

cnrs

le journal

n° 273
juillet-août 2013

MÉDECINE

Ce que prédisent NOS GÈNES



→ **Médaille de l'innovation**
Les lauréats se racontent

→ **Actualités**
Découverte exceptionnelle en Égypte

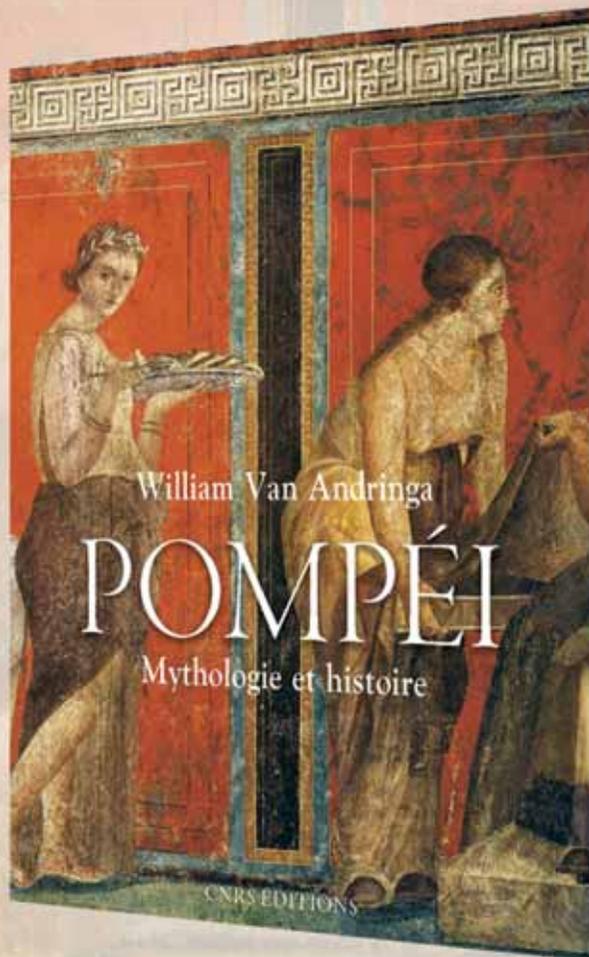
UNE NOUVELLE
HISTOIRE DE
POMPÉI

par William Van Andringa

320 pages
150 illustrations
29 €

CNRS EDITIONS

www.cnrseditions.fr



**LE NUCLÉAIRE
DANS LE MONDE**

Une série de cartes qui dresse un panorama chiffré du nucléaire
dans la production électrique mondiale

www.cnrs.fr/chiffresNucleaire

Voir aussi le dossier CNRS/sagascience : L'énergie nucléaire - www.cnrs.fr/nucleaire



Éditorial



PAR JEAN-LOUIS MANDEL,
TITULAIRE DE LA CHAIRE
« GÉNÉTIQUE HUMAINE »
AU COLLÈGE DE FRANCE

Dès 1972, l'immunogénéticien Jean Dausset, Prix Nobel de médecine en 1980, appelle de ses vœux la médecine prédictive qui devait « changer la nature de la consultation médicale du XXI^e siècle », en mettant l'accent sur la prévention individualisée des pathologies.

À l'heure de l'explosion des recherches génétiques, du séquençage à très haut débit et de leur développement dans un cadre médical ou même commercial d'offre directe aux consommateurs, le dossier de ce numéro est d'actualité. Il distingue d'une part le domaine de la prédiction individuelle d'un risque majeur (centré sur les maladies rares monogéniques comme celle de Huntington), et d'autre part l'aspect de risque statistique pour les maladies communes.

Ce dernier aspect n'a que très peu d'intérêt au plan individuel, malgré un buzz scientifico-médiatique qui tend à exagérer l'impact à court terme d'une médecine personnalisée (exception faite du cancer). Concernant les tests présymptomatiques pour des maladies à début tardif, comme Huntington ou les cancers du sein héréditaires, le problème s'est posé dès le milieu des années 1990. Un consensus international a conclu qu'il appartenait à la personne à risque (dans un cadre d'antécédents familiaux) de décider de pratiquer ou non ces tests.

Le développement du séquençage de tous les gènes augmente le risque de découvertes fortuites, et il est important de continuer de respecter le souhait des personnes de ne pas savoir. Mais ce droit doit être contrebalancé par un droit de savoir. La loi française me paraît, en effet, trop restrictive et paternaliste en ce qui concerne la connaissance par chacun de son propre génome, dont on surestime les dangers. Le stress potentiel ne semble pas avoir affecté les nombreux clients de tests en accès libre.

Quant à la question de la discrimination par les gènes, ce ne sera à mon sens qu'une goutte d'eau par rapport aux discriminations existantes, fondées sur l'appartenance sociale, l'adresse dans un quartier « chaud » ou encore la non-conformité à des canons esthétiques. Enfin, les discussions doivent impliquer davantage les associations de malades, généralement absentes des articles sur ce sujet, et absentes des institutions comme les comités d'éthique qui produisent les recommandations.

4 | 5 L'essentiel

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

6 | 9 L'événement

Retour sur le parcours des lauréats 2013 de la médaille de l'innovation du CNRS, le professeur d'informatique médicale Philippe Cinquin, le mathématicien Stéphane Mallat et le physico-chimiste Ludwik Leibler.

16 | 18 En images

Le nouveau bâtiment de l'Institut Néel, inauguré à

Grenoble le 12 avril, offre une infrastructure unique en Europe pour la recherche en nanosciences.

19 | Décryptage

Face à la pression des géants de l'Internet, un collectif de chercheurs s'engage pour soutenir le projet de refonte de la réglementation européenne sur les données personnelles.

20 | 21 Le grand entretien

Le sociologue Alain Tarrow analyse le développement de nouveaux phénomènes

migratoires engendrés par la mondialisation économique.

37 | Un jour avec

Françoise Berthoud, coach au CNRS.

38 | 42 Culture

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

43 | Sur le vif

Les coulisses étonnantes d'une photo de science.

© A. CIAVATTI/MISSION DU OUAADI AL-JARF



10 | 15 Actualités

Les trésors du port de Chéops; le paludisme en plein transfert; les massifs jouent aux montagnes russes; un modèle à l'épreuve du feu; du quartz fabriqué en douceur...

30 | 36 Stratégie

Un accord qui roule; tous mobilisés pour l'Arctique; de nouvelles coopérations avec la Chine; l'essor des cours en ligne; des dispositifs pour faciliter le maintien à domicile...



© IPEV



© TEK IMAGE/SPL

22 | 29 L'enquête
Médecine : ce que prédisent nos gènes



Ces pictogrammes indiquent un contenu (texte, photo, vidéo ou audio) à visionner ou à écouter sur le journal feuilletable en ligne.
> www2.cnrs.fr/journal

**SOYEZ
LES PREMIERS
INFORMÉS!**

**Pour être alertés
de la publication de
CNRS Le journal
en ligne,**

abonnez-vous sur :
> www2.cnrs.fr/journal



À la une

Trois nouveaux directeurs d'institut du CNRS



Catherine Jessus



Michel Bidoit



Dominique Massiot

À l'issue d'appels à candidatures internationaux et de processus de sélection, trois nouveaux directeurs d'institut ont été nommés par le président du CNRS, Alain Fuchs.

Le 2 mai, Catherine Jessus est ainsi devenue directrice de l'Institut des sciences biologiques (INSB), succédant à Patrick Netter. Scientifique reconnue dans le domaine de la division cellulaire en reproduction et biologie du développement, elle était à la tête du laboratoire Biologie du développement¹ depuis 2004. De son côté, Michel Bidoit prend la tête de l'Institut des sciences de l'information et de leurs interactions (INS2I), après avoir été l'un de ses directeurs adjoints scientifiques. C'est un spécialiste des méthodes de spécification et de vérification des logiciels critiques. Son prédécesseur, Philippe Baptiste, rejoint, quant à lui, le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. Enfin, Dominique Massiot, jusqu'ici délégué scientifique en charge de l'interdisciplinarité à l'Institut de chimie (INC) du CNRS, remplace Régis Réau à sa direction. Médaillé d'argent du CNRS, il a développé de nouveaux outils de résonance magnétique nucléaire (RMN) appliqués à une large gamme de matériaux. Ils sont tous les trois âgés de 55 ans.

1. Unité CNRS/UPMC.

Maria Esteban future présidente de l'Iciam

→ À l'occasion du conseil de l'Iciam (International Council for Industrial and Applied Mathematics), qui s'est tenu le 11 mai à Pékin, Maria Esteban, directrice de recherche au CNRS, a été élue présidente et membre du comité exécutif de cette organisation mondiale des sociétés de mathématiques appliquées. Sa présidence commencera en 2015 et durera quatre ans. Elle succédera à Barbara Keyfitz. Maria Esteban s'est fixée pour principal objectif de renforcer le développement des mathématiques industrielles.

Tara met le cap sur l'Arctique

→ Depuis le 19 mai, le navire scientifique Tara entreprend une circumnavigation de l'océan Arctique dans le cadre de l'expédition Tara Oceans Polar Circle, à laquelle participent de nombreux chercheurs du CNRS. En six mois, la goélette parcourra près de 25000 kilomètres, à la découverte du plancton polaire. En effet, lors de sa dernière expédition, seul l'océan Arctique avait échappé aux scientifiques dans leur effort de collecte de plancton réalisé sur tous les océans de la planète. D'autres questions spécifiques de cette région du globe, notamment la vulnérabilité de la biodiversité polaire, seront également abordées. Tara Oceans



© L'ORIENT AGGLOMERATION



© LANIAK.COM

Polar Circle est menée avec la collaboration des pays riverains de l'Arctique, en association avec Agnès B. et la Fondation Prince-Albert-II-de-Monaco¹.

1. Lire aussi dans ce numéro de CNRS Le journal : « Tous mobilisés pour l'Arctique », pp. 34-35.

→ Lors de cette nouvelle expédition, la goélette Tara devrait parcourir près de 25000 kilomètres.

→ La ministre Geneviève Fioraso au Sénat, lors de l'examen du projet de loi.



© XR PICTURES / MESR

Adoption de la loi sur l'ESR en première lecture

→ **Le projet de loi sur l'enseignement supérieur et la recherche a été adopté en première lecture**

après un vote positif au Sénat dans la nuit du 21 au 22 juin. Celui-ci avait été adopté par l'Assemblée nationale

le 28 mai, après 29 heures de débat et 669 amendements examinés selon le comptage effectué dans son blog¹ par un des rapporteurs de la loi, le député socialiste Vincent Feltesse. Au moment où nous bouclons ce numéro,

une commission mixte paritaire, composée de sept sénateurs et de sept députés, devait valider la version finale du texte qui sera ensuite soumise au vote des deux chambres.

1. Source: monjournalderapporteur.tumblr.com



Revivez les coulisses de l'examen du projet de loi à l'Assemblée nationale en mai et les réactions des députés et de la ministre lors du vote en première lecture : > <http://wikiradio.cnrs.fr>



© M. KODRENEVA

Patrick Couvreur, inventeur de l'année

→ Le 28 mai, à Amsterdam, le biopharmacien Patrick Couvreur et son équipe de l'université Paris-Sud et du CNRS se sont vu remettre le prix de l'inventeur européen de l'Office européen des brevets. Ils ont été récompensés pour leurs travaux pionniers sur les nanocapsules de médicaments. En 2012, Patrick Couvreur avait déjà reçu la médaille de l'innovation du CNRS.

Un florilège de récompenses

→ Outre Patrick Couvreur, plusieurs scientifiques liés au CNRS ont récemment reçu des prix prestigieux. L'économiste Thomas Piketty, de l'unité Paris-Jourdan Sciences économiques¹, a ainsi été distingué du prix finlandais Yrjö Jahnsson pour ses contributions originales, notamment dans l'étude des inégalités et de la mobilité. Antoine Joux, chercheur au laboratoire Parallélisme, réseaux, systèmes, modélisation², a décroché le prix Gödel pour son modèle de cryptographie. Il est le deuxième Français à recevoir ce prix qui récompense des travaux remarquables en informatique théorique. Michel Campillo, chercheur à l'Institut des sciences de la Terre de Grenoble³, est quant à lui lauréat du prix scientifique de la Fondation Simone-et-Cino-del-Duca pour ses recherches sur les techniques d'imagerie terrestre. La Fondation a également récompensé de son prix d'archéologie la mission franco-italienne de la Vigna Barberini, à Rome, dirigée par Françoise Villedieu.



© D. PLOMY/INSTITUT DE FRANCE

1. Unité CNRS/EHES/ENS/Ecole des ponts ParisTech/Inra.
2. Unité CNRS/UVSQ.
3. Unité CNRS/UJF/Université de Savoie/IRD/Ifsttar.

→ Françoise Villedieu recevant le prix d'archéologie de la Fondation Simone-et-Cino-del-Duca.



© J.M. FADON/CNRS IMAGES

Médailles de l'innovation paroles



→ Alain Fuchs, le président du CNRS, aux côtés des lauréats lors de la remise des médailles le 12 juin.

C'est le trio gagnant de l'innovation en 2013 : le 12 juin, le professeur d'informatique médicale Philippe Cinquin, le mathématicien Stéphane Mallat et le physico-chimiste Ludwik Leibler ont reçu la médaille de l'innovation du CNRS au siège de l'organisme. Ils rejoignent au palmarès Alain Benoît, Patrick Couvreur et José-Alain Sahel, distingués en 2012, ainsi qu'Esther Duflo, Mathias Fink et François Pierrot, les premiers lauréats, en 2011. Tous ont été récompensés pour des recherches exceptionnelles ayant conduit à une innovation marquante sur le plan technologique, thérapeutique ou sociétal. Cette année encore, un jury composé de représentants du monde de la recherche et de celui de l'entreprise a choisi trois scientifiques aux univers très différents. Pour CNRS Le journal, ces derniers reviennent sur leurs parcours.

PROPOS RECUEILLIS PAR LAURIANNE GEFFROY ET AURÉLIE SOBOCINSKI



La cérémonie du 12 juin est à réécouter ou à podcaster sur la Wikiradio du CNRS :
 > <http://wikiradio.cnrs.fr>

Philippe Cinquin

*améliore les gestes
du chirurgien*



© C. ANAYA-GAUTIER/CNRS PHOTOTHÈQUE



À voir sur
le journal en ligne :
le portrait **vidéo**
et le reportage **photo**.

2013 : de lauréats

→ Mise au point d'une méthode de contrôle visuel du robot Viky pour le suivi automatique d'instruments laparoscopiques¹.

Lorsque j'ai lancé, en 1984, les GMCAO (gestes médico-chirurgicaux assistés par ordinateur), les robots n'avaient pas encore pénétré le milieu médical. Notre apport, avec mes collègues de TimC-Imag, Jocelyne Troccaz et Stéphane Lavallée, a été de proposer une méthodologie permettant d'exploiter des images acquises avant ou durant l'opération (scanner X, échographie, IRM, systèmes de vision par ordinateur jusqu'alors non utilisés en médecine...) et de les fusionner dans un système de référence unique au sein de la salle opératoire. Ce dispositif permet de guider le geste du chirurgien avec une précision inférieure au millimètre. Le tout en offrant une aide soit passive, via la navigation chirurgicale (l'équivalent d'un GPS pour le clinicien), soit active via la robotique médicale.

DES ROBOTS AU BLOC OPÉRATOIRE

Le caractère générique de notre méthode a été facteur de succès et de rapidité. Après une première application spécifique en neurochirurgie pour atteindre des zones du cerveau de manière ultraprécise en 1989, d'autres ont suivi en chirurgie de la colonne vertébrale, en orthopédie, en urologie et en radiothérapie, ou encore en chirurgie endoscopique. Notre technologie a permis, par exemple, de faire chuter les taux de prothèses du genou mal positionnées ou de vis mal insérées en vertébroplastie : ceux-ci sont passés d'environ 20% à 5%! En tout, plusieurs dizaines de milliers de patients ont bénéficié de ces applications.

Il s'est rapidement avéré que les GMCAO ne se limitaient pas à l'analyse d'images. Ce domaine de recherche présente de nombreux défis, allant de la conception de nouveaux capteurs à leur calibrage, de la segmentation d'images à leur mise en correspondance... Par exemple, je m'intéresse actuellement à la micro-nanorobotique médicale, pour concevoir des robots biomimétiques miniaturisés implantables et autonomes, capables de puiser leur énergie dans les milieux physiologiques.

Aujourd'hui, l'enjeu est de pouvoir démocratiser les GMCAO avec des solutions légères physiquement et financièrement, et de les améliorer encore pour permettre au médecin de voir au-delà du visible et de personnaliser la planification d'un geste de qualité



© C. ANAYA-GAUTIER/CNRS PHOTOHEQUE

SON PARCOURS

Philippe Cinquin, 57 ans, est un pionnier de l'informatique médicale. Il a contribué à l'invention des gestes médico-chirurgicaux assistés par ordinateur (GMCAO), qui ont bénéficié à des milliers de patients. Recruté au CNRS en 1983, il est aujourd'hui professeur et praticien hospitalier, ainsi que directeur du laboratoire Techniques de l'ingénierie médicale et de la complexité-Informatique, mathématiques et applications de Grenoble (TimC-Imag)¹. Il codirige aussi le Centre d'investigation clinique-Innovation technologique de Grenoble et coordonne le Laboratoire d'excellence Cami. Philippe Cinquin a obtenu la médaille d'argent du CNRS en 2003. Il est à l'origine du dépôt de 28 brevets et a contribué à la création de 10 start-up.

1. Unité CNRS/UJF.

CONTACT :
Techniques de l'ingénierie médicale et de la complexité-Informatique, mathématiques et applications, Grenoble
Philippe Cinquin
> philippe.cinquin@imag.fr

optimale. Pour relever ce défi, je crois à une approche allant de la recherche fondamentale à l'exploitation industrielle, prenant en compte les questions de formation et la démonstration d'un bénéfice clinique clair en termes de santé publique.

À LA CROISÉE DES DISCIPLINES

Notre méthodologie et la gamme d'innovations qui ont suivi tiennent en partie à mon parcours hybride et à mon goût pour les connexions interdisciplinaires. Parallèlement à mes études médicales, j'ai poursuivi ma formation en mathématiques appliquées. Très tôt, j'ai été porté par cette intuition que les modèles mathématiques et informatiques devaient permettre de comprendre le vivant et d'agir sur la santé.

Cette médaille apporte une reconnaissance à la discipline de l'informatique médicale, encore insuffisamment reconnue, à ses carrières atypiques, et à la dynamique que nous avons lancée – scientifiques, cliniciens et industriels – au service du patient. Espérons que cela suscite des vocations et favorise l'émergence d'un bouquet de champions industriels français dans les GMCAO!

1. Projet ANR Tecsan Deporra et Labex Cami, partenariat TimC-Imag (CNRS/UJF), CIC-IT (Inserm/CHU de Grenoble/DGOS/UJF), Endocontrol.



Stéphane Mallat

crée des outils pour le traitement d'images

SON PARCOURS

Stéphane Mallat, 50 ans, est professeur de mathématiques appliquées au sein du département d'informatique de l'École normale supérieure de Paris¹. De 1986 à 1996, il fait sa thèse aux États-Unis sur les ondelettes, avant de devenir professeur au Courant Institute of Mathematical Sciences de New York, puis de rentrer en France pour enseigner à l'École polytechnique. Ses travaux innovants sur la représentation d'images ont mené au standard international de compression Jpeg-2000 et à la création de la start-up Let It Wave. Dans ce cadre, Stéphane Mallat a déposé 10 brevets internationaux. En 2004, il a reçu le prix CNRS du chercheur le plus cité en sciences de l'ingénieur et, en 2007, le Grand Prix EADS de l'Académie des sciences. Aujourd'hui, il travaille sur une nouvelle théorie des invariants pour la reconnaissance de sons, d'images et de données.

1. Unité CNRS/ENS/Inria.

CONTACT :

Département d'informatique de l'École normale supérieure, Paris
Stéphane Mallat
 > stephane.mallat@di.ens.fr



En mathématiques, bien représenter, c'est déjà commencer à comprendre. Les données, les sons ou les images peuvent être représentés de multiples façons, mais ce que l'on veut, c'est concentrer et révéler au mieux l'information. Lors de ma thèse à l'université de Pennsylvanie, j'ai découvert par hasard les travaux d'Yves Meyer sur des fonctions mathématiques appelées ondelettes. Inspiré par les algorithmes des spécialistes du traitement de l'image, j'ai revisité les ondelettes en introduisant l'idée de zoom mathématique, pour naviguer d'une échelle à l'autre, et ainsi élaboré la théorie de la multirésolution.

Ces idées ont conduit à une théorie générale permettant de construire des ondelettes et de les appliquer aux données numériques. Cela a même abouti à des représentations parcimonieuses : autrement dit, très peu d'ondelettes s'avèrent nécessaires pour restituer fidèlement des données. Ainsi, les ondelettes ont eu un impact profond sur la transmission, la restauration et la compression des images et des sons. Cela s'est traduit notamment par l'adoption, en 2000, du standard international Jpeg-2000.

DES DICTIONNAIRES POUR LES DONNÉES

À elles seules, les ondelettes sont un langage trop sommaire pour représenter efficacement des structures élaborées, comme les contours au sein d'une image. Pour exprimer de façon concise des signaux complexes, j'ai donc introduit la notion de

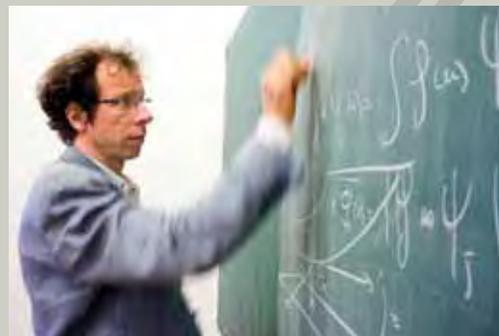
grands dictionnaires de fonctions mathématiques et développé des algorithmes capables de choisir les bonnes structures. Ces outils sont aujourd'hui utilisés dans de nombreux domaines comme la reconnaissance d'images ou l'apprentissage automatique.

C'est à mon retour en France, à l'École polytechnique, que nous avons voulu, avec Erwan Le Pennec, appliquer concrètement cette idée aux sons et aux images. Pour cela, nous avons construit des dictionnaires de bandelettes, des fonctions mathématiques susceptibles d'épouser leur géométrie. À la fin de sa thèse, nous avions la conviction qu'il y avait là un vrai potentiel pour l'industrie. Grâce au concours de deux anciens élèves de thèse, Christophe Bernard et Jérôme Kalifa, nous avons alors créé la société Let It Wave en 2001.

