

Le
journal
du

CNRS

N° 232 MAI 2009

Les talents cachés de la chimie



VIE DES LABOS

QUOI DE NEUF AU LAAS ?

Les nouveaux défis
du plus gros laboratoire du CNRS

cnrs

dépasser les frontières



sommaire

6^e ÉDITION **Le Prix La Recherche 2009** En association avec **cité**
 CONCOURS INTERNATIONAL FRANCOPHONE DE L'EXCELLENCE SCIENTIFIQUE
APPEL À CANDIDATURES

VOUS ÊTES CHERCHEUR, CHERCHEUSE ?
 Vous travaillez dans un cadre d'excellence et vos recherches sont pluridisciplinaires ?
 Remplissez le Prix La Recherche 2009 !

GAGNEZ 10 000 EUROS !
 10 000 euros de prime mensuelle
 4 à 6 mois de sursalaire
 100 000 euros de crédit d'impôt

INSCRIPTIONS ET DÉPÔTS DES DOSSIERS SUR
www.leprixlarecherche.com

RENSEIGNEMENTS
 (01 84 10 54 53/54)
concours@lejournal.cnrs.fr
www.lejournal.cnrs.fr

Partenaires officiels :
 Mention "Santé Humaine" SERVICER
 Mention "Énergie" AREVA
 Mention "Sciences de la communication et technologies de l'information" CNRS
 "Prix du ministre" République Française

En association avec :
 Le Point, rfi, ARCADE, AGENCE FRANCE PRESSE

Le journal du CNRS
 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/presse/journal/
CNRS (siège)
 3 rue Michel-Ange
 75794 Paris Cedex 16

Directeur de la publication :
 Arnold Migus
Directeur de la rédaction :
 Arnaud Benedetti
Directeur adjoint de la rédaction :
 Fabrice Impériali

Rédacteur en chef adjoint :
 Matthieu Ravaud
Conseillère à la rédaction :
 Françoise Harrois-Monin
Chefs de rubrique :
 Fabrice Demarthon
 Charline Zeitoun
Rédactrice :
 Anne Loutrel
Assistante de la rédaction et fabrication :
 Laurence Winter
Ont participé à ce numéro :
 Jean-Philippe Braly
 Lætitia Brunet
 Patricia Chairopoulos
 Claude-Isabelle Chauvel
 Marine Cygler
 Nadia Daki
 Denis Delbecq
 Sebastián Escalón
 Laurianne Geffroy
 Anne-Solweig Gremillet
 Matthieu Grousson
 Stéphan Julienne
 Camille Lamotte
 Virginie Lepetit
 Pierre Mira
 Xavier Müller
 Aude Olivier
 Géraldine Véron

Secrétaire de rédaction :
 Olivia Dejean
Conception graphique :
 Céline Hein
Iconographes :
 Marie Mabrouk
 Marie Gandois
Couverture :
 DR ; Olivier/Fotolia.com ;
 L. Mulvehil/Corbis ; G. Rolle/REA ;
 J.Sartore/Getty Images ;
 E. Perrin, F. Vrignaud/
 CNRS Photothèque ; F. Tourmilhac,
 L. Leibler/CNRS Photothèque
Photogravure :
 PLB Communication
Impression :
 Imprimerie Didier Mary
 6 route de la Ferté-sous-Jouarre
 77440 Mary-sur-Mame
 ISSN 0994-7647
 AIP 0001309
 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.



VIE DES LABOS > Quoi de neuf au Laas ?, p. 6



© DR ; Olivier/Fotolia.com ; E. Perrin/CNRS Photothèque

VIE DES LABOS P. 6

> REPORTAGE
Quoi de neuf au Laas ?

> ACTUALITÉS P. 8
 Les derniers résultats de la recherche

> MISSION P. 12
Une anthropologue au pays des robots

INNOVATION P. 14

Essilor voit plus loin avec le CNRS

PAROLE D'EXPERT P. 16

Les nations montent les marches
 Entretien avec Monique Dagnaud

JEUNES CHERCHEURS P. 17

L'étoile mystérieuse
 Portrait de Franck Selsis

L'ENQUÊTE P. 18

Les talents cachés de la chimie

- Une industrie qui fait peau neuve > 19
- La chimie s'invite au musée > 21
- Une chimie très en beauté > 22
- Des experts contre la fraude > 24
- Des matériaux nouvelle formule > 25
- Les sentinelles de l'environnement > 26

ZOOM P. 28

Sous la forêt, les pierres
 Quand les chercheurs volent au secours des temples d'Angkor

RENCONTRE AVEC P. 31

Tout feu tout flamme
 Portrait de Sébastien Candel

IN SITU P. 32

Paris, capitale mondiale des maths

HORIZON P. 36

La fibre optique
 Portrait de Valentina Emiliani

GUIDE P. 38

Le point sur les livres, les expos...



IN SITU > Paris, capitale mondiale des maths, p. 32

PRÉCISION

Pour compléter l'article consacré au satellite Herschel paru dans notre dernier numéro, notons que le Laboratoire d'astrophysique de Bordeaux (CNRS / Université Bordeaux-I) a participé à la conception de ses instruments de bord.

Parlons-en !
 Les grands débats proposés par le CNRS et la Mairie de Paris avec LeMonde.fr, Pour la Science et France Inter

Comment nourrir la planète ?
 mercredi 27 mai 2009 à 18h30

Sécurité ou vie privée : a-t-on le choix ?
 vendredi 29 mai 2009 à 18h30

15 rue de l'École de médecine, Paris 6^e - Métro Odéon
 Entrée libre. Informations sur www.cnrs.fr/lesgrandsdebats

MAIRIE DE PARIS
Le Monde.fr
SCIENCE
inter

Nouvelle direction pour les partenariats

À compter du mois de mai, Alain Laquière est nommé à la tête de la direction des partenariats, qui est chargée des relations du CNRS avec les établissements d'enseignement supérieur et de recherche, les collectivités territoriales et les autres organismes de recherche. Professeur de droit public et chercheur à l'université de la Sorbonne Nouvelle (Paris-III), il était également jusqu'ici directeur scientifique adjoint pour les SHS au CNRS. Il succède dans ses nouvelles fonctions à Maurice Gross.

Catherine Bréchnac à la tête du Haut Conseil des biotechnologies

Catherine Bréchnac est nommée à la présidence du Haut Conseil des Biotechnologies (HCB) pour un mandat de cinq ans. Instaurée par la loi relative aux OGM du 22 mai 2008 et étape majeure dans la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement, cette nouvelle instance aura pour mission d'éclairer les décisions des politiques et « d'encadrer le développement des biotechnologies, dans le respect absolu de la santé publique, de l'environnement et de l'économie française, notamment

agroalimentaire », précise Jean-Louis Borloo, ministre de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire. Le HCB sera composé d'un comité scientifique présidé par Jean-Christophe Pagès, professeur des universités et patricien hospitalier, et d'un comité économique, éthique et social, présidé par Christine Noiville, directrice de recherches au CNRS.

→ L'ÉVÉNEMENT

Sciences du vivant : huit grands acteurs s'allient

Le 8 avril dernier, le CNRS, l'Inserm, le CEA, l'Inra, l'Inria, l'IRD, l'Institut Pasteur et la Conférence des présidents d'université (CPU) ont annoncé la création de l'Alliance nationale pour les sciences de la vie et de la santé. Son but est de renforcer la position de la recherche française dans ce secteur – dans lequel la France se situe au 5^e rang mondial – par une programmation concertée.

Les huit signataires ont ainsi défini des objectifs communs, qu'ils soient scientifiques ou qu'ils portent sur les relations entre établissements, la gestion des laboratoires, la valorisation, les infrastructures de recherche, les plateformes technologiques ou encore la politique de coopération européenne ou internationale. Pour les mener à bien, dix Instituts thématiques multiorganismes (Itmo) sont créés¹. Ni opérateurs ni agences de moyens, ils auront pour rôle d'animer la réflexion stratégique au sein de leur communauté scientifique et de leur champ de recherche, en associant tous les chercheurs.

Au sein de l'Alliance nationale, la programmation scientifique et la coordination des actions seront assurées par un Conseil de coordination comprenant les directeurs des organismes membres, ainsi que ceux des dix Itmo et une représentation permanente de la Conférence des Présidents d'Université.



Signature de la convention de création de l'alliance, le 8 avril dernier.

1. Les Itmo couvrent les dix domaines suivants : bases moléculaires et structurales du vivant; biologie cellulaire, développement et évolution; génétique, génomique et bioinformatique; neurosciences, sciences cognitives, neurologie et psychiatrie; microbiologie et maladies infectieuses; cancer; circulation, métabolisme, nutrition; immunologie, hématologie, pneumologie; santé publique; technologies pour la santé.

> Plus d'infos : www2.cnrs.fr/presse/communiquel/1571.htm

MIKHAIL GROMOV REÇOIT LE PRIX ABEL

Le mathématicien Mikhail Gromov a été récompensé du prestigieux prix Abel 2009 pour ses contributions révolutionnaires à la géométrie. Russe naturalisé français en 1992, Mikhail Gromov est, depuis 1982, professeur permanent à l'Institut des hautes études scientifiques (IHÉS), en région parisienne, où il poursuit aujourd'hui ses travaux sur le développement de modèles géométriques du cœur, à l'interface entre les mathématiques et la biologie. Le prix Abel, équivalent du prix Nobel pour les mathématiques, lui a été décerné par l'Académie norvégienne des sciences et des lettres, qui reconnaît en lui un scientifique « remarquablement créatif ». Une récompense qui confirme la bonne santé des mathématiques en France (*lire aussi p. 32*).

> Pour en savoir plus sur l'IHÉS : www2.cnrs.fr/presse/journal/3843.htm

→ LE SUCCÈS SCIENTIFIQUE

La micrométéorite venue du froid

La toute première micrométéorite de type basaltique vient d'être identifiée par une équipe franco-américaine dirigée par Matthieu Gounelle, du Laboratoire de minéralogie et cosmochimie du Muséum (CNRS / MNHN), à Paris. Les chercheurs ont révélé la composition de ce fragment d'astéroïde de quelques microgrammes, découvert en Antarctique en 1994. Ainsi, les minéraux qui le constituent sont typiques des basaltes, des roches provenant de corps du système solaire assez évolués pour avoir enduré un volcanisme similaire à celui observé sur Terre. Cette micrométéorite fournit donc une des rares possibilités d'étudier la formation et l'évolution d'une croûte planétaire.

> www2.cnrs.fr/presse/communiquel/1572.htm

édito

Gilberte Chambaud

Directrice scientifique
Institut de chimie



© N. Tiget/CNRS Photothèque

La chimie, une des clés du futur

Il aura fallu des milliards d'années à la nature pour assembler les atomes dans des édifices complexes d'où est née la vie. Il aura fallu des dizaines de milliers d'années aux premiers humains pour apprivoiser la nature et commencer à transformer la matière : leur premier geste de chimiste est peut-être d'avoir cuit leur nourriture pour épargner leurs dents ; leur deuxième geste, fort et conscient, est sans doute d'avoir réussi à extraire un métal de son minerai pour façonner des outils, mais aussi des armes. Passant d'actions isolées à un travail communautaire, l'homme a peu à peu développé ses talents de créateur de matière nouvelle pour améliorer son quotidien. Il a produit le vin à partir du raisin, transformé le sable en verre, apprivoisé la couleur pour son expression artistique et, plus récemment, il a transformé le bois en papier.

Le grand bouleversement de la chimie intervient au XIX^e siècle. C'est l'épopée industrielle dans laquelle la chimie tient une place prépondérante en fournissant les nouveaux matériaux qui permettent de développer l'hygiène, les communications et le confort. On passe de l'empirisme et du mystère de l'alchimie à la compréhension, à l'analyse et à la prévision. On découvre que la matière est constituée d'un petit nombre d'atomes combinables à l'infini. La chimie devient alors une science qui fascine et envahit le quotidien. Elle devient source de progrès.

Aujourd'hui, la chimie est partout. Cette expression contient l'évidence de son utilité avec toutefois une nuance de reproche car on

la voit et on l'associe trop souvent aux risques, à la pollution, à la toxicité, moins souvent à la préservation de l'environnement, aux médicaments, à l'innovation. Pourtant, la chimie est une des clés du futur ! En réponse aux impératifs d'aujourd'hui et surtout aux attentes de demain, les acteurs de la chimie proposent des solutions aux enjeux planétaires liés à l'énergie et au changement climatique,

à l'eau et à l'alimentation, à l'accroissement démographique et à la santé, à la préservation des ressources et à l'environnement. Plus surprenant, elle permet aussi, comme le montre ce mois-ci l'enquête du *Journal du CNRS*, de mieux connaître notre patrimoine, de créer de nouveaux matériaux ou encore des produits cosmétiques plus naturels.

Source d'innovations, la chimie contribue fortement à l'amélioration de la qualité de la vie ; elle est aussi un moteur essentiel de développement économique et ce, dans tous les secteurs d'activité.

Au CNRS, l'Institut de chimie s'est donné pour mission d'être la référence nationale pour l'avancement des connaissances dans tous les domaines de la chimie allant des molécules aux matériaux et de tous leurs développements interdisciplinaires. Il structure la mutualisation au niveau national d'outils performants tels que les spectromètres de résonance magnétique nucléaire (RMN) à très hauts champs, le Service central d'analyse ou la chimiothèque nationale. Il initie et soutient des collaborations nationales et internationales basées sur l'excellence et la complémentarité. Ses activités sont menées en partenariat étroit avec les universités au sein de ses 141 laboratoires mixtes, dont 4 en partenariat avec l'Inserm, 5 avec le CEA et 9 avec l'industrie, auxquels s'ajoutent 12 unités propres de recherche. Le potentiel humain mobilisé autour de la recherche académique en chimie représente près de 7 500 personnes (dont la moitié environ au CNRS) avec 2 000 chercheurs, 3 000 enseignants-chercheurs et 2 500 personnels participant au support technique.

Pour accompagner la décision de l'ONU de proclamer 2011 « Année internationale de la chimie », tous les acteurs français de la chimie vont prochainement signer un texte d'alliance afin d'officialiser leur volonté d'agir ensemble.

SYSTÈMES

Quoi de neuf au Laas ?

Le plus gros laboratoire du CNRS est une référence mondiale dans plusieurs domaines de recherche, comme la robotique. Pour rester au sommet, le labo toulousain, qui a fêté ses 40 ans l'an dernier, s'est lancé de nouveaux défis.

Les chercheurs du Laas s'intéressent aux interactions de technologies miniaturisées avec les minuscules éléments du vivant. Application : le diagnostic médical, par exemple. Ici, topographie d'un macrophage humain vu à l'aide d'un microscope à force atomique.

En parallèle, le labo toulousain poursuit ses recherches en robotique. Ici, l'humanoïde HRP-2, capable, entre autres, de déplacer des objets encombrants.

Savez-vous qu'ici fut créé le premier laboratoire commun entre la recherche et l'industrie¹ ? Et que la première salle blanche² de recherche française fut construite ici, dès 1968 ? » Avant de faire découvrir les différentes structures de son laboratoire, Raja Chatila prend le temps de revenir sur les fondations de ce haut lieu de la recherche, où les découvertes se succèdent depuis 41 ans : l'homme est tout simplement à la tête du plus gros laboratoire propre au CNRS, une référence mondiale en matière d'informatique, d'automatique, de micro- et nanotechnologies, de robotique et d'intelligence artificielle.

Le Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes (Laas) trône discrètement au cœur du campus scientifique toulousain, mais redouble de sécurité : une caméra surveille les entrées et sorties. Et pour cause : ici, l'ensemble des 627 chercheurs, ingénieurs et techniciens innove sans cesse et comptabilise plus de 900 publications par an ! L'historique des plans des lieux affiché dans la salle de réunion de la direction en atteste, le laboratoire s'est agrandi au fil des besoins des dix-huit groupes de recherche. On y voit par exemple une nouvelle large zone dédiée à la « Centrale » : une infrastructure impressionnante et un véritable défi technologique, puisqu'elle abrite une salle blanche de 1 500 m² inaugurée en 2006 (lire l'encadré).

INTERAGIR AVEC LE VIVANT

Dans ce contexte dynamique, une question brûle les lèvres : quelles sont les nouvelles pistes explorées par le Laas ? Raja Chatila se hâte de répondre, ravi : « Il est temps d'approfondir nos savoirs en développant des axes

transversaux, notamment en se rapprochant des sciences du vivant avec lesquelles il y a de véritables échanges. » Et pour cause : les systèmes technologiques complexes se conçoivent aujourd'hui aux échelles micro- et nanométriques, celles auxquelles fonctionne le vivant, celles des molécules et des cellules. Ce qui ouvre tout un champ de nouvelles applications pour ces systèmes, allant du diagnostic de maladies aux thérapies.

Par exemple, le Laas s'attelle actuellement à un vaste chantier scientifique : la détection d'espèces biologiques (protéines, ADN, cellules mutantes...) pour permettre l'observation des interactions chimiques à très petite échelle et améliorer les diagnostics médicaux. Pour cela, l'équipe d'Aurélien Bancaud développe par exemple depuis un an des nanotubes bien particuliers : on peut y placer des brins d'ADN en cours de réplication et les étudier. Entre autres applications possibles : la détection des altérations de cette réplication lors de cancers.

Autre recherche dans les tiroirs du Laas : « D'ici à quelques années, de nouvelles familles de minuscules systèmes d'analyse verront le jour, utilisant les radiofréquences pour détecter les signatures de cellules ou de macromolécules. Ils permettront de repérer leur présence sans les détruire », prédit Anne-Marie Gué, coordinatrice du pôle « Micro- et nanosystèmes » (Minas). Elle enchaîne sur un autre exemple de travail en cours : « un projet de laboratoire sur puce qui serve à l'analyse des globules rouges de patients atteints de paludisme ». Ses travaux utilisent notamment les propriétés dites « diélectriques » des cellules placées dans un liquide : sous l'effet d'un champ électrique, elles se polarisent et se déplacent plus ou moins selon leurs propriétés et leur taille.

Constituer des objets artificiels en s'inspirant de la nature occupe de plus en plus les équipes du Laas. Des procédés génériques, homogènes et reproductibles par l'industrie sortent de la Centrale de technologie (lire l'encadré). Un projet en cours, mené par Christophe Vieu, tente ainsi de reconstruire les flagelles qui propulsent certaines bactéries, en combinant procédés artificiels et auto-assemblage naturel. Ces flagelles pourraient bien servir à propulser de façon ciblée des nanoparticules médicamenteuses.

Une chose est sûre : l'interaction avec les sciences du vivant a profondément changé l'approche des chercheurs toulousains : « Nous ne pouvons plus nous contenter de concevoir et de fabriquer des dispositifs techniques, conclut ainsi Anne-Marie Gué. Il faut penser nos travaux en amont avec des experts en neurosciences, en biologie ou encore en biochimie pour mieux comprendre les propriétés des processus moléculaires en jeu. Mais aussi mieux répondre aux enjeux d'utilité publique en matière de santé et d'interactions entre l'homme et la machine. »

ADREAM, UN PROGRAMME D'AVENIR

Un autre volet des nouveaux défis du Laas porte cette fois à 100 % sur les sciences et technologies de l'information et de la communication, en particulier sur tout type d'appareil destiné à être déplacé. Depuis plus de deux ans, émerge ainsi un programme expérimental transversal totalement inédit : « Architectures dynamiques reconfigurables de systèmes embarqués, autonomes et mobiles » (Adream). Quelques explications s'imposent. « Il va s'agir d'un laboratoire rempli de capteurs, d'émetteurs Wi-fi, de caméras et de cloisons interchangeable, explique Jean Arlat, coordinateur du pôle « Systèmes informatiques critiques » (Sinc). Ce dispositif est destiné à améliorer la mobilité des technologies communicantes miniatures, qu'elles soient portées par le quidam dans la vie quotidienne ou fixées sur des robots mobiles. L'étude de leur autonomie sera aussi un axe fort, car aujourd'hui les systèmes doivent être en mesure d'évoluer dans un espace inconnu, de prendre des

décisions, et de réagir en cas de problème (erreur de logiciel, malveillance...). » Pour mener à bien la dizaine de projets identifiés dans ce programme coordonné par Michel Diaz, les scientifiques disposeront d'un bâtiment de 1 200 mètres carrés³, aux cloisons amovibles pour varier les terrains d'émission, dont la première pierre sera posée en 2010.

Dans ce laboratoire, parmi les projets liés à ce que l'on commence à appeler les systèmes d'« intelligence ambiante », Fil et Binaur auront pour but d'améliorer la localisation en temps réel de personnes en mouvement par la méthode dite de triangulation (selon trois points de réception). Le premier de ces projets en intérieur, le second en extérieur.

Également dans le cadre d'Adream, le partenariat européen naissant « Feel@home », avec France Télécom, vise la mise en place de connexions sécurisées pour le partage de données (photos, films...) qui assurent à la fois une sécurité pour l'ordinateur et en même temps, originalité, une impossibilité totale de retrouver votre trace. Avec ce système aussi bien destiné au grand public qu'aux professionnels, vous pourrez ainsi vous identifier sans qu'un « cracker » – un pirate informatique – puisse remonter aux identifiants de votre ordinateur.

Quitte à innover, Adream ne s'arrêtera pas là, puisque le bâtiment sera équipé du toit aux murs de capteurs photovoltaïques, complétés par des systèmes géothermiques. L'occasion était trop belle de profiter de ce nouveau lieu pour chercher en parallèle à étudier de nouveaux systèmes assurant une conversion et une gestion de l'énergie électrique optimale !

Aude Olivier

1. Mirgas (« Mixed Research Group on Automotive Systems »), créé en 1991 entre Siemens Automotive et le CNRS (Laas, LEEI et IMFT) sur différentes problématiques liées à l'automobile.
2. Salle répondant à des conditions d'hygiène précises (nombre de particules de poussière par mètre cube, température, humidité...)
3. Financé par le contrat de projet État-Région (CPER) Midi-Pyrénées.

Tests d'un capteur chauffant à base d'oxyde semi-conducteur pour la détection des gaz (pollution, fuites...).



Autre sujet majeur du Laas, les systèmes de communication mobiles, pour les robots... ou pour les hommes. Un des grands défis est de les rendre toujours plus autonomes, même dans des situations inconnues.

