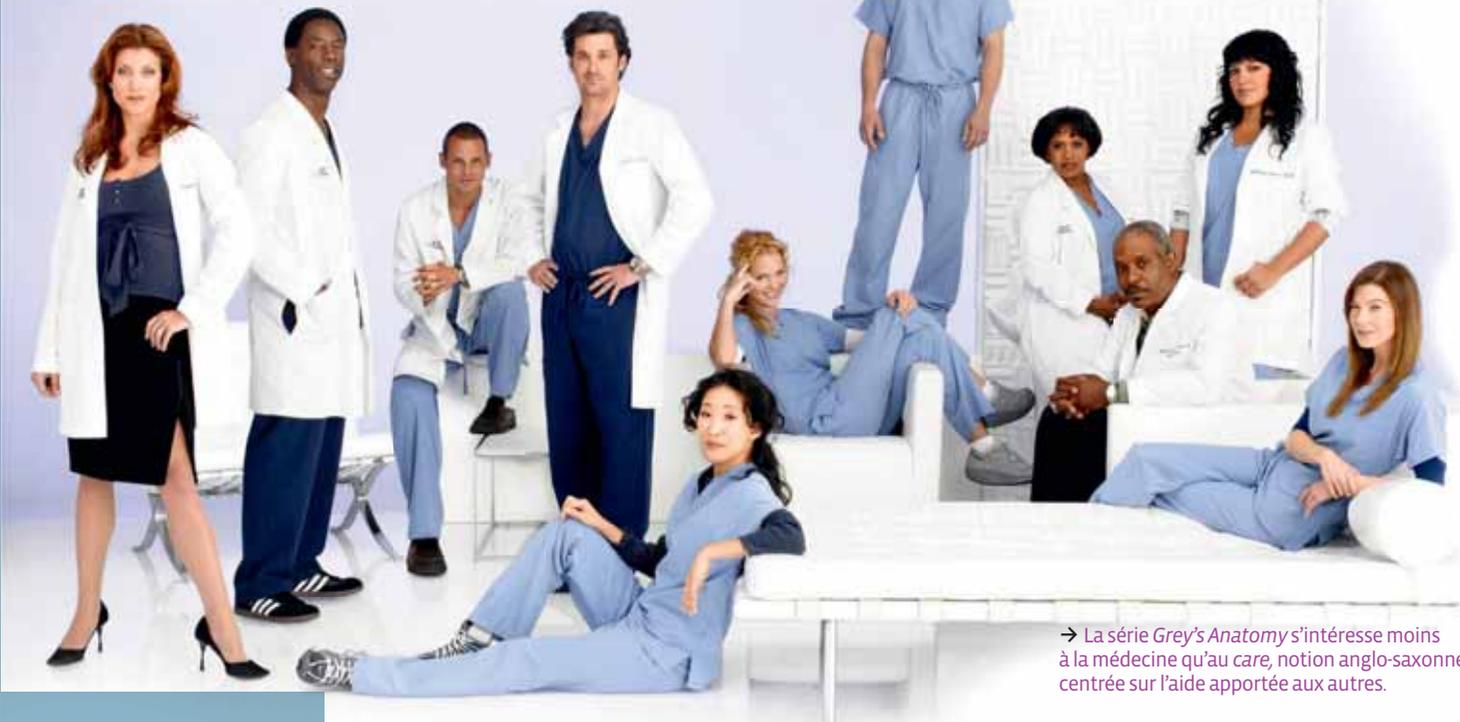
→ « J'ai eu l'idée d'une collection de livres en regardant 24 heures chrono.