LE MONDE DE L'INDUSTRIE CONQUIS

Cette nouvelle aventure débuta avec la compression de photos d'identité pour les passeports ou les cartes d'identité. Mais l'innovation principale arriva en 2003 quand les écrans de télévision haute définition ont commencé à déferler sur le marché, alors que les programmes télé étaient diffusés en basse définition. La beauté des maths, c'est que les outils peuvent se transposer dans des contextes totalement différents. Ainsi, la parcimonie qui nous permettait de compresser les images allait nous permettre d'augmenter leur résolution en restaurant les détails manquants. Let It Wave s'est alors lancée dans la conception de puces électroniques incorporées dans les téléviseurs pour améliorer la qualité des images. En deux ans, nos dictionnaires de bandelettes ont fait la différence sur ce marché très concurrentiel de l'électronique grand public.

La médaille de l'innovation souligne la passerelle existant entre la recherche fondamentale et l'innovation. À travers ce voyage dans le monde des start-up, j'ai pu réaliser à quel point cet univers est proche de celui de la recherche : on navigue dans le brouillard avec une équipe, une vision, une forte concurrence internationale, et surtout avec le plaisir de la création. Avec un peu d'optimisme et de chance, je crois que, le plus souvent, on arrive à bon port.



Ludwik Leibler

recherche des matériaux inédits

→ Ce matériau, appelé vitrimère, est façonnable à chaud comme le verre.

L'industrie peut être une source d'inspiration pour la recherche académique en orientant vers des questions scientifiques encore inexplorées.

En essayant, par exemple, d'améliorer la résistance au choc des matériaux transparents, nous avons découvert un nouveau principe de la structuration, à l'échelle nanométrique, des polymères, des macromolécules formées à partir de l'enchaînement d'un motif simple comme les plastiques, résines et caoutchoucs. Inversement, de nouveaux concepts fondamentaux peuvent être source d'espoir pour une rupture technologique. C'est ainsi qu'avec François Tournilhac, directeur de recherche au laboratoire Matière molle et chimie, nous nous sommes mis au défi d'employer la chimie supramoléculaire, qui utilise les interactions entre les molécules plutôt que leurs liens chimiques permanents, pour concevoir des matériaux aux propriétés inédites. L'idée, au départ, a fait sourire les industriels, car la chimie supramoléculaire ne permettait de produire jusqu'alors que quelques grammes de matière.

UN CAOUTCHOUC QUI S'AUTO-RÉPARE

En partenariat avec le groupe Arkema, nous avons ainsi conçu un caoutchouc capable de s'auto-réparer une fois endommagé. Grâce à la chimie supramoléculaire, les associations intermoléculaires rompues se reforment spontanément. La synthèse de ce caoutchouc est plutôt simple, et ses ingrédients, des acides gras et des résines époxy, sont disponibles, ce qui permet d'envisager une production industrielle si le marché des matériaux auto-réparants se développe.

Nous avons aussi mis au point une nouvelle classe de matériaux insolubles et façonnables comme le verre : le vitrimère. Constitué d'un réseau moléculaire capable, sous l'action de la chaleur, de se réorganiser sans changer le nombre de liaisons entre les atomes, ce matériau inédit passe progressivement, comme le verre, de l'état liquide à l'état solide, et inversement. Il reste léger et incassable comme le plastique. La chimie mise en œuvre et les

principes physiques sous-jacents paraissent très simples. La simplicité nous tient à cœur, car une innovation est d'autant plus séduisante qu'elle s'exprime et se réalise simplement. Elle montre aussi que nous sommes arrivés à un niveau de compréhension élevé de la matière, que nous en avons compris les règles essentielles.

VALORISER LA LIBERTÉ DE CRÉER

Le CNRS offre la possibilité réelle d'être libre dans ses recherches et de prendre des risques. C'est ce qui favorise, au sein d'une équipe de chercheurs, initiative et créativité. La recherche industrielle, souvent très pragmatique, permet paradoxalement la rencontre de différentes disciplines – physique, chimie ou mécanique. La création, en 1996, d'un laboratoire mixte de recherche CNRS-Elf-Atochem dans le domaine des polymères a permis d'avoir une approche scientifique globale dans le cadre d'une démarche qui n'était pas très courante à l'époque.

Le laboratoire Matière molle et chimie, qui a succédé à cette unité mixte en 2004, conserve la même dynamique. Les sept chercheurs permanents entourés d'une vingtaine de thésards et post-docs forment une équipe véritablement pluridisciplinaire et mettent ainsi leur créativité au service d'une recherche fondamentale ambitieuse, ouverte aux applications permettant de faire des découvertes innovantes. La médaille de l'innovation du CNRS est pour moi une reconnaissance du caractère original de nos travaux et récompense la liberté de création que nous avons toujours tenu à conserver. Une liberté qui nous permet de précéder les modes, plutôt que de les suivre.

SON PARCOURS

Ludwik Leibler, 61 ans, dirige depuis 2004 le laboratoire Matière molle et chimie¹, à Paris.

Docteur en physique de l'université de Varsovie, il est entré au CNRS en 1979, où il a obtenu des résultats désormais classiques dans le domaine de la physique et chimie des polymères. Ses recherches fondamentales et son ouverture sur le monde industriel, qui l'ont amené à diriger une unité mixte CNRS/industrie pendant huit ans, ont abouti à des découvertes de rupture

dont les exemples récents sont le caoutchouc auto-réparant ou les vitrimères, nouvelle classe de matériaux organiques. Ses innovations lui ont valu de devenir, en 2004, membre de la National Academy of Engineering des États-Unis.

1. Unité CNRS/ESPCI ParisTech.

CONTACT :
Matière molle et chimie, Paris
Ludwik Leibler
> ludwik.leibler@espci.fr



À voir sur
le journal en ligne :
le portrait vidéo
et le reportage photo.

Égyptologie Un lot exceptionnel de papyrus et d'ancre datant de 2600 ans avant J.-C. a été découvert à Ouadi al-Jarf, le plus vieux port de mer du monde.



Les trésors du port de Chéops

PAR ALEXANDRA DEJEAN

Lors de leur dernière campagne de fouilles archéologiques en Égypte, achevée en avril, Pierre Tallet, du laboratoire Orient et Méditerranée¹, à Ivry-sur-Seine, et son équipe ont mis la main sur des trésors inattendus, à Ouadi al-Jarf : les papyrus les plus anciens connus à ce jour et 99 ancres de bateaux de l'Ancien Empire.

Vieux de 4600 ans, ces vestiges attendaient là, sur le rivage de la mer Rouge, au cœur d'un site qui s'impose désormais comme le plus vieux port de mer construit du monde. Il était utilisé sous le règne de Chéops, au début de la IV^e dynastie (vers 2600 ans avant J.-C.), pour aller chercher dans le Sinaï des matériaux comme le cuivre et la turquoise nécessaires à la construction des pyramides.

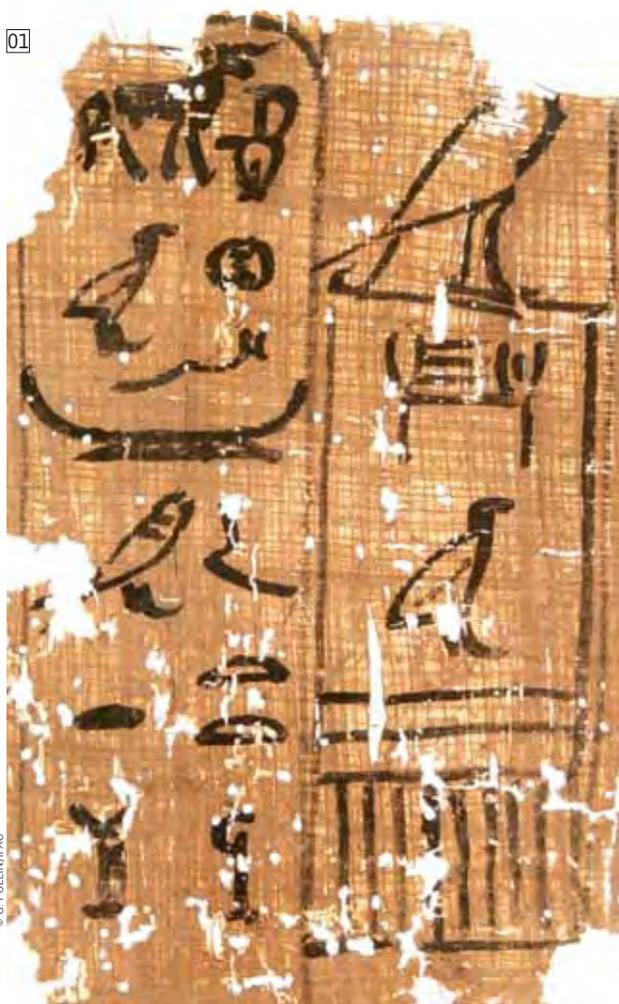
DES PAPYRUS EN EXCELLENT ÉTAT

« Ouadi al-Jarf était un port de grande envergure, comprenant divers types de constructions réparties sur 5 kilomètres. Notamment un système de galeries "magasins" creusées dans la montagne, à quelques kilomètres du littoral, précise Pierre Tallet. Les navigateurs égyptiens y entreposaient les pièces de bateaux et les cordages entre deux expéditions. Nous pensions trouver du matériel, des fragments de bateaux et des informations sur le fonctionnement du port à cette époque. » Mais

l'égyptologue ne s'attendait guère à dénicher « de 300 à 400 fragments de papyrus, sur lesquels figure la mention expresse du 13^e recensement du pharaon, soit sa 27^e et dernière année de règne, en si bon état de conservation ». Une vraie chance, car « les dates sont rares pour les rois de l'Ancien Empire », souligne-t-il, et une découverte inestimable : ces papyrus sont antérieurs d'au moins un siècle aux premiers documents comparables connus, relatifs au fonctionnement des temples funéraires des rois de la V^e dynastie.

Ils contiennent une comptabilité de l'approvisionnement des équipes qui travaillaient dans le port. Ainsi qu'une belle surprise : le journal de bord d'un fonctionnaire de l'administration égyptienne du nom de Merer. « Ce journal s'étend sur trois mois, commente Pierre Tallet. Les fragments les mieux conservés livrent chacun une quinzaine de jours consécutifs de son emploi du temps, consigné avec une grande précision. Il relate notamment les voyages que le fonctionnaire fait dans les carrières de calcaire de Tourah pour aller chercher des pierres qu'il rapporte à Gizeh. Les chercheurs ont pu en déduire avec certitude que ce chef d'équipe travaillait sur le chantier de la pyramide de Chéops, et que le port de Ouadi al-Jarf était une base arrière du chantier des pyramides, auquel toute l'activité du pays et la navigation sur la mer Rouge étaient subordonnées. » De fait, les techniques de

01



© G. POLLINI/IFAO

01 Les papyrus découverts, tel ce fragment, servaient à consigner avec précision les livraisons de matériel et d'alimentation aux équipes qui travaillaient dans le port.



© P. TALLET/MISSION DU OUADI AL-JARF

02 Vestiges des camps occupés par les équipes qui assemblaient les bateaux dans le port de Ouadi al-Jarf. **03** Alors que seulement 30 ancres avait été mises au jour jusque-là dans toute l'Égypte, 99 spécimens, dont celui-ci, ont été retrouvés à Ouadi al-Jarf.

02

construction du port sont semblables à celles des pyramides. Mieux : « *La découverte des archives d'un chef de chantier des pyramides, là, parmi d'autres débris jetés pour combler les entrées des galeries lors de leur fermeture, prouve que ce port et les pyramides ont été bâtis par les mêmes équipes* », ajoute le chercheur.

Ce port renseigne aussi sur l'impressionnante logistique des Égyptiens de l'Ancien Empire. Ils élaboraient leurs bateaux dans des arsenaux situés dans la vallée du Nil. Ceux-ci étaient ensuite acheminés en pièces détachées pour être assemblés au bord de la mer, dans des sites comme Ouadi al-Jarf, où sont visibles les vestiges d'une jetée immergée de 160 mètres de long sur 120 mètres de large.

DE TRÈS NOMBREUSES ANCRES

Ces sites étaient occupés de façon temporaire, pendant plusieurs mois, pour préparer les expéditions. Une noria de bateaux se succédaient alors pour rapporter les matériaux dont les Égyptiens avaient besoin pour leurs édifices. À la fin de l'expédition, les bateaux étaient démontés et entreposés dans les galeries jusqu'à l'opération suivante. Les trois types d'installations retrouvées sur place le confirment : des galeries, un vaste bâtiment dans lequel les pièces de bateaux devaient être stockées avant assemblage et, enfin, les campements des ouvriers. Près des vestiges de ces campements, les égyptologues ont mis la main sur une autre merveille : une centaine d'ancres des débuts de la IV^e dynastie. Jusque-là, une trentaine seulement avait été retrouvée dans toute l'Égypte ! Et il en reste d'autres dans la mer.



© A. CIVATTI/MISSION DU OUADI AL-JARF

03 Selon Pierre Tallet, le port de Ouadi al-Jarf marquerait une première tentative d'implanter un port sur la mer Rouge avant le choix d'un autre site (Ayn Soukhna), plus proche de Memphis, exploité par les successeurs de Chéops. Une grande question reste posée : le port de Ouadi al-Jarf lançait-il déjà des expéditions vers le pays de Pount, à l'extrémité sud de la mer Rouge (région du Bab al-Mandab), où les Égyptiens allaient chercher la myrrhe et l'encens ? Le gigantisme du site – trente galeries de stockage, contre dix dans les deux autres ports postérieurs connus – laisse penser qu'il a pu être utilisé pour des explorations lointaines. Pierre Tallet travaille aujourd'hui à obtenir les autorisations pour poursuivre ses recherches afin, peut-être, de le découvrir.

1. Unité CNRS/Université Paris-Sorbonne/ Université Paris-1/EPHE.

CONTACT :
Orient et Méditerranée, Ivry-sur-Seine
Pierre Tallet
> pierre.tallet@paris-sorbonne.fr

LES MÉDIAS EN PARLENT

→ **Coup de chaud dans les médias : selon le scénario le plus sévère d'une étude réalisée au Centre européen de recherche et de formation avancée en calcul scientifique, le climat de la France pourrait se réchauffer de 3,8 °C en moyenne annuelle d'ici à la fin du XXI^e siècle. Comme le rapporte 20 minutes, les étés seraient dans ce cas beaucoup plus chauds et secs.**



© WWW.20MINUTES.FR

→ **Dans son édition du 26 avril, Le Figaro Magazine a mis à l'honneur 250 leaders pour la France de demain, dont 30 chercheurs. Parmi ces derniers, on en compte 24 qui mènent actuellement leurs recherches dans des laboratoires liés au CNRS. Le mathématicien Cédric Villani figure en tête de liste.**



© S. GODFREY/CNRS PHOTO THÈQUE

→ **En cas de marée noire, rien ne vaudrait un simple saupoudrage de sable sur la nappe d'hydrocarbures. De nombreux articles ont relayé la découverte des chercheurs de l'Institut Jean-Le-Rond-d'Alembert et du laboratoire Charles-Coulomb. Ils ont montré que les grains de sable encapsulaient les gouttes d'hydrocarbures, permettant de les récupérer plus facilement.**



© M. ARKARIAN, S. PROTIERE

Le Journal du Dimanche

→ **La découverte a fait le tour du monde, du journal de France 2 à l'hebdomadaire américain Time : dès 5 mois, les bébés ont une conscience de leur environnement comparable à celle des adultes. Dans le cadre d'une collaboration franco-danoise incluant le Laboratoire de sciences cognitives et psycholinguistique et Neurospin, des chercheurs ont observé chez le nourrisson des mécanismes cérébraux similaires à ceux de l'adulte, bien que plus lents.**



© FRANCE TELEVISIONS



Environnement

Les plantes dépolluantes au placard ?

PAR ÉMILIE BADIN

→ Peut-on dépolluer une maison grâce aux plantes ?

Rien n'est moins sûr, selon les derniers résultats du programme Phytair, lancé en 2005 par la faculté de pharmacie de Lille et le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB), et auquel participent des chercheurs du CNRS. Pourtant, les deux premières phases du programme avaient montré que certaines espèces pouvaient faire baisser les taux de benzène, de monoxyde de carbone et de formaldéhyde contenus dans un espace confiné. Mais ces travaux, effectués en laboratoire, reflétaient mal les conditions qui règnent dans une véritable maison. Lors de la phase 3 de l'essai, qui a débuté en 2009, Benjamin Hanoune, du laboratoire Physicochimie des processus de combustion et de l'atmosphère (PC2A)¹, à Villeneuve-d'Ascq, et ses collègues de

Phytair ont mené leurs expériences au sein de Maria, une maison expérimentale du CSTB spécialement conçue pour étudier la qualité de l'air intérieur.

« Nous avons exposé une douzaine de plantes à des polluants que l'on trouve communément dans une maison, par exemple ceux issus de la combustion de bâtons d'encens ou qui se dégagent de la colle ou de l'agglomérant des parquets », explique le chercheur. Le résultat s'est avéré très différent de celui des tests en laboratoire : « Certes, les plantes, plus précisément les plantes et leur substrat, font baisser le taux de polluants, mais l'effet est minime, poursuit Benjamin Hanoune. Pour aboutir à une dépollution équivalente à celle obtenue avec une simple aération, il faudrait mettre plusieurs centaines de plantes dans une enceinte de 8 m³ ! » Ce résultat a été soumis pour publication dans les revues *Atmospheric Environment* et *Indoor Air*.

Les plantes n'auraient-elles donc que des vertus esthétiques en intérieur ? Pas seulement : la phase 3 de Phytair a montré qu'elles sont d'excellents bio-indicateurs. Comprenez : sous l'effet des polluants, les plantes subissent des atteintes microscopiques (cassures d'ADN et stress oxydant) qui apparaissent avant même des dommages visibles, sur la forme ou sur la couleur des feuilles par exemple. Le programme Phytair a ainsi permis de mettre au point une méthode destinée à dresser un état de la pollution au sein de bureaux et d'écoles uniquement en observant ces marqueurs de génotoxicité.

1. Unité CNRS/Université Lille-1.

CONTACT :

Physicochimie des processus de combustion et de l'atmosphère, Villeneuve-d'Ascq
Benjamin Hanoune
 > benjamin.hanoune@univ-lille1.fr

Géologie

Les massifs jouent aux montagnes russes



→ C'est grâce aux échantillons de granite prélevés ici, sur le piton d'Iharen, que les chercheurs ont réussi à retracer les déplacements du massif algérien du Hoggar.

PAR SEBASTIÁN ESCALÓN

→ **Même les très anciens massifs au cœur des continents bougent et se déforment.** C'est ce qu'a montré, pour le massif du Hoggar, dans le Sud algérien, une équipe du laboratoire Interactions et dynamique des environnements de surface (Ides)¹, à Orsay. Cette région grande comme la France, dotée d'un important relief qui culmine à 2900 mètres, aurait connu au cours de sa longue histoire plusieurs épisodes d'enfoncement et de soulèvement. D'après ces travaux publiés dans la revue *Geology* en mai dernier², un important épisode s'est ainsi produit il y a environ 50 millions d'années. « À la fin du Crétacé, il y a 70 millions d'années, le massif du Hoggar était plus bas et probablement recouvert par la mer, explique Yves Misset, chercheur à l'Ides. Il s'est ensuite soulevé. La mer a alors disparu, et les sédiments qu'elle avait déposés se sont érodés peu à peu. Ainsi, les roches qui étaient à 2 ou 3 kilomètres de profondeur se retrouvent aujourd'hui à la surface. »

Pour parvenir à ces conclusions, les chercheurs ont analysé des échantillons de granite du Hoggar. Ceux-ci contiennent de l'apatite, un minéral riche en

Écologie

Le paludisme en plein transfert

PAR LAURE CAILLOCE

→ Pour la première fois, une équipe de chercheurs vient de faire la preuve du transfert

du singe vers l'homme d'un parasite responsable du paludisme, *Plasmodium vivax*, le deuxième agent paludéen le plus répandu chez l'homme. Largement présent en Asie et en Amérique du Sud chez l'homme, *P. vivax* est totalement absent d'Afrique centrale et de l'Ouest du fait d'une particularité génétique des populations locales qui les protège du parasite. «*Pourtant, nous avions connaissance de cas de touristes infectés par cet agent à la suite de voyages dans ces régions...*», raconte Franck Prugnolle, de l'unité Maladies infectieuses et vecteurs : écologie, génétique, évolution et contrôle¹, à Montpellier, qui a participé à l'étude².

Après une investigation poussée de cinq de ces cas, le verdict est tombé : l'un d'eux, une personne ayant séjourné durant quinze jours en forêt en Centrafrique, présente exactement le même type de *P. vivax* que celui retrouvé chez les grands singes de la zone, vraisemblablement transmis par un moustique du genre *Anopheles*. «*Depuis 2010, on savait qu'un autre parasite du paludisme chez l'homme, Plasmodium falciparum, était présent chez le gorille, et on avait formulé l'hypothèse d'un transfert ancien – plusieurs centaines de milliers d'années – du singe vers l'homme, précise le chercheur. Mais de là à imaginer que des sauts d'hôte étaient encore possibles aujourd'hui...*»

Les scientifiques connaissaient mal les parasites qui affectent nos plus proches cousins, faute de pouvoir effectuer les prélèvements sanguins nécessaires.

C'est l'arrivée d'une nouvelle méthode, fondée sur l'analyse des excréments ramassés en forêt, qui a permis les dernières découvertes. Prochaine étape : comparer les parasites communs à l'homme et au singe, afin d'en détecter les infimes différences. «*Pour coloniser l'homme, ces Plasmodium ont certainement développé des adaptations inédites*, explique Franck Prugnolle, qui espère que de nouvelles cibles thérapeutiques pourront ainsi être identifiées. *C'est tout l'intérêt de combiner les deux approches, médicale et écologique, pour une meilleure compréhension des maladies infectieuses.*»

1. Unité CNRS/IRD/UM1/UM2.
2. Travaux publiés dans *PNAS*, 14 mai 2013, vol. 110, n° 20, pp. 8123-8128.

CONTACT :

Maladies infectieuses et vecteurs : écologie, génétique, évolution et contrôle, Montpellier
Franck Prugnolle
> franck.prugnolle@ird.fr

éléments radioactifs tels que l'uranium et le thorium. Grâce à la méthode dite de thermochronologie basse température (U-Th)/He sur apatite, qui mesure la quantité d'hélium formée à partir de la décroissance radioactive de ces éléments, ils ont pu déterminer à quelle température, et donc à quelle profondeur, se situaient ces roches à une époque donnée.

Le mouvement vertical du massif du Hoggar surprend, car celui-ci était réputé pour être extrêmement stable. Les raisons de ce soulèvement ne sont pas encore bien connues, mais les chercheurs pensent qu'il est dû à des mouvements de convection locaux du manteau terrestre. «*Ces résultats remettent en question la persistance des massifs de socle tels que le Hoggar ou le Massif central. Les domaines anciens ne sont pas aussi stables qu'on le croyait, mais présentent une mobilité verticale importante*», conclut Yves Missenard.