CONTACTS

Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes, Toulouse

- Raja Chatila, raja.chatila@laas.fr
- Anne-Marie Gué, anne-marie.gue@laas.fr
- Jean Arlat, jean.arlat@laas.fr
- Michel Diaz, michel.diaz@laas.fr

À LA POINTE DE LA TECHNOLOGIE

« Depuis trois ans, nous avons changé d'échelle de travail », explique Hugues Granier, ingénieur de recherche de la nouvelle plateforme du Laas – dont la dernière extension s'est ouverte en 2007. Il faut dire qu'elle regroupe sur 1 500 m² de salle blanche tous les équipements utiles à la conception, à la mise au point et à la caractérisation de composants microélectroniques, optoélectroniques, ainsi que de micro- et nanosystèmes ! Ce qui permet à la France de répondre efficacement aux

besoins de la recherche, académique ou privée, sur des systèmes pour la biologie, la santé et l'environnement. Ainsi, cette Centrale de technologie possède des équipements de type industriel (gravure plasma, lithographie par projection, etc.) « qui permettent de démontrer en direct à nos partenaires qu'il est possible de reproduire nos prototypes », explique Hugues Granier. Le premier « stepper » – un appareil capable de reproduire des motifs sur un substrat – académique et les moyens plus classiques de photolithographie permettent ainsi de descendre jusqu'au nanomètre. Quelques appareils

alternatifs à « bas coût » (sérigraphie, machines à jet d'encre, etc.) sont aussi là pour réaliser des dépôts de nouveaux matériaux. D'autres acquisitions sont en cours via le plan de financement du réseau de centrales RTB¹ : un bâti d'épitaxie par jets moléculaires², un four rapide à 1 800°C...
A.O.

1. Réseau de sept centrales de technologies du programme national « Recherche technologique de base »
2. Ce procédé permet de déposer sur un substrat différentes couches successives de molécules.

Contact : Hugues Granier, hugues.granier@laas.fr

La grande salle blanche du Laas abrite le nec plus ultra des équipements pour la conception de minuscules systèmes.

CLIMAT

Le brouillard se dissipe sur l'Europe

Ces trente dernières années, les émissions de dioxyde de soufre dans l'atmosphère ont énormément baissé en Europe. Conséquence : les épisodes de brumes et de brouillard se sont raréfiés... ce qui, selon des chercheurs, aurait aggravé le réchauffement climatique.

C'est un phénomène communément observé mais qui n'avait pas encore été étudié à grande échelle : le déclin manifeste des épisodes de brumes et de brouillards en Europe depuis une trentaine d'années. Robert Vautard, Pascal Yiou, chercheurs au Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE)¹, à Gif-sur-Yvette, et Geert Jan Van Oldenborgh, météorologue néerlandais, ont comblé cette lacune. Et leur recherche, dont les résultats ont été publiés dans *Nature Geoscience*² en janvier dernier, apporte un éclairage essentiel : ce recul des brumes et brouillards aurait contribué de manière significative au réchauffement climatique en Europe !

Pour les chercheurs, le matériau ne manquait pas : recueillies pour des raisons de sécurité, heure par heure, jour après jour, dans les aérodromes du monde entier et ce, depuis des décennies, les données sur ce que l'on appelle la « visibilité horizontale » existaient. Restait à les rassembler, à les analyser et à les passer au crible de modèles statistiques. Les chercheurs ont ainsi pu dresser ce constat sans appel : depuis les années 1970, sur l'ensemble du continent européen, le nombre de jours de brumes (des brumes légères aux plus épais brouillards) a diminué de moitié. À noter toutefois une disparité géographique : l'ampleur du phénomène est plus importante en Europe de l'Est qu'à l'Ouest du continent.

Et si cette diminution expliquait en partie le réchauffement exceptionnel de 0,5 °C par décennie observé en Europe depuis trente ans, deux fois plus fort qu'en moyenne sur tous les continents ? C'est là l'hypothèse formulée par Robert Vautard et ses collaborateurs. En effet, lorsque la visibilité est faible, le rayonnement solaire au sol est moins fort et les températures diminuent. Les modélisations statistiques des scientifiques leur ont ainsi permis d'estimer que la diminution des épisodes de brumes et de brouillards contribuait de 10 % à 20 % au réchauffement diurne en moyenne sur l'Europe et selon la saison, et jusqu'à 50 % en Europe de l'Est en hiver.

Mais au fait... comment expliquer ce recul des brumes et brouillards ? Par une autre diminu-

tion, répondent les chercheurs : celle des émissions de dioxyde de soufre. Issues notamment de la combustion du charbon et du pétrole, polluantes pour l'atmosphère et potentiellement toxiques pour les êtres vivants, elles font aussi partie des antagonistes des gaz à effet de serre : contrairement à ces derniers, elles renvoient une partie des rayonnements solaires vers l'espace – c'est l'effet albedo – et peuvent donc s'enorgueillir d'un effet rafraîchissant sur l'atmosphère. Quoi qu'il en soit, les émissions de dioxyde de soufre entraînent la présence de particules en suspension dans l'air (on parle d'« aérosols ») : les sulfates. Or de telles particules atmosphériques constituent des noyaux de condensation sur lesquels se forment les gouttelettes d'eau. En théorie, moins de pollution « particulaire » entraîne donc moins de brouillard... Et dans les faits ? Les émissions de dioxyde de soufre ont vu leur quantité diminuer, en France, d'un facteur dix en trente ans, grâce notamment à une moindre utilisation du char-

bon pour le chauffage, à l'application de filtres sur les cheminées, ainsi qu'à la mise sur le marché de combustibles de meilleure qualité. En comparant spatialement la diminution des phénomènes de brumes et de brouillards observés depuis une trentaine d'années et celle des émissions de dioxyde de soufre, les chercheurs ont confirmé le lien entre les deux phénomènes. Mais la diminution des émissions de dioxyde de soufre et des épisodes de faible visibilité en résultant tendrait à se stabiliser, en raison du faible effet du peu d'émissions soufrées encore présentes. Conséquence : avec des brumes et brouillards moindres mais encore présents, le réchauffement climatique devrait se limiter en Europe à celui dû aux gaz à effet de serre pour les décennies à venir. Affaire à suivre...

Lætitia Brunet

1. Laboratoire CNRS / CEA / Université Versailles-Saint-Quentin.
2. *Nature Geoscience*, Letters, publié en ligne le 18 janvier 2009.



La fréquence des brumes et brouillards, ici sur le pont Erasmus, à Rotterdam, a décliné de moitié au cours des 30 dernières années en Europe.

CONTACT

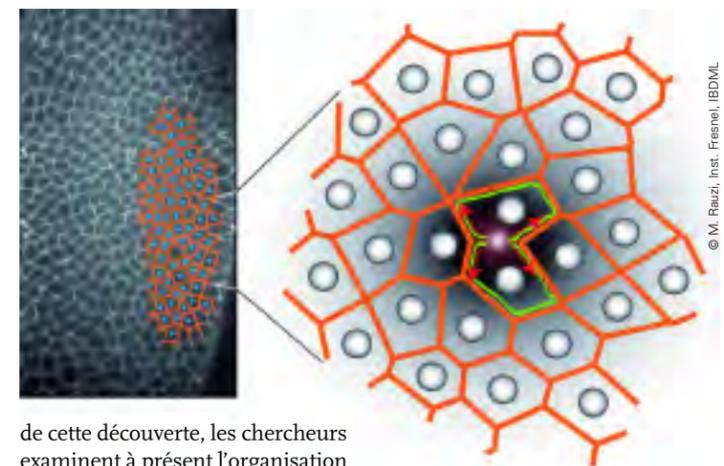
→ **Robert Vautard**
Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE), Gif-sur-Yvette
robert.vautard@lsce.ipsl.fr

BIOMÉCANIQUE

Les cellules roulent des mécaniques

La vie d'une cellule n'est pas uniquement régie par la biochimie et la génétique. La mécanique a aussi son mot à dire. Une équipe de physiciens de l'Institut Fresnel¹, à Marseille, et de biologistes de l'Institut de biologie du développement de Marseille-Luminy (IBDML)² vient de le prouver en levant le voile sur les subtils processus qui permettent aux tissus de s'allonger lors du développement de l'embryon³. Tout est alors affaire de forces, de poussées et de tractions. Bref, de mouvement... Voyons de plus près. Aussi sphériques que des bulles de savon quand elles se trouvent seules en suspension, les cellules, dans un tissu, adhèrent les unes aux autres en adoptant des formes régulières hexagonales, semblables à celles observées dans les alvéoles des ruches d'abeilles. Mais que se passe-t-il pour elles quand, dans les toutes premières heures de la vie embryonnaire, le tissu qu'elles constituent vient à s'allonger ?

Grâce à un système de nanodissection – un laser à impulsions très courtes capable de rompre les parois entre les cellules – et à des modèles mathématiques, les équipes de Pierre-François Lenne⁴ et de Thomas Lecuit ont trouvé la réponse chez la drosophile. Elles sont parvenues à montrer que des générateurs de forces, émanant des cellules elles-mêmes, agissent localement aux interfaces de certaines d'entre elles. En clair, tout se passe comme si la cellule, cerclée d'un élastique épais – des filaments d'une molécule appelée actine –, activait un petit moteur – la myosine-II – capable de tirer, localement, l'élastique en question. Conséquence : des tensions apparaissent à la surface de la cellule, qui finit par rompre le contact avec une ou plusieurs de ses voisines. Alors libre de s'accrocher à d'autres, elle s'étire et change de place. Synchronisé à l'échelle de plusieurs cellules, ce processus de réarrangement concourt ainsi à l'élongation de l'ensemble du tissu. Forts



de cette découverte, les chercheurs examinent à présent l'organisation fine et la dynamique de ces générateurs de force, susceptibles d'être à l'origine d'autres mouvements cellulaires dans les tissus...

Lætitia Brunet

1. Institut CNRS / Université Aix-Marseille-I et III / Centrale Marseille.
2. Institut CNRS / Université Aix-Marseille-II.
3. Résultat publié dans *Nature Cell Biology*.
4. Pierre-François Lenne dirige désormais une équipe de l'IBDML.

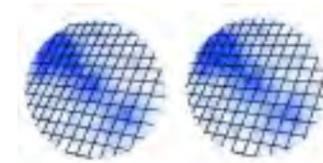
CONTACT

→ **Pierre François Lenne**
Institut de biologie du développement de Marseille Luminy (IBDML)
pf.lenne@fresnel.fr

PERCEPTION

La vision au peigne fin

Où se posent exactement nos yeux lorsque nous explorons du regard une scène en trois dimensions ? D'abord sur le point qui semble le plus éloigné, révèlent aujourd'hui Mark Wexler, du Laboratoire « Psychologie de la perception » (LPP)¹, et Nizar Ouarti, du Laboratoire de physiologie de la perception et de l'action², à Paris. Les deux chercheurs viennent en effet de démontrer que les déplacements spontanés du regard dépendent en fait de l'orientation tridimensionnelle de la scène et suivent une règle très précise. Pour voir clairement, les yeux ne restent pas fixes. Ils se déplacent par petites saccades imperceptibles d'environ un vingtième de seconde. À cela, une raison simple : l'objet que l'on regarde doit continuelle-



Ces images permettent de voir le relief par leur superposition. Elles montrent que dans la vision 3D, la zone où l'œil se pose le plus (en noir) est la plus éloignée.

ment être au centre du champ visuel pour être net. C'est en effet là que la rétine a le plus de capteurs de lumière et que les détails les plus fins peuvent être perçus, l'image devenant de plus en plus floue lorsqu'on s'en éloigne. Pour s'en convaincre, il suffit d'essayer de lire un texte en fixant le regard légèrement à côté. Tout bonnement impossible. La vision n'est alors rien

d'autre qu'une succession rapide de mouvements oculaires. Des mouvements étudiés depuis de nombreuses années, mais presque exclusivement dans deux dimensions. Et la troisième, la profondeur ? Est-elle aussi explorée par les saccades oculaires ? C'est ce qu'ont voulu déterminer Mark Wexler et Nizar Ouarti. « Nous sommes sortis du cadre de la 2D pour étudier s'il était possible de prédire le mouvement des yeux face à une image en trois dimensions », indique Mark Wexler. Pour cela, les chercheurs ont enregistré les mouvements des yeux de personnes à qui ils ont demandé d'observer des surfaces faites de lignes ou de croix, l'angle des lignes ou la densité des croix simulant une inclinaison en trois dimensions. Résultat : la première saccade qui a lieu

juste après l'apparition de l'image va presque systématiquement en arrière, vers le point qui semble le plus éloigné. Ensuite, les autres saccades suivent cet axe de profondeur, dans les deux sens.

La découverte de ce processus permettra désormais de mieux comprendre et évaluer la vision tridimensionnelle, en particulier chez ceux qui ne peuvent pas s'exprimer, comme les bébés ou les animaux.

Marine Cygler

1. Laboratoire CNRS / Université Paris Descartes.
2. Laboratoire CNRS / Collège de France.

CONTACT

→ **Mark Wexler**
Laboratoire « Psychologie de la perception » (LPP), Paris
mark.wexler@parisdescartes.fr

BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

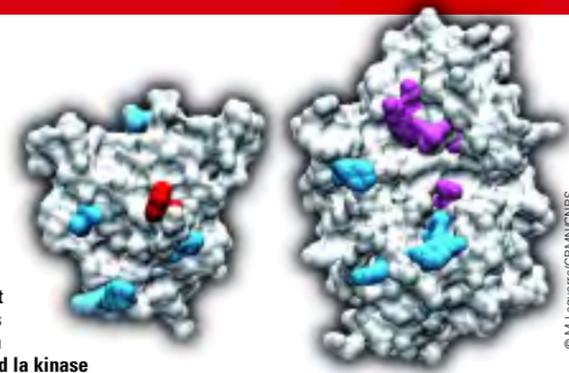
Une clé de plus dans la lutte contre les cancers

Il y a dans l'organisme une myriade de petites molécules dont le rôle – réguler l'activité des cellules – est primordial. Appelées kinases, elles sont notamment impliquées dans la multiplication cellulaire. Alors quand elles dérangent, les conséquences peuvent être désastreuses, avec par exemple l'apparition de cancers. Une équipe de l'Institut européen de chimie et biologie (IECB)¹, à Bordeaux, en collaboration avec des chercheurs britanniques², s'est intéressée à leur mode de fonctionnement et en révèle aujourd'hui l'extrême complexité³. Plus précisément, les chercheurs se sont focalisés sur la kinase pKB, connue pour son implication dans de nombreux cancers. Après plus

de deux ans de travaux, ils ont réussi à disséquer toutes les étapes de son processus d'activation. « Il y a quatre niveaux de sécurité à franchir dans un ordre précis pour arriver à l'activation ou à la désactivation définitive de la kinase », explique Michel Laguerre, de l'IECB. Un tel mécanisme est en quelque sorte un système de sécurité naturel visant à limiter une activation ou une désactivation intempestive, à l'origine des processus classiques de cancérisation. Mais il y a aussi un revers à la médaille. Car le dysfonctionnement d'un seul niveau de sécurité peut parfois, lui aussi, entraîner un cancer. Et selon l'étape à laquelle intervient la dérégulation, un type de cancer particulier se développera. Grâce à cette découverte, les cher-

Les kinases sont impliquées dans la multiplication cellulaire. Quand la kinase pKB se referme grâce à la complémentarité de régions (en bleu), la zone catalytique (en mauve) est masquée et la kinase devient inactive.

cheurs espèrent ouvrir le champ à une thérapeutique « microciblée » qui pourra intervenir sur l'une des étapes clés selon la kinase impliquée, et selon la pathologie. En effet, les traitements actuels ne ciblent pas spécifiquement la fautive et ils ont tendance à perturber d'autres kinases qui, elles, fonctionnent normalement. Mais Michel Laguerre tempère : « Il s'agit certes d'une avancée, mais nous avons mis deux années à comprendre le fonctionnement d'une



© M. Laguerre/CBMN/CNRS

seule kinase. Or, il en reste encore 517 à étudier ! » Un travail de longue haleine les attend donc.

Nadia Daki

1. Groupement d'intérêt scientifique CNRS / Inserm / Universités Bordeaux-I et II.
2. Collaboration entre le laboratoire « Chimie et biologie des membranes et des nanoobjets » (CBMN, CNRS / Enita / Université Bordeaux-I) et l'équipe de Cell Biophysics Laboratory au Cancer Institute de Londres.
3. Ces travaux ont été publiés en début d'année dans la revue *Plos Biology*.

CONTACT

→ Michel Laguerre
Institut européen de chimie et biologie,
Talence
m.laguerre@iecb.u-bordeaux.fr

CLIMAT

Quand la Terre de feu souffle le chaud et le froid

La dérive des continents peut-elle avoir des conséquences sur le climat de la planète ? Possible... Une équipe franco-chilienne, menée par Yves Lagabrielle, chercheur CNRS du laboratoire « Géosciences Montpellier »¹, est en effet parvenue à relier des événements géologiques à des changements climatiques. Pour cela, elle s'est penchée sur l'histoire du passage de Drake, qui sépare la Terre de feu, à la pointe du continent sud-américain, et l'Antarctique. À travers ce détroit, large de seulement 640 km, passe l'un des plus grands courants marins : le courant circumpolaire antarctique. « Il s'agit d'un courant froid dont le débit est supérieur à celui de tous les fleuves de la Terre réunis, rappelle Yves Lagabrielle. Il forme un anneau continu autour de l'Antarctique qui l'isole des

eaux chaudes venues de l'équateur. » Ceci a pour effet de maintenir la calotte polaire et de refroidir le climat global. Or, l'histoire géologique du passage de Drake n'est pas un long fleuve tranquille. Les chercheurs ont montré, dans un article de synthèse publié dans *Earth and Planetary Science Letters*², que l'élargissement du passage de Drake n'a pas été le mouvement continu que l'on imaginait. En effet, après s'être ouvert il y a environ 50 millions d'années, celui-ci a commencé à se rétrécir il y a 29 millions d'années. Ce mouvement, qui a duré 7 millions d'années, a pratiquement refermé le détroit. Et c'est peut-être bien à cette fermeture, qui a coupé la course du courant circumpolaire antarctique, que l'on doit certaines indications

des enregistrements paléoclimatiques. Comme le soulignent les chercheurs, il y a 26 millions d'années, la Terre a connu un fort réchauffement climatique qui a duré 11 millions d'années. Mais il y a plus : il y a 15 millions d'années, lorsque le jeu de la tectonique des plaques a rouvert le passage de Drake, la Terre s'est à nouveau nettement refroidie et l'Antarctique a retrouvé son épaisse calotte glaciaire. Deux coïncidences qui n'en sont peut-être pas ! « Ces travaux nous ont permis de mettre en lumière une corrélation entre la fermeture du passage de Drake et des changements climatiques. Mais nous voulons rester prudents : il reste encore beaucoup de recherches à faire pour transformer cette corrélation en lien de causalité », tempère Yves Lagabrielle. Par ailleurs, ces travaux devraient

servir pour améliorer les modèles paléoclimatiques qui tentent de décrire l'évolution du climat tout au long de l'ère Tertiaire. « Ces modèles ne prennent pas en compte la dérive des continents. De plus, leur résolution est assez basse. Or, comme nous le montrons, une toute petite région comme le passage de Drake pourrait peser énormément dans l'équation climatique. »

Sebastián Escalón

1. Laboratoire CNRS / Université Montpellier-II.
2. "The tectonic history of Drake Passage and its possible impacts on global climate", *Earth and Planetary Science Letters*, 30 mars 2009.

CONTACT

→ Yves Lagabrielle
Laboratoire « Géosciences
Montpellier »
yves.lagabrielle@univ-montp2.fr

MATÉRIAUX

Plus solide que le diamant

Aussi dur et plus résistant à la chaleur et à l'oxydation que le diamant... Voici le carbure de bore cubique, un nouveau matériau mis au point par les chercheurs du CNRS.



La dureté du diamant est légendaire. Pourtant, un nouveau matériau pourrait venir sérieusement lui faire de l'ombre dans les années qui viennent. Mis au point par des chercheurs du Laboratoire des propriétés mécaniques et thermodynamiques des matériaux (LPMTM) du CNRS, à Villeneuve, ce composé, qui répond au nom de carbure de bore cubique, est presque aussi dur que le diamant et a sur celui-ci l'avantage d'être plus résistant à la chaleur et à l'oxydation¹. Un atout majeur qui pourrait lui permettre de s'imposer rapidement dans l'industrie. « Prenez l'usinage de l'acier, explique Vladimir Solozhenko, à la tête de l'équipe du LPMTM. Découper et percer nécessitent un matériau capable d'endurer des

fortes températures et qui ne réagisse pas chimiquement avec le métal. Notre invention serait parfaite dans cette tâche. »

Quelle est la recette de ce composé miracle ? Pour le fabriquer, nos chercheurs ont eu l'idée d'ajouter à la structure du diamant des atomes de bore. En effet, cet élément est connu des chimistes pour être très stable thermiquement et chimiquement. D'autres équipes avaient déjà tenté ce rapprochement entre le diamant et le bore, mais sans succès. La solution ? « Utiliser un précurseur² du diamant, le graphite [celui-là même qui compose la mine des crayons à papier], le mélanger au niveau atomique avec le bore et exposer le tout à très haute température et à très haute pression », explique Vladimir Solozhenko. Pour obtenir de telles conditions, un simple four ne suffit pas. L'équipe place la poudre de graphite et de bore dans un équipement, appelé cellule à enclumes, qui comprime l'échantillon pendant qu'un laser fait monter sa température. Grâce aux images en rayons X obtenues au synchrotron de Grenoble, les chercheurs ont même pu contrôler en temps réel comment réagissait la structure de l'échantillon. Et à 2 000 °C, pour une pression 250 000 fois supérieure à celle de l'atmo-

sphère, ils ont enfin obtenu ce qu'ils attendaient. Particulièrement prometteur, le nouveau composé a fait immédiatement l'objet d'un brevet de la part de nos chimistes. Il faut dire que leur protégé multiplie les vertus : ainsi, il s'avère être également un excellent conducteur électrique. D'après ses inventeurs, il pourrait trouver des applications dans la microélectronique, qui soumet les composants à des températures toujours plus élevées pour générer plus de puissance. Seule ombre au tableau : son prix. « Pour le fabriquer, il faut en effet utiliser un dispositif encore relativement coûteux », explique le chercheur. Mais les promesses de ce nouveau venu sont telles que les industriels finiront forcément par l'adopter.