Cela m'a donné envie de décrypter cette série TV, car elle fourmille d'exemples relatifs à mes thèmes de recherche, à la frontière entre le droit, la philosophie et la politique », explique Jean-Baptiste Jeangène Vilmer, philosophe et chercheur en droit international à l'université McGill, au Canada. Avec Claire Sécaïl, historienne des médias au laboratoire Communication et politique du CNRS, il codirige cette excellente "série sur les séries TV", dont les premiers volumes, sur *Desperate*



*Housewives*, *Les Experts* et *The Practice*, sont sortis en avril dernier. Les deux chercheurs disent souffrir d'addiction sériophilique. Ils ne sont pas les seuls. Inutile de rappeler le raz de marée qui balaye la planète depuis dix ans. Or le succès populaire est aussi académique. « Les séries d'aujourd'hui intéressent les sciences humaines et sociales, parce qu'elles sont plus réalistes, plus critiques et plus politiques », remarque Jean-Baptiste Jeangène Vilmer. Exit ainsi les personnages stéréotypés de

méchants et de gentils, façon J.R. et Bobby dans *Dallas*. Les séries nouvelle génération nous font entrer dans la psychologie de personnages ambigus, et donc infiniment plus humains. Certaines sont aussi l'occasion de décrire les minutieux détails d'une profession ou d'un organisme qu'aucun film ne peut relater en deux petites heures. Ainsi, la pédagogue *The Practice* invite dans les arcanes du système judiciaire américain. « Pour ma part, j'utilise des exemples de dilemmes tirés de *Generation Kill pour enseigner le droit et l'éthique de la guerre* », ajoute le juriste. Ses arguments ont convaincu les PUF d'offrir un volume à chaque série TV, considérée comme une œuvre à part entière, et de la traiter sous l'angle des sciences humaines et sociales. Bientôt, Patrick Pelloux, urgentiste qui alerta les médias lors de la canicule de 2008, planchera sur *Urgences*. Autres volumes à venir : *Mad Men*, *The Shield*, *Cold Case* et *In Treatment*. **C.Z.**



→ La série *Grey's Anatomy* s'intéresse moins à la médecine qu'au care, notion anglo-saxonne centrée sur l'aide apportée aux autres.

## CONFÉRENCES |

## Henri Poincaré, cent ans après

Les 20 septembre, 4 et 18 octobre et 15 novembre, à 20h30, IUT Nancy-Charlemagne, Nancy (54) – Entrée libre – [www.poincare.fr](http://www.poincare.fr) et [www.cnrs.fr/poincare](http://www.cnrs.fr/poincare)

→ À l'occasion du centenaire de la disparition d'Henri Poincaré, la communauté scientifique rend hommage cet automne, à travers de nombreux événements, à celui qui fut considéré comme l'un des plus grands mathématiciens de son temps. Au programme, notamment, les quatre conférences du cycle Sciences et société, à Nancy, qui aborderont les thèmes du chaos dans le système solaire, du problème de l'espace, des équations aux dérivées partielles et du groupe de Lorentz. À noter qu'un dossier multimédia dédié au savant vient d'être mis en ligne dans la collection Sagascience du CNRS.



© ARCHIVES HENRI POINCARÉ



→ Atelier de fabrication de teinture organisé par Pierre Colinart au Festival 7<sup>e</sup> art et sciences, en avril 2012, à Noirmoutier.

## MANIFESTATION |

## Forum de l'eau

Du 15 au 23 octobre, Centre culturel de Provins (77) – Entrée libre – [www.mairie-provins.fr](http://www.mairie-provins.fr)

→ Cet automne, la cité médiévale de Provins organise une exposition et des animations à l'occasion d'un Forum de l'eau. Pour s'initier aux secrets de l'utilisation de l'eau ferrugineuse dans les teintures du Moyen Âge, rendez-vous le 23 octobre avec Pierre Colinart, chimiste au CNRS, et Aude Blandin, hydrogéologue.

## LIVRE |

## À la vie, à la mort

**Euthanasie : le grand malentendu**

Philippe Bataille, *Autrement*, coll. « Haut et fort », 128 p. – 12 €

→ En France, la loi interdit

l'euthanasie. Mais que répondre alors à ceux qui demandent une aide active à mourir ? Pourquoi tant de résistances ? Durant des années, Philippe Bataille, sociologue et membre du Centre d'éthique clinique de l'hôpital Cochin, à Paris, a mené



l'enquête en milieu hospitalier dans des services de soins palliatifs. Il livre ici des témoignages poignants, mais nécessaires, pour que notre société aborde enfin en toute sérénité ce sujet sensible.