1. Unité CNRS/Université Paris-Sud.

2. Travaux réalisés en collaboration avec la faculté des sciences d'Alger et l'Université libre de Bruxelles et publiés dans *Geology*, mai 2013, vol. 41, n°5, pp. 615-618.

CONTACT :

Interactions et dynamique des environnements de surface, Orsay
Yves Missenard
> yves.missenard@u-psud.fr



© IRSN/ M. BONZOM

→ La mission a lieu dans différentes zones situées à quelques dizaines de kilomètres de la centrale accidentée en 2011.

EN MISSION À FUKUSHIMA

→ Au début du mois de juin, des chercheurs français sont arrivés

à Fukushima pour une mission de six semaines. Leur objectif : étudier les conséquences biologiques et comportementales de la catastrophe de 2011 sur les rainettes, animaux de référence

pour ce type d'étude. La recherche porte sur plusieurs zones, éloignées de 40 à 100 kilomètres de la centrale de Fukushima et présentant des taux de radioactivité allant du "bruit de fond" normal à un niveau clairement supérieur aux valeurs seuil. Cette mission, qui rassemble des membres du Laboratoire d'écologie des hydrosystèmes naturels anthropisés¹ et du Service de recherche et d'expertise sur les risques environnementaux de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire, est financée dans le cadre du défi Needs de la Mission pour l'interdisciplinarité du CNRS.

1. Unité CNRS/UCBL/ENTPE.

CONTACT :

Laboratoire d'écologie des hydrosystèmes naturels anthropisés, Villeurbanne
Thierry Lengagne
> thierry.lengagne@univ-lyon1.fr

Environnement C'est une première mondiale : une équipe française a effectué la simulation complète d'un immense incendie de forêt avec une précision inégalée.

Un modèle à l'épreuve du feu

PAR JULIEN BOURDET

Nous sommes en juillet 2009. En trois jours seulement, plus de 3 000 hectares de forêt partent en fumée aux environs d'Aullène, en Corse. C'est ce gigantesque incendie qui vient d'être simulé en détail grâce à un supercalculateur par des chercheurs du laboratoire Sciences pour l'environnement, à Corte¹. Ces derniers sont parvenus à reproduire fidèlement la progression des flammes au sol le premier jour de la catastrophe. Une première pour un feu d'une telle ampleur.

À l'origine de ce succès, l'ajout par les scientifiques à leur modèle de simulation d'incendie d'un ingrédient qui ne figurait jusque-là dans aucun autre : l'influence mutuelle du feu et du vent. « On sait qu'un feu est capable de changer la météo localement, explique Jean-Baptiste Filippi, responsable du projet. La chaleur dégagée par les flammes crée en effet de grands mouvements de convection dans l'atmosphère qui peuvent modifier la direction et la force du vent à l'échelle d'une vallée. En retour, le vent modifie la progression des flammes. » Un ingrédient-clé, donc, pour décrire finement un incendie.

Concrètement, pour pouvoir prendre en compte ce phénomène, baptisé vent du feu par les pompiers, nos chercheurs

ont couplé deux modèles numériques. Le premier, précis à 4 mètres, reproduit la façon dont les végétaux brûlent et dégagent de la fumée, ainsi que la manière dont le feu avance dans la végétation. Le second est un modèle météo² qui décrit l'atmosphère à 50 mètres près. Il a ensuite fallu 10 heures de calcul sur Jade, le supercalculateur du Centre informatique national de l'enseignement supérieur, à Montpellier, pour simuler l'incendie d'Aullène.

Résultat : non seulement l'avancée virtuelle du front de flamme correspond bien à la réalité, mais l'emplacement du panache de fumée a été lui aussi reproduit en détail. Dernier atout de taille si l'on veut pouvoir utiliser un jour cet outil informatique pour lutter contre les incendies : « On pourra évaluer à l'avance les zones où la visibilité sera nulle pour les pompiers et décider de les envoyer

à certains endroits plutôt qu'à d'autres », précise Jean-Baptiste Filippi.

Pour le moment, les chercheurs peaufinent encore leur modèle. « Nous sommes en train de simuler d'autres grands incendies, en Provence et au Portugal notamment, pour lesquels nous tentons de reproduire la composition du panache de fumée en particules toxiques et leur transport sur des dizaines de kilomètres », poursuit le chercheur. Afin de pouvoir, dans le futur, évacuer les populations en cas d'alerte majeure à la pollution.

1. Unité CNRS/Université de Corse.
2. Développé conjointement par le Laboratoire d'aérodynamique et Météo France à Toulouse.

CONTACT :
Sciences pour l'environnement, Corte
Jean-Baptiste Filippi
> filippi@univ-corse.fr

LANCEMENT D'UNE PLATEFORME UNIQUE À NANCY



01 Les capteurs au premier plan analysent la propagation de ce feu, qui progresse en ligne sous l'influence d'un vent simulé par des ventilateurs.

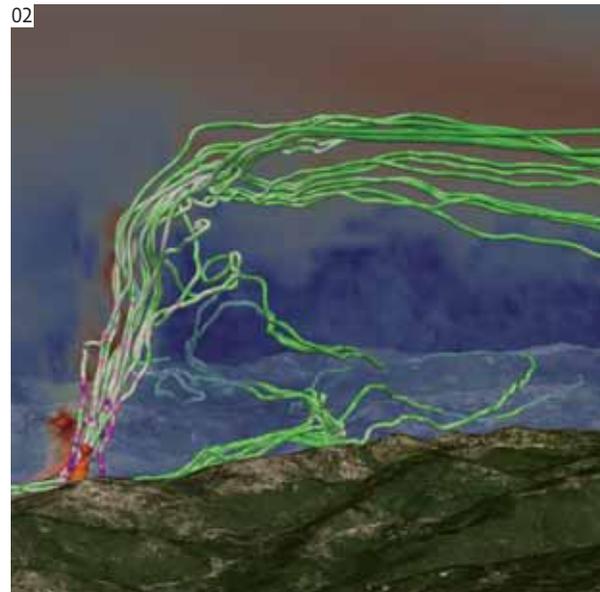
Depuis le 6 juin, les chercheurs disposent d'une installation unique en France pour étudier les incendies de forêt : la plateforme indoor Promethei, installée au sein du Laboratoire d'énergétique et de mécanique théorique et appliquée (Lemta)¹, à Nancy. Sur 300 m², les scientifiques peuvent allumer un feu à loisir et observer les effets d'une pente (grâce à des tables inclinables) et du vent (grâce à des ventilateurs) sur sa propagation. « L'avantage par rapport aux essais classiques effectués en extérieur, qui peuvent être perturbés par des rafales de vent par exemple, c'est que l'on maîtrise parfaitement

toutes les conditions de l'expérience : vitesse du vent, pente, densité du combustible, et que l'on peut déployer des appareils de mesure extrêmement précis : caméras optiques et infrarouges, spectromètre », note Pascal Boulet, du Lemta. Ces données devraient permettre aux chercheurs de mieux comprendre les phénomènes en jeu dans un incendie et d'améliorer les codes de simulation des feux de forêt.

1. Unité CNRS/Université de Lorraine.

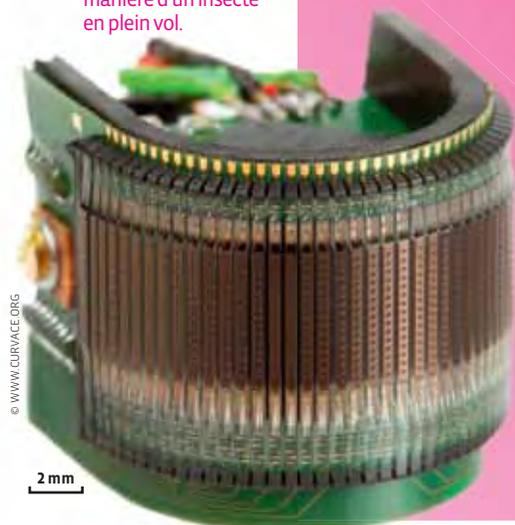
CONTACT :
Laboratoire d'énergétique et de mécanique théorique et appliquée, Vandœuvre-lès-Nancy
Pascal Boulet
> pascal.boulet@univ-lorraine.fr

02



À voir sur le journal en ligne :
le film *L'Épreuve du feu* et une série d'images.

→ Cet œil artificiel mesure le défilement des objets dans son champ visuel panoramique à la manière d'un insecte en plein vol.



© WWW.CURVACE.ORG

Un œil qui fait mouche

→ **Des chercheurs viennent de concevoir** le premier œil composé artificiel programmable capable de mesurer le mouvement. Inspiré de l'œil de mouche, le capteur optique, baptisé Curvace, est composé de 640 petits yeux élémentaires (des ommatidies) alignés en 42 colonnes. Chacun d'eux est constitué d'une lentille de 172 microns et d'un pixel de 30 microns. Grâce à cela, la merveille miniature développée par le consortium européen Curvace¹, dont les pages de *CNRS Le Journal* se sont déjà faites l'écho², dispose d'un champ visuel panoramique horizontal de 180° et vertical de 60°. Elle peut enregistrer jusqu'à 1000 images par seconde et

ne consomme que quelques milliwatts, le tout dans un diamètre de seulement 15 millimètres et pour le poids d'une pièce de 2 centimes! Déjà installé sur quelques robots aériens et terrestres, Curvace pourrait trouver des applications dans les textiles intelligents, la domotique ou encore l'automobile.

1. École polytechnique fédérale de Lausanne, Fraunhofer IOE, université de Tübingen, CNRS et Aix-Marseille Université (www.curvace.org).
2. Lire « Les robots se prennent pour des animaux », *CNRS Le Journal*, n° 268, septembre-octobre 2012, pp. 21-23.

CONTACTS :

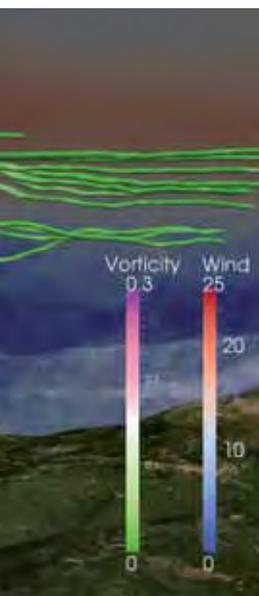
Institut des sciences du mouvement, Marseille
Franck Ruffier
 > franck.ruffier@univ-amu.fr
Stéphane Viollet
 > stephane.viollet@univ-amu.fr



Chimie

Du quartz fabriqué en douceur

02 Cette simulation de l'incendie d'Aullène prend en compte l'influence du feu et du vent. Les courants atmosphériques sont représentés par les lignes de couleur, selon leur intensité et leur caractère tourbillonnant.



© J.-B. FILIPPI, F. BOSSEUR/UNIVERSITÉ DE CORSE/CNRS PHOTO THÈQUE

PAR SEBASTIÁN ESCALÓN

→ **Faire croître du quartz sur une lame de silicium** : voilà l'exploit accompli par une collaboration franco-espagnole dirigée par le laboratoire de Chimie de la matière condensée de Paris (LCMCP)¹. Ce tour de force attire déjà l'attention des fabricants de capteurs, de filtres électroniques, de microgénérateurs et autres dispositifs mettant à profit l'effet piézoélectrique, qui permet de produire de l'électricité à partir de la déformation de certains matériaux comme le quartz, et *vice-versa*.

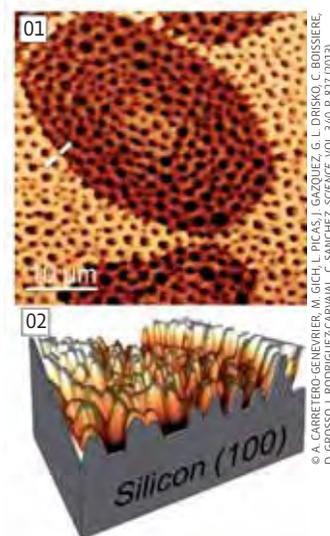
Plus précisément, les chercheurs sont parvenus à obtenir un film piézoélectrique de quartz épitaxié, dont la structure cristalline s'oriente en fonction du support. Ce film est criblé de pores dont le diamètre peut varier de la dizaine de nanomètres au micromètre. Et cela grâce à la chimie douce, c'est-à-dire sans grands apports d'énergie durant la phase de synthèse. « Les procédés actuels consistent à usiner des lamelles à partir d'un barreau de quartz obtenu par des méthodes de synthèse à haute température et à haute pression, détaille Clément Sanchez, directeur du LCMCP. Nous, nous partons d'entités moléculaires que l'on structure et texture dans des

morphologies très variées, puis que l'on transforme en quartz dans une seconde étape par un traitement thermique. »

Cette méthode rendra moins coûteuse et plus flexible la production de composants piézoélectriques. En effet, le fait que le cristal se forme directement en relation d'épitaxie avec le support en silicium permettra de fabriquer des composants facilement intégrables aux dispositifs microélectroniques. En optimisant la structure du film piézoélectrique, on pourra fabriquer des capteurs beaucoup plus sensibles qu'avec les techniques actuelles.

La méthode vient de faire l'objet d'un brevet, et ces résultats ont été publiés dans *Science* en mai². La recherche sur ces films n'est cependant pas terminée : « Nous essayons maintenant de consolider notre compréhension du mécanisme de croissance du quartz et tentons d'obtenir de nouvelles morphologies. Par ailleurs, nous commençons à travailler au développement de véritables dispositifs piézoélectriques », complète Clément Sanchez.

1. Unité CNRS/UPMC/Collège de France/Chimie ParisTech/EPHE.
2. *Science*, 17 mai 2013, vol. 340, n° 6134, pp. 827-831.

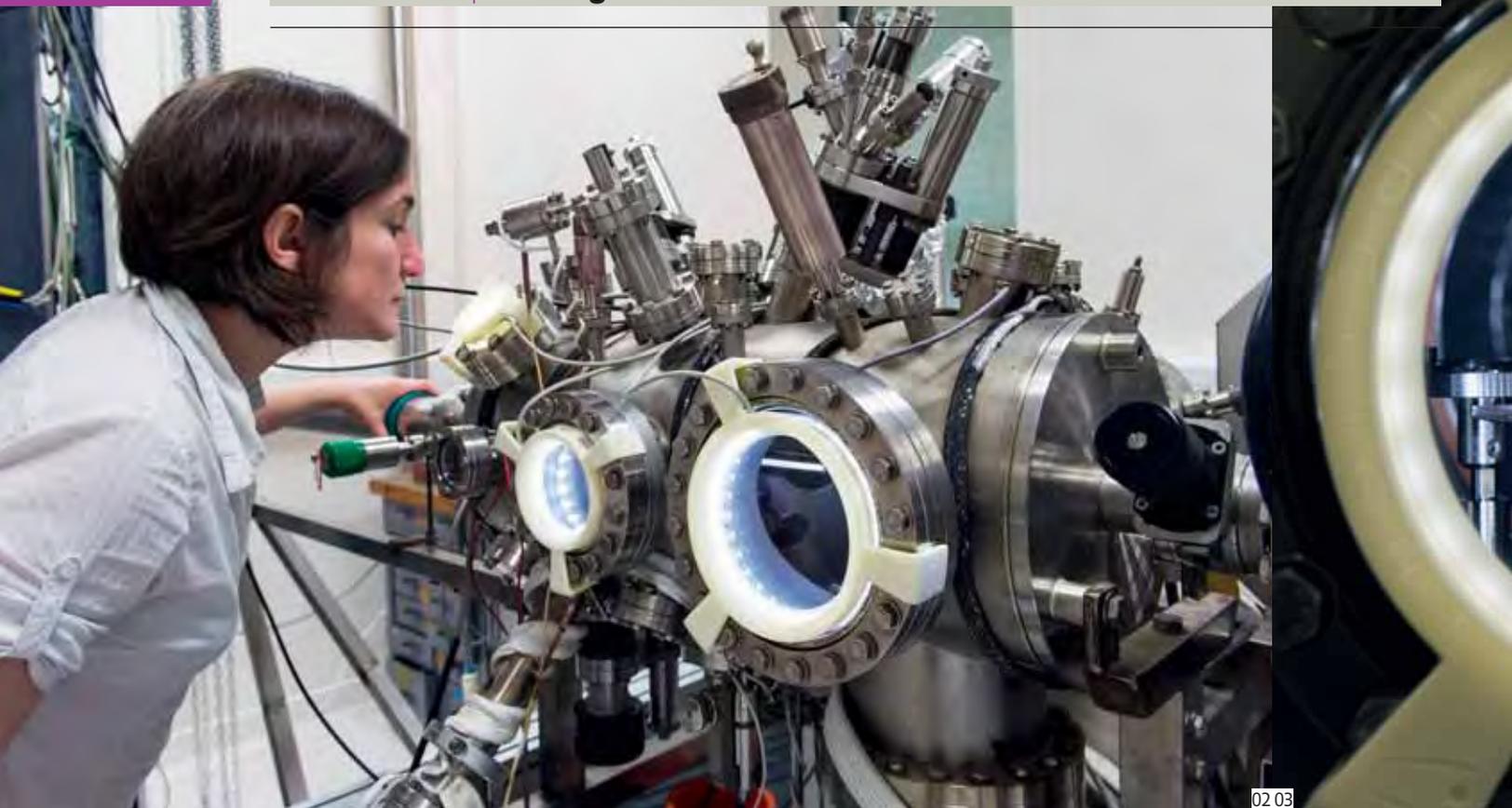


01 Vue au microscope des pores d'un film piézoélectrique de quartz épitaxié. 02 Sur ce diagramme en 3D, on peut visualiser la différence de profondeur des pores.

© A. CARRERRO, GENEVIER, M. GICH, L. PICAS, J. GAZQUEZ, G. L. DRISKO, C. BOISSIERE, D. GROSSO, J. RODRIGUEZ-CARVAJAL, C. SANCHEZ, SCIENCE, VOL. 340, P. 827 (2013)

CONTACT :

Chimie de la matière condensée de Paris
Clément Sanchez
 > clement.sanchez@college-de-france.fr



02 03

Physique Dédié aux nanosciences, le nouveau bâtiment de l'Institut Néel, à Grenoble, offre une infrastructure unique en Europe. Hermétique à toute perturbation extérieure, il devrait permettre d'ouvrir de nombreux horizons en information quantique, cristallogenèse, microscopie et nanofabrication.

Dans le temple des nanosciences

01



© INSTITUT NÉEL

01 Projet initié en 2007, le nouveau bâtiment de l'Institut Néel, d'une surface totale de 2600 m², a été inauguré le 12 avril.

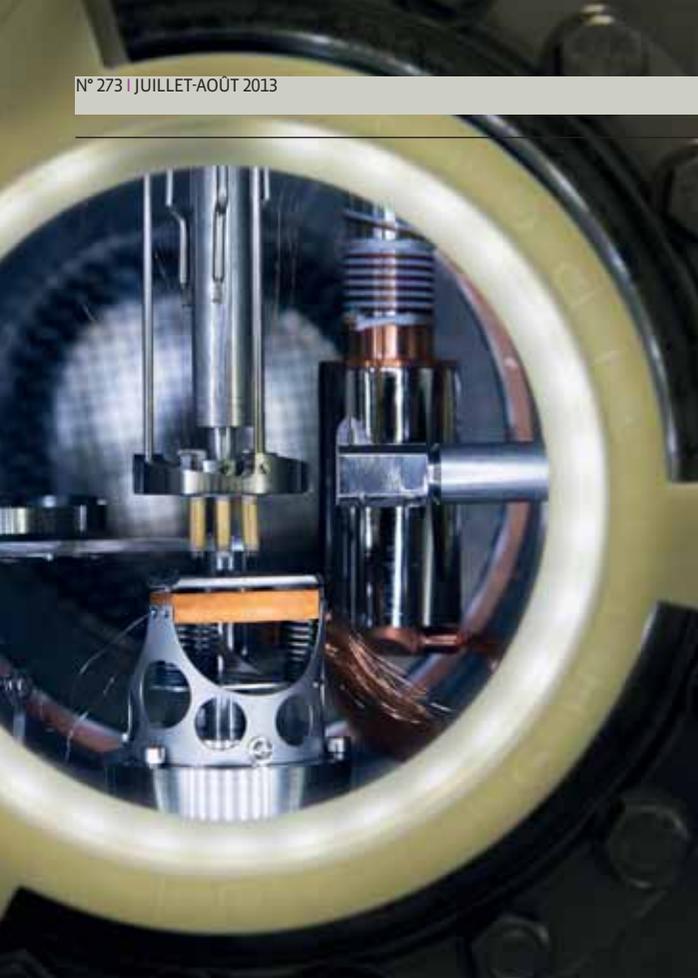
PAR AURÉLIE SOBOCINSKI

Derrière la sobriété architecturale du nouveau bâtiment de l'Institut Néel, à Grenoble, se cache une aventure immense : celle de l'infiniment petit.

Inauguré le 12 avril à l'occasion des 50 ans de l'implantation du CNRS sur la presqu'île scientifique de la ville, l'équipement ouvre une nouvelle ère dans l'histoire de ce laboratoire de recherche fondamentale en physique de la matière condensée du CNRS, qui compte les nanosciences parmi ses disciplines phares. L'édifice se veut un laboratoire optimal pour effectuer, à l'abri de toutes sortes de perturbations extérieures, des

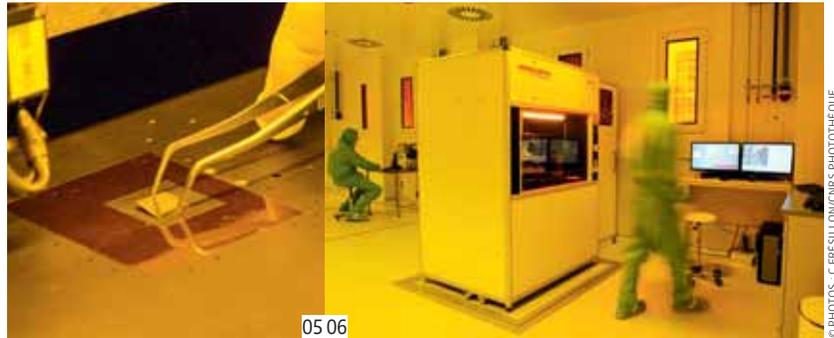
expériences ultrasensibles en information quantique, en microscopie, en optique et en nanofabrication, dont les manipulations confinent à l'échelle atomique (en-deçà du milliardième de millimètre).