Pierre Mira

1. Travaux publiés dans *Physical Review Letters* du 9 janvier 2009.
2. Matériau à partir duquel on en obtient d'autres après transformation.

CONTACT

→ Vladimir Solozhenko
Laboratoire des propriétés
mécaniques et thermodynamiques
des matériaux (LPMTM), Villeneuve
vls@lpmtm.univ-paris13.fr

BREVE

La diversité génétique se dévoile

Une équipe de l'Institut de génétique humaine (IGH)¹ de Montpellier vient de localiser l'un des chefs d'orchestre du mécanisme de « recombinaison » chez la souris. De quoi s'agit-il ? Lorsque les cellules germinales se divisent pour créer les gamètes – spermatozoïdes et ovules –, leurs chromosomes (ici, en vert) – qui portent l'information génétique – se rapprochent, le temps de s'échanger des fragments entiers d'ADN contenant des dizaines voire des centaines de gènes, pour ensuite se séparer. Cette recombinaison (dont les sites sont visibles en rouge) favorise la diversité génétique puisqu'il en résulte des chromosomes hybrides, nouveaux et uniques. Selon Bernard de Massy et ses collègues, le gène responsable de ces chambardements se trouve dans une petite région du chromosome 17.

Prochaine étape : l'identifier et le relier à ses complices, d'autres gènes déjà connus pour intervenir dans le dessin de la carte génétique.

L.B.

1. Institut CNRS / Université de Montpellier-I et II.

→ Contact : Bernard de Massy,
bernard.de-massy@igh.cnrs.fr

BIOMÉCANIQUE**Sur le bout des doigts...**

Évaluer la finesse d'une étoffe, débusquer les minuscules aspérités d'un mur fraîchement repeint, ou éviter qu'un précieux vase en cristal nous glisse des mains, tel serait le rôle insoupçonné de nos empreintes digitales. L'équipe de Georges Debrégeas et Alexis Prevost, du Laboratoire de physique statistique de l'ENS (LPS)¹, à Paris, vient de publier en janvier une étude à ce sujet dans le magazine *Science*². « Passer nos doigts sur un objet crée des vibrations à la surface de la peau », explique Georges Debrégeas. Nous savions déjà que ce sont ces vibrations qui permettent de sentir les structures fines de moins de 200 micromètres³, soit environ deux fois le diamètre d'un cheveu⁴, poursuit-il. Ces vibrations informent certaines cellules nerveuses dites « mécanoréceptrices », situées dans le derme, des contraintes qui s'exercent à chaque instant à la surface de la peau. Et c'est d'ailleurs ainsi que, lorsque nous soulevons un objet, le moindre glissement est immédiatement détecté et conduit à un accroissement de la pression exercée par les doigts. Mais on ignorait que les empreintes digitales jouent sans doute un rôle capital dans ce processus en amplifiant certaines de ces vibrations... Pour le montrer, l'équipe de l'ENS a tout bonnement construit un « doigt artificiel ». La cellule mécanoréceptrice y est remplacée par un micro-capteur⁴, une sorte de joystick en silicium, d'une taille de l'ordre du millimètre, capable de mesurer les forces qu'il subit dans les différentes directions. Ce capteur est recouvert d'une « peau » en caoutchouc dont la surface présente de fins sillons imitant nos empreintes digitales. Ce « doigt artificiel » est ensuite frotté contre une lame de verre rugueuse, exactement comme lorsque nous passons nos doigts sur une surface pour en évaluer les propriétés. « Bien entendu, nous avons également réalisé l'expérience avec une « peau » artificielle parfaitement lisse, c'est-à-dire « sans empreintes

digitales », pour évaluer la contribution de ces dernières dans la perception tactile », précise Georges Debrégeas. Alors, comment réagissent les deux types de peau ? Les signaux mesurés par les capteurs sont sans appel. Avec la peau dotée « d'empreintes digitales », de grandes oscillations se superposent aux vibrations. Oscillations qui n'apparaissent pas avec la peau lisse. En fin de compte, les empreintes digitales amplifient les vibrations presque d'un facteur 100 autour d'une fréquence particulière ! Reste maintenant à faire le lien avec nos propres doigts et nos cellules... Les chercheurs supposent en effet qu'une telle amplification du signal rend plus aisée sa détection par les cellules mécanoréceptrices de la peau. « On sait depuis une dizaine d'années que ce sont les corpuscules de Pacini, les mécanorécepteurs situés le plus profondément dans la peau, qui sont responsables de la perception tactile des textures très fines. Et nous essayons donc à présent de montrer que l'amplification des vibrations de la peau par les empreintes digitales augmente leurs performances », conclut l'équipe de chercheurs. D'ici là, leur résultat de recherche fondamentale pourrait permettre d'améliorer considérablement la sensibilité des mains de robots humanoïdes en les dotant, eux aussi... d'empreintes digitales !

Charline Zeitoun

1. Laboratoire CNRS / École normale supérieure Paris / Universités Paris-VI et VII.
2. Du 29 janvier 2009.
3. 1 micromètre = 10⁻⁶ mètre.
4. Capteur de force de type MemS (Micro-Electro-Mechanical System), fabriqué par le Leti/CEA de Grenoble.

CONTACTS

Laboratoire de physique statistique de l'ENS, Paris

- **Georges Debrégeas**
georges.debrégeas@lps.ens.fr,
- **Alexis Prevost**
alexis.prevost@lps.ens.fr

BRÈVE**Un pilotage au doigt et au sel**

Comment diriger des microparticules en solution dans un fluide ? Avec une pincée de sel, ont répondu récemment dans la revue *Nature Materials* les physiciens du Laboratoire de physique de la matière condensée et nanostructures (LPMCN, CNRS / Université Lyon-I) et de l'unité Gulliver (CNRS / ESPCI Paris). Ils ont piloté la migration de particules, leur vitesse et leur direction, uniquement par l'intermédiaire de différences de salinité entre le fluide porteur et un fluide externe en contact avec lui. Alliés à une description théorique du phénomène, ces travaux promettent des applications notamment pour les fameux « laboratoires sur puce », des appareils pour l'analyse biologique ultraperformants et ultraminiaturisés.

> www.cnrs.fr/inp/spip.php?article209

SOCIÉTÉ**Une anthropologie au pays des robots**

Spécialiste de l'hôpital, l'anthropologue Marie-Christine Pouchelle observe les jeux de pouvoir liés à l'introduction de la chirurgie robotique dans les blocs opératoires. Elle part en mai au Japon, pour étudier la question au royaume des robots.

L'utilisation de la robotique pour la chirurgie ? Une solution d'avenir, incontestablement... mais aussi une source de crispation potentielle chez les chirurgiens. Tel est le constat que dressait en 2007 Marie-Christine Pouchelle, anthropologue, après avoir observé l'introduction de la



Gros plan sur les instruments opératoires (en haut) guidés sur un patient par l'intermédiaire de manettes (ci-dessus) que manipule un chirurgien.

Ci-contre, une salle d'opération où le chirurgien installé à une console (à gauche de la photo) visualise l'opération sur un écran et déplace les manettes qui dirigent les instruments chirurgicaux.

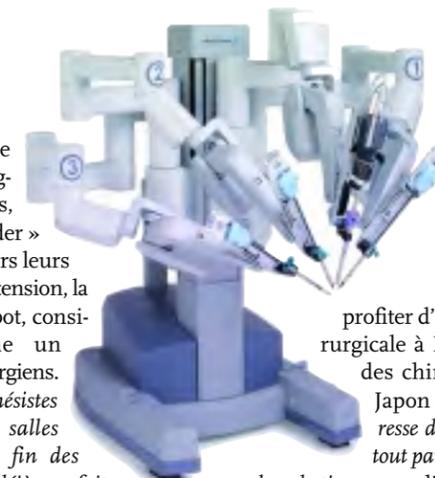


chirurgie robotique dans le bloc opératoire d'un grand centre hospitalier parisien. Les causes de ce malaise ressenti par certains chirurgiens : un bouleversement des pratiques qui privilégie désormais la vue au détriment du toucher, ou encore une atteinte à leur aura dans la salle d'opération. Forte de ce constat franco-français, la directrice de recherche CNRS de l'Institut interdisciplinaire d'anthropologie du contemporain¹ part en mai au Japon observer les comportements des chirurgiens nippons vis-à-vis de la robotique. Et comparer leurs perceptions avec celles de leurs confrères français.

Avec la chirurgie robotique, le praticien se retrouve aux manettes de bras articulés qui lui permettent de s'introduire dans le corps du patient et d'opérer à distance. Elle présente bien des avantages : l'ouverture pratiquée dans la peau étant réduite par rapport à une opération standard, les risques de contamination de microbes sont faibles et la cicatrisation de la plaie est rapide, d'où une réduction du temps d'hospitalisation post-opératoire. En outre, l'assistance informatique propose un meilleur champ visuel et élimine tout tremblement. Et pourtant, comme Marie-Christine Pouchelle l'a observé en France, la chirurgie robotique n'est pas toujours une panacée pour les chirurgiens. Première source du malaise ressenti par les spécialistes : le remplacement du toucher par la visualisation sur écran. Éliminer

le sens tactile entraîne une gêne sur le plan cognitif pour les chirurgiens, habitués à « appréhender » le corps humain à travers leurs doigts. Autre source de tension, la présence même du robot, considéré parfois comme un concurrent par les chirurgiens. « L'introduction d'anesthésistes professionnels dans les salles d'opération, depuis la fin des années 1940, ne s'était déjà pas faite sans conflits de pouvoir », raconte Marie-Christine Pouchelle. Ajoutez à cela d'autres facteurs comme l'importance grandissante des droits accordés aux patients : le pouvoir chirurgical se sent amoindri par rapport à ce qu'il pouvait être il y a vingt ou trente ans. La robotique peut alors être vécue comme une atteinte de plus à l'aura des chirurgiens, bien que certains praticiens en aient fait au contraire un outil de valorisation, assumant une position de chef d'orchestre. »

Au Japon, la chirurgie robotique met-elle à l'œuvre les mêmes forces ? Pour y répondre, Marie-Christine Pouchelle mènera ses observations dans deux centres hospitaliers adeptes des technologies de pointe, le Kamada Medical Center, à Kamogawa City, et le Tokyo Women's Hospital, situé dans la capitale. Elle compte également



Ce robot est équipé des différents instruments chirurgicaux qui effectueront l'acte opératoire commandés à distance par un chirurgien. Un outil ultrasophistiqué, mais pas toujours bien accepté par les professionnels.

profiter d'un congrès de robotique chirurgicale à Kobe pour sonder l'opinion des chirurgiens. Mais pourquoi le Japon ? « L'Extrême-Orient m'intéresse depuis toujours. Mais c'est surtout parce que c'est le pays d'élection de

la robotique », explique-t-elle. La chercheuse y a déjà effectué une première mission en 2007. Elle en est revenue stupéfaite : au pays du chien Aibo et des robots humanoïdes autonomes capables de marcher, l'usage de la chirurgie robotique n'en est qu'au stade embryonnaire. Tandis que la France dispose de vingt robots utilisés en routine dans les hôpitaux, le Japon n'en possède que quatre, employés de façon expérimentale. Une autorisation de mise sur le marché d'un robot chirurgien est en attente depuis sept ans. Alors, pourquoi le pays accumule-t-il un tel retard ? Est-ce en raison de questions purement administratives ou bien des réticences cachées existent-elles ? Autant de questions auxquelles tentera de répondre Marie-Christine Pouchelle. Qui, lors de son voyage, observera également les pratiques chirurgicales sous l'angle culturel. Car là-bas plus qu'ailleurs, culture et usage de la robotique seraient intimement liés, comme l'illustre le robot japonais Myspoon. Aide mécanique aux handicapés, il s'agit en fait d'un bras articulé qui porte la nourriture à la bouche. Compte tenu des codes qui régissent strictement les relations entre personnes au Japon, et qui rendent difficile l'expression directe des refus, il est délicat pour un handicapé de décliner la nourriture qu'on peut lui proposer. Avec Myspoon, il peut se libérer de cette contrainte sociale et décider seul du rythme de son repas. Cet exemple démontre bien qu'un aspect de la culture peut orienter l'utilisation que la société fait des robots. Quels sont au juste les traits culturels qui empêcheraient ou pourraient au contraire favoriser le développement de la chirurgie robotique au Japon ? Réponse au retour de Marie-Christine Pouchelle.

Xavier Müller

1. Institut CNRS / EHESS Paris.

CONTACT

→ **Marie-Christine Pouchelle**
Institut interdisciplinaire d'anthropologie du contemporain, Paris
pouchel@ehess.fr

PARTENARIAT

Essilor voit plus loin avec le CNRS

Le leader mondial des verres ophtalmiques s'associe au CNRS depuis plus de trente ans pour mettre au point des innovations. Jean-Luc Schuppiser, directeur R&D d'Essilor International¹, nous dévoile les secrets de cette collaboration fructueuse.



© C. Charnouret

Essilor investit 30 % de son budget R&D dans des recherches menées par des partenaires extérieurs, dont le CNRS. Pourquoi un tel engagement ?

Jean-Luc Schuppiser : Notre industrie n'a pas les moyens de mener elle-même sa propre recherche fondamentale. Nous sommes donc très attentifs aux recherches développées dans les autres secteurs, afin d'adapter à nos besoins les nouvelles techniques qui en sont issues. En effet, Essilor n'est l'inventeur que de 20 % des technologies qu'elle utilise ! À titre d'exemples, les verres plastiques proviennent des techniques d'injection mises au point par les plasturgistes ; et les verres antireflets sont issus du procédé de dépôts d'oxydes par évaporation sous vide développé dans la microélectronique. Reste ensuite à effectuer un important travail d'adaptation à nos propres contraintes de ces technologies extérieures.

de verres digitaux totalement révolutionnaires. Jusqu'ici, l'intégration de propriétés optiques, mécaniques, antireflets, antialissures, antirayures... se faisait par dépôt de couches successives sur le verre des lunettes. Pix-Cell développe une tout autre approche. Fortes des compétences en microtechnologie du Laas, ses équipes tentent non plus d'intégrer ces propriétés par couches, mais par points, dans une logique de pixellisation. Chaque point est une microcuvette indépendante réalisée par une technique dite de photolithographie² et encapsulant des matériaux spécifiques apportant telle ou telle propriété. Dans le domaine de l'optique, nous sommes les seuls à développer cette technologie prometteuse qui permettra de multiplier à l'infini la personnalisation des verres ! Nous espérons un premier lancement commercial d'ici à 2010 ou 2011.

Quelles autres formes prennent les échanges entre Essilor et le CNRS ?

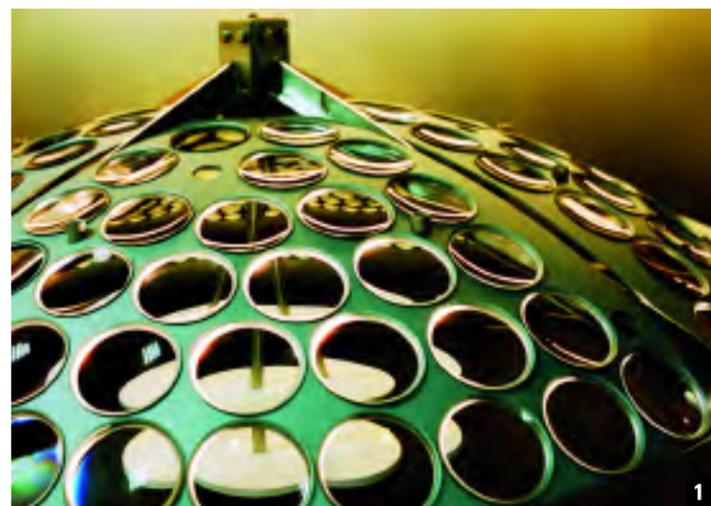
J.-L.S. : Tout comme le laboratoire Pix-Cell, les autres échanges entre Essilor et le CNRS sont régis par un accord cadre de collaboration en cours de renouvellement. Celui-ci prévoit le partage de moyens humains et financiers afin de développer des recherches innovantes dans le domaine de la vision et des composants optiques. Nous participons ainsi au financement d'une vingtaine de projets menés avec des chercheurs du CNRS, ce qui représente environ 5 % de notre budget recherche et développement. L'accord nous permet aussi d'accéder à certains

instruments très spécifiques du CNRS, tels que ses installations de résonance magnétique nucléaire ou ses instruments d'analyse très pointus. Mais ce partenariat ne date pas d'hier ! En effet, depuis sa création en 1972, notre société a toujours étroitement collaboré avec le CNRS. Et pour l'anecdote, bien avant mon entrée chez Essilor, j'ai moi-même réalisé ma thèse au sein du Département de photochimie générale du CNRS³ ! Les choses se sont toutefois accélérées depuis cinq ans. En témoignent le laboratoire Pix-Cell, créé en 2004, et notre étroite collaboration au sein du récent projet Descartes, destiné à apporter des solutions innovantes pour les malvoyants (lire l'encadré).

Avec quels autres acteurs académiques la société Essilor collabore-t-elle dans le monde ?

J.-L.S. : Nous partageons un laboratoire commun avec le CEA à Grenoble, qui travaille également sur les verres digitaux, et un autre avec l'université de Shanghai, sur la thématique des nanoparticules. Par ailleurs, Essilor finance une chaire d'optométrie à Montréal. Aujourd'hui, la R&D est totalement mondiale et aucun grand groupe ne limite exclusivement ses investissements en recherche au sol français. Académiques, privés, français, européens, occidentaux ou asiatiques : nos partenaires sont donc très divers. Car, quelle

Les travaux du CNRS et d'Essilor pourraient révolutionner l'incorporation de diverses propriétés aux verres. Ici, traitement antireflet classique (1), contrôle cosmétique (2), tests (3) et production (4).



1



2



3



4

© Photos : W. Daniels/Essilor International

BRÈVE

Les transferts technologiques récompensés

Trois équipes du CNRS ont reçu le 12 mars dernier le prix de la valorisation de l'IN2P3, catégorie « Transfert de technologie » : celle de Jacques Pelletier, du Laboratoire de physique subatomique et de cosmologie, à Grenoble, pour ses travaux sur les sources d'ions et de plasmas, et celles de Marc Winter, de l'Institut pluridisciplinaire Hubert Curien, à Strasbourg, et de Rémi Barbier, de l'Institut de physique nucléaire de Lyon, pour leur développement de nouveaux détecteurs.
 > <http://valorisation.in2p3.fr/spip.php?article93>

DES SOLUTIONS POUR LES MALVOYANTS

Ils sont 50 millions rien qu'en Europe et aux États-Unis. Pourtant, il n'existe pas aujourd'hui de prise en charge efficace des malvoyants. Ces patients atteints de dégénérescence maculaire liée à l'âge, de glaucome, de rétinopathie diabétique ou d'autres maladies rétinienne orphelines ont longtemps été les oubliés de l'innovation. Lancé fin janvier 2009, le projet Descartes, au sein duquel collaborent plusieurs acteurs¹, dont Essilor et le laboratoire Aimé Cotton du CNRS, change la donne. Mobilisant l'équivalent de 180 personnes en temps plein et doté d'un budget de 33 millions d'euros sur cinq ans, il s'est donné pour mission de développer une panoplie de solutions innovantes pour aider ces personnes à mieux vivre avec leur handicap. Dans les cartons : de nombreuses innovations, parmi lesquelles des cannes électroniques, des filtres thérapeutiques contre la lumière toxique pour la rétine et des lunettes vidéo superposant des images virtuelles à la scène naturelle !

J.-P.B.

1. Les autres partenaires sont l'Institut de la vision, Visiotact, MicroOLED et Fovea Pharmaceuticals.

que soit leur appartenance, nous recherchons avant tout des chercheurs et des laboratoires compétents développant des technologies d'avenir adaptables à notre secteur d'activité.

Propos recueillis par Jean-Philippe Braly

1. Essilor International propose une large gamme de verres pour corriger la myopie, l'hypermétropie, la presbytie et l'astigmatisme. La société emploie plus de 31 000 collaborateurs dans le monde, dont 550 chercheurs dans ses centres R&D. En 2008, son chiffre d'affaires a atteint plus de 3 074,5 millions d'euros.
 2. La photolithographie consiste à graver des motifs dans un matériau en combinant un rayonnement lumineux à un traitement chimique.
 3. Département CNRS / Université de Mulhouse.

CONTACT

→ Jean-Luc Schuppiser
 Essilor International
 schuppj@essilor.fr

ÉLECTRONIQUE

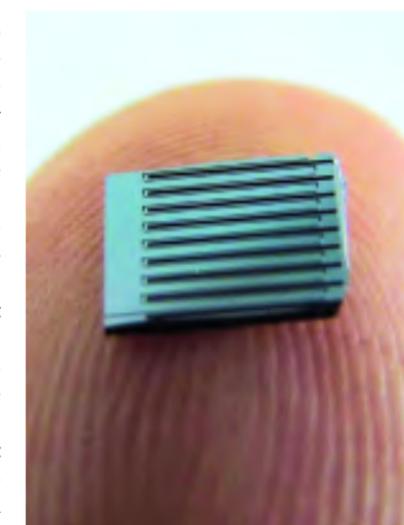
Chérie, j'ai rétréci la pile à combustible !

Un consortium franco-japonais vient de démontrer que l'on pouvait utiliser des piles à combustible pour fabriquer des batteries de la taille de l'ongle d'un onguier ! Le prototype¹, développé par l'équipe de Steve Arscott, de l'Institut d'électronique, de microélectronique et de nanotechnologie² de Villeneuve d'Ascq, en association avec Sharp Corp, ne pèse en effet que 100 milligrammes. Avec une puissance de 50 milliwatts par centimètre cube, c'est la plus petite et la plus performante pile à combustible du monde ! Une taille qui s'avérerait parfaite pour nos futurs téléphones portables.