## FESTIVAL |

## Festiblog

Les 29 et 30 septembre, rue Eugène-Spüller, Paris (75) – Entrée libre – [www.festival-blogs-bd.com](http://www.festival-blogs-bd.com)

→ Pour sa 8<sup>e</sup> édition, le festival Festiblog investit de nouveau la rue Eugène-Spüller, à Paris. Pendant deux jours, 150 auteurs de blogs de bande dessinée y dédicacent gratuitement leurs œuvres. Nouveauté 2012 : des dessinateurs ont croqué dans leur blog leurs visites dans des laboratoires du CNRS.



→ Deux dessinateurs de blogs en pleine action lors de la 7<sup>e</sup> édition de Festiblog.

## LIVRES |

## Penser la violence des femmes

Coline Cardé et Geneviève Pruvost (dir.), La Découverte, coll. « Sciences humaines », 448 p. – 32 €  
Tueuses, terroristes, Amazones et autres figures de femmes violentes, réelles ou imaginaires, sont ici décortiquées par une armada de chercheurs en sciences sociales. Cette étude salutaire permet de considérer autrement la différence des sexes, la violence et l'ordre social.

## Le Minitel. L'enfance numérique de la France

Valérie Schafer et Benjamin G. Thierry, Nuvis, coll. « Histoire et mémoire », 234 p. – 19 €  
Ex-symbole de la modernité triomphante, le Minitel est devenu celui des archaïsmes de la société française. Retour sur la petite boîte beige d'avant Internet grâce à deux spécialistes de l'histoire des médias et de l'informatique.

## La Désobéissance civile

Graeme Hayes et Sylvie Ollitrault, SciencesPo Les Presses, coll. « Contester », 172 p. – 12,50 €  
La désobéissance civile va-t-elle s'imposer comme une nouvelle forme d'expression citoyenne ? Une question à méditer grâce à cette analyse qui en retrace l'histoire, depuis ses origines jusqu'aux faucheurs anti-OGM d'aujourd'hui.

## Sahara. Les grands changements climatiques naturels

Nicole Petit-Maire, Éditions Errance, coll. « Promenades archéologiques », 192 p. – 27 €  
Dans une réédition actualisée et augmentée, ce petit livre offre une grande quantité de photos et de cartes pour découvrir les archives géologiques du Sahara.

## Jean-Joseph Rabearivelo. Œuvres complètes, tome II

Laurence Ink, Serge Meitinger, Liliane Ramarosa et Claire Riffard (dir.), CNRS Éditions, coll. « Planète libre », 1800 p. – 35 €  
Le second volume des œuvres complètes du plus grand poète malgache (1903-1990) est paru. Ce tome comprend notamment la poésie et les pièces de théâtre de cet intellectuel engagé, ainsi que ses articles critiques et ses essais d'histoire.



© FOTOFILMÉCRIT/TSR/CNRS IMAGES

**DVD-ROM |****La Mécanique du silence**

Réalisé par **Bénédicte Labaume** et **Brigitte Lemaine**, produit par **Fotofilmécrit, TSR et CNRS Images**, 47 min – 30 € (usage privé) – <http://videotheque.cnrs.fr>

→ **En 1937, Pierre Avezard, un garçon vacher sourd et muet**, commence la construction d'un incroyable manège fait de boîtes de conserve, de tôle, de pneus usagés et de fil de fer. Quarante ans plus tard, il a donné naissance à un chef-d'œuvre sur lequel de nombreux petits personnages et véhicules s'animent grâce à des mécanismes complexes, dans des scènes souvent humoristiques. Dans ce DVD pédagogique sur le thème de la surdité, un premier documentaire invite à visiter ce manège en compagnie d'enfants sourds. De nombreux bonus sont au menu, dont un entretien avec Yves Delaporte, anthropologue au CNRS, sur la culture sourde et l'histoire de la langue des signes, et pas moins de 85 séquences interactives, allant du QCM à l'exercice guidé, pour apprendre à s'exprimer en langue des signes française.

▶ À voir sur le journal en ligne : un extrait de ce DVD-ROM.