Les premières manipulations ont d'ailleurs déjà été lancées. Elles portent notamment sur le graphène, carbone constitué d'une seule couche d'atomes aux propriétés prometteuses pour l'électronique, l'optique et la mécanique. « On utilise un microscope dont la pointe balaie la surface du matériau à une distance inférieure au nanomètre, explique Alain Schuhl, le directeur de l'Institut. Cela équivaut à prendre la tour Eiffel à l'envers et à en poser la pointe sur une pièce de 20 cents ! »



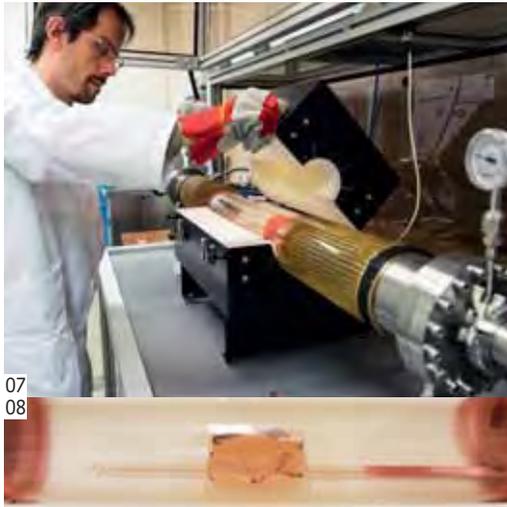
04

© Z. HAN



05 06

© PHOTOS : C. FRESILLON/GENIS PHOTO THEQUE

07
0809
10

Un peu plus loin, les équipements de croissance de cristaux sont également en place. « Toute vibration lors de la fusion des cristaux génère des fautes d'empilement irréversibles, précise Alain Ibanez, directeur du département Matière condensée-matériaux et fonctions de l'Institut. Pour faire de la physique fine sur les propriétés fondamentales des matériaux – optique, magnétisme, supraconductivité... –, nous visons le zéro défaut. »

Spécialement conçu pour limiter au minimum l'influence des perturbations mécaniques, électriques, acoustiques, thermiques, hygrométriques et magnétiques, ce nouvel édifice présente des caractéristiques tout à fait uniques en Europe. « Grâce à

02 03 Ce microscope à effet tunnel analyse les propriétés structurales et électroniques du graphène, grâce au balayage haute résolution d'une pointe en tungstène à moins de 1 nanomètre de sa surface.

04 Ces fleurs de graphène ont été obtenues par décomposition du méthane sur une surface de cuivre.

05 06 Dans cette salle, des installations permettent de réaliser des structures de résolution allant jusqu'à 0,6 micromètre à la surface d'échantillons. On voit ici un dispositif de photolithographie par écriture directe.

07 08 La synthèse du graphène sur cuivre s'effectue au sein d'un four chauffé à 1000 °C. Pour cela, on y injecte un mélange de deux gaz réactifs, le méthane et l'hydrogène, dilué dans de l'argon.

09 10 Les propriétés du bâtiment permettent aux chercheurs de travailler sur des circuits nanoélectroniques aux fonctionnalités nouvelles, comme ici avec ce cryostat.



11

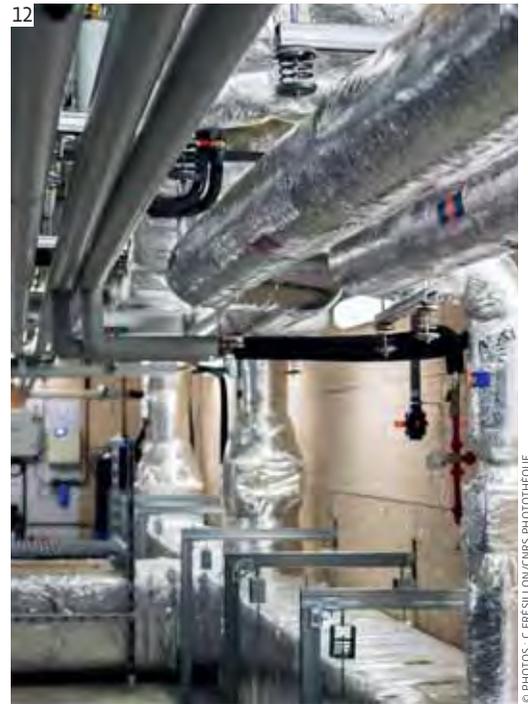
11 Cet instrument utilisé pour la croissance cristalline repose sur un plot indépendant du bâtiment, ancré sur des massifs en béton de 9000 tonnes. Résultat, le niveau de vibration est 100 fois plus faible que dans les précédentes installations.

12 Pour abriter ces manipulations ultrasensibles, aucun détail n'a été négligé, des tuyauteries montées sur 3000 ressorts jusqu'aux escaliers désolidarisés de la structure principale.

13 Cette salle de chimie propre a été aménagée pour traiter les échantillons nanométriques dans des conditions optimales.

L'amélioration considérable de nos seuils de sensibilité et de nos capacités de détection, nous allons pouvoir obtenir des images encore plus nettes à l'échelle sub-nanométrique, un gain décisif qui va nous permettre de rester au plus haut niveau de la compétition mondiale », se réjouit Alain Schuhl.

« L'objectif était de réaliser un bâtiment qui s'adapte aux besoins des chercheurs, et non l'inverse », précise Philippe Gandit, directeur technique de l'Institut. À partir du recensement des besoins des équipes, un cahier des charges et une organisation de l'espace très précis ont été établis, en veillant à ce « que les expériences ne se perturbent pas mutuellement ». Sur des massifs en béton placés au sous-sol et indépendants de l'ossature générale reposent 33 plots prêts à recevoir les expériences. À l'étage, 27 dalles montées sur ressort permettent d'en isoler d'autres.



12

© PHOTOS : C. FRESILLON/CNRS PHOTO THÈQUE

Uniquement dédié à l'expérimentation, l'espace de 2600 m² offre « un niveau de vibrations 100 fois inférieur aux bâtiments traditionnels voisins », se félicite Benoît Sage, responsable du service technique de la délégation Alpes. Aucun détail n'a été laissé au hasard : des servitudes (escaliers, locaux techniques et toilettes), structurellement découplées du bâtiment d'expérience par le biais de joints, jusqu'aux tuyauteries, montées sur 3000 ressorts... L'hygrométrie, la pression et la température font aussi l'objet d'un soigneux contrôle, afin d'assurer une stabilité maximale.

Réalisée par l'architecte Philippe Jamet pour un budget de 17,05 millions d'euros dans le cadre du contrat de projets État-Région 2007-2013, l'infrastructure promet, selon Alain Schuhl, « un saut qualitatif immense mais encore difficile à évaluer ». Et pour cause : avant la construction du bâtiment, les instruments de l'Institut Néel figuraient déjà parmi les plus sensibles au monde...



13



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

CONTACTS :

Institut Néel, Grenoble

Philippe Gandit

> philippe.gandit@grenoble.cnrs.fr

Alain Schuhl

> alain.schuhl@grenoble.cnrs.fr

Législation Face aux géants de l'Internet, un collectif de chercheurs s'engage pour soutenir la refonte de la réglementation européenne sur les données personnelles.

Données personnelles : que va faire l'Europe?

PAR LAURE CAILLOCE

Un nouveau règlement renforçant la protection des données personnelles est actuellement en cours d'examen au Parlement européen. Mais les poids lourds du Net, comme Google ou Facebook, le voient d'un mauvais œil. Collectées en masse et souvent à notre insu, ces données constituent le trésor de ces entreprises qui les utilisent à des fins de marketing ou les revendent à des tiers. C'est pourquoi certaines d'entre elles exercent un lobbying auprès des députés dans le but de vider le texte de sa substance. Un collectif de plus de 100 chercheurs et universitaires européens, du CNRS notamment, a envoyé un manifeste aux députés afin de les mettre en garde contre ces manœuvres.

CE QUE DIT LA LOI

En 1995, plusieurs principes de protection des données avaient déjà été énoncés dans une directive : nécessité d'informer l'internaute de la collecte d'informations le concernant et de recueillir son consentement ; interdiction de collecter des informations telles que l'appartenance ethnique ou religieuse, l'orientation sexuelle ou les données relatives à la santé ; confidentialité et sécurité des données qui doivent être protégées par l'entreprise qui les détient... Mais, comme l'indique le chercheur Yves Deswarte, signataire du manifeste, « les directives européennes doivent être transposées dans le droit national de chaque pays. Or celle de 1995 l'a été de manière plus ou moins sévère. De plus, trop floue sur certains points, elle demandait à être précisée ». Par ailleurs, un sérieux toilettage s'imposait du fait de l'inflation de la quantité d'informations privées recueillies sur le Net ces dernières années, notamment par le biais des réseaux sociaux.

CE QUE PRÉVOIT LE PROJET EUROPÉEN

Ce projet permet de préciser certains principes de 1995 : les données recueillies doivent être pertinentes – il n'est pas nécessaire de demander à l'acheteur d'un livre sa date de naissance – et leur conservation doit être limitée dans le temps. Le règlement réaffirme que l'utilisateur doit donner son consentement explicite à l'exploitation de ses données (*l'opt in*) et peut le retirer à tout



© S. MILLET POUR CNRS, LE JOURNAL

YVES DESWARTE

Directeur de recherche au Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes du CNRS, à Toulouse, Yves Deswarte a cosigné, avec plus de 100 scientifiques et universitaires européens, un manifeste en faveur de la protection des données personnelles.

EN LIGNE

Le manifeste des chercheurs :
> www.dataprotectioneu.eu

moment. Il précise les responsabilités des entreprises, auxquelles il est demandé, sous peine de sanctions, d'intégrer la protection de la vie privée (*privacy by design*) dès la conception des systèmes d'information. « Le fait qu'il s'agisse d'un règlement, et non d'une directive, signifie que le texte s'appliquera tel quel dans chaque pays, explique Yves Deswarte. Il a ainsi moins de risques d'être édulcoré. »

CE QUI FAIT DÉBAT

Bien sûr, les grandes sociétés du Net ne l'entendent pas de cette oreille. À *l'opt in*, elles préféreraient *l'opt out*, qui considère que l'internaute est d'accord pour céder ses

données, sauf à s'y opposer clairement. D'où le vaste lobbying engagé auprès des parlementaires européens pour les convaincre d'assouplir le texte. Celui-ci semble avoir porté ses fruits, puisque plus de 4000 amendements ont été déposés par les députés ! Pour contrer ces manœuvres, le manifeste des chercheurs réexplique les points importants de la refonte du règlement. Mais un autre genre d'opposants au projet s'invite à présent dans le débat : loin des préoccupations économiques des géants du Net, l'Association des archivistes français, soutenue par des associations de généalogistes, dénonce les effets pervers du texte européen. En effaçant les données personnelles du Net, c'est aussi la mémoire de l'humanité qu'on risque de gommer, alertent-ils dans une pétition¹. Les députés devraient voter le texte au début de l'année prochaine.

1. Disponible sur : www.change.org/fr/pétitions

CONTACT :

Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes, Toulouse
Yves Deswarte
> yves.deswarte@laas.fr

Sociologie Alain Tarrus, chercheur au Lisst¹, décrypte de nouveaux phénomènes migratoires, les transmigrations, engendrés par la mondialisation économique.

Les nomades de la mondialisation

PROPOS RECUEILLIS PAR STÉPHANIE ARC

À l'échelle mondiale s'est développé un nouveau type de migrations que vous appelez transmigrations. De quoi s'agit-il ?



Alain Tarrus : Les transmigrants sont ces migrants issus soit de pays pauvres (Balkans, Caucase, Proche et Moyen-Orient, Amérique du Sud), soit des populations pauvres de pays riches (Europe de l'Ouest, États-Unis, Afrique du Sud, Australie, Nouvelle-Zélande), qui effectuent des parcours de plusieurs milliers de kilomètres avant de revenir chez eux, avec pour principale activité la vente de produits de contrebande (appareils photo, matériel électronique, etc.) ou de services (consultations médicales). On dénombre environ 200 000 passages annuels de transmigrants en France, et 600 000 en Europe. Sortes de colporteurs contemporains qui vendent aux populations pauvres – le *poor-to-poor* ou l'entre-pauvres –, ils achètent légalement les produits d'entreprises internationales, mais franchissent ensuite les frontières sans s'acquitter des taxes ni respecter les contingents. Un appareil photo affiché au prix de 70 euros par la grande distribution européenne se revend à seulement 37 euros par ce réseau. Ce phénomène permet à ces entreprises de conquérir l'immense marché des pauvres. Ainsi, les ventes de produits électroniques du Sud-Est asiatique se chiffrent, après le passage de la mer Noire pour la voie européenne, à plus de 6 milliards de dollars et, après le passage par Djedda pour la voie africaine et nord-américaine, à plus de 8 milliards de dollars.

Quand ces nouveaux migrants de la mondialisation sont-ils apparus ?

A. T. : Dès les années 1980, tant pour les réseaux observables dans les Balkans, en provenance de l'Afghanistan et du Caucase *via* l'Iran, la Turquie, les Émirats, la Syrie et la Géorgie, que pour ceux situés à l'ouest de la région méditerranéenne. Là, de petits entrepreneurs circulant, Algériens et Marocains habitant l'Espagne, l'Italie et le Sud de la France, en situation régulière, effectuent des mouvements pendulaires vers leurs villes et villages d'origine. Mais c'est seulement à partir de 1995-1998 que les majors du Sud-Est asiatique ont compris que ce modèle économique leur serait profitable : pour elles, c'est la fin des frontières et de leurs taxes. Ce modèle correspond ainsi parfaitement à l'ultralibéralisme que réclament les firmes transnationales.

Comment les États, notamment européens, envisagent-ils cette forme d'immigration... qui n'en est pas une ?

A. T. : Au binôme im-migration/é-migration, il faut désormais ajouter la trans-migration. La figure de l'étranger s'en trouve radicalement transformée. Parce qu'ils réfléchissent toujours en fonction du plan républicain d'intégration, les États, comme l'État français, sont surpris par ces arrivants qui sollicitent seulement des autorisations provisoires de circulation. En France, de nouvelles dispositions prévoient des durées de six mois de traversée du pays. Petits entrepreneurs transnationaux, les migrants ne ressemblent pas à leurs aînés immigrés. Certes, il s'agit également d'un mouvement de grande ampleur de la main-d'œuvre internationale, mais ils travaillent dans le secteur commercial et non plus industriel,



→ Dans le port de Khasab, à Oman, des contrebandiers chargent des marchandises qui rejoindront ensuite l'Iran *via* le détroit d'Ormuz.

et surtout sur le mode de la mobilité continue, et non plus de la sédentarisation forcée près des lieux de production.

Dans votre dernier livre, *Transmigrants et nouveaux étrangers*, vous parlez justement d'émancipation à leur égard. En quel sens ?

A. T. : Ce choix de la mobilité s'avère en effet émancipateur : d'objets déplacés au gré des législations nationales, les transmigrants ont le sentiment de devenir sujets de leur migration. D'un côté, puisqu'ils partent simplement en tournée de plusieurs semaines, voire de plusieurs mois, ils considèrent qu'ils ne quittent pas leur milieu familial. Ils n'ont donc plus l'impression d'être étrangers nulle part ni de devoir entrer dans le moule identitaire des sociétés qu'ils traversent. De l'autre côté, ils ont un sentiment de réussite commerciale, notamment lorsqu'ils reviennent au pays, où ils investissent parfois l'argent gagné. Parce que les projets d'assimilation proposés par les pays européens n'ont pas atteint leurs objectifs, les transmigrants offrent aux jeunes générations qui vivent dans les enclaves urbaines ouest-européennes un modèle de sortie que les États ne leur ont pas fourni.

Vous notez tout de même des ombres au tableau...

A. T. : Oui, le tableau n'est pas si idyllique. D'une part, il ne s'agit pas d'un commerce légal, puisqu'ils contournent les législations. D'autre part, il y a un lien étroit entre ce secteur et celui des trafics illégaux au niveau des capitaux : pour acheter leurs marchandises,

certains travaillent comme ouvriers agricoles dans les exploitations de pavot en Turquie, Géorgie, Russie, Irak, pendant un mois ou deux, ou se font prêter de l'argent par les mafias russo-italiennes. On note enfin un regain des transmigrations des femmes pour la prostitution à partir des Balkans, du Caucase et du pourtour méditerranéen vers les clubs du Levant espagnol, à La Jonquère : ce sont ainsi 10 800 femmes qui y travaillent...

« Les États sont surpris par ces arrivants qui sollicitent seulement des autorisations provisoires de circulation. »

Y a-t-il des liens, à la croisée des chemins, entre les anciens migrants et leurs descendants et les transmigrants ?

A. T. : En effet, en Europe, plusieurs milliers de transnationaux vivent aux côtés de résidents locaux lors de leurs étapes résidentielles. Il y a entre eux nombre d'interactions. Certains résidents deviennent ainsi des sortes d'associés dans les villes traversées : ils fournissent aux transmigrants logement, usage des technologies de l'information et de la communication pour les interconnexions avec le vaste marché du *poor-to-poor*. Par le biais des associations culturelles, certains font également venir en France des médecins syriens, bulgares et irakiens, surnommés les docteurs égyptiens, qui proposent aux transmigrants des consultations médicales, assistés par des jeunes résidents qui achètent les médicaments sur Internet.

Devons-nous repenser la notion de frontière ?

A. T. : Absolument. La création de l'espace Schengen a entraîné le démantèlement des frontières intérieures, incitant les nations à concevoir leurs frontières extérieures comme européennes. Mais sans statut juridique véritable. Les transmigrations tracent, elles, des territoires circulatoires qui font de 2000 à 3000 kilomètres de long et de 40 à 50 kilomètres de large, constitués d'étapes et de sociabilités multiples. Pour les transmigrants, les frontières ne séparent pas les nations, mais identifient les territoires de leurs déplacements où résident amis et famille. Il existe ainsi un Maroc transversal à l'Allemagne, la Belgique, la France et l'Espagne, où les familles sont liées entre elles de pays à pays, autant d'étapes de la vieille migration supports aux circulations des transmigrants. Et il en va de même pour les Turcs, les Roms, etc.

1. Laboratoire interdisciplinaire solidarités, sociétés, territoires (unité CNRS/ Université Toulouse-II-Le Mirail/EHESS).
2. Cet ouvrage a été édité dans le cadre du programme Laboratoire d'excellence Structuration des mondes sociaux- Mobilité, réseaux, migrations, piloté par le Liss.

À LIRE

> *Transmigrants et nouveaux étrangers*, Lamia Missaoui, Fatima Qacha et Alain Tarrius, Presses universitaires du Mirail, coll. « Socio-logiques », 200 p.



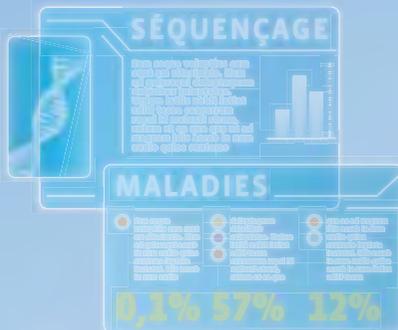
© S. BALDWIN/CORBIS

CONTACT :

Laboratoire interdisciplinaire solidarités, sociétés, territoires, Toulouse
Alain Tarrius
 > altarrius@gmail.com

MÉDECINE

Ce que prédisent



Diagnostiquer les maladies bien avant d'en avoir les symptômes, tel est le rêve de la médecine prédictive. Aujourd'hui, un millier de pathologies font ainsi l'objet d'un diagnostic par analyse génétique. Mais ces tests n'évaluent que des probabilités, sous forme de pourcentage. Alors, que sait-on prévoir exactement? Prédire permettra-t-il de guérir? Faut-il tout dire aux patients? Et qu'en est-il en situation prénatale? *CNRS Le journal* se penche sur les promesses et les risques de cette médecine d'un nouveau genre.

UNE ENQUÊTE DE JULIEN BOURDET ET CHARLINE ZEITOUN

L'annonce de la double mastectomie préventive d'Angelina Jolie a fait le tour de la planète il y a quelques semaines.

Au cœur de la décision de l'actrice américaine, le gène BRCA1, dont la mutation dans son patrimoine génétique prédisait un risque beaucoup plus élevé que celui de la population générale de développer plus tard un cancer du sein ou des ovaires : 87% pour le premier, et 50% pour le second, selon ses médecins. Depuis cette intervention lourde, son risque de cancer du sein est redescendu à 5%, déclarait-elle au *New York Times*. Déterminer, bien avant l'apparition de symptômes, les prédispositions à des maladies grâce à un test génétique dans le but de faciliter leur prise en charge, voire d'éviter leur survenue, c'est le rêve que fait miroiter la médecine prédictive.

DES TESTS QUI SE MULTIPLIENT

La médecine n'a pas attendu l'avènement de la génétique pour faire des prédictions. Par exemple, le dépistage néonatal de la phénylcétonurie par dosage sanguin,



01 Angelina Jolie était à Londres le 2 juin pour sa première apparition publique après sa double mastectomie préventive.

systématique en France depuis 1972, permet de placer immédiatement l'enfant sous régime alimentaire particulier et d'éviter l'apparition d'un retard mental. La mammographie a pour but de détecter des prémices de cancers encore silencieux dans le sein. Tandis que la récente technique PIB (Pittsburgh Compound B) par imagerie cérébrale prédit avec une forte probabilité les

nos gènes

formes génétiques de la maladie d'Alzheimer, parfois des dizaines d'années avant l'apparition de symptômes, grâce à la coloration de dépôts amyloïdes.

En quoi la génétique change-t-elle la donne? « Pour l'instant, en dehors du diagnostic anténatal (lire pp. 28-29) et de maladies héréditaires généralement rares [NDLR : comme celle d'Angelina Jolie], les applications cliniques d'une médecine prédictive dictée par les gènes sont extrêmement limitées », informe Anne Cambon-Thomsen, généticienne¹ au CNRS et experte associée au comité d'éthique de l'organisme (Comets). Ses applications sont limitées parce que la plupart des maladies sont multifactorielles (lire l'encadré ci-contre). Cette médecine ne deviendra donc peut-être jamais réalité, contrairement à une autre branche, la pharmacogénétique qui, elle, sait déjà prédire l'efficacité de certains traitements. Quoi qu'il en soit, les tests génétiques sur lesquels se fondent toutes ces approches démultiplient les enjeux et les questions déjà posées avec les autres techniques de diagnostic précoce. En particulier si des tests couvrant la totalité du génome – dont le coût serait aujourd'hui tombé à 1 000 dollars² – se généralisent dans la pratique courante.

DES QUESTIONS EN SUSPENS

D'abord, le risque de découvrir plus d'informations que l'on en cherchait, occasionnel avec l'imagerie médicale ou une simple prise de sang, deviendrait systématique. La question éthique du « droit de ne pas savoir » pour les patients – et pour les membres de leur famille qui présentent peut-être les mêmes prédispositions – serait alors récurrente et de plus en plus complexe.