Pour l'heure, ce petit bijou fait déjà l'objet de deux brevets déposés au Japon en partenariat avec le CNRS. Comme toutes les piles de ce type, celle-ci produit du courant grâce à une réaction électrochimique : l'oxydation d'un combustible. En l'occurrence, la réaction a lieu ici entre du méthanol et de l'air. Le dispositif ? Une fine membrane en plastique prise en sandwich entre deux galettes de silicium creusées de microcanaux. C'est dans ces fins sillons que l'on fait circuler le méthanol, issu d'un réservoir extérieur à la pile, et l'air, nécessaire à la réaction. « Les microcanaux, de la profondeur du diamètre d'un cheveu, ont été gravés grâce aux techniques utilisées dans l'industrie du semi-conducteur, commente Steve Arscott, et ils sont la clé de la performance de la pile. » Ils permettent en effet de contrôler parfaitement le débit de méthanol pour obtenir une réaction chimique optimale. Au final, le rendement de la pile culmine ainsi à 75 % à température ambiante.

Avec cette nouvelle venue, les chercheurs visent d'abord le marché de l'électronique embarquée miniature. Avec ses quelques milliwatts de puissance et sa durée de vie qui peut se prolonger aussi longtemps qu'on

la recharge en méthanol, cette micro-pile pourrait en effet alimenter des appareils à faible consommation. Par exemple, des microcapteurs de type Mems (Micro-Electro-Mechanical Systems), développés actuellement dans le monde entier. Ceux-ci pourront notamment servir de système d'alerte en cas d'incendie ou



© IEMN

Une puce de silicium (5 mm x 3,6 mm) comprenant des microcanaux pour faire circuler du méthanol dans la micropile.

de pollution chimique. Enfin, d'ici à cinq ou dix ans, en plaçant plusieurs micropiles en série, Steve Arscott et ses collègues veulent aller plus loin. Ils imaginent fabriquer une batterie suffisamment puissante pour alimenter des appareils électroniques plus familiers, comme nos téléphones portables !...

Xavier Müller

1. Voir « La reine des micropiles », Le journal du CNRS, n° 230, mars 2009, p. 43.
 2. Institut CNRS / Université Lille-1 / Université de Valenciennes / Isen Recherche.

CONTACT

→ Steve Arscott
 Institut d'électronique, de microélectronique et de nanotechnologie (IEMN), Villeneuve d'Ascq
 steve.arscott@iemn.univ-lille1.fr



Monique Dagnaud, directrice de recherche CNRS à l'Institut Marcel Mauss (CNRS / EHESS) à Paris

Les nations montent les marches

Le 13 mai, le 62^e Festival de Cannes déroulera une fois de plus le tapis rouge à une sélection de films très diversifiés. Pourquoi le premier festival du monde est-il une extraordinaire vitrine des cultures, des valeurs ou des idées venues des quatre coins de la planète ?

Monique Dagnaud : Le cinéma reflète presque toujours une culture, une identité nationale ou régionale. Lorsque l'on regarde un film, et même sans le son, on retrouve une signature très identitaire. Y compris si le casting ou l'équipe technique sont internationaux. En peu de temps, le spectateur est capable d'identifier la nationalité du film. Car le plus souvent, ce dernier dénote un regard, une esthétique qui portent l'empreinte d'un contexte socio-géographique ; il exprime une société particulière. Les décors, la manière de filmer, le jeu des acteurs, le rythme sont des indicateurs très précieux. Le cinéma social anglais, par exemple, est reconnaissable par ses mises en scène d'univers déstructurés ou par ses acteurs qui ont toujours l'air de gens ordinaires. Des cas plus extrêmes existent également, tel que le cinéma de Bollywood, fortement marqué par le « Bollywood masala » : un mélange de danses, de musiques, de chants...

Justement, le cinéma indien et sa culture s'exportent de plus en plus. En quoi ces films contribuent-ils à construire une image de l'Inde dans le monde ?

M.D. : Le cinéma indien est le miroir des traditions et des modes de vie. On retrouve très souvent des scénarios où sont interrogées les valeurs morales de la société traditionnelle (déchirements familiaux, mariages arrangés, combats sociaux et politiques). En Inde, le cinéma est partout : dans le quotidien, à la radio qui diffuse à 80 % des musiques de films, dans la mode où les saris sont ceux des derniers films à succès... Le public indien adhère complètement à ce cinéma. C'est avant

tout pour lui qu'il est fabriqué ! Avec plus de 1 000 films par an, le pays est le plus prolifique du monde. Les films sont certes un divertissement lucratif mais ils représentent aussi une institution qui définit et assure la cohésion de ce pays qui compte des groupes d'intérêts très divers depuis son indépendance, obtenue en 1947. D'ailleurs, dans chaque pays où il existe une tradition cinématographique, le cinéma joue ou a joué un rôle dans les processus d'affirmation nationale.

« Le cinéma reflète presque toujours une culture, une identité nationale ou régionale. »

Aujourd'hui, le phénomène de mondialisation affecte l'organisation du cinéma, historiquement structuré au niveau national. Quelles en sont les conséquences pour le 7^e art ?

M.D. : La mondialisation a apporté un certain élan à l'industrie du 7^e art. Les données réunies par l'Observatoire européen de l'audiovisuel en mai 2008 témoignent de ces tendances. Si l'hégémonie du cinéma américain demeure², la Chine, la France, l'Inde, le Japon ou la Corée du Sud se révèlent être de redoutables concurrents. Le cinéma chinois, par exemple, est en plein essor : 260 films produits en 2005, 330 en 2006, 402 en 2007. Quant à l'Europe, elle finance de plus en plus de films : 921 en 2007 dont 240 films pour la France. Ces grandes puissances cinématographiques ne cessent de produire davantage et de diversifier les genres : blockbusters³, comédies sentimentales, policiers, films d'animation, films d'auteur plus identitaires ou encore documentaires.

On note toutefois l'absence de pays tels que le Brésil ou la Grande-Bretagne sur la scène cinématographique internationale. Pourquoi ?

M.D. : Il existe en effet peu de pays disposant d'industries cinématographiques d'envergure. Plusieurs raisons à cela. Premièrement, toutes les nations ne privilégient pas l'investissement dans le cinéma. C'est le cas de l'Angleterre qui, malgré une tradition et un milieu cinématographiques talentueux, a préféré parier sur la production télévisuelle pour diffuser sa culture, ses valeurs ou ses idées. Ce sont ainsi près de 1 600 heures de fictions télévisées produites par an, le double de la France ! Deuxièmement, tous ne possèdent pas le dynamisme financier des entrepreneurs privés américains ou indiens ni les aides publiques apportées, par exemple, par l'État français à tous les stades de la production et de la diffusion.

Quels autres atouts permettent au cinéma français de véhiculer et de valoriser sa culture et ses idées ?

M.D. : Le rayonnement culturel du cinéma français tient dans une large mesure à sa force de production et à la compétence de son milieu professionnel. Favorable à une sorte d'équilibre entre l'expression d'auteur et la recherche d'un cinéma de qualité, il ne se cantonne

pas à exporter un type de films. Ainsi sont distribués à l'étranger des films très marqués par la « french touch », tels que *Le fabuleux destin d'Amélie Poulain*, des films aux sujets universels (*La marche de l'empereur*) ou encore des films d'auteur comme *Le scaphandre et le papillon*, de Julian Schnabel. En France, le cinéma est considéré comme un art à part entière. Il est consacré au même titre que la peinture ou l'architecture.

Propos recueillis par Géraldine Véron

1. Mélange d'épices.
2. Plus de 60 % de ses revenus proviennent de l'exportation.
3. Films bénéficiant d'un budget de production et de promotion très important et marqués par des scènes d'action spectaculaires. Ils visent un public planétaire jeune.

CONTACT

→ **Monique Dagnaud**
Institut Marcel Mauss, Paris
dagnaud@ehess.fr

Franck Selsis

L'étoile mystérieuse

L'important, c'est le mystère. » Comme celui de l'apparition de la vie sur Terre et de sa présence sur d'autres planètes.

Plus que toute autre chose, voilà ce qui passionne Franck Selsis, chercheur au Laboratoire d'astrophysique de Bordeaux (LAB)¹. D'où sa surprise de recevoir, le 12 février dernier, le prix du Chercheur de l'année en Aquitaine, décerné par *Le nouvel économiste* dans le cadre des trophées « Hommes et femmes d'Aquitaine 2009 ». « Je n'imaginai pas que ce prix récompensait des recherches sans impact économique et social direct », s'étonne l'astrophysicien de 37 ans. « Je suis spécialiste de l'évolution des atmosphères planétaires, que j'étudie en réalisant des simulations numériques », précise celui qui a versé dans l'exobiologie à la fin de son DEA de physique, au moment où les premières planètes extérieures au système solaire étaient découvertes. « Je me suis rendu compte que la vie a non seulement bouleversé la Terre, mais a induit des modifications visibles depuis l'espace, explique-t-il. Par exemple, sans la vie, l'oxygène disparaîtrait de l'atmosphère terrestre en quelques centaines de milliers d'années. » D'où son idée de consacrer son doctorat

à la possibilité de déduire la présence de vie sur des planètes extrasolaires de signatures atmosphériques tel l'ozone.

À voir Franck Selsis, yeux écarquillés, faire de grands gestes pour mimer la course d'une planète autour de son étoile ou évoquer *Star Wars* pour illustrer la diversité des « mondes » extrasolaires, on l'imagine petit garçon, rêvassant l'œil rivé à sa première lunette astronomique. Il dément : « Jusqu'à tard, je ne savais pas quoi faire, car tout m'intéressait. Et enfant, je me passionnais plutôt pour les dinosaures. » Cette première passion s'affiche encore sur ses murs, avec un poster représentant des tricératops et autres iguanodons scotchés au-dessus de son bureau. Le lien avec les exoplanètes ? Le mystère probablement : « Les paléontologues apprennent des choses sur les dinosaures, mais ils n'en verront jamais. Et moi je ne mettrai jamais les pieds sur une planète extrasolaire. »

Le parcours scientifique de Franck Selsis n'a pas été de tout repos. Lorsqu'il débute son doctorat, seules quelques planètes géantes ont été détectées autour d'autres étoiles que le soleil, et on est encore loin d'étudier leur composition atmosphérique. « Quand j'expliquais mon sujet de recherche, beaucoup de gens souriaient », se souvient-il. Aussi mettra-t-il plus de quatre ans avant de pouvoir soutenir sa thèse, ce qui est rarissime en sciences de l'Univers. « Lorsque j'ai annoncé à mon équipe qu'une revue de vulgarisation m'offrait un poste de rédacteur, on m'a dit : "force". C'est

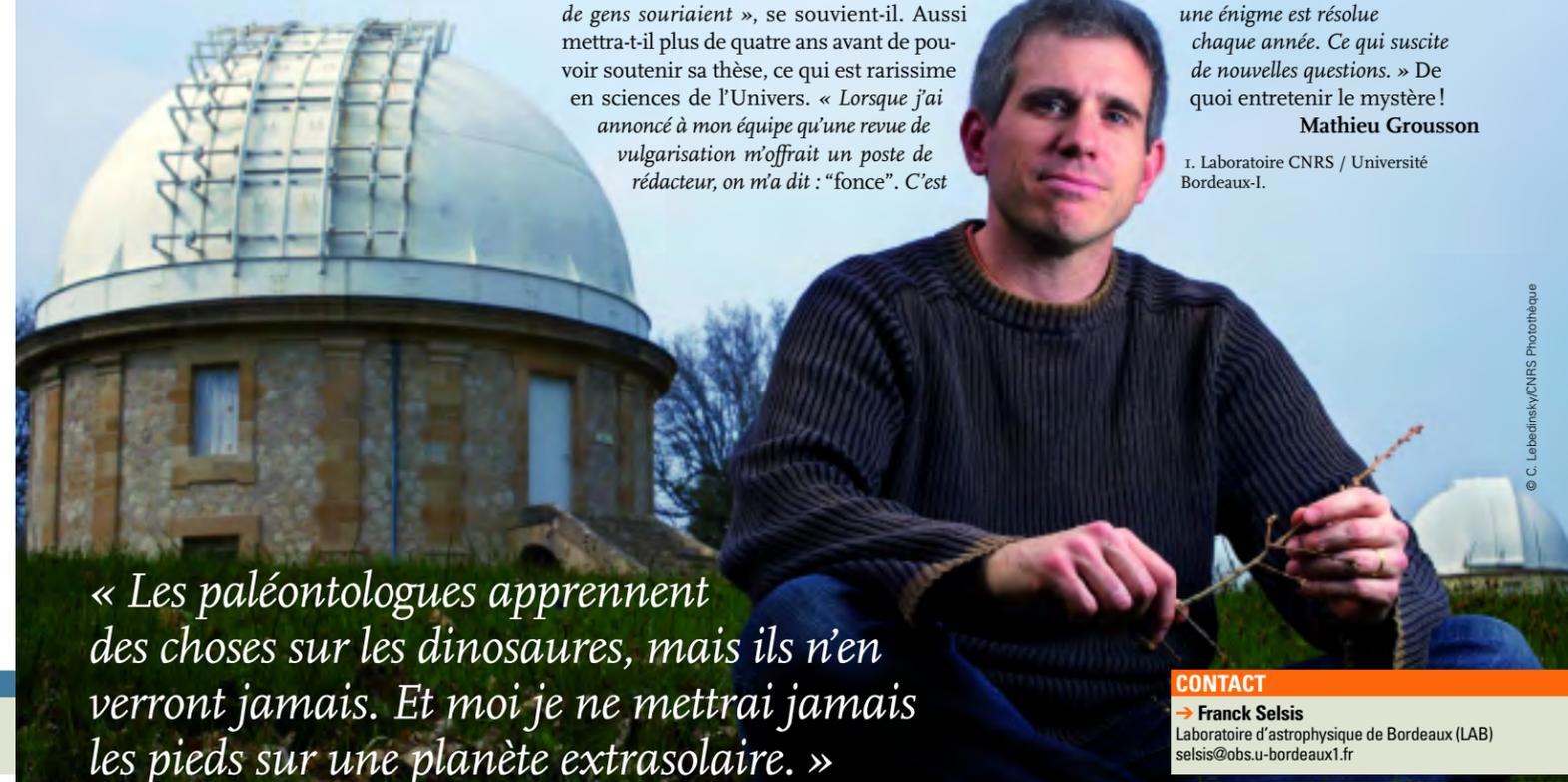
peut-être ça qui m'a fait m'accrocher à la recherche, le fait d'avoir encore des choses à prouver. » Tenace notre astrophysicien ?

« C'est quelqu'un qui n'abandonne pas », confirme Valentine Wakelam, sa compagne, astrophysicienne dans le même laboratoire, avec laquelle il a entretenu pendant sept ans une relation à distance imposée par les contraintes de leur vie de jeunes chercheurs. Franck Selsis reprend : « J'ai compris que ce que je faisais convergeait vers des choses qui allaient devenir très intéressantes. Et c'est effectivement ce qui s'est passé, en particulier grâce aux progrès prodigieux des techniques d'observation. » Recruté au CNRS en 2004, il rejoint en 2008 Bordeaux où, grâce à un financement du Conseil européen de la recherche destiné aux jeunes chercheurs, il met sur pied sa propre équipe. Au menu : développement d'outils pour interpréter les observations de la prochaine génération d'instruments destinés à la recherche de la vie « ailleurs », mais aussi pour étudier la physico-chimie de la Terre primordiale. Ici ou ailleurs, après tout, peu importe. Car « ce que j'aime, ce sont ces instants où l'on sent comme une vague de compréhension qui passe », avoue-t-il. De ce côté, probable que la période soit faste pour les exoplanètes. Ce qui ravit

l'astrophysicien : « Actuellement, une énigme est résolue chaque année. Ce qui suscite de nouvelles questions. » De quoi entretenir le mystère !

Mathieu Grousson

¹. Laboratoire CNRS / Université Bordeaux-I.



« Les paléontologues apprennent des choses sur les dinosaures, mais ils n'en verront jamais. Et moi je ne mettrai jamais les pieds sur une planète extrasolaire. »

CONTACT

→ **Franck Selsis**
Laboratoire d'astrophysique de Bordeaux (LAB)
selsis@obs.u-bordeaux1.fr



LES TALENTS CACHÉS de la chimie

La chimie est en plein renouveau. Pour preuve, les acteurs académiques et industriels de la chimie française vont se rassembler, le 18 mai prochain, autour d'une déclaration commune qui fait de la chimie durable l'une des clefs du futur. Une première, et surtout une belle occasion de découvrir, en compagnie des chercheurs du CNRS, la chimie sous un jour nouveau. Qui sait en effet que les chimistes percent les secrets des œuvres d'art et révèlent l'histoire de notre patrimoine, qu'ils mettent au point des produits cosmétiques plus naturels et des matériaux aux propriétés surprenantes et, bien plus fort encore, qu'ils vérifient la qualité de notre alimentation et surveillent la pollution de l'air et de l'eau? Bref, source d'innovation, la chimie est souvent là où on ne l'attend pas. Avec *Le journal du CNRS*, découvrez ce mois-ci cette chimie qui nous étonne.

- UNE INDUSTRIE QUI FAIT PEAU NEUVE > 19
- LA CHIMIE S'INVITE AU MUSÉE > 21
- UNE CHIMIE TRÈS EN BEAUTÉ > 22
- DES EXPERTS CONTRE LA FRAUDE > 24
- DES MATÉRIAUX NOUVELLE FORMULE > 25
- LES SENTINELLES DE L'ENVIRONNEMENT > 26

Une industrie qui fait peau neuve

Près de 82 milliards d'euros de chiffre d'affaires annuel ; 3 milliards investis dans la recherche et le développement ; environ 200 000 salariés... Des chiffres aussi flatteurs, la chimie française en a à la pelle. Il faut dire que notre pays est dans ce domaine le deuxième producteur européen et le cinquième mondial. Une bonne santé qui s'exprime aussi dans nos frontières : le secteur constitue la troisième industrie du pays après l'automobile et la métallurgie. Président de l'Union des industries chimiques, Bernard Chambon nous livre une des raisons de ce succès : la chimie est tout simplement « l'industrie des industries ». Il explique : « Plus de 70 % des produits que nous fabriquons sont destinés à d'autres industriels, et à peine 30 % au consommateur final. La chimie est donc un moteur de l'innovation pour toutes les industries. »

Et si l'industrie chimique doit innover en permanence pour satisfaire la demande du marché, elle a parallèlement d'autres défis à relever. À commencer par se délester de cette image négative qui lui colle à la peau. Il faut dire qu'entre les catastrophes industrielles comme celle d'AZF à Toulouse, les scandales de la chimie pharmaceutique comme celui de la thalidomide¹ et les effets néfastes des pesticides, la chimie a accumulé, durant des années, les mauvais points qui ont même souvent occulté ses bienfaits.

PLUS DE VERT DANS TOUS LES DOMAINES
Mais depuis le début des années 1990, les préoccupations de la société et des pouvoirs publics en matière d'environnement, de santé et de sécurité suscitent de plus en plus d'intérêt pour la « chimie écologique ». L'Europe compte d'ailleurs sur elle pour lut-

ter contre le réchauffement climatique. Et rester numéro un mondial en matière de développement durable : « La chimie est incontournable pour concrétiser cet objectif dans la mesure où c'est elle qui apportera aux autres industries des solutions technologiques plus propres, moins consommatrices >

A l'usine Roquette, à Lestrem dans le Pas-de-Calais, le CNRS participe au projet Biohub. Son but : développer des molécules chimiques à partir de céréales.



© DR : Olivier/Fotolia.com ; J. Sartore/Getty Images ; E. Perrin/CNRS Photothèque ; Garffys - LRMF ; F. Tourilhac, L. Leblond/CNRS Photothèque ; F. Vignaud/CNRS Photothèque ; © G. Rollet/REA

© ROCQUETTE/APP PHOTO



© BASF

« d'énergie et de matière première », confirme Bernard Chambon. Lorsqu'une nouvelle génération de piles à hydrogène ou de panneaux photovoltaïques sera mise au point, c'est tout le secteur de l'automobile et de l'habitat qui réduira sa consommation d'énergie et ses émissions de dioxyde de carbone.

La directive européenne « Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals » (Reach), mise en place en 2007 et obligeant les industriels à prouver l'innocuité de leurs produits chimiques pour la santé humaine et l'environnement, propulse également la chimie vers un avenir plus propre. « L'objectif est notamment de contrôler les substances dites existantes, mises sur le marché avant 1981 sans que les industriels aient eu l'obligation de faire des tests de toxicité, et d'éliminer celles qui présentent des risques », expose Brigitte Diers, chargée de mission « Hygiène et sécurité » à l'Institut de chimie du CNRS (INC). Entre 2009 et 2018, plus de 30 000 substances produites ou importées en Europe devraient ainsi être analysées et enregistrées auprès de l'Agence européenne des produits chimiques à Helsinki, à commencer par celles dont les quantités dépassent 1 000 tonnes par an. Par ailleurs, les substances mutagènes, cancérigènes, toxiques qui représentent un risque pour la reproduction humaine ou une menace pour les espèces aquatiques devront être enregistrées d'ici à novembre 2010. « Ce règlement est très ambitieux, mais il sera bénéfique à l'environnement et aux utilisateurs. Il va également pousser à innover, à trouver des produits de substitution plus sûrs », affirme Brigitte Diers.

LA FRANCE DANS LES STARTING-BLOCKS

Pour relever tous ces défis, le groupe de travail « Chimie Défis Innovations » du Conseil

stratégique des industries chimiques (Cosic) a identifié pour la France huit domaines d'action prioritaires : la toxicologie, les nanomatériaux et les matériaux intelligents, la gestion de l'énergie et la valorisation du CO₂, les biotechnologies, les ressources renouvelables, l'électronique moléculaire, l'eau et enfin la catalyse. « Nous avons une longueur d'avance dans beaucoup de ces domaines, même si la

La catalyse est l'un des huit domaines d'actions prioritaires de la nouvelle chimie française. Ici, un catalyseur en nid d'abeille mis au point par BASF et destiné aux pots catalytiques.

concurrence des États-Unis et de la Chine est de plus en plus vive. Nous avons les compétences, à nous de savoir les utiliser », affirme Olivier Homolle, président de la Société chimique de France et de BASF France. Mais il est d'autres domaines plus inattendus dans lesquels la

chimie n'a pas fini d'exceller, comme lorsqu'elle aide les historiens à percer le mystère des œuvres d'art, les policiers à retrouver les traces de substances illicites ou encore quand elle nous dévoile les coulisses moléculaires des plats qui ravissent nos papilles. Aujourd'hui plus que jamais, la chimie gagne à être connue.