**FILM |****Je peux voir les mots que tu dis !**

Réalisé par **Christian Blonz (Inria)**, avec des chercheurs de **Loria**, 23 min – <http://interstices.info/handicom>

→ **Consacré au thème de la surdité comme le DVD ci-dessus**, ce film explique comment les scientifiques mettent au point des outils numériques et ludiques destinés aux enfants sourds. Il a récemment été primé au Festival du film universitaire pédagogique.



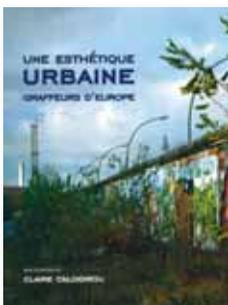
© INRIA

**LIVRE |****Une esthétique urbaine Graffeurs d'Europe**

Claire Calogirou, **L'Œil d'Horus**, 192 p. – 30 €

→ **Ce foisonnant ouvrage collectif est le fruit** d'une recherche

poursuivie par l'ethnologue Claire Calogirou depuis la fin des années 1990 sur le graffiti en Europe. Il s'inscrit plus largement dans une réflexion sur la culture et l'esthétique urbaines. Très illustrées, les pages proposent une balade dans quelques grandes villes, à la découverte de cette activité artistique de rue qui, entre « répression et utilisation, mépris et admiration », s'est diffusée dans les milieux de la mode et de la publicité, et dont le marché de l'art s'est depuis emparé.



→ Imaginé par **Michel Paysant**, ce tatouage maori nanométrique a été réalisé en or sur la plaque de silicium présentée à gauche.

**EXPOSITION |****OnLab, le musée des poussières**

Exposition itinérante à l'étranger, à partir du 12 octobre et pour trois mois au Mudam (Luxembourg) – [www.michelpaysant.fr](http://www.michelpaysant.fr)

→ **Deux ans après avoir exposé leurs œuvres micro- et nanométriques au Louvre**,

l'artiste **Michel Paysant**, avec le physicien **Giancarlo Faini** et l'ingénieur **Christian Ulysse**, tous deux du CNRS (LPN), présentent leur nouvelle exposition : **OnLab, le musée des poussières**. On y retrouve une collection enrichie avec 48 œuvres réalisées par lithographie électronique et inspirées de l'architecture, d'originaux du Louvre, de standards de l'Art moderne et de pièces originales. S'y ajoute une table tactile qui permet de visualiser les œuvres et d'interagir sur des banques d'images à différentes échelles. Produite par l'Institut français dans cette nouvelle version, l'exposition est destinée à circuler à l'étranger, avec l'appui du réseau culturel extérieur français.

© M. PAYSANT, C. ULYSSE, G. FAINI/LPN/ONLAB

**MANIFESTATION |****La Nuit des chercheurs**

Le 28 septembre, en France et en Europe – Entrée libre – [www.nuitdeschercheurs-france.eu](http://www.nuitdeschercheurs-france.eu)

→ **Chaque automne, une Nuit des chercheurs est organisée dans toute l'Europe. En France, une vingtaine de villes proposent cette année des rencontres entre les chercheurs et le grand public sur le thème : « Imaginez le futur ». Le CNRS participe à l'organisation des événements programmés en Île-de-France sur le parvis de la gare Montparnasse, à l'École polytechnique et à l'université Paris-XIII.**



→ Atelier organisé à la Cité de l'espace, à Toulouse, lors de l'édition 2011 de La Nuit des chercheurs.

© M. HUYNH/CTE DE L'ESPACE

## TÉLÉVISION-FILM |

## En Éthiopie, sur les traces des premiers chrétiens

Le 20 octobre, à 21h35, sur Arte. Réalisé par Flore Kosinetz et Jean-Louis Saporito, produit par TGA, CNRS Images, Arte France et CFRT, 53 min – 20 € (usage privé) – <http://videotheque.cnrs.fr>

### → Comment la province éthiopienne du Tigré est-elle devenue une terre chrétienne?

Prix 2011 de l'enquête scientifique au festival Scoop Grand Lille, ce film remonte les siècles en suivant les explications de chercheurs du CNRS et les pérégrinations de l'historien François Le Cadre, qui l'ont conduit jusqu'au Woldeba, région sacrée où un grand nombre de moines vivent encore en ermites.



À voir sur le journal en ligne : un **extrait** de ce film.