Ensuite, il faudrait apprendre à gérer plus d'incertitudes. Bien sûr, celles-ci existent déjà lors d'examen biologiques classiques. « La limite entre normal et pathologique dépend d'ailleurs beaucoup de l'appréciation du praticien, notamment dans la qualification de certaines

cellules cancéreuses », commente Ilana Löwy, historienne de la médecine au Cermes3³, anciennement biologiste à l'Institut Pasteur. « Mais, si quantité de chiffres sur des prédispositions génétiques deviennent accessibles à tous, il faudra faire un gros travail de pédagogie pour expliquer ce qu'ils signifient réellement », prévient Hervé Chneiweiss, directeur de

recherche au CNRS, directeur de l'unité Plasticité gliale et président du comité d'éthique de l'Inserm.

Enfin, dans quelques années, avec des séquençages encore plus rapides et peu chers, un simple cheveu ramassé sur une épaule révélera tout de l'ADN de son propriétaire. Comment préserver notre intimité génétique des assureurs, employeurs ou banquiers susceptibles d'en faire des motifs de discrimination? Difficile d'évaluer les futurs bénéfices de la médecine prédictive, mais les questions sociétales qu'elle implique seront à résoudre quoi qu'il advienne. **C.Z.**

Que nous apprennent les tests génétiques?

→ L'analyse de nos gènes (dans le sang, la salive, etc.) permet le diagnostic de 1 000 maladies génétiques

(sur les 5 000 répertoriées) et l'estimation de la susceptibilité à des centaines d'autres influencées par la génétique. Ces tests indiquent des facteurs de risque sous forme de pourcentages. C'est un calcul de probabilité, celle de développer une maladie si nous avons telle variation d'un gène, par comparaison à la population qui ne l'a pas. « Le calcul, réalisé à partir de statistiques d'épidémiologie, tient aussi compte des variabilités selon les groupes géographiques, l'âge, etc. », explique Anne Cambon-Thomsen. Les chiffres peuvent

donc varier pour une même pathologie. Par exemple, selon l'Institut national du cancer, une mutation du gène BRCA1 implique de 51 à 75% de risque de développer un cancer du sein héréditaire avant 70 ans, contre environ 10% dans la population générale (tous cancers du sein confondus, héréditaires ou non). Et le risque d'être atteint de dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) est 2,5 fois plus élevé quand on est porteur d'une variation du gène CFH. Ce type de risque devient une certitude pour certaines maladies génétiques comme la maladie de Huntington, dégénérescence du système nerveux central inéluctable vers l'âge de 40 ans si on a

le gène HD muté. Mais la plupart des maladies sont multifactorielles. Les gènes, lorsqu'ils sont impliqués, n'entraînent alors que des risques faibles qui se mêlent à de nombreux autres facteurs comme l'alimentation, la rencontre avec un virus, une bactérie, etc. « Ainsi, posséder le variant génétique qui rend moins résistant à la lèpre ne vous fera en réalité pas courir plus de risques que votre voisin dans une région préservée de l'agent infectieux de cette maladie... », commente Anne Cambon-Thomsen. Autre exemple : le diabète de type 2 est autant lié à des gènes qu'à la consommation de sucre et à un mode de vie trop sédentaire.

1. Dans l'unité Épidémiologie et analyses en santé publique : risques, maladies chroniques et handicaps (Inserm/Université de Toulouse/Université Paul-Sabatier Toulouse-III).
2. Note d'analyse n° 289, octobre 2012, du Centre d'analyse stratégique au service du Premier ministre.
3. Centre de recherche, médecine, sciences, santé, santé mentale, société (unité CNRS/Inserm/EHESS/Université Paris-Descartes).

L'ADN, MODE D'EMPLOI

L'ADN est une succession de 3,5 milliards de nucléotides, ou "lettres", de quatre sortes : A, T, G et C.

Un gène est un fragment d'ADN qui contient de quelques milliers de lettres à plus de 2 millions. Il y a 30 000 gènes dans notre ADN.

Si une ou deux lettres d'un gène sont différentes par rapport à la version normale, on dit qu'il a muté. Il peut alors provoquer une maladie génétique.

Prédire permettra-t-il de guérir?

Peut-on personnaliser les traitements?

→ **Ce n'est pas si simple. En ce qui concerne les maladies génétiques comme Huntington, certains cancers héréditaires ou la mucoviscidose, la thérapie génique pourrait permettre, en théorie, de "guérir" avant même d'être malade.** « Mais cette technique n'a encore donné que peu de résultats probants », rappelle Hervé Chneiweiss. En revanche, la chirurgie préventive permet bel et bien de diminuer un risque s'il concerne un organe précis et amputable, comme le sein ou les ovaires. Bien entendu, de telles opérations confrontent médecins et patients à des décisions extrêmement difficiles, dans la mesure où une part non négligeable des individus peut ne jamais développer la maladie. Autre approche : prescrire une surveillance accrue en cas de forte prédisposition. « À condition que le dépistage soit inoffensif. La question se pose par exemple pour les rayons X des mammographies : ceux-ci sont susceptibles de provoquer des lésions dans l'ADN et de favoriser justement les cancers du sein héréditaires que l'on guette », pointe Hervé Chneiweiss. Enfin, du côté des maladies multifactorielles, associées à de faibles risques, « la prédiction par les gènes n'a aujourd'hui que peu d'intérêt médical », résume Anne Cambon-Thomsen. Sauf peut-être à pousser les gens à faire du sport, à manger moins de sucre et à prendre d'autres bonnes résolutions en cas de prédisposition au diabète, à des maladies cardiovasculaires, etc. « Reste à prouver que l'information génétique influence davantage les gens que les campagnes de prévention destinées à l'ensemble de la population, ce que les études de comportement actuelles peinent à démontrer », commente la chercheuse.

THERAPIE GÉNIQUE
Méthode consistant à introduire des gènes dans les cellules d'un organisme pour y corriger une anomalie.

→ **Oui, car on peut aujourd'hui prédire l'efficacité de certains traitements en fonction de l'ADN du patient.** « Cette branche de la médecine, la pharmacogénétique, est en plein essor », informe Anne Cambon-Thomsen. L'intérêt est inestimable : éviter d'administrer des médicaments inefficaces et supprimer des effets secondaires désagréables, voire mortels. De nombreux exemples affichent déjà des résultats tangibles. L'Agence européenne du médicament recommande ainsi, depuis 2008, un test génétique avant la prise d'Abacavir (un anti-VIH) afin d'identifier les patients porteurs d'un variant d'un gène HLA. Selon les études épidémiologiques, la moitié d'entre eux tolèrent en effet très mal ce

médicament, voire en meurent. « Mais c'est probablement en oncologie que la génomique suscite aujourd'hui le plus d'applications », poursuit Anne Cambon-Thomsen. Celle-ci permet en effet d'améliorer le diagnostic et de décider de la chimiothérapie la plus adéquate en fonction des altérations génétiques identifiées dans la tumeur, notamment pour les cancers du sein.

02 L'étude de l'ADN du patient permet, dans certains cas, de savoir quelles chimiothérapies seront les plus efficaces et lesquelles auront les effets secondaires les plus lourds.



Quels sont les grands progrès attendus?

→ En plus de faciliter le choix des traitements, la génomique sert aussi à en mettre au point de nouveaux.

« Cette approche permet en effet d'identifier de nouvelles cibles liées à des mutations génétiques sur lesquelles pourront agir de nouvelles molécules médicamenteuses à développer », commente Anne Cambon-Thomsen. Souvent, ces mutations ne concernent qu'une partie seulement des patients, d'où une médecine de plus en plus personnalisée. Une mutation du gène CFTR vient ainsi de permettre la mise au point du premier médicament contre la mucoviscidose, l'Ivacaftor, très efficace, mais chez 5% des malades

seulement. « Et, dans le domaine du cancer, des recherches visent maintenant à comparer l'ensemble du génome de la tumeur avec celui de tissu sain de l'individu. Le but serait à l'avenir de traiter cette pathologie selon le profil génétique de la tumeur et du patient », explique la chercheuse. Et pour l'avenir plus lointain? « La médecine passera par la recherche des interactions entre les gènes, encore très peu étudiées, et des interactions des gènes avec l'environnement, pour lesquelles il faudra développer les *cohortes* avec des données sur les modes de vie des individus », conclut Anne Cambon-Thomsen.

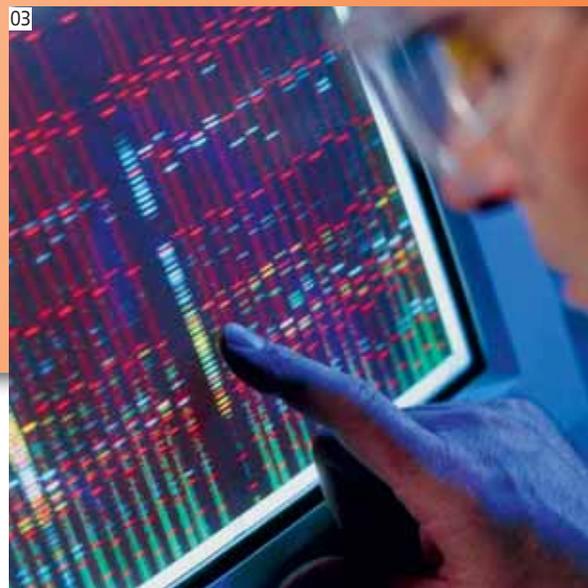
COHORTE

Ensemble d'individus suivis pour une durée définie dans le cadre d'une étude épidémiologique.

Qui peut faire un test génétique?

→ En pratique, tout le monde. Il suffit en effet d'expédier sous pli un peu de salive à un laboratoire étranger accessible sur Internet. Le kit vendu par 23andMe, par exemple, permet de connaître sa susceptibilité génétique à développer 162 maladies et à réagir à 20 médicaments, le tout pour une centaine de dollars. « Mais en France, obtenir ainsi un tel test est illégal », commente Sonia Desmoulin-Canselier, chercheuse à l'Unité mixte de recherche de droit comparé, à Paris¹. La loi relative à la bioéthique fixe un cadre très strict : un test ne doit être entrepris que dans un but judiciaire, pour la recherche scientifique ou dans un but médical. Il peut alors s'agir

de confirmer le diagnostic d'un patient présentant les symptômes d'une maladie génétique, de rechercher une maladie héréditaire en l'absence de symptômes, de permettre un choix éclairé en matière de procréation, etc. Les praticiens qui font les analyses doivent avoir un agrément de l'Agence de la biomédecine. Les tests doivent être prescrits par un médecin qui doit recueillir le consentement signé du patient, ou bien de ses parents s'il s'agit d'une personne mineure. « Dans ce dernier cas, il faut impérativement que le patient ou sa famille tire un bénéfice médical du test, c'est-à-dire des mesures préventives ou curatives



immédiates », souligne Simone Bateman, sociologue au Cermes3. L'accompagnement du patient par un conseiller en génétique et des psychologues lors du protocole est capital étant donné l'angoisse et les mauvaises interprétations que les résultats peuvent causer. Les tests Internet, outre une fiabilité parfois controversée, n'offrent souvent aucun suivi de ce type.

03 Cette séquence d'ADN servira à identifier les gènes correspondant à certaines maladies.

1. Unité CNRS/Université Paris-I Panthéon-Sorbonne.

04 La première analyse complète du génome humain fut achevée en 2003. Il fallut treize ans et 3 milliards de dollars. Aujourd'hui, on l'obtient en moins d'une journée et pour 1000 dollars.

© H. RAGUET/CNRS PHOTOHEQUE

04

Fait-on des découvertes fortuites?



→ **Oui, cela arrive. Dans le cadre médical, on ne cherche pourtant qu'un seul ou que quelques gènes précis, liés à l'objet de la consultation.** « Mais, quand la cause génétique n'est pas clairement connue, ou lorsqu'une première exploration n'a pas abouti à un diagnostic, procéder au séquençage complet de l'ensemble des gènes pour poursuivre les recherches est devenu une pratique courante, sauf en anténatal », explique Anne Cambon-Thomsen. Problème : cela génère d'autres informations et risque d'occasionner des découvertes fortuites sur d'autres risques de maladies. « Or la question se pose aujourd'hui de l'opportunité d'opter d'emblée pour le séquençage complet, car son coût diminue et deviendra sous peu plus avantageux que celui d'une suite d'exams ciblés en cascade », indique la généticienne. Il pourrait alors y avoir de plus en plus de découvertes fortuites.

Gardera-t-on le droit de ne pas savoir?

→ **En France, on peut refuser de connaître le résultat de son test.** « Dans tous les cas, si l'on découvre une anomalie génétique grave faisant aussi courir des risques aux membres de la famille, et si une prévention ou des soins sont possibles, alors les choses se compliquent », informe Sonia Desmoulin-Canselier. Parce que le patient peut refuser que quiconque soit averti. Le devoir d'assistance du médecin à la famille se heurte donc au secret médical... « Si le consentement du patient est obtenu, le médecin invite par courrier les autres membres de la famille à se rendre à une consultation de génétique, sans dévoiler d'informations, afin que les destinataires aient eux aussi le droit de ne pas savoir, reprend la juriste, mais cette invitation est déjà une information pesante, me semble-t-il... » Toutes ces questions éthiques pourraient devenir fréquentes et cornéliennes si les tests génétiques portant sur tout le génome se généralisent. Que faire, en particulier,

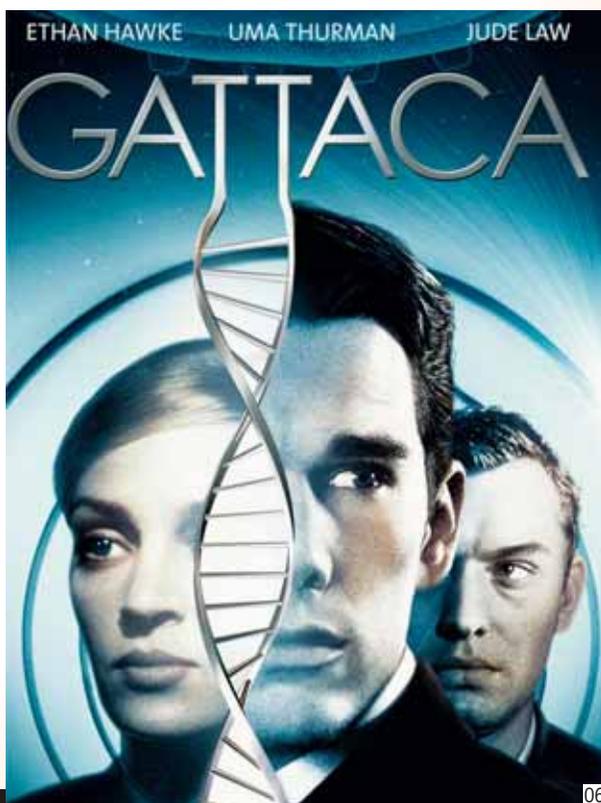
des découvertes fortuites? « Il ya actuellement un débat international très animé, et les avis divergent, commente Anne Cambon-Thomsen. L'American College of Medical Genetics and Genomics vient, par exemple, de recommander aux médecins de regarder systématiquement 57 gènes [NDLR : en cause dans le cancer héréditaire des seins et des ovaires par exemple] lors de tout test et d'informer le patient sans qu'il puisse refuser¹. » Une position qui ne fait pas l'unanimité aux États-Unis et tranche avec les avis du Comité consultatif national d'éthique (CCNE) qui, en France, s'en remet aux praticiens pour agir dans l'intérêt du patient, en proposant de l'informer tout en respectant son droit de ne pas savoir.

1. Science, 17 mai 2013, vol. 340.



05 Réunion de l'American College of Medical Genetics and Genomics. Pour certaines maladies, cette association américaine de généticiens recommande aux médecins d'informer le patient sans qu'il puisse refuser.

© ACOG



06 Dans le film *Bienvenue à Gattaca* (1997), Jérôme doit veiller à toujours effacer derrière lui les traces de son patrimoine génétique imparfait afin de conserver son emploi.

06

© T.C. DIVISUAL PRESS AGENCY

Comment préserver notre intimité génétique?

→ « **En France, aux États-Unis et dans de nombreux pays, la loi sanctionne l'utilisation discriminatoire d'informations génétiques, notamment dans les domaines de l'emploi et des assurances** », explique Sonia Desmoulin-Canselier. Mais, quand les tests sont autorisés à titre indicatif, comme c'est le cas pour les employeurs américains, « *reste la difficulté de prouver que c'est bien l'information génétique qui est à l'origine de la mesure jugée discriminatoire* », souligne la juriste. En Angleterre, le gouvernement a ouvert une brèche : il autorise les assureurs à tenir compte du résultat d'un test sur la maladie de Huntington pour contracter une assurance-vie excédant 500000 livres sterling. Il est vrai que des informations aussi lourdes de conséquences, si elles deviennent largement disponibles et fiables, remettent forcément en cause le fonctionnement même des assurances, qui repose par définition sur l'incertitude. Quant à l'anonymat promis aux participants à la recherche scientifique, dont l'ADN est parfois recueilli par le biais de firmes privées sur Internet (le client donne son accord en cochant une case), il a récemment été mis à mal. En janvier dernier, Yaniv Erlich, généticien à Cambridge, aux États-Unis, a joué les hackers du génome et a réussi à trouver l'identité de 50 personnes qui avaient donné leur ADN anonymement pour un projet scientifique¹.

1. *Science*, 18 janvier 2013, vol. 339.

Trop de diagnostic va-t-il tuer le diagnostic?

→ « **Si, à l'avenir, on se met à chercher tout et n'importe quoi chez des individus bien portants, on va créer de plus en plus de catégories de personnes à risque** », fait remarquer Ilana Löwy. Et accentuer un travers de la médecine d'aujourd'hui, certes de plus en plus efficace, qui consiste à maintenir de plus en plus de personnes « *suspendues entre bonne santé et suspicion de maladie, parfois pendant des années, alors qu'elles ne présentent aucun symptôme* », poursuit la biologiste et historienne de la médecine. Outre le stress provoqué et d'éventuelles chirurgies inutiles¹, cela coûte cher à la collectivité et au patient. « *Que se passera-t-il quand un banal test donnera 300 facteurs de risque : fera-t-on des examens complémentaires pour chacun d'eux?* », interroge la chercheuse. Dès lors, prévenir vaudra-t-il vraiment mieux que guérir? Ou bien cela précipitera-t-il le système d'assurance-maladie vers la faillite complète? **C.Z.**

1. Plusieurs études déplorent de tels cas, notamment pour des cancers du sein qui seraient restés silencieux sans intervention médicale.

CONTACTS :

Simone Bateman
> bateman@vjf.cnrs.fr
Anne Cambon-Thomsen
> anne.cambon-thomsen@univ-tlse3.fr
Hervé Chneiweiss
> herve.chneiweiss@inserm.fr
Sonia Desmoulin-Canselier
> sonia.desmoulin@univ-paris1.fr
Ilana Löwy
> lowy@vjf.cnrs.fr



07 Au-delà de la simple échographie (ici en photo), il existe de nombreux tests portant sur les gènes qui permettent de dépister des anomalies congénitales.

07

Dépistage prénatal : la nouvelle donne

Des futurs bébés en bonne santé : telle est l'une des préoccupations majeures de la médecine prédictive.

Pour prendre en charge le plus tôt possible les enfants atteints de maladies, voire éviter certaines naissances dans les cas les plus graves, les examens prénataux n'ont cessé de progresser. Ainsi, en France, on dépiste actuellement près de 70 % des anomalies congénitales, contre 16 % il y a vingt ans. Et les progrès de la génétique vont sans aucun doute amplifier cette tendance. Très prochainement, on détectera la trisomie 21 chez un fœtus à partir d'une simple prise de sang maternel. Le 25 avril, dans son avis n° 120, le Comité consultatif national d'éthique (CCNE) s'est déclaré favorable à cette forme de dépistage qui permettra de réduire largement le recours à l'amniocentèse, potentiellement à risque de fausse couche. Dans un premier temps, ce test sera proposé uniquement aux femmes à risque élevé, puis à l'ensemble des femmes enceintes lorsque son coût aura baissé.

Au-delà de la trisomie 21, cette nouvelle technique annonce l'avènement d'un dépistage prénatal bien plus large. Car, aujourd'hui, lorsque les médecins suspectent une maladie, ils vérifient uniquement la présence d'altérations d'un gène ou d'un chromosome associés à cette pathologie. En récupérant, dès la

9^e semaine de grossesse, l'ADN du fœtus présent dans le sang de la mère, les biologistes ont désormais son génome entier à portée de main ! Et, dans un futur proche, il sera même plus simple et moins cher de le séquencer en entier que par bribes.

UNE INTERPRÉTATION DÉLICATE

Une somme d'informations extrêmement précieuse, mais dont l'interprétation n'aura rien d'évident. « *Même pour la mucoviscidose, dont on sait parfaitement quelles mutations génétiques sont responsables de la maladie, cela ne suffit pas pour dire si le futur enfant en développera une forme sévère ou modérée* », souligne Patrick Gaudray, généticien au laboratoire Génétique, immunothérapie, chimie et cancer¹, à Tours, et rapporteur de l'avis n° 120 du CCNE. Parfois, même, la présence d'une anomalie génétique ne renseignera que sur un risque potentiel de développer une maladie. C'est le cas du diabète ou de certains cancers dont la survenue est due à de multiples facteurs, parmi lesquels des facteurs génétiques.

EUGÉNISME
Doctrines prônant une amélioration du patrimoine génétique humain par la sélection des naissances et l'interdiction de la reproduction des individus considérés comme inférieurs.

Or ces nouveaux séquençages seront disponibles très tôt au cours de la grossesse, avant même la fin du délai légal de l'interruption volontaire de grossesse. « *En cas de doute, de nombreux couples pourraient être tentés de recourir à une interruption volontaire de grossesse (IVG), même lorsque le risque de maladie aura été jugé faible par les médecins*, prévient le philosophe Pierre Le Coz, de l'unité de recherche Anthropologie bioculturelle, droit, éthique et santé², à Marseille, et membre du CCNE de 2008 à 2012. *C'est une réaction tout à fait légitime, mais qui pourrait faire augmenter le nombre d'avortements en France, au moins transitoirement.* » Certains y voient même des risques de dérive eugéniste.

QUELLE INFORMATION DÉLIVRER ?