Laurianne Geffroy

1. À la fin des années 1950, ce médicament a été prescrit à des femmes enceintes contre les nausées, et a provoqué d'importantes malformations chez plusieurs milliers de fœtus dans le monde.

CONTACTS

- Bernard Chambon, bchambon@uic.fr
- Brigitte Diers, brigitte.diers@cnrs-dir.fr
- Olivier Homolle, olivier.homolle@sfc.fr

UN PROGRAMME POUR UN MONDE DURABLE

3 questions à Isabelle Rico-Lattes, responsable du programme interdisciplinaire du CNRS « Chimie pour le développement durable » (CPDD)

Quel est l'objectif de ce programme créé fin 2006 ?

Isabelle Rico-Lattes : L'objectif était vraiment de trouver un outil pour fédérer la recherche française autour de la chimie pour le développement durable. Quatre réseaux interinstituts au CNRS et interorganismes de recherche ont ainsi été créés, comme par exemple celui des « Ressources renouvelables comme matières premières, sources de nouveaux produits et de matériaux », dans lequel l'Inra est très impliqué aux côtés du CNRS.

En quoi l'interdisciplinarité qui apparaît dans ce programme est-elle capitale ?

I.R.-L. : J'ai la conviction que la chimie est trop sur la défensive. Elle doit s'ouvrir davantage aux

autres disciplines. Elle y gagnera en lisibilité, en crédibilité et en innovation. Par exemple, dans le cadre du programme interdisciplinaire Amazonie, une équipe d'écologues et de chimistes que nous finançons s'est intéressée aux molécules émises par certains arbres pour se protéger des champignons. Or le mécanisme d'action des champignons sur ces arbres est analogue à certaines mycoses humaines. L'identification de la structure chimique de ces molécules antifongiques peut donc aboutir à une nouvelle source de médicaments pour l'homme.

Quels sont vos objectifs pour les années à venir ?

I.R.-L. : J'aimerais développer de nouvelles passerelles entre

la chimie et les autres disciplines, comme par exemple l'écologie chimique, l'ingénierie écologique, ou encore les biotechnologies. Je souhaiterais également intégrer des chercheurs des sciences humaines et sociales afin qu'ils conduisent avec les chimistes une réflexion sur la place de la chimie dans une société durable. Nous devons être à l'écoute de la société et répondre de manière ouverte à ses attentes. Et je crois que l'on n'a pas encore mesuré toute l'originalité, en termes de nouveaux concepts, qui va émerger de la chimie pour le développement durable.

Propos recueillis par Laurianne Geffroy

Contact : Isabelle Rico-Lattes, rico@chimie.ups-tlse.fr

La chimie s'invite au musée

S'il est un lieu où l'on ne s'attend pas à voir des chimistes, c'est bien au musée. Et pourtant ! Ils y sont même vraiment les bienvenus. Car si les toiles de maîtres, les statuettes ou les instruments de musique de collection sont plutôt l'apanage des historiens de l'art, voire des archéologues, certains de leurs secrets seraient restés entiers si la chimie ne s'en était pas mêlée. « Une partie de l'histoire des objets et du mode de vie des populations du passé a été imprimée dans les matériaux à l'échelle élémentaire et moléculaire, témoigne Martine Regert, du Centre d'études Préhistoire, Antiquité, Moyen Âge¹. C'est cette information que le chimiste va aller chercher. » Avec des méthodes de plus en plus sophistiquées, la chimie arrive à faire parler les objets du patrimoine, que ce soit sur des pratiques culturelles disparues, sur le savoir-faire d'un artiste ou sur les transformations subies par une œuvre au cours du temps. Des données aussi précieuses pour les scientifiques que pour les restaurateurs et les conservateurs.

CONNAÎTRE LA NATURE DE L'OBJET

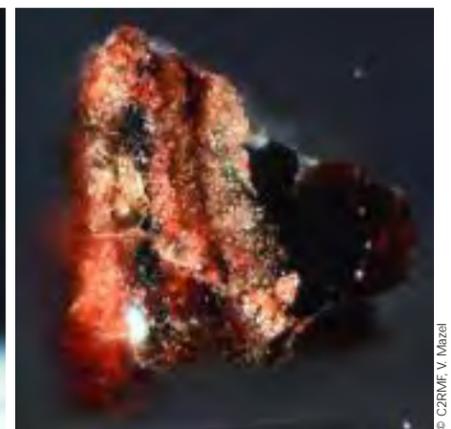
Premier objectif pour reconstituer l'histoire d'un objet : connaître sa véritable nature. La composition des matériaux inorganiques², comme le métal ou le verre, peut être étudiée directement sur l'œuvre, sans l'abîmer. Il a par exemple suffi de placer la statuette de la déesse Ishtar, découverte en Mésopotamie en 1863, devant le faisceau d'Aglaé (Accélé-

rateur Grand Louvre d'analyse élémentaire), un accélérateur de particules situé dans les sous-sols du Louvre, pour que les pierres de ses yeux et son nombril livrent leur secret. « Une gemmologue avait des doutes sur la nature de ces incrustations. Après une analyse qui a duré cinq minutes, nous avons obtenu un spectre de rayons X montrant la présence d'oxyde d'aluminium et de chrome. Il s'agissait donc de rubis et non de pâte de verre », raconte Philippe Walter, physico-chimiste et directeur du Laboratoire du Centre de recherche et de restauration des musées de France (LC2RMF)³. Ce type de méthode peut aussi révéler les impuretés des matériaux, qui sont d'excellents mouchoirs pour retrouver les gisements d'origine. Pour la déesse Ishtar, des traces de métaux ont permis de découvrir l'origine des rubis : la Birmanie. Et d'en déduire qu'il existait à l'époque, il y a environ 2 000 ans, des échanges de gemmes entre l'Asie du Sud-Est et la Mésopotamie. Même résultats spectaculaires avec les matériaux organiques (cire, résine, parfum...). Avec un inconvénient toutefois : il faut prélever un échantillon et, bien souvent, le détruire. Grâce à des méthodes de chimie analytique basées sur la chromatographie⁴ et la spectrométrie de masse⁵, Martine Regert



© C2RMF, D. Vigéars

Un échantillon de patine d'une statuette Dogon a été observé au microscope optique. (à droite). Les analyses ont révélé l'utilisation de sang animal lors de certains rituels.



© C2RMF, V. Mazel

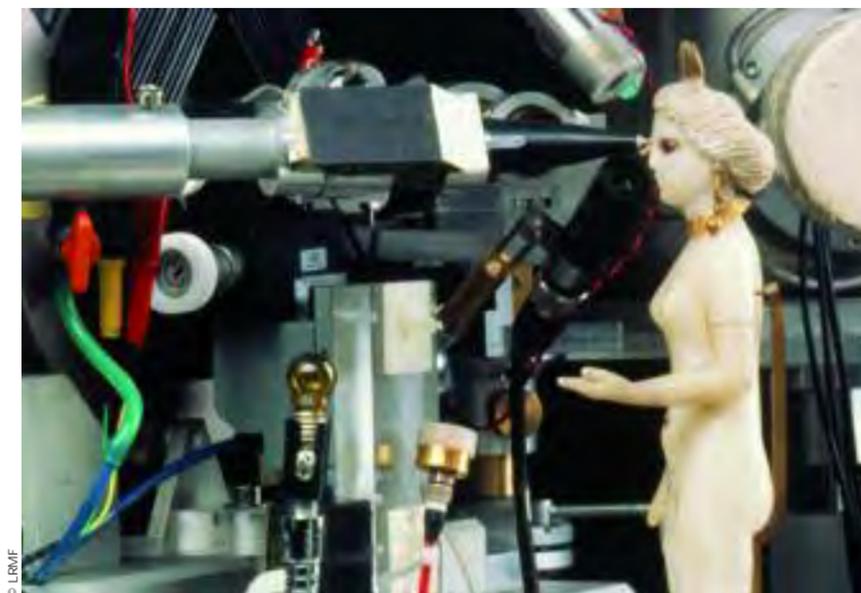
ainsi pu identifier des fragments de résine retrouvés sur le site portuaire médiéval de Sharma, au Yémen : « Il s'est avéré que c'était du copal venant d'Afrique de l'Est ou de Madagascar, et non de l'encens comme nous l'imaginions. On a donc mis en évidence l'exploitation d'un nouveau matériau sur ce site mais aussi une nouvelle route d'importation qui va de la côte est-africaine au Yémen. »

AUX ORIGINES DES CULTURES

Et s'il n'est pas encore possible de se passer de prélèvement, l'évolution des techniques permet aujourd'hui d'obtenir des résultats étonnants. Un exemple ? Pascale Richardin, du LC2RMF, et ses collègues ont réussi à voir du sang sur un petit morceau de patine de 1 mm³, prélevé sur des statuettes Dogon... du XIV^e siècle ! « En couplant l'imagerie moléculaire par spectrométrie de masse – dont la résolution est micrométrique – et l'imagerie infrarouge par rayonnement synchrotron⁶, nous avons réussi à localiser au même endroit des molécules d'hèmes et des ions de fer, deux éléments qui nous ont donné la certitude que c'était du sang », explique Alain

En analysant la statuette de la déesse Ishtar (Mésopotamie), l'accélérateur Aglaé a permis d'identifier la nature des incrustations des yeux et du nombril : du rubis.

Brunelle, directeur de recherche à l'Institut de chimie des substances naturelles (ICSN) du CNRS. Une première, qui a son importance pour les historiens : elle a confirmé l'usage de sang animal lors de certains rituels Dogon. Autres éléments sur lesquels la chimie mène l'enquête : les pratiques d'un artiste. En examinant par cristallographie les minéraux du retable d'Issenheim, célèbre tableau de Matthias Grünewald conservé à Colmar, des scientifiques, du CNRS notamment⁷, ont ainsi démontré que le peintre n'avait pas utilisé le même « blanc de plomb » pour les couches du dessous et celles du dessus. >

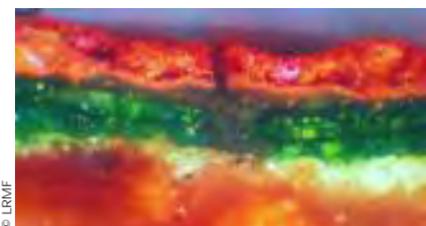


© LERMF

> « Les documents historiques racontent qu'au marché de Francfort, au début du XVI^e siècle, il existait trois sortes de blanc de plomb. Le peintre choisissait donc certainement des pigments extrêmement fins et de bonne qualité pour éclaircir ses couleurs, et des pigments bon marché pour mettre en dessous », retrace Philippe Walter.

GUIDER LES RESTAURATEURS

Passé la question de la création, reste celle des transformations que va subir l'œuvre au fil des siècles. Un point essentiel pour les restaurateurs, une autre population bien aidée par la chimie. « Le discernement entre les parties originales de l'œuvre et les parties altérées ou rajoutées est indispensable pour choisir la façon dont on va la restaurer », témoigne Christiane Naffah, directrice du LC2RMF. Certaines restaurations anciennes nécessitent par exemple d'être retirées parce qu'elles gênent la lisibilité de l'œuvre originale. » En découvrant grâce aux analyses du C2RMF que le manteau de l'intendant des Nocés de Cana – le plus grand tableau du Louvre – n'était pas rouge à l'origine, les restaurateurs ont ainsi décidé de révéler la couleur verte choisie par Véronèse.



Bref, la connaissance d'une œuvre grâce à la chimie permet d'avoir, comme le souligne Christiane Naffah, « le geste juste ».

AIDER À LA CONSERVATION

Mais on ne peut pas toujours réparer les effets du temps. La priorité est alors de stopper son action en conservant l'objet dans les meilleures conditions. Or, le conservateur doit protéger, mais aussi diffuser : « Les œuvres traversent les siècles, supportent mal la lumière, les variations climatiques, les déplacements, mais il faut les montrer à un maximum de personnes

pour qu'elles portent leurs discours », explique Christiane Naffah. Une question épineuse quand il s'agit d'un instrument de musique, qui a vocation à être utilisé et non seulement vu. Jean-Philippe Échard, ingénieur chimiste au Musée de la musique, détaché au Centre de recherche sur la conservation des collections (CRCC)⁸, se penche sur les vernis protecteurs des violons – dont des Stradivarius –, mais aussi des luths conservés au musée de la Musique, et tente de déterminer leur résistance aux agressions du temps mais aussi des musiciens. « En vieillissant, la composition du vernis change : les huiles et les résines végétales qui le composent s'oxydent. La chimie analytique permet d'évaluer ce degré d'oxydation et de savoir si le processus de vieillissement est encore actif », explique le chercheur.

L'analyse chimique a permis de retrouver la couleur verte choisie par Véronèse pour le manteau de l'intendant des Nocés de Cana (Louvre). En bas : coupe stratigraphique de la peinture du manteau avant la restauration.

Nous voulons aussi évaluer l'action de la sueur et donc le risque que l'on prend à faire jouer un instrument. » Qu'on se le dise : les chimistes veillent sur le patrimoine. Tout le patrimoine.

Laurianne Geoffroy

1. Centre CNRS / Université de Nice.
2. Qui, à l'inverse des matériaux organiques, ne sont pas fabriqués par des organismes vivants. Il s'agit par exemple de minéraux ou de métaux.
3. Laboratoire CNRS / Minist. Cult. et Com.
4. Technique d'analyse permettant de séparer les différents composés d'un mélange.
5. Technique d'analyse permettant d'identifier des molécules en fonction de leur masse.
6. Faisceau de lumière dont l'intensité permet de déterminer très précisément la composition de la matière.
7. Associant des chercheurs du LC2RMF, de l'Institut Néel et de l'ESRF à Grenoble.
8. Centre CNRS / MNHN / Minist. Cult. et Com.

CONTACTS

- Martine Regert, regert@cepam.cnrs.fr
- Philippe Walter, philippe.walter@culture.gouv.fr
- Pascale Richardin, pascale.richardin@culture.gouv.fr
- Alain Brunelle, alain.brunelle@icsn.cnrs-gif.fr
- Christiane Naffah, christiane.naffah@culture.gouv.fr
- Jean-Philippe Échard, jpechard@cite-musique.fr

Une chimie très en beauté

Vous n'y pensez pas le matin en vous rasant ou en vous maquillant, mais la chimie se cache aussi dans les tiroirs de votre salle de bain. Elle a beau s'y faire discrète, on lui doit d'innombrables propriétés des produits cosmétiques, depuis la haute tenue des rouges à lèvres jusqu'aux teintes irisées des ombres à paupière en passant par les capacités antirides de certaines crèmes. L'inventaire serait trop long. Forte de ce palmarès, la chimie se reposerait-elle sur ses acquis? Loin de là. C'est en effet au rayon « cosmétiques » que se cache sûrement l'un des plus gros défis actuels de la chimie : introduire le maximum d'ingrédients naturels dans les recettes de beauté, pour répondre à nos attentes mais aussi, plus pragmatiquement, pour se conformer au règlement Reach (lire p. 19). « Cette pression réglementaire est contraignante pour la formulation de nouveaux produits mais, en termes de recherche, cela ouvre la porte à des projets très stimulants », avoue Xavier Fernandez, du Laboratoire de chimie des molécules bioactives et des arômes¹.

LA BIODIVERSITÉ COSMÉTIQUE

Shampooing à l'huile de jojoba, crème de jour à la lécithine de soja, parfum aux extraits naturels de vanille... Les produits de beauté ne se privent pas de mettre en avant leur profil le

plus « bio ». Pour enrichir la palette des ingrédients disponibles, les laboratoires du CNRS et de plusieurs entreprises comme Adonis (Groupe Alban Muller International), LVMH Recherche, ou encore GreenPharma – une start-up créée en 2000 avec laquelle collabore le CNRS² – explorent la biodiversité – des plantes aux champignons en passant par les microorganismes – à la recherche des nouvelles stars de la cosmétique. Parmi les dernières trouvailles : le resvératrol, une molécule que l'on trouve notamment dans le raisin et qui augmente l'espérance de vie des cellules de la peau, ou encore le pro-xylane, un sucre extrait du bois de hêtre qui stimule la synthèse de collagène et rend ainsi les tissus plus fermes.

Les méthodes qui permettent d'utiliser ces molécules naturelles sont en pleine évolution actuellement. À commencer par les procédés d'extraction : il est en effet essentiel de développer de nouvelles techniques efficaces pour extirper les précieuses molécules d'une matière première encore peu exploitée comme les feuilles, les racines ou encore le bois. « Pour les extraits naturels destinés à la fabrication de parfums,

Les cosmétiques et les parfums utilisent de très nombreuses substances naturelles. Ici la myrrhe, résine odorante produite par un arbre d'Arabie.

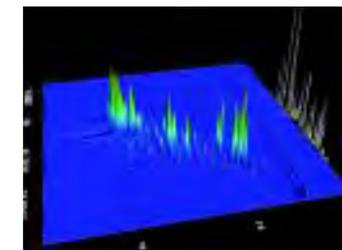
Au Laboratoire de chimie des molécules bioactives et des arômes, on analyse différentes substances grâce à la chromatographie alliée à la perception sensorielle.



© E. Perrin/CNRS Photothèque



© E. Perrin/CNRS Photothèque



© J.-J. Filippi

Ci-dessus : les chromatographes permettent l'étude de la composition de différents arômes (en haut) comme ici celle du vétiver.

plus l'extraction va être rapide et douce, plus l'extrait va avoir une odeur proche de celle de la plante, rajoute Xavier Fernandez. On a donc développé des méthodes d'extraction qui utilisent les micro-ondes ou les ultrasons. »

LE RETOUR À LA NATURE

Répondre à la soif de bio des consommateurs, trouver de nouvelles propriétés... La recherche de molécules naturelles a aussi un autre but : trouver des remplaçantes inoffensives pour l'homme et l'environnement à toutes les molécules dont l'innocuité est actuellement remise en cause. On pense tout de suite au parabène, un conservateur de synthèse dérivé du pétrole, largement utilisé pour protéger les cosmétiques des moisissures et des bactéries mais aussi accusé d'être toxique et cancérigène. Pour lui trouver un substitut, l'Institut de chimie organique et analytique (ICOA), à Orléans³ tente ainsi d'isoler et d'identifier des principes actifs de plantes guyanaises qui auraient des propriétés antimicrobiennes.

Mais comme le souligne Xavier Fernandez, « un certain nombre de molécules naturelles sont également mises sur la sellette ». L'huile essentielle de rose contient par exemple du méthyleugénol, suspecté d'être cancérigène, et les extraits de lichens renferment des composés chlorés qui provoquent des réactions cutanées. Seulement voilà, une odeur donnée contient des dizaines voire des centaines de

composants. « Si l'un de ces composants est toxique ou allergène et peut gêner la mise sur le marché du produit final et s'il n'est pas intéressant d'un point de vue olfactif, nous essayons de l'inactiver », explique Xavier Fernandez. Pour cela, son équipe travaille sur une méthode de biocatalyse sélective. « L'objectif est de transformer sélectivement la structure et donc la toxicité des molécules réglementées à l'aide de microorganismes, ce qui nous permet aussi de conserver un label naturel », souligne le chercheur. Au final, la molécule gênante est inactivée et l'odeur de l'extrait reste la même. La déferlante verte gagne également les tensioactifs, ces molécules qui poussent l'eau et les corps gras à se mélanger et à former, par exemple, une crème onctueuse. Des équipes travaillent aujourd'hui à remplacer la partie hydrophile de ces molécules, qui est aujourd'hui d'origine pétrochimique, par des sucres extraits de végétaux. Gageons que ce retour à la nature ajoutera une note de charme supplémentaire aux parfums et aux produits de beauté « Made in France », aujourd'hui réputés dans le monde entier.

Laurianne Geoffroy

1. Laboratoire CNRS / Université de Nice.
2. Lire « Des recherches en beauté », *Le journal du CNRS*, n° 222-223, juillet-août 2008.
3. Institut CNRS / Université d'Orléans.

CONTACT

- Xavier Fernandez, xavier.fernandez@unice.fr

> Des experts **contre la fraude**



© G. Rollé/REA

Traquer le formol dans un lait de toilette pour bébé, rechercher la contrefaçon d'un brevet de médicament, dépister des produits dopants chez un sportif, et découvrir un pesticide dans un produit étiqueté bio : autant d'activités qui dépendent d'un savoir-faire et de méthodes de plus en plus sophistiquées d'analyse chimique. Comme ceux mis au point et utilisés quotidiennement au Service central d'analyse (SCA) du CNRS, à Lyon, dirigé par Jean-Jacques Lebrun.

« L'analyse chimique est l'un des outils de lutte contre la fraude », explique Jean-Jacques Lebrun. Le Service central d'analyse est régulièrement saisi par les tribunaux au cours d'instructions judiciaires, par la Gendarmerie nationale ou des ministères. « Nous intervenons principalement sur des questions agro-alimentaires, pharmaceutiques, cosmétiques, et sur le dopage », la face la plus spectaculaire de l'activité du SCA, même si elle ne représente que quelques pourcents de ses efforts¹.

LE CONTRÔLE DES ÉTIQUETTES

Le domaine phare, celui où la demande en analyse croît le plus vite, c'est l'agroalimentaire. Que cela soit pour repérer un ajout d'eau dans un produit « 100 % jus de fruits », du sucre dans un produit « sans sucre » ou des produits de synthèse dans une gelée royale « 100 % naturelle », les analystes du SCA utilisent des méthodes ultrasophistiquées pour repérer des substances qui ne se trouvent parfois qu'à l'état de traces. « Aujourd'hui, les instruments de mesure sont capables de repérer une substance à une concentration d'un milliardième, par exemple un nanogramme par gramme de matière. Mais nos méthodes permettent d'aller mille fois plus loin. » Pour en arriver là, il faut concentrer jusqu'à mille fois la substance recherchée dans

Les analyses chimiques permettent aux douaniers de débusquer les produits contrefaits, comme ici de fausses pilules de Viagra.

l'échantillon, sans accumuler au passage les produits qui risqueraient de la masquer.