© TGA

## MANIFESTATION |

### Fête de la science

Du 10 au 14 octobre –

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

→ Cette année encore, des centaines d'événements sont organisés en France pour la Fête de la science,

moment emblématique d'échanges entre le grand public et le monde de la recherche.

À ne pas manquer, pour les Parisiens, la manifestation Sciences au carré(e),

du 10 au 13 octobre, au Forum des Halles : une cinquantaine de chercheurs montent sur scène pour présenter des objets mystères en lien avec leurs travaux.

Autres faits marquants, des démonstrations spectaculaires, à la Cité des sciences et de l'industrie, de systèmes robotiques mis au point dans les laboratoires. Le CNRS est partenaire de ces deux manifestations.



© DR

## LIVRE |

### François Arago

Textes de Monique Sicard, Actes Sud, coll. « Photo Poche Histoire », 144 p. – 12,80 €

### → La photographie doit beaucoup à François Arago.

En spécialiste de la lumière, l'éminent scientifique et homme d'État avait saisi l'enjeu de cette découverte dont l'avènement fut scellé lors de sa célèbre déclaration d'août 1839. L'historienne Monique Sicard relate l'événement dans cet ouvrage et commente 60 superbes clichés de pionniers de la photographie française, témoins de leur siècle.



## CONFÉRENCES |

## Dialogues. Des clés pour comprendre

Jusqu'à juin 2013, Musée des arts et métiers, Paris (75) – Entrée libre (inscription conseillée) – [www.arts-et-metiers.net](http://www.arts-et-metiers.net)

### → Échangez avec les scientifiques et approfondissez vos connaissances

sur le boson de Higgs, l'ingénierie écologique, le magnétisme ou encore l'informatique musicale. Voilà un aperçu des thèmes au programme de la 4<sup>e</sup> saison du cycle de conférences organisées à Paris par le Conservatoire national des arts et métiers et le CNRS, qui se tiennent le dernier jeudi de chaque mois.

→ Les robots seront l'objet de la conférence du 25 octobre.



© CNRS PHOTO THEQUE/ISIRIC, GRAND

## LIVRES |

### Yanoama. Récit d'une femme brésilienne enlevée par les Indiens

Ettore Biocca, Plon/CNRS Éditions, coll. « Bibliothèque Terre humaine », 472 p. – 22 €  
La Brésilienne Valero, enlevée par des Indiens, a fait le récit de son "enfer vert" à l'anthropologue Ettore Biocca. Un témoignage unique sur une tribu nourrie d'endocannibalisme et de violence, mais aussi de générosité et d'amitié.

### Les Ambassadeurs

Marie-Christine Kessler, SciencesPo Les Presses, coll. « Académique », 416 p. – 32 €  
Dans un monde marqué par l'affaiblissement du pouvoir des États, à l'heure de la diplomatie des sommets, ce livre émaillé d'anecdotes et de portraits s'attache à montrer pourquoi le métier d'ambassadeur conserve sa spécificité et son utilité.

### Murs et frontières

Michel Lussault et Thierry Paquot (dir.), Hermès, n° 63, CNRS Éditions, 260 p. – 25 €  
Les sociétés humaines passent leur temps à subvertir les barrières qu'elles s'imposent. Ce nouveau numéro de la revue *Hermès* s'interroge sur les murs et les frontières qui, à l'ère de la mondialisation, ne cessent paradoxalement de croître et de se multiplier.

### Atlas des migrations. Un équilibre mondial à inventer

Catherine Wihot de Wenden, Autrement, coll. « Atlas/Monde », 96 p. – 19 €

La fameuse collection des atlas illustrés, très fournie en cartes et en graphiques, propose une nouvelle édition augmentée de l'opus consacré aux migrations et à ses importants enjeux politiques.

### Bref récit du futur. Prospective 2050, science et société

Pierre Papon, Albin Michel, coll. « Bibliothèque Sciences », 352 p. – 22,50 €  
Pierre Papon, ancien directeur du CNRS, invite à une réflexion sur l'avenir des sciences et leurs implications sur nos vies. De la physique aux neurosciences en passant par le climat, il imagine les années 2050 et leurs défis.