Mais alors, que faire de toutes ces données disponibles sur le patrimoine génétique d'un futur enfant ? Dans son dernier avis, le CCNE penche plutôt pour une sélection par les médecins des informations à délivrer au couple. Le génome

du fœtus serait intégralement analysé pour les parents qui le souhaitent, mais seules les informations concernant des maladies graves et incurables au moment du diagnostic leur seraient communiquées pour ne pas les inquiéter inutilement. Jusqu'ici, ce sont en effet ces caractéristiques qui ont été retenues par la loi pour une demande d'interruption médicale de grossesse. Certains s'inquiéteront sûrement de ce retour du paternalisme médical, laissant l'équipe décider de ce que les parents sont en mesure d'entendre. Quitte à cacher les prédispositions d'un futur enfant à une maladie grave lorsque les risques encourus seront jugés trop faibles statistiquement. « La loi relative au droit des patients bannit la rétention d'informations, rappelle Pierre Le Coz. Je ne vois pas trop comment les médecins vont pouvoir dissimuler des informations aussi importantes aux parents. »

ÉVALUER LE CONTEXTE FAMILIAL

Mais, pour le professeur René Frydman, spécialiste de procréation médicalement assistée à l'hôpital Foch à Paris, père du premier bébé éprouvette français et du premier bébé né après un **diagnostic pré-implantatoire** dans l'Hexagone, l'essentiel n'est pas là. « Il y a plus de 5 000 maladies génétiques connues actuellement, signale-t-il. Je ne pense pas qu'il faille les rechercher systématiquement chez tous les fœtus. Selon moi, ce sont d'abord les antécédents familiaux qui doivent nous indiquer la ou les maladies à rechercher. Et, pour juger de la gravité d'une pathologie, outre sa nature, il faut également prendre en compte le contexte individuel de chaque famille. »

C'est ce contexte familial qui explique pourquoi sont désormais acceptées certaines demandes d'interruption tardive de grossesse portant sur des maladies qui ne mettent pas nécessairement en jeu le pronostic vital et pour lesquelles des traitements existent. On peut citer le cas de fœtus porteurs d'une mutation du gène BRCA1 – qui augmente le risque de développer un cancer du sein et de l'ovaire – dans des familles déjà marquées par des décès nombreux et précoces dus à ces deux maladies. Dans ces situations rares, ont jugé les experts, la demande d'interruption de grossesse est justifiée.

Outre le problème de la sélection des informations, c'est la manière dont elles seront annoncées aux couples qui comptera beaucoup. Sur ce point, nombreux sont ceux qui s'inquiètent du développement de sociétés privées qui proposent déjà ce type de séquençage directement

aux parents. Des tests ADN sanguins permettant de rechercher les trisomies 21, 13 et 18 sont ainsi commercialisés sur Internet aux États-Unis et dans plusieurs pays d'Europe. « Le danger de ces tests privés, c'est qu'ils laissent les parents seuls et désemparés face aux résultats, juge Patrick Gaudray. Il n'y a personne pour leur expliquer les risques réels de développer une maladie d'origine génétique, pour discuter de sa gravité et des thérapeutiques possibles. »

ACCOMPAGNER LES PARENTS

Pour éviter les dérives à la fois eugénistes et commerciales, l'accompagnement médical des parents jouera un rôle central. « Malheureusement, on ne peut pas dire que les informations données actuellement aux couples permettent à ces derniers de faire un choix totalement libre et éclairé – l'objectif pourtant affiché par la société – quant à la poursuite de la grossesse, estime Isabelle Ville, sociologue au Cermes3, à Villejuif. Dans le cas de la trisomie 21, par exemple, il y a un

manque criant de pédagogie sur le fait que le degré de gravité de la maladie peut être extrêmement variable d'un enfant à l'autre, et qu'il est désormais possible d'offrir une vie correcte aux enfants trisomiques. »

Mais les choses sont peut-être en train d'évoluer dans le bon sens. Dans son dernier rapport, le CCNE met en avant le métier de conseiller génétique, déjà usuel lors des protocoles concernant adultes et nouveau-nés, et qui se développe maintenant dans le cadre de l'anténatal. Éclairés sur les questions techniques et éthiques, espérons que les futurs parents pourront envisager plus sereinement l'avenir. **J.B.**

1. Unité CNRS/Université François-Rabelais de Tours.
2. Unité CNRS/Aix-Marseille Université.

CONTACTS :

Patrick Gaudray
> patrick.gaudray@univ-tours.fr
Pierre Le Coz
> pierre.le-coz@univ-amu.fr
Isabelle Ville
> ville@vjf.cnrs.fr

DIAGNOSTIC PRÉIMPLANTATOIRE

Technique qui consiste, après une fécondation *in vitro*, à sélectionner les embryons indemnes d'une affection génétique présente chez les parents, en vue d'une grossesse.

08 Consulter un conseiller génétique devient de plus en plus courant pour les couples qui suivent un protocole de dépistage prénatal.

08



PRATIQUER LE DÉPISTAGE DE MASSE ?

« La révolution du séquençage à haut débit permet d'envisager un autre aspect, très peu discuté en France : la possibilité de dépister, en dehors de tout antécédent familial, les couples à risque d'avoir des enfants atteints de maladies génétiques pédiatriques sévères », explique Jean-Louis Mandel, de l'Institut de génétique et de biologie moléculaire et cellulaire¹, à Illkirch. Ce dépistage "préconceptionnel" a commencé à être pratiqué il y a plus de vingt ans chez des groupes à risque spécifique : par exemple chez des populations méditerranéennes pour la bêta-thalassémie (une maladie de l'hémoglobine), et chez les populations juives en Amérique du Nord et en Israël, fréquemment touchées par certaines maladies génétiques. On peut alors proposer aux couples de recourir au diagnostic prénatal et à une IVG éventuelle. Un dépistage de masse, réalisé en Sardaigne pour la bêta-thalassémie, a ainsi permis de fortement diminuer la prévalence de cette maladie dans l'île². En France, le CCNE s'est penché sur une application

possible pour la mucoviscidose, mais est resté très réservé. « Pourtant, on n'hésite pas à pratiquer un diagnostic prénatal pour éviter la naissance d'un deuxième enfant malade dans une famille quand l'aîné est touché. En quoi est-ce plus éthique que d'éviter la première naissance grâce au diagnostic préconceptionnel ? », questionne le généticien. Le CCNE devrait rendre un avis dans les prochains mois sur l'ensemble des questions, très controversées, posées par le dépistage préconceptionnel. **C.Z.**

1. Unité CNRS/Inserm/Université de Strasbourg.
2. Expertise collective, Inserm 2008.

CONTACT :
Jean-Louis Mandel, mandel@igbmc.fr

Partenariat Le CNRS vient de signer un nouvel accord-cadre avec le groupe Renault. Il reconduit une longue collaboration impliquant une centaine de laboratoires en France.

Un accord qui roule

PAR ALEXANDRA DEJEAN

Le 15 mai, le CNRS a relancé la coopération qu'il entretient avec Renault depuis deux décennies, en signant un nouvel accord-cadre avec le constructeur. Conclu pour quatre ans, celui-ci pérennise les recherches en cours et met l'accent sur les neurosciences, la réalité virtuelle, l'ergonomie, les nouveaux matériaux et la catalyse. Il implique une centaine de laboratoires du CNRS et encadre tous les types de collaboration. Notamment des bourses Cifre (Conventions industrielles de formation par la recherche) permettant de cofinancer un sujet de thèse. Renault recourt ainsi à l'expertise des chercheurs du CNRS dans de nombreuses disciplines. De leur côté, les scientifiques nourrissent leur recherche des problématiques soumises par l'industriel, bénéficiant dans certains cas de ses équipements de pointe. Le panorama des collaborations est large, de l'amélioration du moteur aux affichages du tableau de bord en passant par les services qu'offrira la voiture du futur. Voici un petit florilège, non exhaustif, des innovations issues de ces partenariats.

ACCORD-CADRE
Convention conclue entre le CNRS et un partenaire afin de définir le périmètre de coopération, les méthodes de travail et les règles de collaboration. Le CNRS en compte 25 avec de grands groupes.

RÉDUIRE LA POLLUTION

Le laboratoire Grenoble images, parole, signal, automatique (Gipsa-lab)¹ élabore des lois de commande (algorithmes) qui exécutent diverses fonctions automatiques des automobiles. Olivier Sename, chercheur dans cette unité, explique : « Nos recherches ont permis, entre autres, d'améliorer le contrôle de l'injection dans les moteurs Diesel. Cela optimise la combustion et diminue les déchets polluants. Cette innovation sera appliquée dans les prochaines années. » Un des nombreux exemples de recherches conduites avec le laboratoire.

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



© MEDATHEQUE-RENAULT / H. VINCENT



© P.-E. BASTOIN

AMÉLIORER LA SIMULATION DE CONDUITE

Le Laboratoire de physiologie de la perception et de l'action (LPPA)¹ a aidé Renault à améliorer son simulateur de conduite Ultimate. Installé au Technocentre de Guyancourt, ce simulateur haute performance est équipé d'une base mobile et d'un écran de visualisation panoramique permettant des tests de conduite en réalité virtuelle. « Dans les situations d'urgence, l'exactitude des simulations est cruciale pour tester, par exemple, un freinage assisté. L'expertise du LPPA a permis d'optimiser la restitution des accélérations, en utilisant l'illusion de vitesse perçue par le sujet via l'inclinaison du siège du simulateur et de perfectionner le retour d'effort sur le volant, les pédales, le levier de vitesse », précise Jacques Droulez directeur de recherche au LPPA. La collaboration avec ce laboratoire est toujours en cours et porte sur bien d'autres thèmes.

1. Unité CNRS/Collège de France.

OPTIMISER LE TABLEAU DE BORD

Le Centre de recherche sur la conservation des collections (CRCC)¹ a épaulé Renault pour améliorer la lisibilité des affichages du tableau de bord. Celle-ci est cruciale pour ne pas distraire l'attention du conducteur. En 2012, Françoise Viénot, professeure au CRCC, a ainsi chapeauté

© RENAULT 3D-COMMERCE



ASSURER LE CONFORT ACOUSTIQUE DES PASSAGERS

En 2010, le Laboratoire de mécanique et d'acoustique (LMA)¹, avec Renault et la SNCF, a étudié le confort acoustique dans l'habitacle de la voiture via une thèse. Objectif : représenter le signal auditif (sifflements désagréables) perçu par les passagers et identifier les fréquences à couper pour rendre le son plus agréable.

Une réussite : « La méthodologie a fait l'objet d'un brevet conjoint à Renault, à la SNCF et au CNRS », rappelle Frédéric Lebon, le directeur du laboratoire.

1. Unité CNRS/Centrale Marseille/Aix-Marseille Université.



© E. CHAILL/PUBLICIS EVENTS FRANCE



© H. VINCENT

AUGMENTER LA PERFORMANCE DES BATTERIES

Sur la voiture électrique, Renault a de nombreuses collaborations en cours afin d'augmenter l'autonomie des batteries lithium-ion, notamment avec le Laboratoire de réactivité et chimie des solides (LRCS)¹, le Laboratoire chimie de la matière condensée de Paris (LCMCP)² et l'Institut des matériaux de Nantes (IMN)³. « La recherche sur ces batteries exige des compétences très diverses : en chimie des solides pour

les électrodes, en chimie organique pour l'électrolyte. Il faut trouver de nouveaux matériaux haut potentiel tout en conservant un niveau de sécurité maximal », indique Cédric Chazel, responsable valorisation du réseau RSZE (Réseau sur le stockage électrochimique de l'énergie). Des recherches de longue haleine que le nouvel accord-cadre va permettre de poursuivre.

1. Unité CNRS/Université de Picardie Jules-Verne.
2. Unité CNRS/UPMC/Chimie ParisTech/Collège de France/EPHE.
3. Unité CNRS/Université de Nantes.

RÉFLÉCHIR AUX USAGES DE DEMAIN

Certaines recherches sont plus prospectives, comme celles conduites avec le Laboratoire traitement et communication de l'information (LTCI)¹ pour l'Institut de la mobilité durable. Fondé par Renault et ParisTech en 2009, cet institut travaille sur le transport de personnes et la mobilité électrique. Exemple de thème exploré : « les usages du véhicule électrique et la gestion de l'autonomie restreinte ». Il fait l'objet d'une thèse encadrée par Béatrice Cahour, chercheuse au LTCI, qui précise : « À partir d'une étude sur l'usage réel de véhicules électriques, on observe les divers types de rapport au risque de panne (conducteurs plus ou moins inquiets ou anticipateurs) et leur impact sur la gestion de l'autonomie. On préconise alors des instruments à développer et à améliorer pour satisfaire les besoins d'information du conducteur (indicateurs de conduite économique ou économe, d'autonomie, accessibilité des lieux de recharge, etc.) »

1. Unité CNRS/Télécom ParisTech.



© RENAULT MARKETING 3D COMMERCIAL

une thèse d'informatique sur la « vision des couleurs sur les affichages dans l'automobile » qui a fourni au constructeur un outil d'évaluation scientifique des couleurs et de l'apparence afin de choisir les plus performantes.

1. Unité CNRS/MNHN/MCC.

DÉVELOPPER LA VOITURE CONNECTÉE

Quelles fonctions proposera, dans le futur, la voiture connectée? Pour le préciser, Renault et Atos viennent de lancer une chaire avec l'UPMC et le Laboratoire d'informatique de Paris 6 (LIP6)¹. « Bourrée d'électronique, la voiture est désormais capable de communiquer avec son environnement », explique Serge Fdida, professeur au LIP6. Elle peut prévenir les autres véhicules d'un ralentissement brutal, ou mesurer le CO₂ là où elle circule. Elle peut aussi fournir des informations sur le conducteur, le nombre de kilomètres qu'il parcourt, etc., susceptibles d'intéresser des assureurs pour établir des contrats personnalisés. Bientôt connectée au smartphone du conducteur,

elle pourrait le reconnaître et régler les rétroviseurs et les sièges à sa place. « La voiture intelligente ouvre beaucoup de développements, mais pose de nombreux problèmes technologiques et de sécurité informatique », souligne Serge Fdida. Cette chaire explorera, pour les cinq ans à venir, tous les aspects de cette révolution en marche.

1. Unité CNRS/UPMC.



© DR/RENAULT COMMUNICATION

CONTACTS :

Laboratoire traitement et communication de l'information, Paris

Béatrice Cahour
> beatrice.cahour@telecom-paristech.fr

Réseau sur le stockage électrochimique de l'énergie, Amiens

Cédric Chazel
> cedric.chazel@u-picardie.fr

Laboratoire de physiologie de la perception et de l'action, Paris

Jacques Droulez
> jacques.droulez@college-de-france.fr

Laboratoire d'informatique de Paris 6

Serge Fdida

> serge.fdida@lip6.fr

Laboratoire de mécanique et d'acoustique, Marseille

Frédéric Lebon

> lebon@lma.cnrs-mrs.fr

Grenoble images, parole, signal, automatique

Olivier Sename

> olivier.sename@gipsa-lab.fr

Centre de recherche sur la conservation des collections, Paris

Françoise Viénot

> viénot@mnhn.fr

Valorisation Le laboratoire Spintec, sous l'impulsion de son directeur, Jean-Pierre Nozières, a fait de la valorisation de sa recherche un pilier de son développement.

« Créer une start-up tous les trois ans »



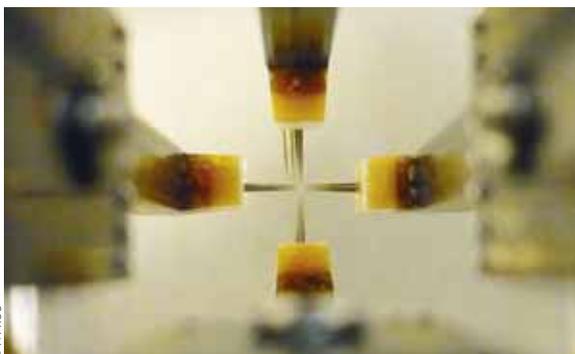
PROPOS RECUEILLIS PAR AURÉLIE SOBOCINSKI

L'unité Spintronique et technologie des composants (Spintec)¹, dont vous êtes le directeur, se distingue par une politique active axée sur la valorisation. D'où vient cette ambition ?

Jean-Pierre Nozières : La valorisation est au fondement même de la création de Spintec en 2002. En **spintronique**, domaine qui vise à intégrer des éléments magnétiques dans des circuits semi-conducteurs pour réaliser des composants innovants pour le stockage de masse, les mémoires vives des ordinateurs et les télécommunications, comme en microélectronique, le facteur temps est primordial. Il faut réduire au minimum le délai entre l'invention et la démonstration de faisabilité pour être pertinent face à une concurrence féroce disposant de moyens importants. Nombre des inventions conceptuelles en spintronique sont françaises, comme celle d'Albert Fert, Nobel de physique en 2007. Mais, en matière de valorisation, les Américains et les Japonais dominent. Il fallait donc monter une équipe réunissant dans un même lieu chercheurs, technologues et experts de l'industrie, afin de couvrir efficacement tout le continuum d'une recherche fondamentale au meilleur niveau mondial jusqu'à des projets applicatifs qui fassent rêver les industriels.

SPINTRONIQUE

Technologie qui utilise les propriétés magnétiques (le spin) des particules.



→ Test sous pointes de mémoires magnéto-résistives (Mram).

COÛTS COMPLETS

Somme des coûts directs (achats d'équipement, embauche...) et indirects (utilisation d'équipements existants, mobilisation de personnels permanents...).

Pourquoi vouloir concilier à tout prix cette double vocation ?

J.-P. N. : De ma trajectoire personnelle en essuie-glace entre recherche publique et industrie, j'ai appris qu'il n'y a ni bons ni mauvais endroits pour faire de la science. Et gardé une conviction : la recherche dans nos domaines doit se doter d'une politique de valorisation agressive à partir d'une approche intégrée qui pousse les ruptures scientifiques au maximum de leur développement, potentiellement jusqu'au démonstrateur, afin d'être compétitif et attractif vis-à-vis des industriels.

Dès l'origine, l'objectif a été la création de start-up. Où en êtes-vous ?

J.-P. N. : Crocus, notre première *spin-off*, a été fondée seulement quatre ans après le laboratoire. Aujourd'hui parmi les leaders mondiaux dans le domaine des mémoires magnéto-résistives (Mram), elle a rapporté au laboratoire des moyens, mais aussi, et c'est primordial, de la crédibilité. Une deuxième pousse doit être lancée en 2014. L'objectif serait de pouvoir créer une start-up tous les trois ans, le plus difficile n'étant pas d'avoir les idées et les technologies, mais de trouver, parmi nos chercheurs et nos étudiants, des entrepreneurs capables de porter les projets hors du laboratoire.

Sur quelles bases s'opère votre recrutement ?

J.-P. N. : Les chercheurs qui travaillent ici sont issus des concours du CNRS, de l'Université et du CEA, comme dans les autres laboratoires. Ils postulent chez nous selon des conditions aux limites clairement établies : ils sont libres, dans la mesure où ils travaillent autour des axes stratégiques définis par le laboratoire, tous articulés à une perspective de valorisation à plus ou moins long terme. En contrepartie, ils doivent parfois savoir renoncer à des sujets scientifiquement attractifs, s'insérer dans des équipes projets et surtout déposer des brevets avant toute publication. C'est "le" principe non négociable.

Comment cet état d'esprit est-il vécu ?

J.-P. N. : Soyons honnête : la politique de valorisation est davantage mon dada que celui des chercheurs. Reste qu'ils en ont bien compris l'intérêt : pour conserver le pilotage de notre recherche, en particulier fondamentale, et poursuivre notre croissance, il nous faut des budgets de fonctionnement que les organismes ne peuvent plus nous fournir. Dans le sport perpétuel qu'est la recherche de moyens, après avoir maximisé les guichets classiques – financements ANR et européens – en particulier par des projets en **coûts complets**, nous nous tournons désormais vers les partenaires industriels par le biais des contrats bilatéraux de recherche – un premier laboratoire commun vient d'être inauguré avec Crocus – et une nouvelle piste encore peu utilisée : la prestation de services.

1. Unité CNRS/CEA/UJF/INP Grenoble.

CONTACT :

Spintronique et technologie des composants,
Grenoble
Jean-Pierre Nozières
> jean-pierre.nozieres@cea.fr

Partenariat

Des dispositifs pour faciliter le maintien à domicile

PAR AURÉLIE SOBOCINSKI

→ **En ce jour de printemps, dans un appartement témoin au décor classique,** les chercheurs du laboratoire Age, imagerie, modélisation (Agim)¹ expérimentent des capteurs de chute en tombant sur des matelas qu'ils ont posés au sol. Depuis mars dernier, la phase de test bat son plein. D'ici à 2015, 4 000 logements intelligents vont être équipés de nouveaux dispositifs de maintien à domicile conçus et testés par le laboratoire grenoblois. Cette expérimentation rare, voire unique à si grande échelle, constitue la première étape du projet labellisé Investissement d'avenir VHP@interactive qui rassemble, autour d'Agim, un consortium de quatre entreprises partenaires dirigé par Spie Communications.

L'objectif de l'opération : démontrer la viabilité d'une nouvelle offre de services pour le maintien à domicile des personnes fragilisées et/ou dépendantes souffrant de diabète de type 2, une pathologie aujourd'hui mondialement répandue et potentiellement très invalidante. Et plus largement montrer que cette offre peut être transposable

à d'autres maladies chroniques, ce qui représente un enjeu majeur pour l'économie de la santé du XXI^e siècle.

Conçus par Agim en collaboration étroite avec les utilisateurs, grâce notamment à des études de conception participative, les équipements se veulent très discrets et visent différents objectifs. D'abord, un suivi et une assistance au quotidien : outils de suivi de l'activité de la personne, de prévention des escarres, d'assistance aux déplacements... D'autres dispositifs, tels que les *serious games* installés sur la télévision, l'ordinateur ou un écran tactile, ont cette fois une vocation pédagogique : « Le but est de sensibiliser et prévenir, notamment, les complications associées au diabète de type 2 : rétinopathie, néphropathie, pied diabétique », explique Nicolas Vuillerme, responsable de l'équipe Gérontechnologie, e-santé, modélisation d'Agim.

Pour élaborer toutes ces solutions, les chercheurs d'Agim, qui travaillent depuis vingt ans sur ces questions, croisent les approches fondamentale, clinique et appliquée, en collaboration avec les secteurs médical, sanitaire et social, ainsi qu'avec les associations de patients.



→ Cet appartement témoin est équipé de détecteurs qui fournissent une assistance au quotidien.

« Le but ultime vise le maintien du lien avec l'extérieur de la personne dépendante, grâce à trois réseaux essentiels à son bien-être : familial et amical, santé grâce à la télémédecine, et citoyen, précise Nicolas Vuillerme. Pour cela, nous ne proposons pas de belles solutions high-tech sur papier glacé ; il s'agit de concrétiser des logements accessibles à tous les niveaux, en adéquation maximale avec l'environnement de la personne, ses besoins et son porte-monnaie. »

1. Unité CNRS/UJF/EPHE/UPMF.

CONTACT :

Age, imagerie, modélisation, La Tronche
Nicolas Vuillerme
> nicolas.vuillerme@agim.eu

En bref...