Par quel tour de passe-passe ? Pour saisir le principe (très) général, imaginez que vous prélevez mille litres d'eau et que vous les faites évaporer. Vous récupérez le résidu pour le mettre dans un litre d'eau pure : vous avez concentré mille fois. Sauf qu'en plus de l'eau, les chercheurs se sont débarrassés aussi, au passage, de substances gênantes. « Les performances des instruments de mesure plafonnent depuis quelques années, c'est donc l'enrichissement sélectif qui permet les meilleurs progrès. » Une méthode souvent compliquée par la nécessité de tester simultanément la présence de dizaines de substances. « Par exemple pour détecter en une fois la présence ou l'absence de quatre-vingts pesticides différents dans un miel. »

DES PRÉCAUTIONS DRACONIENNES

Quand on travaille sur des traces, la préparation des échantillons est cruciale, et le maximum de précautions doivent être prises pour ne pas contaminer les prélèvements. « Nous nous sommes rendu compte, en essayant de déterminer la présence de Fipronil, un insecticide, dans du miel, que nos résultats étaient perturbés parce qu'une personne du laboratoire

traitait son chien contre les tiques avec ce produit ! », souligne Jean-Jacques Lebrun. La précaution est aussi de mise quand les techniciens tentent de déterminer les traces de sous-produits dans un médicament, dont la présence marquerait la contrefaçon d'une méthode de préparation protégée par un brevet. Ou encore quand le laboratoire recherche des traces de Tamoxifène, un médicament contre le cancer du sein dont se servent certains sportifs pour masquer la prise d'anabolisants !

« Nous devons aussi nous préparer à une nouvelle forme de fraude qui s'installe depuis un ou deux ans dans notre pays, prévient Jean-Jacques Lebrun. Profitant de la mode des produits naturels, des sociétés commercialisent des produits par internet pour contourner les contrôles. Et là, on trouve de tout. Comme des extraits de plantes d'Amazonie qui n'en contiennent pas. » Mais cette fois, la balle n'est pas dans le camp des orfèvres de la chimie. Le consommateur doit être méfiant, car faute de pouvoir contrôler ces importations discrètes, les autorités et les analystes ne peuvent pas grand-chose...

Denis Delbecq

1. Le Service conduit surtout des analyses pour le compte du CNRS, des universités et le secteur privé, et consacre un quart de son temps à la recherche et à la formation.

CONTACT

→ Jean-Jacques Lebrun
jj.lebrun@sca.cnrs.fr

DES CHIMISTES EN CUISINE

Hervé This, dans son labo.



© F. Vielcanal/URBA IMAGES SERVER

« L'alimentation, ce n'est pas de la chimie. » Venant d'Hervé This¹, un des deux créateurs de la gastronomie moléculaire avec Nicholas Kurti, physicien d'Oxford, le propos pourrait surprendre. Car cette discipline s'attache à comprendre les phénomènes qui surviennent lors des transformations culinaires. Mais pour lui, aucun doute : la chimie est une science, alors que la cuisine est une technique, parfois un art. Régulièrement, il met d'ailleurs son savoir-faire de chimiste au service de son ami,

le chef Pierre Gagnaire². « Nous avons accueilli au laboratoire des thèses sur le bouillon de carottes ou sur le stockage des oignons dans les sauces : qu'est-ce qui sort des tissus végétaux et, surtout, comment ? » Un travail qui s'est notamment appuyé sur la résonance magnétique nucléaire (RMN) quantitative et qui montre que les molécules qui migrent des végétaux aux bouillons et sauces (essentiellement des sucres et des acides aminés) étaient contenues dans les canaux qui font circuler la sève. « Il faut

donc broyer les carottes si on veut tout récupérer dans un bouillon », propose Hervé This. Ce travail a aussi montré qu'on peut colorer un bouillon sans ajouter d'oignons bruns, en l'exposant à la lumière pendant la cuisson. « Nous cherchons encore à comprendre les mécanismes. »

D.D.

1. UMR 214 Inra / Institut des sciences et techniques du vivant et de l'environnement (AgroParisTech).
2. Voir les recettes du duo sur www.pierre-gagnaire.com/francais/cdthis.htm

Contact: Hervé This,
herve.this@paris.inra.fr



© Photos : F. Vignaud/CNRS Photothèque

Des matériaux nouvelle formule

Plus légers, plus solides, avec des propriétés étonnantes comme la capacité de s'autoréparer : ainsi seront les matériaux que préparent actuellement les chimistes. Avec une foison d'applications à la clef, allant des casques de motos à la réparation des os ! Prenez l'exemple des nanotubes de carbone, dont le diamètre se mesure en millièmes de millimètre, pour une longueur mille fois plus élevée. Voilà un peu plus de dix ans que physiciens et chimistes se penchent sur ces matériaux aux propriétés mécaniques exceptionnelles, par exemple la capacité d'absorber les chocs d'une violence nettement supérieure à celle des fibres de carbone dans les

composites. Leur secret ? Une structure et une géométrie hors du commun. Plus précisément, « ils ont un rapport surface-volume exceptionnel », explique Philippe Poulin, du Centre de recherche Paul Pascal (CRPP) du CNRS à Bordeaux. Comprenez qu'ils présentent une très grande surface par rapport à leur volume. Mais avant de pouvoir utiliser ces qualités hors du commun (rigidité donc, mais aussi légèreté, très bonne conductivité, etc.), les chercheurs doivent résoudre un véritable casse-tête : « Aujourd'hui, nous ne pouvons obtenir des nanotubes bruts que sous forme d'une poudre, "en vrac" », rappelle Philippe Poulin. Tout le défi consiste donc à ordonner ces tubes, dont les propriétés mécaniques ou électriques dégringolent s'ils ne sont pas assemblés de façon optimale. Et l'équipe bordelaise y travaille d'arrache-pied. Pour cela, les chercheurs les incorporent dans des fibres qu'ils vont étirer. Les nanotubes s'ordonnent alors dans la direction de l'étirement. « Nous espérons savoir dans trois à cinq ans s'il est possible ou pas de fabriquer

Certains films à base de polymères conducteurs peuvent émettre de la chaleur, visible ici sur l'appareil de mesure.



© S. Reynaud/CNRS/Université de Pau



L'injection de nanotubes de carbone en solution dans un bain spécial, dit de coagulation, tournant sur lui-même permet de former des fibres de nanotubes.

des gilets pare-balles, des vêtements de protection et casques de moto, explique Philippe Poulin. Si tout va bien, nous devrions produire dans ce délai notre premier textile à partir de ces fibres mélangées. »

Pour le moment, les nanotubes sont surtout voués à remplacer le noir de carbone, un matériau formé de microsphères de carbone et fabriqué à partir de produits pétroliers lourds. Il constitue un antistatique très recherché pour les emballages électroniques, le stockage de poudres et les réservoirs d'essence. « On obtient déjà dans ce domaine les mêmes propriétés qu'avec le noir de carbone, mais avec dix fois moins de matière », confirme Philippe Poulin.

LES MATÉRIAUX SE FONT DES FILMS

Plus au sud, à l'Institut pluridisciplinaire de recherche sur l'environnement et les matériaux (Iprem)¹ de Pau, on se penche sur des films polymères conducteurs d'électricité. Applications ? Des surfaces chauffantes, des protections contre la corrosion, ou encore des capteurs psychosensoriels capables de distinguer les surfaces douces de celles qui ne le sont pas, qui pourraient intéresser les roboticiens. « Pour le moment, les surfaces chauffantes sont les matériaux les plus aboutis, résume Stéphanie Reynaud. Elles pourraient servir dans des bâtiments à très faible consommation énergétique, ou pour élaborer des vêtements chauffants. » À Pau, les chercheurs souhaitent aussi anticiper la pénurie programmée du pétrole : « C'est pour cela que nous testons des composés associant des polymères tirés du pétrole à des polymères dérivés des ressources agricoles ou marines. » À l'autre extrémité de l'Hexagone, à Strasbourg, l'Institut Charles Sadron (ICS) du CNRS planche quant à lui sur la mise au point de revêtements antirefléchissants, de protection anti-corrosion ou de surfaces antibactériennes. Par exemple pour protéger les coques de bateaux des salissures, ou mettre au point des pare-brise autonettoyants. Pierre Schaaf précise son procédé : « Nous élaborons des revêtements de surface organiques à l'aide de polymères chargés, en alternant les couches dotées de charges électriques positives et négatives », ce qui leur permet d'adhérer les unes aux autres. Le choix des matériaux est déterminé en fonction des propriétés recherchées. Reste >

ensuite à détacher ces dépôts de quelques dizaines de nanomètres d'épaisseur de leur support de fabrication, avant de pouvoir créer les revêtements souhaités. L'équipe de Pierre Schaaf a d'autres cordes à son arc. Un exemple, les matériaux à vocation biologique : « *En effet*, précise le chercheur, nous travaillons aussi en collaboration avec l'Inserm. Par exemple en intégrant de l'ADN dans les films, pour apporter des fonctions biologiques à des implants. »



QUAND LA CHIMIE PREND CORPS

D'ailleurs ces matériaux biomédicaux ont le vent en poupe. À Nantes, au laboratoire

« Chimie et interdisciplinarité : synthèse, analyse, modélisation » (Ceisam)², en coopération avec une équipe de l'Inserm, Bruno Bujoli se penche sur les matériaux dits « réparateurs ». « *Nous essayons de mettre au point des ciments injectables afin de prévenir les fractures dues à l'ostéoporose, un problème majeur de santé publique.* » Des ciments qui sont par exemple implantés dans le col du fémur, après avoir été modifiés par un principe actif contre l'ostéoporose. Au fil du temps, les fluides qui pénètrent dans ce phosphate de calcium, un matériau identique au principal constituant de l'os, captent et diffusent le médicament, ce qui stimule la repousse osseuse. « *Nous achevons des études sur l'animal*, explique Bruno Bujoli. *Nous espérons bien démarrer les essais cliniques de phase 1 cette année en association avec une PME (Graftys).* » Un beau résultat à suivre ! Revenons dans le Sud de la France, à Toulouse, au Centre interuniversitaire de recherche et d'ingénierie des matériaux (Cirimat)³, où l'équipe de Christèle Combes travaille elle aussi sur les tissus biologiques durs, en particulier sur les nanocristaux qui forment 70 % de nos os. « *Nous étudions leurs phénomènes de minéralisation* », explique Christian Rey. Outre les matériaux de réparation osseuse, l'équipe s'intéresse aussi à l'utilisation de ces minuscules cristaux pour l'imagerie médicale. « *Nous avons un projet avec le pôle Cancer-Bio-Santé de Toulouse*, poursuit la chercheuse. *En rendant*

ces nanocristaux luminescents et en fixant un composé à leur surface pour qu'ils soient reconnus par les cellules cancéreuses, nous espérons vivement améliorer l'imagerie des tumeurs. »

Finissons ce tour de France par la capitale, où Ludwik Leibler, du Laboratoire « Matière molle et chimie »⁴, s'est illustré il y a peu. Avec son équipe, il a réussi à fabriquer un matériau extraordinaire : une matière élastique capable de se réparer toute seule. Après avoir coupé le matériau, il suffit de remettre les deux mor-

ceaux en contact pour qu'il retrouve sa résistance de départ. Le secret ? L'usage de molécules qui ont la propriété de s'auto-assembler, de la même manière que les molécules d'un brin d'ADN peuvent se « reconnaître » et s'apparier. « *Pendant le processus d'autoréparation, les liaisons qui ont été rompues se reforment et redonnent la cohésion au matériau* », explique Ludwik Leibler. Après une heure de réparation, l'élastique retrouve sa capacité d'ex-



tension initiale de 700 % ! Aujourd'hui, la technologie est commercialisée par Arkema et les perspectives de ces produits hors du commun sont en phase d'exploration : adhésifs, films de protection, avec des applications imaginables dans le bâtiment. Ou encore, bien entendu, les pneumatiques...

Denis Delbecq

1. Institut CNRS / Université de Pau.
2. Institut CNRS / Université de Nantes.
3. Centre CNRS / Université Toulouse-III / INP Toulouse.
4. Laboratoire CNRS / Éc. sup. phys. chim. ind. Paris.

CONTACTS

- Philippe Poulin
poulin@crpp-bordeaux.cnrs.fr
- Stéphanie Reynaud
stephanie.reynaud@univ-pau.fr
- Pierre Schaaf
schaaf@ics.u-strasbg.fr
- Bruno Bujoli
bruno.bujoli@univ-nantes.fr
- Christèle Combes
christele.combes@ensiacet.fr
- Christian Rey
christian.rey@ensiacet.fr
- Ludwik Leibler
ludwik.leibler@espci.fr

L'élastomère supramoléculaire fait à partir d'acides gras est capable de s'autoréparer et de résister à un test de traction.



Les sentinelles de l'environnement

Les chimistes s'occupent bel et bien de dépollution. Ils n'ont d'ailleurs pas leur pareil pour traquer polluants aquatiques et atmosphériques. Mais la tâche est immense.

« *En effet, dans les milieux aquatiques, nous avons affaire à des milliers de molécules* », précise Hélène Budzinski, animatrice du Groupe de recherches de physico- et toxicochimie de l'environnement à l'Institut des sciences moléculaires¹. Avec ses collègues, la scientifique tente de repérer la présence des composés organiques et de diagnostiquer leurs effets sur les organismes aquatiques. Et le catalogue est impressionnant : pesticides, médicaments, solvants, retardateurs de flamme et toutes sortes de perturbateurs endocriniens soupçonnés de participer aux phénomènes de féminisation observés chez de nombreux organismes aquatiques. « *Or, les substances que l'on retrouve sont liées à notre mode de vie.* » C'est pour cette raison que la chercheuse appelle parfois en renfort ses collègues des sciences humaines et sociales. « *Les études sociales, les enquêtes peuvent nous faire gagner beaucoup de temps*, explique Hélène Budzinski. *Car elles nous orientent sur le type de molécules à rechercher dans un environnement donné. Chaque ville, chaque pays, chaque région affiche souvent des habitudes qui lui sont propres.* »

L'été dernier, une étude de l'Université de Barcelone avait relevé un pic de cocaïne et de MDMA (la molécule de l'ecstasy) à la fin des week-ends, dans les eaux d'une usine espagnole de retraitement des eaux usées !

ENQUÊTES DANS L'EAU ET DANS L'AIR

Afin d'améliorer encore leurs résultats, les détectives des pollutions aquatiques doivent disposer de bons outils d'analyse afin de repérer des substances très souvent présentes à l'état de traces. Un exemple qui donne du fil à retordre aux chercheurs : l'amoxicilline, un antibiotique dont la présence dans l'environnement pourrait favoriser une plus grande résistance des bactéries. Les scientifiques doivent aussi imaginer de nouvelles méthodes de mesure. « *Une analyse ponctuelle, à la fois dans le temps et dans l'espace, ne signifie pas grand-chose. C'est pour cette raison que nous essayons de mettre au point des capteurs capables de stocker les molécules présentes dans les milieux au fil du temps. De cette manière, il suffit d'un seul relevé pour disposer d'un suivi de la pollution accumulée sur quinze jours.* »

Si nos activités menacent les organismes aquatiques, elles sont aussi une source de pollution pour l'air que nous respirons. À l'Institut de recherches sur la catalyse et l'en-



Les stations d'épuration, ici à Bordeaux, représentent de bons sites d'études chimiques environnementales.

vironnement de Lyon (Ircelyon)², Christian George et ses collègues s'efforcent de comprendre les modifications physico-chimiques que subissent les composés émis dans notre atmosphère. Et notamment de déterminer ce qu'il advient des aérosols, ces poussières et gouttelettes qui sont rarement inertes. « *Nous essayons d'observer et de simuler ces transformations afin de déterminer leur impact sur le climat et la qualité de l'air.* » L'Institut suit plusieurs voies originales, dont l'étude des aérosols organiques secondaires, issus de l'oxydation des polluants gazeux, comme le dioxyde d'azote émis notamment par le trafic routier. « *Depuis peu, on réalise que ceux-ci sont prédominants dans l'air. Nous avons montré comment l'interaction avec la lumière constituait une étape essentielle de leur vieillissement.* » Ici, la plupart des travaux s'effectue en laboratoire, pour reconstituer la formation et l'évolution des aérosols afin de déterminer, par exemple, les sous-produits qui apparaissent au cours des réactions photochimiques. « *Mais nous avons également participé à de récentes campagnes de mesures avec un spectromètre de masse à aérosols (AMS) – instrument très original, pour l'instant unique en France* », souligne Christian George. L'AMS donne, en quelques minutes, pour chaque particule sa taille et sa composition chimique. « *Toutes les mesures faites à ce jour soulignent la complexité chimique des particules atmosphériques.* » Aujourd'hui, les métropoles sont assez bien équipées pour le suivi de polluants « simples » comme l'ozone. Mais pour maîtriser l'impact des aérosols, il reste beaucoup à faire, notamment sur la compréhension de la physico-chimie de ces particules petites – moins d'un micromètre – et néanmoins souvent néfastes pour la santé et la qualité de l'air.

Denis Delbecq



Les échantillonneurs passifs de type POCIS (Polar Organic Chemical Integrative Sampler), ici en cours d'étalonnage, permettent de collecter les composés organiques présents dans l'eau.

1. Institut CNRS / ENSCP Bordeaux / Universités Bordeaux-I et IV.
2. Institut CNRS / Université de Lyon.

CONTACTS

- Hélène Budzinski
h.budzinski@ism.u-bordeaux1.fr
- Christian George
christian.george@ircelyon.univ-lyon1.fr

POUR EN SAVOIR PLUS

À LIRE

> *La sagesse du chimiste*, Hervé This, coll. « Sagesse d'un métier », L'œil neuf éditions, 2009

EN LIGNE

> Dossier Sagasciences « Art et sciences », www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosart/accueil.html
> Dossier Sagasciences « Chimie et beauté », www.cnrs.fr/cw/dossiers/doschim/accueil.html

À VOIR

> *Dans les secrets des œuvres d'art* (2008, 30 min) de Didier Deleskiewicz, produit par CNRS Images. http://videothèque.cnrs.fr/index.php?urlaction=doc&id_doc=1920

Contact : Véronique Goret (Ventes), CNRS Images – Vidéotheque
Tél. : 01 45 07 59 69
– videothèque.vente@cnrs-belleuve.fr

CES ESPÈCES QUI DONNENT L'ALERTE

Plus elle progresse, plus l'analyse chimique se heurte au problème des faibles doses, sans pouvoir répondre à la question essentielle des effets sur la santé des cocktails de substances qui nous entourent. Pour le toxicologue Jean-François Narbonne, de l'Institut des sciences moléculaires¹, il y a urgence à développer les « bioessais », c'est-à-dire les essais sur des tissus vivants. « *Une substance ou un mélange de substances peuvent être indétectables mais modifier le comportement cellulaire. Les bioessais sont indispensables pour l'avenir.* » C'est le cas du fameux test « souris », qui détecte la présence de toxines dans les huîtres : on prélève un échantillon sur des mollusques pour l'injecter dans l'abdomen de trois souris. La mort de deux souris sur trois dans les 24 heures implique un danger pour l'homme et l'interdiction de la consommation. « *Nous travaillons avec l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa) pour déterminer des types cellulaires plus sensibles et spécifiques pour détecter les phycotoxines*, explique Jean-François Narbonne. *Nous avons aussi développé depuis trente ans des biomarqueurs sur espèces sentinelles, véritables reporters de la contamination des milieux.* » Ainsi,

des mollusques permettent de détecter la pollution le long des côtes françaises. Les grandes agences nationales et internationales travaillent sur cette question, le consensus n'étant pas facile à trouver. Aujourd'hui, la plupart des réglementations reposent sur des analyses chimiques dont l'interprétation par rapport à une valeur limite est simple et qui représentent un énorme marché. Face aux défis sanitaires accrus par la mondialisation et à la réalité des contaminations multiples, les bioessais et biomarqueurs constituent une approche indispensable pour mieux évaluer les dangers et les risques pour l'homme et son environnement.

D.D.

1. Institut CNRS / ENSCP Bordeaux / Universités Bordeaux-I et IV.
Contact : Jean-François Narbonne, jf.narbonne@ism.u-bordeaux1.fr

Le test d'inoculation d'un extrait de glande digestive d'huître chez la souris empêche le risque d'intoxication alimentaire des consommateurs.





ARCHÉOLOGIE **Sous la forêt, LES PIERRES**

© J.-P. Gauchin/AFPP/PHOTONONSTOP

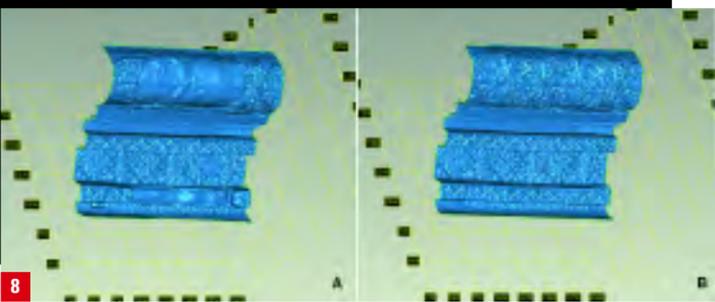


© Programme TA KEO, GPE, GEOLAB



© L. Bourbon/Archivio White Star

Chaque année, plus d'un million de touristes viennent admirer les temples d'Angkor, au Cambodge. D'immenses aménagements permettent de circuler entre les monuments de l'ancienne capitale millénaire des souverains khmers. Mais un problème se pose : sans la forêt tropicale qui les a protégés durant des siècles, les temples sont soumis aux agressions atmosphériques qui accélèrent leur dégradation... Un phénomène que des chercheurs français se chargent d'ausculter sur le terrain.



1 2 La forêt protège les temples encore enfouis du soleil brûlant et des pluies de mousson.

3 Dégagé vers 1920, le temple de Ta Keo, objet d'étude de l'équipe, n'a cessé de se dégrader depuis.

4 En février 2008, 200 points de référence ont été mesurés à la station à visée laser, afin de restituer en 3D la topographie de la zone. Le rendu photogrammétrique permet ensuite de rendre exploitables des photographies anciennes et de calculer les surfaces érodées pour chaque date.