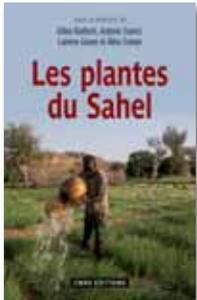
## LIVRE |

**Les Plantes du Sahel**

Gilles Boëtsch, Antonio Guerci, Lamine Gueye et Aliou Guisse (dir.), CNRS Éditions, coll. « Environnements africains », 350 p. – 29 €

→ **Quelles espèces végétales faut-il faire pousser** dans la zone sahélienne et le long de la Grande muraille verte, ce projet de couloir forestier traversant l'Afrique d'est en ouest ? Plus de 80 scientifiques africains et européens, de disciplines très variées, allant de l'écologie à l'ethnobiologie en passant par la botanique, la médecine ou encore la sociologie, apportent des réponses dans cet ouvrage. Ils y dressent un état des lieux précieux des connaissances et des expériences menées sur différentes plantes alimentaires, médicinales ou cosmétiques de la région. L'Observatoire hommes-milieux international Tessékéré, mis en place par le CNRS, est, entre autres, à l'origine de cette initiative.

→ **Deux ans après avoir reçu la médaille Fields, Cédric Villani nous livre un carnet de bord réjouissant de ses travaux qui l'ont mené à cet Olympe des mathématiques. S'il nous fait partager le cheminement de ses pensées savantes entre mars 2008 et février 2011, il nous entraîne aussi à la recherche d'un sachet de thé en pleine nuit sur le campus de Princeton, nous raconte le rêve qu'il vient de faire et nous invite, pêle-mêle, à un dîner de famille, un trajet en RER ou encore à un repas de mathématiciens à la cantine... Toujours avec humour et finesse, le mathématicien nous raconte aussi le coup de fil qui lui a appris sa récompense, la remise du prix par la présidente de l'Inde et le tourbillon médiatique qui a suivi.**



## LIVRE |

**Théorème vivant**

Cédric Villani, Grasset, 288 p. – 19 €

→ **Deux ans après avoir reçu la médaille Fields, Cédric Villani nous livre un carnet de bord réjouissant de ses travaux qui l'ont mené à cet Olympe des mathématiques. S'il nous fait partager le cheminement de ses pensées savantes entre mars 2008 et février 2011, il nous entraîne aussi à la recherche d'un sachet de thé en pleine nuit sur le campus de Princeton, nous raconte le rêve qu'il vient de faire et nous invite, pêle-mêle, à un dîner de famille, un trajet en RER ou encore à un repas de mathématiciens à la cantine... Toujours avec humour et finesse, le mathématicien nous raconte aussi le coup de fil qui lui a appris sa récompense, la remise du prix par la présidente de l'Inde et le tourbillon médiatique qui a suivi.**

## LIVRES ET EXPOSITION |

À l'occasion du 50<sup>e</sup> anniversaire de l'indépendance de l'Algérie, signalons deux livres et une exposition.

**Histoire de l'Algérie à la période coloniale (1830-1962)**

Abderrahmane Bouchène, Jean-Pierre Peyroulou, Ouanassa Siari Tengour et Sylvie Thénault (dir.), La Découverte/Barzakh, coll. « Cahiers libres », 750 p. – 27 €

→ **Analyser les relations de la France et de l'Algérie durant la période coloniale**, telle est l'ambition de cet ouvrage. En une centaine d'articles, 79 spécialistes de plusieurs nationalités et disciplines éclairent ainsi les relations actuelles entre les deux pays. Plusieurs entrées permettent au lecteur de naviguer dans cette fresque largement référencée et éditée conjointement en France et en Algérie.

**Engagements et déchirements****Les intellectuels et la guerre d'Algérie**

Catherine Brun et Olivier Penot-Lacassagne, Gallimard/Imec, 260 p. – 39,90 €

Exposition à l'abbaye d'Ardenne, Saint-Germain-la-Blanche-Herbe (14) – Tarif plein : 7 € – [www.imec.fr](http://www.imec.fr)

→ **Sartre, Malraux, Camus, Mauriac, Aragon, Blondin...**

Nombre d'intellectuels français ont exprimé leur position durant la guerre d'Algérie. À travers l'étude de 360 documents, souvent inédits, ce livre témoigne de l'ampleur des mobilisations, de la violence des débats et de l'importance des enjeux politiques que le conflit engendra. L'ouvrage est une version augmentée de l'exposition du même nom, qui se tient jusqu'au 14 octobre à l'abbaye d'Ardenne.