PARTENARIAT | Du 28 au 31 mai, une vingtaine de jeunes patients de l'hôpital Robert-Debré, âgés de 8 à 17 ans, sont partis en baie de Morlaix dans le cadre du partenariat de cet établissement avec le CNRS. Les chercheurs de la Station biologique de Roscoff les ont accueillis et leur ont notamment proposé une sortie en bateau, ainsi que des ateliers pour découvrir l'océan et son écosystème.



© F. BATISTA

NOMINATION | Renaud Fabre, professeur en sciences économiques à l'université Paris-VIII, a été nommé directeur de l'information scientifique et technique du CNRS. Il remplace Serge Bauin, appelé à d'autres fonctions. Président de l'université Paris-VIII de 1998 à 2001, rapporteur à la Cour des comptes, Renaud Fabre s'intéresse à l'ingénierie des connaissances, et plus généralement aux changements des technologies en relation avec l'économie.

CONCOURS | Images des mathématiques organise jusqu'au 30 septembre le 3^e concours BD « Bulles au carré », avec pour thème les « mathématiques de la planète Terre ». Les dessinateurs amateurs de BD et de maths devront illustrer l'importance des mathématiques dans notre vie quotidienne ou dans notre compréhension de la Terre.

> <http://images.math.cnrs.fr/>

VALORISATION | Le 9 juillet, à Paris, le CNRS organise une journée dédiée à la valorisation du CO₂. Exposés et discussions autour des principaux thèmes scientifiques du domaine – des plus fondamentaux comme la réactivité de la molécule aux plus appliqués telle la production de matériaux utiles – permettront d'identifier le potentiel de recherche pour la valorisation du gaz carbonique et de mettre au jour les principaux verrous scientifiques et technologiques.

Prospective Du 3 au 6 juin, le Collège de France a accueilli les nombreux participants venus assister au colloque « Arctique : les grands enjeux scientifiques ».

Tous mobilisés pour l'Arctique

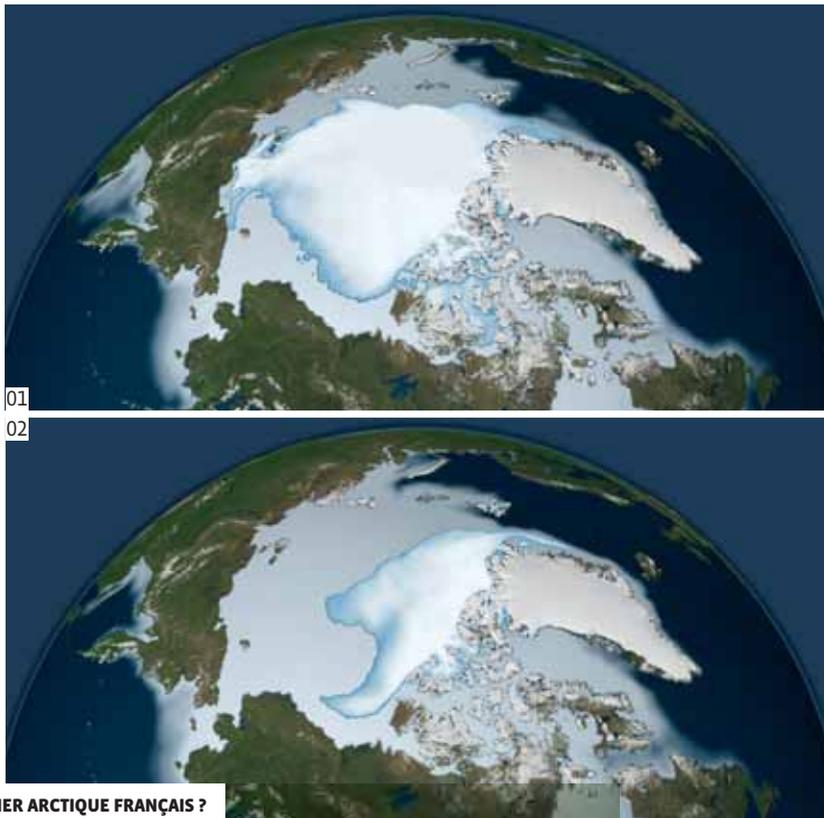
PAR ALEXANDRA DEJEAN

Le colloque « Arctique : les grands enjeux scientifiques », qui s'est déroulé au Collège de France du 3 au 6 juin, a tenu toutes ses promesses. « La communauté française travaillant sur l'Arctique s'est mobilisée dans son ensemble et jusqu'à la dernière journée », se félicite Denis-Didier Rousseau, délégué scientifique aux affaires polaires à l'Institut national des sciences de l'Univers. Avec 450 participants par jour, le succès de ce colloque, qui marque le lancement du Chantier Arctique (lire l'encadré ci-dessous), est à la hauteur de l'objectif :

En trente ans, entre janvier 1980 (01) et janvier 2012 (02), la taille de la banquise arctique a nettement diminué, comme on peut le constater en comparant ces deux images.



À voir sur le journal en ligne : le film **Les Conséquences de la disparition de la banquise.**



QU'EST-CE QUE LE CHANTIER ARCTIQUE FRANÇAIS ?

C'est un programme national multi-organismes (CNRS, BRGM, CEA, Cnes, Ifremer, Ipev, MAE, MESR, Météo-France, UPMC, UVSQ) destiné à fédérer la communauté scientifique française qui travaille en Arctique en coordonnant les efforts, et à augmenter la visibilité de la

recherche française sur l'Arctique au niveau international. Dès 2014, c'est le Chantier Arctique, par l'intermédiaire de son conseil scientifique, qui lancera tous les appels à projets portant sur l'Arctique en France et sera chargé de l'attribution des financements.

structurer la recherche française sur cette région du monde en proie au changement climatique, et dont l'évolution rapide a des répercussions mondiales.

Le réchauffement climatique est en effet deux fois plus important en Arctique que dans le reste du monde. La fonte de la banquise s'accélère, à tel point que l'océan Arctique pourrait être dépourvu de glace en été dès 2030. Des modifications qui précipitent elles-mêmes le changement

climatique sur le reste de la planète. Sur place, le bouleversement des écosystèmes et le dégel du permafrost (sol ou roc qui reste gelé en permanence), déjà amorcés, créent de gros enjeux géopolitiques, en favorisant l'accès aux ressources du sous-sol (pétrole, gaz), l'ouverture de nouvelles voies de navigation, un affaissement des sols exigeant de déplacer des populations ou encore de nouvelles opportunités de développement touristique. « La communauté scientifique française a des atouts indéniables pour contribuer à répondre à ces questions de première importance, et ainsi être un acteur-clé des actions qui vont être engagées prochainement au niveau international », a rappelé Alain Fuchs, le président du CNRS, lors de l'ouverture du colloque.

« Il existe en France des communautés scientifiques très fortes dans la recherche arctique, mais qui travaillent souvent isolément, sans se connaître », signale Marcel Babin, directeur de l'Unité mixte internationale de Takuvik et président du conseil scientifique du Chantier Arctique français. Le colloque a permis pour la première fois de les réunir. « Le prestige du Collège de France et le partenariat avec la chaire d'Édouard Bard "Évolution du climat et de l'océan" y ont largement contribué », se réjouit Marcel Babin.

Après une première journée consacrée à des conférences, les trois suivantes ont favorisé les échanges interdisciplinaires, par petits groupes de travail. « Il existe en Arctique des questions scientifiques majeures auxquelles on ne peut répondre qu'en associant les communautés », souligne Marcel Babin. Le dégel du permafrost, par exemple, modifie les propriétés mécaniques du sol, l'hydrologie, les processus microbiens qui se déroulent dans le substrat et les lacs de fonte, ainsi que les écosystèmes de surface. Ces modifications

03



04



En Arctique, les chercheurs étudient l'impact du réchauffement, notamment en prélevant de l'eau à diverses profondeurs (03), en posant un piège à particules (04) et en carottant la neige (05).

05



affectent directement les communautés humaines locales (routes, habitation, alimentation, santé, culture), et indirectement l'ensemble de la planète à cause des répercussions sur le climat (émissions de dioxyde de carbone et de méthane). Tous les sujets sont liés, et il est nécessaire pour les scientifiques de travailler de concert. »

L'autre objectif majeur du Chantier vise à renforcer la légitimité internationale de la France. D'autant plus que l'Hexagone n'est pas un pays riverain de l'Arctique, ce qui réduit sa visibilité. « Structurée, la recherche française pourra prendre le leadership de grandes actions, fédérer autour d'elle d'autres pays d'Europe et remporter des financements internationaux. » L'état des lieux dressé lors du colloque conduira à un livre blanc, édité au second semestre 2013, dégageant les priorités scientifiques en Arctique. Ce travail aboutira au premier semestre 2014 à la préparation d'un plan de déploiement du Chantier Arctique, avec la structure du programme de financement. Au second semestre 2014, le premier appel à projets du Chantier pourra alors être publié.

CONTACTS :

Conseil scientifique Chantier Arctique, Paris
Marcel Babin
 > marcel.babin@takuvik.ulaval.ca
 Institut national des sciences de l'Univers
 du CNRS, Paris
Denis-Didier Rousseau
 > denis-didier.rousseau@cnrs-dir.fr

International

DE NOUVELLES COOPÉRATIONS
AVEC LA CHINE

PAR CLAIRE DEBÔVES

→ À l'occasion de la visite du président de la République française en avril en Chine, le CNRS a signé trois nouveaux accords de coopération en présence de Geneviève Fioraso, ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, et de son homologue chinois, Wan Gang. Selon Patrick Nédellec, directeur du bureau du CNRS en Chine, ces accords « renforcent le partenariat stratégique avec un pays dans lequel les chercheurs du CNRS ont effectué près de 1300 visites en 2012 ».

Le premier accord porte sur la création du Laboratoire international associé (LIA) Saladyn dans le domaine de la géophysique autour du thème « Transport sédimentaire et dynamique des paysages dans les environnements désertiques d'Asie centrale ». En second lieu, une lettre d'intention a été signée sur la constitution du premier LIA franco-chinois en sciences humaines et sociales (SHS), intitulé « Sociologies post-occidentales et sciences de terrain en Chine et en France ». Signe de l'essor actuel de la coopération en SHS entre les deux pays, un Groupement de recherche international (GDRI) est également en création sur le thème du développement économique comparé entre la Chine et l'Europe.

Enfin, un avenant de prolongation du Pôle de recherche franco-chinois en sciences du vivant et en génomique de Shanghai, impliquant le CNRS, l'Inserm et l'Institut Pasteur pour la partie française, a également été conclu. Une évolution sous forme d'Unité mixte internationale (UMI) de cette importante coopération bilatérale est actuellement à l'étude pour 2014.

La Chine connaît depuis des années une montée en puissance spectaculaire de ses capacités de recherche. Deuxième partenaire du CNRS en Asie après le Japon, ce pays suscite l'intérêt croissant de la communauté scientifique, tant pour le développement de projets de coopération que pour l'accueil en France de doctorants et de post-doctorants. L'amélioration des conditions d'accueil des étudiants étrangers, annoncée par le ministre dans son discours au Sénat du 24 avril, devrait être un facteur favorable à cette évolution.

CONTACTS :

Direction Europe de la recherche et coopération internationale du CNRS (secteur Asie et Océanie), Paris
Chantal Khan Malek
 > chantal.khan-malek@cnrs-dir.fr
 Bureau du CNRS en Chine
Patrick Nédellec
 > patrick.nedellec@cnrs.fr

Innovation

Les cours en ligne passent leur examen

PAR JEAN-PHILIPPE BRALY

→ **Des cours universitaires sur le Web ouverts à tous**, conçus sous forme d'activités multimédias interactives et collaboratives capables d'accueillir des milliers de participants. Tel est le concept novateur du Massive Open Online Course, Mocc pour les intimes. Testé pour la première fois il y a deux ans par le célèbre Massachusetts Institute of Technology aux États-Unis, ce procédé high-tech d'apprentissage en ligne est aujourd'hui en plein essor. En effet, avec les Moocs, la palette d'outils pédagogiques est sans limites : textes, images, graphiques, sons, vidéos, conférences en ligne, exercices sous forme de simulation virtuelle, jeux en

→ Les Moocs, dispositif d'enseignement en ligne, connaissent un succès grandissant.



réseau... À tel point que certains envisagent d'utiliser les Moocs pour des formations diplômantes. Mais quelle est leur réelle efficacité par rapport aux cours traditionnels? Comment rationaliser leur utilisation? Peut-on améliorer le concept? Et si oui, comment? Autant de questions auxquelles s'attelle la mission Connaissances ouvertes à tous (Coat), créée par le CNRS en janvier dernier.

Ses travaux vont bon train. La mission Coat a déjà lancé un projet pilote de recherche-conception impliquant des enseignants, chercheurs et ingénieurs du CNRS, de l'université Lyon-I et de l'École normale supérieure de Lyon. Objectif : concevoir et expérimenter une dizaine de Moocs qui seront lancés à partir de l'automne 2013 dans la région lyonnaise.

« Une évaluation complète sera dévoilée au second semestre 2014 lors d'une conférence qui permettra d'échanger avec des équipes de plusieurs pays engagées dans des projets similaires, indique Alain Mille, chargé de la mission Coat¹ et chercheur au Laboratoire d'informatique en image et systèmes d'information (Liris)², à Lyon. Si l'expérience est concluante, le projet pilote serait ainsi un modèle pour l'accompagnement des Moocs. »

Parallèlement, la mission Coat a mis en place un Groupe national d'initiatives scientifiques (Gnis) sur la question pluridisciplinaire des environnements informatiques pour l'apprentissage humain. « Ce groupe fera le point sur les connaissances actuelles, identifiera les principaux verrous à la réussite des nouvelles pratiques d'apprentissage en ligne, puis formulera des recommandations, sous la forme d'un livre blanc par exemple », explique Alain Mille. Constitué d'une douzaine d'équipes de recherche françaises, le Gnis regroupe des chercheurs évoluant dans des domaines aussi variés que les sciences de l'éducation, l'informatique, la psychologie, la didactique, la sociologie ou encore l'économie et le droit. Les résultats de cette expertise devraient être publiés à l'été 2014.

1. Assisté de Nathalie Guin (Liris) et de Vanda Luengo (Laboratoire d'informatique de Grenoble).
2. Unité CNRS/Insa Lyon/Universités Lyon-I et -II/Centrale Lyon.

CONTACT :

Laboratoire d'informatique en image et systèmes d'information, Lyon
Alain Mille
 > alain.mille@liris.cnrs.fr

En bref...

INSTRUMENT | Un nouveau spectromètre de masse d'ions secondaires (Sims) a été inauguré le 24 juin au laboratoire Groupe d'étude de la matière condensée¹. Cet appareil de dernière génération permet d'analyser les matériaux solides, notamment dans un vide poussé.

1. Unité CNRS/UVSQ.

INTERNATIONAL | Le laboratoire international associé (LIA) MIR-Tango vient d'être créé. Il associe le CNRS et l'université polonaise de Jagellonne pour une durée de quatre ans dans le domaine de la recherche sur le cancer. Les équipes scientifiques étudieront le rôle des micro-ARN dans l'angiogenèse tumorale afin d'ouvrir la voie vers des stratégies thérapeutiques innovantes. Ce LIA,

le 3^e entre le CNRS et l'université polonaise, voit le jour sur la base d'une coopération de longue date qui s'est structurée grâce au soutien de l'Institut des sciences biologiques du CNRS, dans le cadre d'un Groupement de recherche européen (2004-2007) d'abord, puis d'un programme conjoint cofinancé par le CNRS, l'Institut national du cancer et le ministère polonais de la Science (2009-2011).

PUBLICATION | Le nouveau numéro de *Reflets de la physique* est paru. Cette revue est désormais éditée conjointement par la Société française de physique et le CNRS, et inclut des articles de la revue *Images de la physique*. Au menu : les applications thérapeutiques des plasmas froids, les semi-conducteurs supraconducteurs ou encore une tribune d'Étienne Guyon sur l'avenir de la physique.

> Numéro disponible gratuitement sur : www.refletsdelaphysique.fr

NOMINATION | Le 1^{er} mai, Clarisse David a pris la direction de la délégation régionale Bretagne et Pays de la Loire du CNRS, en remplacement d'André Quinquis. Ingénieure de recherche, elle était précédemment responsable du service des ressources humaines de la délégation régionale Île-de-France Ouest et Nord.



SA MISSION

Écouter les agents, les accompagner individuellement ou en équipe, selon des objectifs définis ensemble, les aider à mobiliser leurs ressources et à trouver des leviers de progrès dans le cadre professionnel.

Françoise Berthoud, coach au CNRS

PAR AURÉLIE SOBOCINSKI

8H00 MISE EN ROUTE

Dans l'ambiance feutrée du Laboratoire de physique et de modélisation des milieux condensés¹, situé au cœur du campus du CNRS sur la presqu'île scientifique de Grenoble, Françoise Berthoud répond à ses courriels du jour. L'exercice révèle un périmètre d'activité « *tout sauf classique* », comme l'explique cette ingénieure de recherche en informatique, experte en nouvelles technologies et responsable de la gestion de clusters de calcul. En effet, conjointement à ses missions d'accompagnement à la recherche, Françoise Berthoud a choisi de « *sensibiliser [ses] pairs, et progressivement le grand public, aux faces cachées du virtuel et à ses impacts environnementaux, eux, bien réels* ». Le groupe de travail Écoinfo, qu'elle a fondé en 2006, a aujourd'hui le statut de Groupement de service du CNRS. En juillet 2012, l'ingénieure, « *toujours portée par le souci de mettre en cohérence [ses] valeurs de vie avec [son] champ d'activité* », a pris un nouveau virage. Son but : s'investir davantage dans les relations humaines. Après avoir réalisé des audits en organisation pour le service des ressources humaines (SRH) de la délégation Alpes, elle s'est ainsi vu confier une mission inédite de coach.

10H00 EN TÊTE-À-TÊTE

Dans une salle du campus aux banquettes confortables, Françoise Berthoud reçoit ce matin, sur prescription du SRH, un agent du CNRS dépassé par sa charge de travail. Lors de cette rencontre axée sur l'écoute, l'accompagnante précise en quoi consiste sa tâche : « *Le terme de coach suscite de nombreux amalgames. Notre cadre avec le SRH est clair, et la démarche, rigoureuse :*

formée et certifiée par l'École de management de Grenoble, j'apporte une expertise complémentaire à la gestion des ressources humaines. Mon rôle est de vous aider à identifier et à mobiliser vos ressources pour trouver vos propres solutions. » Un second rendez-vous est pris, auquel sont conviés cette fois la direction du laboratoire de l'agent et le SRH pour valider les objectifs fixés au cours du premier entretien.

11H45 L'HEURE DE LA PAUSE

Ordinateur et documents sur le dos, Françoise Berthoud fonce vers la cantine : « *J'adore aller déjeuner avec les chercheurs de mon laboratoire. C'est un autre monde. Travaillant sur des problématiques très éloignées, on parle de tout, sauf de boulot... ou presque !* »

12H45 DÉBRIEFING

Cap sur le SRH de la délégation. Comme chaque mois, l'ingénieure-coach, seule à exercer cette mission, et l'équipe de conseillers se retrouvent pour réfléchir à leurs pratiques d'accompagnement. « *Ces rencontres suggérées par Françoise permettent de définir un socle commun fondé sur l'attention à la relation, explique Gabrielle Inguscio, responsable du SRH. C'est aussi elle qui a proposé de développer une fonction de coach en interne. L'intérêt de disposer d'un tel profil, déjà au faite de la réalité des*

métiers du CNRS et de la culture maison, plutôt que de recourir exclusivement à des prestataires, nous est apparu évident, sans oublier le gain économique. »

15H00 SUIVI D'ÉQUIPE

Assise avec l'équipe d'informaticiens d'une unité mixte du CNRS et de l'université Joseph-Fourier (UJF), Françoise Berthoud, en tandem avec Jérôme Le Tanou, directeur adjoint de la direction du système d'information de l'UJF, observe les progrès réalisés dans la conduite de leur réunion de service hebdomadaire. Ponctuellement, la coach exprime son ressenti concernant le déroulement de la réunion, libérant ainsi la parole au sein du groupe. Puis elle identifie des leviers à expérimenter pour que l'équipe retrouve une sérénité de fonctionnement. « *Réussir à apporter écoute, reconnaissance et soutien dans ces circonstances permet de transformer les situations de façon assez extraordinaire* », se réjouit-elle à l'issue de cette réunion.

1. Unité CNRS/UJF.

CONTACT :

Laboratoire de physique et de modélisation des milieux condensés, Grenoble
Françoise Berthoud
francoise.berthoud@grenoble.cnrs.fr

Événement

Le CNRS sur les planches à Avignon

« Art et science », du 5 au 26 juillet, Cour d'honneur de la faculté des sciences de l'université d'Avignon – Informations : www.caes.cnrs.fr/le-festival-davignon

→ **En juillet, la science s'invite à la grande fête du théâtre et du spectacle vivant**, qui attire chaque année plus de 100 000 visiteurs à Avignon. En effet, le Comité d'action et d'entraide sociales (Caes) du CNRS prend ses quartiers d'été au cœur de l'université et y propose une alléchante programmation dans le cadre du « Off » du Festival. Celle-ci comprend évidemment des pièces de théâtre, mais aussi des conférences et des animations originales. « *Notre but est de créer un lieu de respiration à la fois artistique, scientifique et ludique au cœur d'un des plus grands festivals de théâtre du monde* », explique Laurent Mandeix, responsable de la culture et de la communication du Caes.

Côté scène, on recense onze spectacles joués par autant de compagnies. « *Ces dernières sont issues, pour la plupart, des activités théâtre que propose le Caes aux agents des laboratoires de toute la France* », précise Clotilde Roussel, présidente de la commission culture du Caes à l'origine de cette initiative. Parmi les spectacles à l'affiche, on peut découvrir un conte satirique écrit par Vercors, *Zoo*, dans lequel des anthropologues, des médecins, des zoologistes et autres scientifiques débattent de la définition de l'espèce humaine. Une autre comédie, *Les Physiciens*, de Friedrich Dürrenmatt, fait assister le spectateur aux conversations de trois physiciens aliénés et auto-baptisés Möbius, Newton et Einstein. Des pièces de Georges

Feydeau, de Woody Allen et de Peter Brook sont aussi au menu.

En parallèle, des scientifiques viendront mêler réflexions personnelles et récits de recherche sur des thèmes allant de l'hérédité aux addictions en passant par le rôle du hasard dans la découverte scientifique et la création artistique. Notons qu'un invité de prestige, Michel Jonasz, participera à cette dernière conférence. La réalisatrice des peintures rupestres de Lascaux II, Monique Peytral, présentera, pour sa part, les coulisses de son travail titanesque. Également au



→ Côté théâtre, onze pièces sont à l'affiche. Côté photo, la réalisation d'un cyanotype géant (ci-dessus) devrait attirer les curieux.