5 La lasergrammétrie sert à obtenir une mesure précise et un suivi des cicatrices d'érosion. Positionné sur un trépied, le laser scanner à courte portée et haute résolution requiert une faible intensité lumineuse, ce qui nécessite la mise en place d'une bâche occultante.

6 Sur un pétale de lotus ciselé dans le grès, a été apposée une gommette rouge, utilisée comme point de référence en photogrammétrie.

7 Des bas-reliefs millénaires se sont rapidement écaillés à la suite du dégagement du temple de la forêt. En témoigne cette cicatrice d'érosion, qui s'est agrandie au long du XX^e siècle.

8 La campagne de balayage laser 2008 a permis de visualiser en 3D l'état actuel de dégradation des moulures (à gauche) et de le confronter avec l'état initial de celles-ci, reconstitué à partir de rares secteurs demeurés intacts (à droite).

9 L'érosion affecte les bas-reliefs de différentes manières. Ici, il s'agit de craquelures radiales, qui constituent la première étape d'un processus de dégradation s'achevant par la formation de spectaculaires cicatrices d'érosion atteignant jusqu'à 1 mètre de long et 30 centimètres de large.

Depuis 2006, c'est le même rituel. Chaque année, l'équipe du Laboratoire de géographie physique et environnementale (Geolab) de Clermont-Ferrand, spécialisée dans l'étude des phénomènes d'érosion de la pierre, profite de la saison sèche en décembre pour repartir à Angkor effectuer des mesures sur le temple-montagne de Ta Keo. Après trois missions sur le terrain, les chercheurs n'en reviennent toujours pas. « C'est une chance exceptionnelle de travailler sur ce site inscrit au Patrimoine mondial », s'exclame Marie-Françoise André, professeur de géographie physique à l'université Blaise Pascal. Il faut dire que l'immense cité de pierres ciselées qui s'étendait alors sur 400 km² – et 3 000 km² si l'on inclut ses environs cultivés – reste la plus large agglomération édifiée par l'homme avant l'ère industrielle, surpassant les vestiges mayas et chinois. À son apogée, cette capitale de l'empire accueillait entre 500 000 et 1 million d'habitants ! Mais aujourd'hui, le paysage semble tout droit sorti d'une adaptation de *Lara Croft* ou de *La belle au bois dormant*, version khmère. Et porte encore les stigmates organiques d'un sommeil long de plusieurs siècles. Dans certains temples, de volumineux tentacules végétaux enserrant les linteaux des portes de pierre, s'insinuent entre les bas-reliefs et font exploser divinités et danseuses finement sculptées. Mais les chercheurs de Geolab, eux, s'intéressent davantage à une autre forme d'érosion, plus sournoise et plus rapide, qui guette cette fois les temples dégagés : celle due au vent, aux pluies, aux rayons solaires et autres acteurs atmosphériques.

Bien sûr, avant d'effectuer le moindre relevé, il a fallu montrer patte blanche auprès de l'Unesco et de l'Autorité pour la protection du site et l'aménagement de la région d'Angkor (Apsara). Et surtout, dénicher le temple « idéal », parmi une vingtaine de monuments... « Ta Keo a retenu notre attention dès 2006 car il n'avait subi aucune transformation ni restauration depuis sa construction en l'an mil, ce qui était inespéré ! » Après son abandon vers 1280, la jungle a rapidement recouvert le temple, qui est resté ainsi endormi pendant six siècles, avant d'être dégagé vers 1920. Depuis, Ta Keo, directement exposé aux rayons du soleil, aux pluies de mousson et au tourisme, ne cesse de se détériorer... Mais, outre son érosion importante, une autre particularité a pesé dans le choix de ce temple : Ta Keo a une histoire étonnamment bien documentée. Aux études architecturales, stylistiques et épigraphiques conduites par l'École française >



© Photos : Programme TA KEO/LGPE GEOLAB



10



11



12



13

10 L'éponge de contact est une technique mise au point par des conservateurs de Florence, qui permet d'évaluer la perméabilité de la pierre. Si l'eau – principal vecteur d'altération – reste en surface, dans l'éponge, c'est que la roche est en bonne santé.

11 Les capteurs de température et d'humidité permettent de définir le niveau de stress climatique auquel est soumis un temple dégagé de la forêt. Ces capteurs sont placés à divers endroits du temple pour mettre en évidence des différences de comportement thermique liées à la microtopographie des moulures. Ils restent actifs tout au long de l'année.

12 et 13 Sous la forêt, dans une ambiance relativement humide, des lichens blancs, gris et verdâtres colonisent la pierre monumentale et la protègent en retenant l'eau en surface. Ils forment un écran protecteur qui s'interpose entre les agents atmosphériques et la pierre des monuments.

> d'Extrême-Orient (EFO), notamment par l'architecte Jacques Dumarçay en 1967, s'ajoutent les banques d'images conservées au musée Guimet et dans les collections privées. « Ces photographies anciennes nous montrent le temple avant et après son dégagement. En les comparant avec nos propres relevés, il devenait possible de quantifier visuellement la dégradation du temple et de mesurer l'impact du stress climatique subi en un siècle. »

Munis de ces atouts, les chercheurs de Geolab ont donc programmé six missions de terrain, échelonnées entre 2008 et 2012, et commencé à estimer les surfaces et volumes détériorés grâce à des équipements cofinancés par le CNRS, l'université Blaise Pascal et la Maison des sciences de l'homme (MSH) de Clermont-Ferrand. Franck Vautier et Olivier Voldoire, formés aux nouvelles techniques de spatialisation 3D, ont lancé en 2008 une première campagne de mesures sur le premier niveau est de la pyramide centrale. « Car c'est pour ce niveau que l'équipe dispose de la documentation iconographique la plus riche grâce à des clichés dont les plus vieux remontent à 1905 », explique Marie-Françoise André. Tout d'abord, la photogrammétrie permet de corriger les déformations des photographies prises avec des luminosités, des définitions et des focales différentes, avant de les intégrer dans un référentiel métrique. Grâce à cette technique, les différents clichés pris sur la période 1905-2008 deviennent parfaitement superposables. L'équipe peut alors mesurer les surfaces dégradées et reconstituer le « tempo » de la dégradation contemporaine de

la pierre. Parallèlement, les ingénieurs utilisent un balayage laser des surfaces ornementées pour obtenir une modélisation en 3D à très haute définition (300 micromètres) des motifs sculptés et une estimation volumétrique des parties érodées.

Mais l'équipe exploite aussi d'autres techniques, comme celle du monitoring climatique : des capteurs de la forme d'une pile bouton, placés à différents endroits du temple, sont programmés pour prendre simultanément des mesures de température et d'humidité afin de déceler une influence des agressions climatiques en fonction de l'exposition de la pierre. Ces résultats, comparés à ceux d'autres capteurs fixés sur un temple enfoui sous la jungle, ont déjà révélé que les variations climatiques étaient bien plus faibles sous l'épaisse végétation.

D'après l'analyse des photographies, le dégagement du temple de la forêt aurait même décuplé la vitesse de détérioration des sculptures. À terme, l'équipe de Geolab espère aboutir à un scénario prédictif d'aggravation des dommages et participer à la définition de stratégies de gestion durable du parc archéologique d'Angkor. Ne serait-ce qu'en plaidant pour le maintien ou la restauration d'un écran forestier protecteur autour des temples. Une telle proposition rencontre d'ailleurs depuis peu un écho favorable auprès de l'Apsara. Car les visiteurs eux-mêmes viennent en grande partie pour admirer ce mariage inédit de l'arbre et de la pierre. Faire table rase de la forêt d'Angkor reviendrait donc à tuer la poule aux œufs d'or.

Camille Lamotte

1. Laboratoire CNRS / Université de Limoges / Université de Clermont-Ferrand-II.

CONTACT

→ Marie-Françoise André
Laboratoire de géographie physique et environnementale (Geolab), Clermont-Ferrand
m-francoise.andre@univ-bpclermont.fr

Sébastien Candell

Physicien

Tout feu tout flamme

Dans le monde, Sébastien Candell est l'un des plus éminents spécialistes de la combustion. Il croule littéralement sous les distinctions : médaille d'argent du CNRS en 1993, grand prix Marcel Dassault en 2000, élu membre de la National Academy of Engineering des États-Unis cette année, etc. Alors de prime abord, la discrétion de ce chercheur du Laboratoire d'Énergétique moléculaire et macroscopique, combustion (EM2C) du CNRS tranche avec son impressionnant CV. Surtout, on n'imaginait pas en quoi la compréhension de la dynamique et de la structure des flammes, auxquelles il se consacre depuis trente ans, était si cruciale... « Songez que la combustion est à la base de la civilisation, et que la découverte du feu puis la maîtrise de l'allumage ont changé la face du monde », insiste-t-il. Mais si nous savons faire feu de tout bois, de charbon, de gaz ou de pétrole, depuis des centaines ou des milliers d'années, jusqu'à produire de la sorte près de 85 % de notre énergie aujourd'hui, nous sommes encore loin de maîtriser toutes les complexités de la combustion. En somme, brûler c'est bien, mais bien brûler, ce serait mieux. Voilà donc le cheval de bataille de notre homme...

« Il faut notamment assurer la stabilité de la combustion, explique Sébastien Candell. Une flamme instable peut en effet faire grimper la température des parois de la chambre de combustion, entraînant sa dégradation avec des conséquences parfois dramatiques. » De plus, bien brûler, c'est aussi polluer moins, poursuit le chercheur, soucieux de ces questions. Comprendre les flammes, les modéliser puis les simuler numériquement pour parvenir à les maîtriser, est donc son obsession constante. Tout juste s'accorde-t-il un jogging quotidien et quelques concerts de jazz ou de musique classique. Et quand il s'échappe de son laboratoire quelques jours, c'est pour emmener ses étudiants de l'École centrale de Paris (ECP) en séminaire aux sports d'hiver ! « Nous skions la journée et je fais cours le soir, c'est très sympathique, s'enthousiasme-t-il. L'enseignement est une activité très noble dans laquelle je m'implique beaucoup. » Justement, on ne compte plus les

« Songez que la combustion est à la base de la civilisation, et que la découverte du feu puis la maîtrise de l'allumage ont changé la face du monde. »



© M. Rouy/CNRS Photothèque

« têtes pensantes », passées entre ses mains ou celles de ses collègues de l'ECP, et qui sont aujourd'hui devenues leaders dans les entreprises ou dans la recherche. Comment Sébastien Candell, qui depuis ses dix ans affirmait sa vocation d'ingénieur, est-il devenu ce parangon de l'enseignement ? Comment ce centralien, diplômé en 1968 à tout juste 22 ans, une voie dans l'industrie toute tracée, s'est-il découvert une passion pour la recherche ? « Grâce à une école d'été de physique spatiale, organisée en Italie par l'agence spatiale européenne, et que j'ai suivie avant de finir l'ECP », raconte-t-il les yeux rieurs. En même temps que sa dernière année, il suit donc un DEA de physique des plasmas et enchaîne avec un doctorat au California Institute of Technology sur les thèmes de la propulsion et de l'aéroacoustique. À son retour, il complète ce cursus par une thèse d'État en France, alors indispensable pour devenir enseignant-chercheur.

Depuis, ce maître ès combustion, également professeur à l'Institut universitaire de France, a inscrit à son palmarès 160 publications scientifiques dans des revues internationales. En 2005, il est lauréat du prestigieux « Pendray aerospace literature award » de l'American Institute of Aeronautics and Astronautics. Très impliquée

dans l'Initiative sur la combustion avancée (Inca)¹, son équipe travaille aussi depuis les années 1990 sur la combustion dans les moteurs utilisés sur les lanceurs Ariane. « Grâce à notre analyse de la structure des flammes, nous avons déterminé les critères de stabilisation (géométrie de l'injecteur, longueur de flamme, etc.) pour que la combustion du mélange d'oxygène liquide et d'hydrogène gazeux n'ait jamais lieu à l'extérieur du moteur. Sans quoi, la fusée perdrait le bénéfice de la poussée produite... », explique-t-il fièrement. Au final, pas un moteur de voiture, d'avion ou de fusée, pas une turbine à gaz ou une chaudière domestique qui ne bénéficie de ces recherches. « Ces technologies étaient initialement assez empiriques. La description physique fine de ce qui se passe dans la chambre de combustion est bien plus récente et c'est un élément essentiel pour progresser », songe-t-il, déjà reparti dans ses réflexions enflammées...

Charline Zeitoun

1. Projet signé en 2002 entre Snecma, l'Onera et le CNRS.

CONTACT

→ Sébastien Candell
Laboratoire d'Énergétique moléculaire et macroscopique, combustion (EM2C), Châtenay-Malabry
candell@em2c.ecp.fr

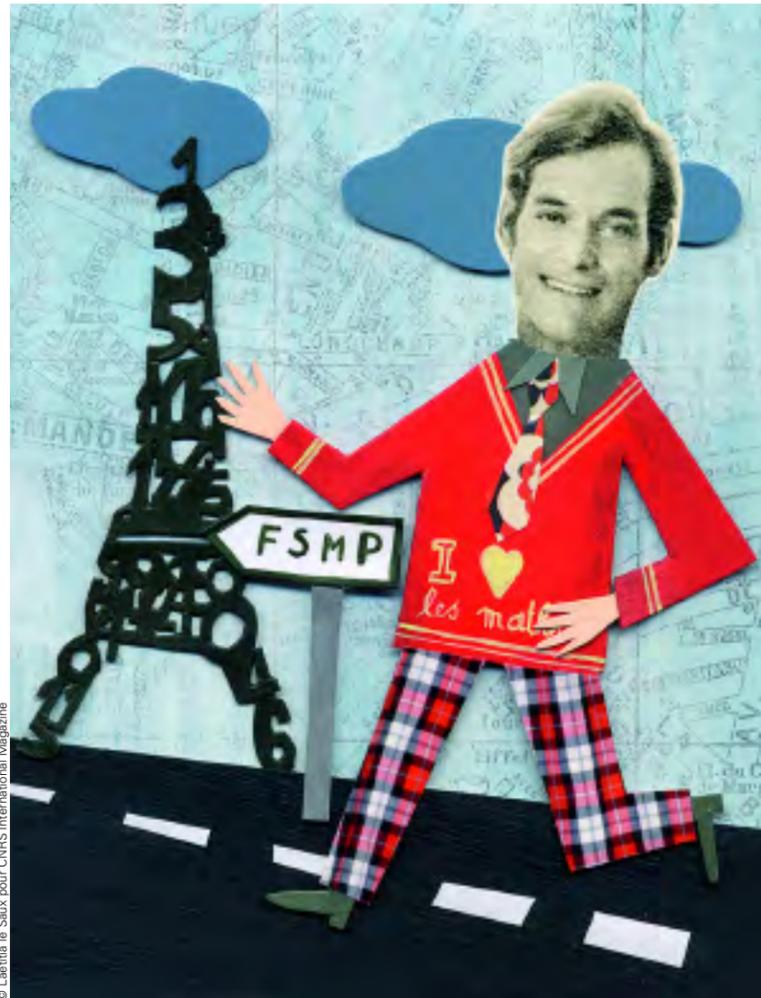
FONDATION SCIENCES MATHÉMATIQUES DE PARIS

Paris, capitale mondiale des maths

Avec un effectif de près de 1 000 chercheurs, la Fondation Sciences mathématiques de Paris (FSMP), dans laquelle est impliqué le CNRS, constitue le plus grand vivier de mathématiciens au monde. Tout aussi impressionnant que le nombre de ses chercheurs : son niveau d'excellence, couronné par de nombreuses distinctions internationales.

Quatre médailles Fields, deux prix Abel¹, quatorze académiciens, cent vingt lauréats de prix nationaux et internationaux, dont trois des onze récompenses remises lors du dernier Congrès européen des mathématiques qui s'est tenu en 2008 à Amsterdam... la Fondation Sciences mathématiques de Paris (FSMP) présente un « tableau de chasse » pour le moins impressionnant. « À plusieurs reprises, les laboratoires de la fondation ont fait mieux en nombre de conférenciers invités au Congrès mondial des mathématiques que les universités de Princeton et Berkeley et le Massachusetts Institute of Technology (MIT) réunis ! Or c'est un critère très reconnu dans notre domaine », annonce avec fierté Jean-Yves Chemin, directeur de la FSMP. Créée fin 2006, celle-ci compte six institutions membres², en tout neuf laboratoires parisiens employant pas moins de 1 000 chercheurs, soit la plus grande concentration de mathématiciens au monde ! Le CNRS est un des membres fondateurs et représente un quart de cet effectif.

À l'origine de la fondation : la volonté de fédérer et de mettre en réseau les mathématiciens de la capitale pour améliorer la visibilité et l'attractivité de leurs laboratoires au niveau national et mondial. Autre spécificité : la FSMP couvre l'ensemble du champ des mathématiques pures et appliquées, ainsi que l'informatique fondamentale. Un choix motivé par une réalité qui se vérifie jour après jour : il n'y a pas de barrière hermétique entre la théorie et les applications. « Les mathématiques ont vu le jour il y a 5 000 ans pour gérer la production et la distribution des biens, on ne peut pas faire plus appliqué », se plaît d'ailler à rappeler Jean-Yves Chemin.



© Laetitia le Saux pour CNRS International Magazine

LES MATHS SONT PARTOUT

En témoignent aussi les travaux des chercheurs de la fondation primés au 5^e Congrès européen des mathématiques qui s'est déroulé le 14 juillet 2008 à Amsterdam. Ainsi, Laure Saint-Raymond, membre du Laboratoire Jacques-Louis Lions³, s'est vue récompensée, entre autres, pour sa mise en équation des « ondes équatoriales », qui permet de mieux comprendre les phénomènes climatiques très complexes ayant cours à ces latitudes. Son collègue Josselin Garnier a quant à lui reçu un prix pour ses travaux appli-

qués à la sismologie. « En modélisant le bruit de fond des ondes sismiques présentes dans le sous-sol californien, il est parvenu à cartographier ce sous-sol nettement plus précisément que ce qui se faisait avant ! », explique Jean-Yves Chemin. Mais bien d'autres domaines nécessitent les maths. Ainsi en est-il de la cryptographie, devenue indispensable, par exemple, pour payer en toute sécurité ses achats par carte bancaire sur Internet. « La théorie des nombres qu'elle met en jeu est un exemple édifiant de mathématiques abstraites au service d'une application pratique », précise le directeur. Les maths font bien partie intégrante de notre vie quotidienne ! C'est pourquoi la FSMP s'est donné pour mission de favoriser les collaborations entre les chercheurs et le monde économique et industriel. Son objectif : devenir un interlocuteur privilégié pour aider les entreprises à identifier leurs besoins à moyen et long terme, puis recruter les mathématiciens de très haut niveau susceptibles d'y répondre.

ATTIRER LES MEILLEURS

Mais si Paris jouit déjà d'une forte crédibilité en mathématiques, elle ne la conservera qu'au prix d'un réel effort. « Car d'autres villes dans le monde sont en embuscade, telles Pékin ou Bombay, dont le nombre de mathématiciens est en constante augmentation », prévient Jean-Yves Chemin. La Fondation engage donc des moyens conséquents pour attirer la fine fleur mondiale des mathématiciens. Ainsi, une chaire d'excellence destinée à des chercheurs de tout premier rang international vient d'être créée, la seule entièrement dédiée aux maths en France⁴. Quinze postdoctorants étrangers peuvent aussi être accueillis chaque année, unique programme « postdoc » de cette envergure pour les mathématiques et l'informatique fondamentale au niveau national. « Pour leur recrutement, un affichage mondial des postes à pourvoir est réalisé au sein de 2 000 institutions ! », déclare Jean-Yves Chemin. Le prix de la Fondation permet d'accueillir pendant un an un jeune mathématicien prometteur, future « vedette » de son sujet. Et les plus grands mathé-

maticiens mondiaux peuvent être invités à Paris pour des séjours de deux à trois mois... Mais la FSMP irrigue aussi le tissu mathématique national en finançant le séjour de mathématiciens provinciaux pour des formations à l'Institut Henri Poincaré (IHP)⁵ et pour le séjour de doctorants en province. « Enfin, nous sommes capables de débloquent très rapidement un budget pour accueillir un thésard étranger exceptionnel, ajoute Jean-Yves Chemin. Nous avons ainsi réussi à convaincre un jeune australien prodige que tout le monde s'arrachait. »

DONNER LE GOÛT DES MATHS

Développer l'intérêt général pour les mathématiques est une autre des missions que s'est fixée la Fondation, même si sa vocation première reste la recherche. Bien que les universités parisiennes soient un peu moins touchées que la moyenne, la pénurie d'étudiants est un phénomène alarmant. La FSMP a donc décidé de créer « Paris Graduate School of Mathematical Sciences », un programme de bourses de master et de thèse destiné aux étudiants étrangers. « Notre objectif est d'accueillir 20 étudiants au niveau Master 1 dès la rentrée 2010, puis de passer à 50 élèves », annonce le directeur. Parallèlement, la Fondation mène un gros effort de communication et de vulgarisation, comme en témoigne son site internet. Pourvu qu'elles soient bien expliquées, les maths, ce n'est pas si sorcier !

Jean-Philippe Braly

→ À voir

www.sciencesmaths-paris.fr

1. La Médaille Fields et le prix Abel sont deux récompenses qui viennent pallier l'absence de prix Nobel en mathématiques. La première est remise tous les quatre ans à un ou plusieurs chercheurs de moins de quarante ans. Le prix Abel est attribué tous les ans. Il a été remis cette année à Mikhaïl Gromov membre de l'Institut des hautes études scientifiques (IHÉS), à Bures-Sur-Yvette (lire « Éclats », p. 3).
2. CNRS, École normale supérieure, université Paris-Diderot, université Pierre-et-Marie-Curie, université Paris-Dauphine, Collège de France.
3. Laboratoire CNRS / Université Paris-I.
4. Cette chaire permet de financer un séjour de douze mois pour un mathématicien étranger de tout premier plan. Le lauréat dispose d'un budget pouvant atteindre 68 000 € et d'un salaire de 6 200 € nets par mois.
5. Institut CNRS / Université Paris-VI.