**cnrs**  
le journal

Rédaction : 1, place Aristide-Briand – 92195 Meudon Cedex  
Téléphone : 01 45 07 53 75 Télécopie : 01 45 07 56 68 Mél. : [journal-du-cnrs@cnrs-dir.fr](mailto:journal-du-cnrs@cnrs-dir.fr)  
Le journal en ligne : [www2.cnrs.fr/journal/](http://www2.cnrs.fr/journal/)  
CNRS (siège) : 3, rue Michel-Ange – 75794 Paris Cedex 16

Directeur de la publication : Alain Fuchs Directrice de la rédaction : Brigitte Perucca  
Directeur adjoint de la rédaction : Fabrice Impériali

Rédacteur en chef adjoint : Matthieu Ravaud Chefs de rubrique : Fabrice Demarthon, Frédérique Laubenheimer, Charline Zeitoun  
Assistante de la rédaction et fabrication : Laurence Winter Ont participé à ce numéro : Stéphanie Arc, Alexia Attali, Emilie Badin, Kheira Bettayeb, Jean-Philippe Braly, Andrea Davoust, Denis Delbecq, Frédéric Dessort, Grégory Fléchet, Mathieu Grousson, Jean-François Hait, Gaëlle Lahoreau, Xavier Müller, Morgane Taquet, Vahé Ter Minassian

Secrétaire de rédaction : Isabelle Grandrieux Conception graphique : Céline Hein Iconographies : Audrey Digué, Marie Mabrouk, Stéphanie Ritz  
Couverture : N. Franceschini/CNRS Photothèque Photogravure : Scoop Communication  
Impression : Groupe Morault, Imprimerie de Compiègne – 2, avenue Berthelot – Zac de Mercières – BP 60524 – 60205 Compiègne Cedex  
ISSN 0994-7647 AIP 0001309 Dépôt légal : à parution

Photos CNRS disponibles à : [phototheque@cnrs-bellevue.fr](mailto:phototheque@cnrs-bellevue.fr) ; <http://phototheque.cnrs.fr/>

La reproduction intégrale ou partielle des textes et des illustrations doit faire obligatoirement l'objet d'une demande auprès de la rédaction.



## « J'identifie des lichens récoltés récemment sur les côtes bretonnes, en consultant un herbier d'une variété unique au monde, conservé dans notre laboratoire. Celui-ci

est constitué de 11 000 spécimens de lichens de 1 300 espèces différentes, rassemblés par le professeur Henry des Abbayes au début du siècle dernier. Le but est d'étudier la composition chimique de certains de ces végétaux encore peu connus et d'en extraire des métabolites intéressants. Par exemple, des substances qui protègent le lichen des agressions extérieures, comme les micro-organismes ou les rayons UV, et qui pourraient servir à fabriquer des antibiotiques ou des produits cosmétiques. Avec mes collègues de l'Institut des sciences chimiques de Rennes, nous avons d'ailleurs déposé un brevet sur la photoprotection, en collaboration avec des biologistes. L'identification minutieuse réalisée grâce à l'herbier est le point de départ capital de ces recherches. Nous recevons des demandes de nombreux laboratoires pour le consulter, et une base de données sera prochainement accessible en ligne. »

SOPHIE TOMASI, ENSEIGNANTE-CHERCHEUSE À L'INSTITUT DES SCIENCES CHIMIQUES DE RENNES (UNITÉ CNRS/UNIVERSITÉ DE RENNES-I/INSA RENNES/ENSCR).



À voir sur le journal en ligne : la suite du reportage **photo** dans ce laboratoire.



Imagerie biomédicale

# la vie en transparence

Une exposition-dossier proposée par le CNRS

Musée des arts et métiers - Paris 3<sup>e</sup>

2 mai 2012 - 6 janvier 2013



En partenariat avec