© PHOTOS : V. MARTIN/M. MIGUET/CAES DU CNRS

programme, des soirées spéciales sur les émotions (avec séance d'œnologie incluse!) et la rumeur.

Dans les coulisses, le visiteur pourra se faire croquer le portrait en quelques minutes par un robot mis au point au CNRS. Enfin, un record du monde devrait être battu à Avignon cet été : celui du plus grand cyanotype, sorte de tirage photo bleu obtenu en posant un objet sur un support. C'est sur la place du Palais-des-Papes, le 11 juillet, que Vincent Martin, chimiste au CNRS, tentera de battre son précédent record.

M.R.

EXPOSITION |

Prôtis

Projet réalisé dans le cadre de Marseille-Provence 2013 – Entrée libre –

Horaires de visite du chantier et calendrier sur : <http://protis.hypotheses.org>

→ En 1993, sur le chantier de fouilles du port antique de Marseille, les archéologues du centre Camille-Jullian vont faire une découverte fabuleuse : deux épaves grecques gisent là, abandonnées. Commence alors un long travail d'analyse et de préservation, qui va aboutir à leur exposition au musée d'Histoire de Marseille et à la construction de maquettes au 1/10^e. Mais les archéologues ne veulent pas s'arrêter là. Le projet Prôtis est lancé. Son objectif : réaliser une réplique d'un de ces navires grecs, capable de prendre la mer. Installé depuis février 2013,



© P. GROSCAUX/PHOTO THÈQUE CCI

→ Réplique d'un navire grec qui a coulé il y a 2600 ans.

le chantier de construction est accessible au public, et le bateau, baptisé *Gyptis*, devrait être mis à l'eau prochainement. Un événement inscrit au programme de Marseille-Provence 2013 à ne surtout pas manquer !

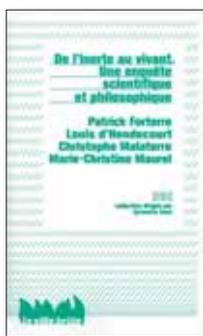
LIVRE |

Atlas mondial des sexualités
Libertés, plaisirs et interdits

Nadine Cattan et Stéphane Leroy, Autrement, coll. « Atlas/Monde », 96 p., 19 €

→ Les éditions Autrement poursuivent leurs collaborations avec les scientifiques, notamment du CNRS, pour cartographier la société humaine. Des géographes se sont ainsi penchés sur notre sexualité :

à quel âge se marie-t-on dans le monde ? qui pratique le plus l'échangisme ? qui est le plus infidèle ? où le sexe est-il une arme de guerre ?... En 120 cartes et infographies, ils dessinent un panorama détaillé des pratiques sexuelles dans le monde.



LIVRE |

De l'inerte au vivant. Une enquête scientifique et philosophique

Patrick Forterre, Louis d'Hendecourt, Christophe Malaterre et Marie-Christine Maurel,

La ville brûle, coll. « 360 », 224 p., 20 €

→ Il y a 4,56 milliards d'années naissait la Terre, un bout de roche inerte. Aujourd'hui, notre planète abrite des millions d'espèces vivantes. Quand, où et comment cette vie foisonnante est-elle apparue ? Dans ce dialogue à quatre voix, plusieurs spécialistes exposent avec clarté ce que l'on sait des origines de la vie et ce qu'il reste à découvrir.

LIVRE |

Guillaume Apollinaire

Laurence Campa, Gallimard, coll. « NRF Biographies », 820 p., 30 €

→ « La chanson du mal aimé », « Le pont Mirabeau », « Poèmes à Lou »... Autant d'œuvres laissées à la postérité par l'un des plus célèbres poètes français, Guillaume Apollinaire. Voilà plus de quarante ans qu'une biographie complète n'avait pas paru. Spécialiste de l'auteur, Laurence Campa a réuni une somme de documents inédits et nous conte avec talent l'histoire du brillant homme, de sa naissance à Rome sous le nom de Wilhelm de Kostrowitzky, jusqu'à sa mort, en 1918, terrassé par la grippe espagnole. Une biographie qui se lit comme un véritable roman.



LIVRES |

Épigénétique
et mémoire cellulaire

Edith Heard, Collège de France/Fayard, coll. « Leçons inaugurales du Collège de France », 64 p., 10,20 €
Découvrez le premier cours de la généticienne Edith Heard, professeur au Collège de France depuis 2012 et titulaire de la chaire « Épigénétique et mémoire cellulaire ».

Manger ensemble

Les Cahiers européens de l'imaginaire, n° 5, collectif, CNRS Éditions, 360 p., 30 €
Ce nouveau numéro de la prestigieuse revue annuelle de sciences humaines est consacré aux saveurs, aux odeurs, au partage, à la générosité... Bref, à l'art de « manger ensemble ».

Pompéi. Mythologie
et histoire

William Van Andringa, CNRS Éditions, 320 p., 29 €
En 79 après J.-C., la ville de Pompéi est ensevelie sous des tonnes de cendres, qui figent à jamais ses habitants. Se fondant sur les plus récentes découvertes archéologiques, William Van Andringa dresse un portrait vivant de la célèbre cité.

Enquête sur les
créationnismes. Réseaux,
stratégies et objectifs
politiques

Cyrille Baudouin et Olivier Brosseau, Belin/Pour la science, coll. « Regards », 336 p., 21,50 €
Les auteurs de cet essai fournissent une analyse détaillée des créationnismes – qui en appellent à la science pour justifier leur positions religieuses – et mettent au jour la démarche politique de ces mouvements.

Culturomics.

Le numérique et la culture

Jean-Paul Delahaye et Nicolas Gauvrit, Odile Jacob, coll. « Science », 224 p., 22,90 €
Une réflexion sur la révolution des bases de données numériques, notamment celle constituée par le géant de l'Internet Google, qui réunit 5 millions de livres, et sur les changements qu'elle entraîne dans le monde de la culture.



LIVRE |

Tout savoir sur l'eau du robinet

Agathe Euzen et Yves Levi (dir.),
CNRS Éditions, 274 p., 20 €

→ **Ouvrir le robinet pour boire un verre d'eau ou se laver les mains** sont des gestes du quotidien qui nous paraissent normaux. C'est oublier que 780 millions de personnes dans le monde n'avaient

toujours pas d'accès à l'eau potable en 2012 et que 2,6 milliards manquaient de services d'assainissement dignes de ce nom. L'eau du robinet, pour nous parvenir claire et potable, doit subir de très nombreux traitements. Quels sont-ils? Cette eau est-elle vraiment consommable? Quel avenir les fournisseurs lui réservent-ils? En une quarantaine d'articles clairs et concis, les scientifiques dressent un portrait détaillé de l'eau du robinet.

EXPOSITION-LIVRE |

Une odysée gauloise**Parures de femmes à l'origine des premiers échanges entre la Grèce et la Gaule**

> Exposition jusqu'au 12 janvier 2014,
Site archéologique Lattara-musée Henri-Prades,
Montpellier

> Catalogue de Lionel Pernet et Stéphane Verger
(dir.), Éditions Errance, 400 p., 35 €

→ **Quelques décennies avant la fondation de Marseille par les Phocéens en 600 avant J.-C., d'autres Grecs, venus de Sicile, ont parcouru le sud de la France, essentiellement le Languedoc. Ils venaient y chercher du cuivre et surtout du bronze, que les Gaulois utilisaient pour les parures de femmes et que les Grecs recyclaient pour leurs propres objets. C'est cette intrigante histoire des premiers échanges entre les Grecs et les Gaulois que narre l'exposition « Une odysée gauloise », relayée par un somptueux catalogue.**



→ Parures mises au jour dans une tombe gauloise du VI^e siècle avant J.-C.

© C. VIGNAUD

LIVRE |

Encaisser!

Enquête en immersion dans la grande distribution
Marlène Benquet, La Découverte, coll. « Cahiers libres », 336 p., 20 €

→ **Dans les années 2000, la sociologue Marlène Benquet s'est fait embaucher** dans un groupe de la grande distribution (dont on ne connaîtra pas le vrai nom). Son objectif : comprendre comment on met les gens au travail et pourquoi ils ne se révoltent pas devant les conditions difficiles dans lesquelles ils exercent leur activité. Tour à tour caissière en hypermarché, stagiaire au siège, puis au sein de l'organisation syndicale majoritaire, elle a pu analyser comment des consignes de profit données lors d'une réunion d'actionnaires sont répercutées jusqu'au bas de l'échelle et sous-tendent toute l'organisation du travail. Un ouvrage édifiant sur le monde du travail dans le système capitaliste.



LIVRE |

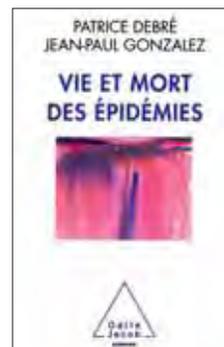
Vie et mort des épidémies

Patrice Debré et Jean-Paul Gonzalez,
Odile Jacob, coll. « Sciences », 288 p., 23,90 €

→ **La peste noire, qui a éradiqué la moitié de la population européenne entre 1347 et 1352**, aurait fait 100 millions de victimes dans le monde. La grippe espagnole, elle, a tué entre 30 et 100 millions de personnes entre 1918 et 1919. Près de 1,7 million de personnes ont succombé au sida en 2011... L'histoire humaine est émaillée de ces "carnages microbiologiques". Chaque année, les maladies infectieuses causent près

de 14 millions de décès, et on estime qu'environ 350 d'entre elles sont apparues entre 1940 et 2004. Comment ces épidémies naissent-elles? Pourquoi font-elles autant de morts? Comment les éradiquer? Deux spécialistes des maladies infectieuses abordent dans cet ouvrage le passé, le présent et l'avenir

des grandes épidémies, et tentent de nous rassurer : nous sommes de plus en plus capables d'y faire face.



LIVRE |

La Grande Muraille verte**Des arbres contre le désert**

Gilles Boëtsch (dir.), Éditions Privat, 144 p., 35 €

→ Pour lutter contre la désertification, onze pays africains se sont unis afin de mener à bien un projet pharaonique : la grande muraille verte. D'ici à quinze ans, une bande de végétation longue de plus de 7600 kilomètres et large de 15 kilomètres traversera l'Afrique d'ouest en est, de Dakar à Djibouti, limitant ainsi l'avancée du désert. C'est cette fabuleuse aventure, tant humaine que scientifique, que décrit ce livre magnifiquement illustré par les photographies d'Arnaud Späni.



PODCAST VIDÉO |

Urbanisme, habitat, société

Collection réalisée par Sophie Bensadoun, Marie Chevais, Hervé Colombani, Christophe Gombert et Luc Ronat, 12 épisodes x 7 min. En ligne sur : www.cnrs.fr et www.lepoint.fr/futurapolis

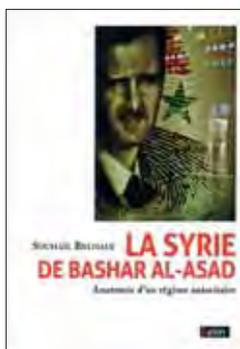
→ Au travers de différentes réalisations à Paris, Saint-Ouen, Lyon, Marseille, Villeurbanne, Guise, l'île aux Moines, Créteil et Méry-sur-Oise, cette nouvelle collection de podcasts vidéo, produite par CNRS Images, aborde les recherches menées dans le domaine de l'urbanisme. Trois axes ont été privilégiés : matériaux, énergie et réseaux ; histoire et approche sociologique ; la ville de demain.



© PHOTOS : CNRS IMAGES



A voir sur le journal en ligne : un épisode de cette série.



LIVRE |

La Syrie de Bashar Al-Asad
Anatomie d'un régime autoritaire

Souhaïl Belhadj, Belin, 464 p., 25 €

→ Pas une journée sans que les horreurs de la guerre civile en Syrie ne nous soient rappelées. Comment un tel conflit a-t-il pu naître ? Et surtout, comment le régime autoritaire de Bashar Al-Asad, et avant lui de son père, Hafez, a-t-il pu se mettre

en place et perdurer alors que ses partisans font partie d'une minorité dans le pays ? Souhaïl Belhadj, qui a vécu quelques années en Syrie, décrypte avec brio le fonctionnement de ce régime et les jeux de pouvoir qui l'ont rendu pérenne.

LIVRES |

Les Secrets de l'équilibre acido-basique

Ismène Giachetti, Larousse, 106 p., 5,90 €

Un petit essai sur les conséquences du déséquilibre entre les acides et les bases dans notre corps et sur les manières d'y remédier.

De l'un à l'autre.**Maîtres et disciples**

Aurélie Névod (dir.), CNRS Éditions, 272 p., 25 €

Des philosophes, des historiens et des ethnologues s'interrogent sur la relation entre maître et disciple, de l'Antiquité à nos jours, d'Athènes à la Chine, et sur la transmission du savoir.

Combattre la pauvreté

Axelle Brodriez-Dolino, CNRS Éditions, 328 p., 25 €

Ce livre narre l'histoire de l'assistance aux pauvres en France, qui fut d'abord le monopole des œuvres caritatives, avant finalement d'être prise en charge par l'État.

Les Essentiels d'Hermès

Dominique Wolton (dir.), CNRS Éditions, 228 p., 8 € le volume
Inscrits dans le sillage de la revue *Hermès*, les *Essentiels* facilitent l'accès à la recherche en sciences de la communication. Les deux derniers volumes sont consacrés aux conséquences de la mondialisation sur la propriété intellectuelle et sur la diversité culturelle.

La vie, et alors ?**Débats passionnés d'hier et d'aujourd'hui**

Jean-Jacques Kupiec (dir.), Belin/Pour la science, coll. « Regards », 416 p., 22 €
Cet ouvrage collectif propose une synthèse de l'histoire des sciences de la vie et des débats qui font rage dans cette discipline en perpétuelle mutation.

Les Gènes voyageurs.**L'odyssée de l'évolution**

Éric Baptiste, Belin/Pour la science, coll. « Regards », 256 p., 19,50 €
En route pour un étonnant voyage dans le monde des bactéries et des virus, qui passent leur temps à s'échanger de l'ADN.



LIVRES | Nous, les mammifères

Jean-Louis Hartenberger,
Le Pommier, coll. « Essai »,
232 p., 21 €

Anatomie impertinente Le corps humain et l'évolution

Alain Froment, Odile Jacob,
coll. « Sciences », 288 p., 25,90 €

→ **À voir ses prodiges techniques ou artistiques,** on en oublie aisément que l'homme moderne est un animal. Deux ouvrages passionnants se piquent de nous le rappeler. Le premier, du paléontologue Jean-Louis Hartenberger, explore notre nature mammalienne en décrivant avec force détails cinq caractéristiques des mammifères : le lait, le placenta, l'oreille, la dent et le cerveau. L'anthropologue Alain Froment, quant à lui, nous révèle nos points communs avec les animaux en passant en revue toute notre anatomie. Ses textes courts, truffés d'anecdotes, nous invitent à un formidable voyage intérieur.



DVD |

Insectes, la physique du petit

Réalisé par Claude-Julie Parisot, produit par CNRS Images,
12 min, 15 € (usage privé) – <http://videotheque.cnrs.fr>

→ **Parce qu'ils sont petits et légers, les insectes sont soumis à des forces** que bon nombre d'animaux ne

perçoivent pas du tout. À l'Institut de recherche sur la biologie de l'insecte (unité CNRS/ Université François-Rabelais de Tours), une équipe de scientifiques en écologie physique, sous la direction de Jérôme Casas, s'intéresse à la perception par les insectes des propagations d'ondes émises ou reçues à travers le substrat ambiant. La sensibilité des microsenseurs impliqués dans cette perception ne cesse de les surprendre. En bonus : *La Larve de fourmilion, propagation d'ondes dans le sable* (6 min) et *Grillon des bois, propagation d'ondes dans l'air* (7 min).

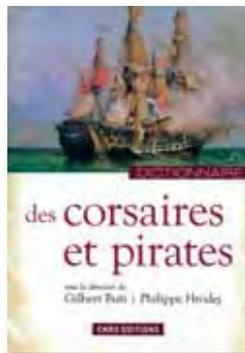
→ **Ci-contre, mesure du déplacement d'air généré par une araignée, flux que le grillon (en haut) perçoit grâce à ses poils sensoriels.**



Avoir sur le journal en ligne : un **bonus** du DVD.



© PHOTOS : CNRS IMAGES



LIVRE |

Dictionnaire des corsaires et pirates

Gilbert Buti et Philippe Hrodej (dir.), CNRS Éditions, 990 p., 39 €

→ **Surcouf, Barberousse, Duguay-Trouin... Certains corsaires et pirates sont entrés dans la légende. Les plus grands spécialistes se sont réunis pour les faire revivre, eux et bien d'autres, dans cet impressionnant dictionnaire. En près de 600 notices, l'ouvrage offre une plongée vertigineuse dans l'histoire de la piraterie, des hommes et des lieux mythiques qui lui sont associés.**

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
Le journal en ligne : 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 : Matthieu Ravaut Chefs de rubrique : Fabrice Demarthon, Charline Zeitoun
Rédactrices : Claire Debôves, Alexandra Dejean Assistante de la rédaction et fabrication : Laurence Winter
Ont participé à ce numéro : Stéphanie Arc, Émilie Badin, Julien Bourdet, Jean-Philippe Braly, Laure Cailloce, Sebastián Escalón, Laurianne Geffroy, Aurélie Sobocinski

Secrétaire de rédaction : Isabelle Grandrieux Conception graphique : Céline Hein Iconographe : Marie Mabrouk
Couverture : ojoimages4/Fotolia.com ; S.Kaulitzki/Fotolia.com ; C. Hein pour CNRS Le journal Photogravure : Scoop Communication
Impression : Groupe Morault, Imprimerie de Compiègne – 2, avenue Berthelot – Zac de Mercières – BP 60524 – 60205 Compiègne Cedex
ISSN 0994-7647 AIP 0001583 Dépôt légal : à parution

Photos CNRS disponibles à : 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.





« Nous sommes au col du Dôme, à 500 mètres au-dessous du sommet du mont Blanc, en train d'installer notre matériel de carottage. À cette altitude, les températures sont toujours négatives, et l'accumulation de neige forme une épaisse couche de glace de 120 mètres, qui correspond aux précipitations des cent dernières années. La neige ayant piégé les microparticules de l'air, ce sont donc cent ans d'histoire de l'atmosphère qui s'offrent à nous ! Avec ce carottage effectué il y a quelques mois, le quatrième en vingt ans, nous souhaitons confirmer un résultat du dernier prélèvement : la forte augmentation de la concentration des particules carbonées dans l'atmosphère. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, ces composés ne sont pas d'origine industrielle mais végétale. Leur présence est-elle due à l'extension du couvert forestier en Europe, ou bien à l'accélération du métabolisme des plantes par le réchauffement climatique ? Nous devrions en savoir plus grâce aux analyses des carottes de glace. »

BRUNO JOURDAIN, PHYSICIEN AU LABORATOIRE DE GLACIOLOGIE ET GÉOPHYSIQUE DE L'ENVIRONNEMENT (UNITÉ CNRS/UJF).



À voir sur le journal en ligne : la suite des **photos** de cette mission.

BULLETIN D'INSCRIPTION *

Merci de remplir ce bulletin en majuscules

G F N° Agent CNRS :

Nom.....

Prénom.....

Date de naissance.....

Adresse.....

.....

Ville.....

Code postal.....

Téléphone.....

Niveau d'études ou activité professionnelle.....

.....

E-mail.....@.....

.....

désire participer aux 23^{es} Rencontres CNRS Jeunes « Sciences et Citoyens », au Palais des congrès du Futuroscope, du 18 au 20 octobre 2013, et joint le règlement de 65 € ** par :

chèque bancaire chèque postal

libellé à l'ordre du CNRS (Centre national de la recherche scientifique),

réduction SNCF demandée (billet congrès)

En cas d'annulation avant le 6 septembre 2013, une somme de 30 € sera retenue. Passée cette date, aucun remboursement ne pourra être effectué.

Une confirmation d'inscription et une documentation de présentation vous parviendront dans les meilleurs délais.

Signature

Bulletin et règlement sont à retourner avant le 20 septembre 2013 à l'adresse suivante :

CNRS - DIRCOM / PÔLE ACTIONS JEUNES ET ÉVÉNEMENTS
Rencontres CNRS Jeunes « Sciences et Citoyens »
3 rue Michel-Ange - 75794 Paris Cedex 16

Pour tout renseignement complémentaire :

Martine ROCHE Tél. : 01 44 96 46 31

Jean-Louis BUSCAYLET Tél. : 01 44 96 46 34

www.cnrs.fr/sciencesetcitoyens

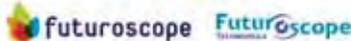
* Inscription dans la limite des places disponibles

** 65 € pour les personnes extérieures et 50 € pour les enfants des personnels CNRS ou membres des clubs CNRS Jeunes « Sciences et Citoyens ».

23^{es} Rencontres "Sciences et Citoyens" CNRS Jeunes

18, 19 et 20 octobre 2013

Palais des Congrès
du Futuroscope de Poitiers



VOUS AVEZ DE 18 À 25 ANS,
VENEZ PARTICIPER AUX 23^{ES} RENCONTRES CNRS JEUNES « SCIENCES ET CITOYENS »

Jeune ou chercheur, chacun apporte ici sa richesse : un savoir, une curiosité, une expérience.
C'est comme un bagage que l'on propose en partage pour réfléchir et construire ensemble la société de demain.

Ne manquez pas cet événement exceptionnel,
Inscrivez-vous rapidement sur : www.cnrs.fr/sciencesetcitoyens

AUTOUR DE 9 ATELIERS-DÉBATS

MATIN

- 1 - LA SCIENCE A-T-ELLE UN SEXE ?
- 2 - LA BIODIVERSITÉ, LA NATURE ET L'AGRICULTURE
- 3 - «LES FINS DU MONDE», ENTRE PEURS ET ESPOIRS
- 4 - NANOMONDE - STUPEURS ET TREMBLEMENTS
- 5 - LES NOUVELLES TECHNOLOGIES AU SERVICE DE L'ARCHITECTURE ET DE L'URBANISME

APRÈS MIDI

- 6 - QUELLES TRANSITIONS ÉNERGÉTIQUES POUR DEMAIN ?
- 7 - BIOMIMÉTISME : LA NATURE AU SERVICE DE L'INNOVATION INDUSTRIELLE ET DU DESIGN
- 8 - SCIENCE ET POLITIQUE
- 9 - IMAGINAIRE ET SCIENCE, UNE LONGUE HISTOIRE ENTRE MYTHES ET RÉALITÉ