CONTACT

→ Jean-Yves Chemin
Fondation Sciences mathématiques de Paris (FSMP)
chemin@ann.jussieu.fr

PROSPECTIVE

L'institut de mathématiques sur les rails

Jean-Marc Gambaudo, chargé de mettre en place le nouvel Institut de mathématiques du CNRS, nous explique la politique menée pour valoriser cette discipline dans laquelle la France excelle.

Quelle sera la mission de l'Institut des sciences mathématiques et de leurs interactions (INSMI) ?

J.-M. Gambaudo : Sa mission fondamentale sera de maintenir les mathématiques françaises au sommet de la compétition mondiale, au sein de laquelle elles occupent le deuxième rang, derrière les États-Unis. Une des raisons de ce succès est le partenariat fructueux entre recherche et formation qui s'exprime aujourd'hui dans nos 47 unités mixtes de recherche (UMR) françaises et nos 6 unités mixtes internationales (UMI), qui favorisent la mobilité des mathématiciens français à l'étranger et le partage de compétences internationales. L'INSMI doit renforcer la structure de ce tissu et l'étendre à l'ensemble des acteurs de la discipline de tous les centres impliqués dans la recherche mathématique.

Grâce à l'INSMI, les mathématiques disposeront-elles de moyens plus importants ?

J.-M.G. : Oui. La présidente du CNRS, Catherine Bréchnac, a annoncé le doublement du budget, et le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche doit apporter une contribution supplémentaire. Cela permettra, alors que les universités deviennent autonomes, de disposer malgré tout d'une structure nationale apte à maintenir une forte cohérence de la discipline. Elle apportera ainsi aux universités une expertise indiscutable, en évitant l'isolement de certains ou la mise en concurrence stérile d'autres. Enfin, ces moyens accrus permettront de répondre aux immenses sollicitations que les mathématiques suscitent aujourd'hui de la part des autres disciplines scientifiques (physique, informatique, mécanique, biologie, économie, etc.) et de la société (statistiques, mathématiques financières, etc.).

Est-ce le couronnement de la politique efficace menée jusqu'ici par les acteurs de cette discipline ?

J.-M.G. : Absolument. Les responsables scientifiques successifs des mathématiques au CNRS ont mené depuis une

vingtaine d'années une politique originale qui est maintenant clairement reconnue. La clé de voûte de cette politique est l'indissociabilité de la recherche et de la formation. Nous avons aussi développé une politique de structuration nationale en connexion avec tous les établissements, au lieu de nous concentrer sur un petit nombre de laboratoires d'excellence. Il nous semble clair que la variété des thématiques en mathématiques et la diversité de leurs interactions imposent une structure de ce type. Cette politique s'appuie aussi sur la mobilité des chercheurs, qui permet de maintenir une qualité élevée de la recherche jusque dans les plus petits centres de notre réseau de laboratoires.

Comment poursuivre cette politique ?

J.-M.G. : Il faudra notamment créer de nouvelles équipes en concertation avec les universités. Stimuler la recherche par des financements rapides de projets, que ce soit en mathématiques fondamentales ou sur des sujets interdisciplinaires qui répondent à des appels d'offres. Il faudra aussi adapter notre réseau au projet du gouvernement qui souhaite réorganiser les sciences fondamentales autour de grands centres. Pour cela, nous proposons la création de fédérations régionales. Bien sûr, il conviendra aussi de coordonner nos grands équipements : le Centre international de rencontres mathématiques, l'Institut Henri Poincaré (IHP), l'Institut des hautes études scientifiques (IHÉS), le Centre international de mathématiques pures et appliquées. Enfin, l'INSMI devra devenir le vecteur des mathématiques françaises à l'étranger et prendre en charge les programmes de coopération internationale.

Propos recueillis par Charline Zeitoun

CONTACT

→ Jean-Marc Gambaudo
Institut des sciences mathématiques et de leurs interactions (INSMI), Paris
jean-marc.gambaudo@cnrs-dir.fr

PROGRAMME

À l'origine du son



Au centre, un instrument à vent numérique utilisé au cours du programme Consonnes. Il est constitué d'un capteur de gestes qui pilote un logiciel de synthèse sonore reposant sur le fonctionnement des instruments réels.

Le programme Consonnes, auquel participent plusieurs laboratoires du CNRS, s'achève après plus de trois ans d'existence. À la clé : une meilleure compréhension des sons émis par les instruments de musique.

Qu'est-ce qui différencie le jeu de Miles Davis de celui d'un trompettiste de fanfare ? Ou celui de Nigel Kennedy d'un violoniste amateur ? Du point de vue artistique, c'est le talent. Du point de vue scientifique, plusieurs éléments, que la trentaine de chercheurs du programme Consonnes¹ ont eu à cœur d'analyser pendant trois ans et demi. Directeur de recherche au Laboratoire de mécanique et d'acoustique (LMA)², à Marseille, Jean Kergomard a orchestré les travaux menés avec le Laboratoire « Traitement et communication de l'information » (LTCl)³ et l'unité « Sciences et technologies de la musique et du son » (STMS)⁴, ainsi que des partenaires étrangers. Ce spécialiste du son a les bons mots pour expliquer simplement la teneur du projet : « L'objectif était de comprendre la relation entre les paramètres de jeu d'un instrumentiste et le son produit. »

La trompette, le violon, la clarinette et la flûte ont été au cœur des recherches dont les dernières notes se jouent ce mois-ci. Ces instruments à vent et à cordes frottées, dits auto-oscillants, sont complexes à étudier, car l'effet obtenu n'est pas proportionnel à la cause. On parle de non-linéarité. Le son d'une clarinette, par exemple, dépend de l'appui des lèvres sur l'anche et de la pression dans la bouche. Si la démonstration est facilement identifiable à l'oreille, elle ne l'est pas forcément en laboratoire. Surtout lorsqu'il faut composer avec un élément clé : le transitoire. Bien connu des musiciens, ce moment furtif caractérise le début et la fin d'un son. Sans lui, impossible de distinguer une flûte d'un hautbois. Pour décortiquer l'équation sonore de ces instruments, l'équipe du programme Consonnes a donc eu recours à plusieurs artifices. Un contrôleur de souffle par exemple, pour simuler et tester des instruments sur ordinateur en exploitant les derniers modèles physiques de l'équipe. Mais aussi une bouche artificielle, capable de souffler dans une trompette de diverses manières pour obtenir des sons réalistes et reproductibles. Et les résultats sont là. Sur le plan purement acoustique tout d'abord, Consonnes a permis de mieux appréhender ces différents phénomènes, et ainsi de perfectionner les algorithmes de synthèse sonore. En agissant non pas sur le résultat, mais bien en amont, sur les paramètres de jeu. Sur le plan musical ensuite, Consonnes va permettre d'affiner la fabrication de certains instruments, mais va aussi fournir de nouvelles clés pour l'apprentissage de la musique. Dans un avenir plus lointain, Consonnes pourrait aussi contribuer au développement de robots musiciens.

Stéphan Julienne

→ À lire

Acoustique des instruments de musique, Jean Kergomard et Antoine Chaigne, éditions Belin, novembre 2008

1. Consonnes est un projet blanc de l'ANR.
2. Laboratoire CNRS / Université Aix-Marseille-1 / Centrale Marseille.
3. Laboratoire CNRS / Éc. nat. sup. telecom Paris.
4. Unité CNRS / Ircam.

CONTACT

→ Jean Kergomard
Laboratoire de mécanique et d'acoustique,
Marseille
kergomard@lma.cnrs-mrs.fr

BRÈVE

La science entre en Seine

Du 26 au 31 mai, la science envahit la capitale ! C'est en effet la 5^e édition du Festival Sciences sur Seine, organisé par la Mairie de Paris et dont le CNRS est partenaire. Une nouvelle fois, le grand public est convié à la découverte des sciences et du patrimoine scientifique parisien, aussi bien dans des salles de spectacles que dans la rue et les jardins publics. Parmi les temps forts du festival : une nuit d'observation du ciel au parc Montsouris, une soirée de projection de courts-métrages scientifiques sur le parvis de l'Hôtel de ville, deux grands débats publics au cloître des Cordeliers

(voir p. 2), ou encore le 10^e Salon des jeux mathématiques sur la place Saint-Sulpice. Au total, ce sont une cinquantaine de manifestations gratuites et accessibles à tous qui attendent les Parisiens, dont des promenades instructives sur la géologie de la capitale, et des soirées mêlant science et théâtre¹. Franciliens, un autre événement est à noter sur vos agendas : Futur en Seine², une grande fête populaire consacrée au numérique. Organisée par la Mairie de Paris, la Région Île-de France et le pôle de compétitivité Cap Digital, elle aura lieu du

29 mai au 7 juin à Paris et dans toute l'Île-de-France. À découvrir par exemple : une démonstration par Christian Jacquemin, du Laboratoire d'informatique pour la mécanique et les sciences de l'ingénieur³, d'un système de « réalité augmentée mobile » : une balade au fil de l'eau dans un univers d'images mouvantes...

1. Retrouvez tout le programme du festival sur www.paris.fr
2. Tous les événements sont sur www.futur-en-seine.org
3. Laboratoire CNRS / Universités Paris-VI et XI.



ENVIRONNEMENT

Les mines sous surveillance

© P. Olivier/Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec



Mine de nickel de Raglan, exploitée dans le Nord de la péninsule d'Ungava, au Québec. Au premier plan, l'empilement de pierre – un Inuksuk – révèle la présence Inuit.

Altération du paysage, rejets de produits toxiques pouvant affecter la faune et la flore... Les mines peuvent poser de sérieux problèmes environnementaux. C'est encore plus vrai dans les milieux fragiles comme le Grand Nord ou les tropiques, souvent très riches en minerais mais déjà mis à mal par le changement climatique. Comment évaluer les conséquences environnementales d'un projet minier et éviter de nouvelles catastrophes ? Deux instituts du CNRS, l'Institut national des sciences de l'Univers du CNRS (Insu) et l'Institut « Écologie et environnement », en partenariat avec l'Institut de recherche pour le développement (IRD) et le ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, ont proposé de construire un observatoire international de l'environnement minier en s'appuyant sur deux sites d'étude : l'un situé sur le complexe minier de Raglan dans la péninsule d'Ungava au Québec et l'autre dans le Sud de la Nouvelle-Calédonie. Cet observatoire, en cours d'achèvement, va permettre la surveillance de l'environnement avant, pendant et après l'exploitation de nouveaux gisements de nickel, avec l'aide des populations locales (Inuit et Kanak). Suivi de la biodiversité, analyses chimiques de l'eau, de l'air et des sols, enquêtes auprès des habitants... Il pourra dresser un bilan complet de l'impact environnemental des mines. « À ce volet consacré à la surveillance

in situ viendra s'ajouter la dimension internationale de la recherche », indique Bruno Goffé, directeur adjoint scientifique des sciences de la Terre à l'Insu et initiateur du projet.

Les participants au programme étaient d'ailleurs réunis les 23 et 24 mars derniers à Aix-en-Provence¹ afin de coordonner les actions scientifiques qui accompagneront le programme. Des appels à projets devraient bientôt être lancés auprès des laboratoires de recherche engagés sur ces thématiques. « Avec ces observatoires, nous disposerons de deux "sondes" comparables sur la planète : toutes deux organisées autour de l'exploitation massive du nickel, elles enregistreront et analyseront les conséquences environnementales des activités humaines sur les milieux naturels fragiles et les populations qui y vivent », précise Bruno Goffé. C'est aussi un bon moyen de faire prendre conscience aux exploitants miniers, partenaires du programme, de l'importance de leurs activités sur un environnement de plus en plus vulnérable du fait du changement global.

Fabrice Demarthon

1. Où se situe déjà l'Observatoire Homme-Milieu de la mine de Gardanne.

CONTACT

→ Bruno Goffé
Institut national des sciences de
l'univers du CNRS (Insu)
bruno.goffe@cnrs-dir.fr





Valentina Emiliani

La fibre optique

Rendez-vous est donné à l'université Paris Descartes, en plein cœur du quartier de Saint-Germain-des-Prés. Visage souriant et accent chantant, Valentina Emiliani, physicienne de son état, nous mène en trois étages au laboratoire « Neurophysiologie et nouvelles microscopies » (NNM)¹. Son fief. Devant notre regard interrogateur, la jeune femme livre en guise d'explication le mot clé de ses travaux : « l'interface »... entre la physique et la biologie. Voilà près de trois ans que cette spécialiste des propriétés optiques des « semi-conducteurs quantiques » a monté l'une des quatre équipes du laboratoire, grâce au prix European Young Investigator (Euryi) 2005. Objectif : mettre au point de nouvelles techniques de microscopie au service de la neurophysiologie.

À 42 ans, cette italienne de souche savoure sa condition de chercheuse... après une trajectoire « non linéaire » de l'Italie à la France. Au départ fêreuse d'architecture autant que de physique, la jeune romaine choisit cette dernière « par attachement familial à la recherche ». La voici en thèse d'optique à l'université de Rome tout en collaborant avec un laboratoire d'optique non linéaire² installé à Florence.

1996. Se profile l'opportunité d'un poste en « physique des surfaces » à Rome. « C'était un peu tôt pour moi et surtout, un peu trop éloigné de mon domaine de recherche. » Si elle refuse le poste, elle décide quand même de découvrir la physique des surfaces le temps d'un postdoc à l'Université technique de Berlin. La capitale allemande la séduit, la discipline, moins. Alors retour à ses premières amours, dans un labora-

toire berlinois dédié aux tout nouveaux microscopes dits de champ proche, à haute résolution spatiale.

Valentina rejoint Florence en 2000. Elle tient « son » idée : appliquer cette technologie de pointe à la biologie. C'est alors que la France surgit dans sa vie via son mari, chercheur et italien lui aussi. « Les choses étaient compliquées car il travaillait en France. » Lassée par quatre ans d'allers-retours incessants, elle opte, en 2002, pour un postdoctorat à l'Institut Jacques Monod, à Paris. Le changement de statut comme le handicap de la langue lui pèsent. Son indépendance lui manque. Ce qui ne l'empêche pas de sonder plus avant le lien physique/biologie, en étudiant les réactions des cellules aux stimulations mécaniques

BRÈVE

Analyses brésiliennes

Les chercheurs du tout nouveau laboratoire international associé créé au Brésil par le CNRS et l'Universidade Estadual de Santa Cruz veillent au grain ! L'Institut de recherche et d'analyses physico-chimiques (Ifap) va en effet s'assurer – pour l'Amérique latine et la Guyane française – de la qualité des produits d'exportation et d'importation tels que les produits agricoles, les viandes et poissons, ou encore les matières premières. Un des objectifs de l'Ifap sera ainsi de créer un centre de référence associé au Service central d'analyse du CNRS (lire aussi « L'enquête » p. 18). Mais il formera aussi des spécialistes de haut niveau en instrumentation, et développera de nouvelles méthodologies en analyses chimiques et physico-chimiques, pour de nombreux secteurs allant de l'environnement à la médecine, en passant par l'agriculture et les industries chimique et pétrolière.

> www2.cnrs.fr/presse/communiquel/1567.htm

de leur environnement. « Nous utilisons pour cela des pinces optiques³, dites holographiques. Basées sur des faisceaux lasers particuliers, elles permettent de stimuler les cellules sur les trois dimensions. C'est pendant ce projet que j'ai réalisé que la "manipulation holographique" de la lumière ouvrirait sur d'autres applications en biologie. »

Arrive l'excellent cru 2005 : un poste au CNRS, et la naissance de son fils. Satisfaite ? Pas totalement. Mener à bien sa thématique nécessite de créer sa propre équipe. Un heureux hasard l'amène alors à croiser Serge Charpak, directeur du Laboratoire de Neurophysiologie et nouvelles microscopies, soucieux de renforcer son pôle physique. Marché conclu. Grâce au budget d'Euryi, Valentina peut investir début 2006 ses locaux, acquérir un équipement optique de pointe et s'entourer de précieux collaborateurs. « Ici, le contact permanent avec les biologistes du labo et leur sensibilisation à la physique permet de partager une langue commune. » Le terrain parfait pour élargir l'utilisation de l'holographie à d'autres applications. Exemple : explorer – dans le temps et dans l'espace – les mécanismes de communication entre les neurones.

Une équipe reconnue, une vie parisienne agréable... La France l'a conquise. Même si elle admet qu'un retour en terre natale pourrait, un jour, la tenter.

Patricia Chairopoulos

1. Laboratoire CNRS / Université Paris-V.
2. L'optique non linéaire exploite les champs électriques intenses obtenus par les lasers pour modifier les propriétés optiques du milieu traversé.
3. C'est l'utilisation de faisceaux lasers fortement focalisés comme pinces optiques afin de manipuler des cellules ou des petits objets.

CONTACT

→ **Valentina Emiliani**
Laboratoire « Neurophysiologie et nouvelles microscopies » (NNM), Paris
valentina.emiliani@parisdescartes.fr

PARTENARIAT FRANCO-ALLEMAND

Un institut pour naviguer d'une langue à l'autre

Utiliser les nouvelles technologies pour passer de l'oral à l'écrit et d'une langue à une autre, c'est l'ambition d'un nouvel institut franco-allemand créé à Orsay.

Ce n'est peut-être pas une tour de Babel où les hommes ne parleraient qu'une seule langue, mais le tout nouvel Institut franco-allemand des technologies multilingues et multimédias de l'information (IMMI), à Orsay, aspire quand même à abattre quelques frontières linguistiques. Ses outils ? Les nouvelles technologies. « Celles développées par l'Institut et par les autres partenaires du programme Quaero (lire l'encadré), lancé en 2008, pourront transcrire un discours ou un dialogue, reconnaître la langue utilisée et la traduire, identifier le locuteur d'après son visage, ou encore résumer automatiquement des textes ou des contenus de sites », explique Joseph Mariani, directeur de l'IMMI, qui associe l'Université technique de Rhénanie Westphalie (RWTH), à Aix-la-Chapelle, l'université de Karlsruhe et le CNRS – à travers le laboratoire d'informatique pour la mécanique et les sciences de l'ingénieur (Limsi)¹.

Pour cela, les scientifiques de l'IMMI – qui seront à terme une centaine – poursuivront le développement de nouvelles technologies linguistiques. « Notamment sur le traitement du langage, le traitement de la parole, la traduction automatique (que ce soit texte à texte, parole à texte, ou parole à parole), le traitement de documents multilingues et l'indexation de documents multimédias, poursuit Joseph Mariani. Parce que ce sont les compétences des trois laboratoires fondateurs. » Ces derniers, qui regroupent des linguistes, des informaticiens, des sociologues et des spécialistes de l'ergonomie partagent en effet la même approche méthodologique. « Celle de l'apprentissage, de l'évaluation et de la validation par des méthodes statistiques à partir d'ensembles de documents (des corpus) », précise Joseph Mariani. En clair, pour mettre au point une transcription écrite automatique de données sonores (discours ou émissions radio, par exemple), on fournit au système des fichiers sonores et les transcriptions correspondantes. Il s'en nourrit, les analyse et « apprend » à associer le bon son à la bonne transcription. Plus le corpus de fichiers donnés au système est grand, plus la base statistique est importante et meilleures sont les transcriptions.

La naissance de l'IMMI a été longuement préparée. Les trois partenaires fondateurs ont créé en décembre 2007 une unité mixte internationale pour faciliter la gestion de l'Institut. Puis, en décembre dernier, ils ont fondé un laboratoire européen associé (LEA), l'IMMI-Labs, qui fédère les efforts de recherche des trois partenaires,

auxquels est aussi associée l'université Paris-Sud-XI. Outre les financements apportés par le consortium Quaero aux trois partenaires, le CNRS, le Conseil général de l'Essonne et le réseau thématique de recherche avancée Digiteo contribuent à couvrir les coûts de la construction et des équipements informatiques. D'ici à trois ans, les chercheurs de l'IMMI seront en effet installés dans un nouveau bâtiment de 3 000 m² construit à Orsay, à proximité du Limsi, dans le sud de l'Île-de-France.

À terme, l'Institut sera l'un des plus grands pôles de recherche mondiaux sur ces thématiques. Et sa place en Europe, où plus d'une vingtaine de langues cohabitent, est loin d'être anodine. « Nous cherchons à développer des technologies qui permettent à chaque citoyen européen d'utiliser sa propre langue et de passer facilement d'une langue à l'autre », rappelle Joseph Mariani. Le laboratoire pourrait par exemple développer des outils de traitement automatique ou de traduction des 23 langues européennes officielles et répondre aux besoins de nombreuses institutions européennes : Com-

mission ou Parlement, office européen des brevets, bibliothèque numérique ou agences de sécurité...

Virginie Lepetit

1. Laboratoire CNRS / Universités Paris-VI et XI.

LE MULTIMÉDIA AU PROGRAMME

Quaero est un programme de recherche de cinq ans (2008-2013), qui associe plus d'une vingtaine de partenaires de la recherche publique et de l'industrie et bénéficie d'un budget proche de 200 millions d'euros. Son but est de produire des technologies avancées de traitement de l'information multimédia (texte, parole, musique, images, vidéos) et de développer des applications innovantes les utilisant : moteurs de recherche, portail de communication, numérisation des œuvres, navigation dans les contenus audiovisuels, gestion des droits numériques...

V.L.

CONTACT

→ **Joseph Mariani**
Institut des technologies multilingues et multimédias dans l'information (IMMI), Orsay
joseph.mariani@limsi.fr



3 questions à...

Olivier Galland

Les jeunes français ont-ils raison d'avoir peur ?

Éd. Armand Colin, avril 2009, 158 p. – 18 €

Olivier Galland est sociologue, directeur de recherche au Groupe d'étude des méthodes de l'analyse sociologique (Gremas, CNRS / Université Paris-IV).

Vous dressez, dans cet essai incisif, un constat inquiétant sur la représentation que se font les jeunes français de leur avenir : de quoi ont-ils peur ?

On voit, d'abord, un sentiment général de crainte vis-à-vis de l'avenir, qui s'exprime à travers un certain nombre d'enquêtes. Par exemple, celle, récente, de la Fondation pour l'innovation politique, montrait un extraordinaire pessimisme des jeunes français à l'égard de l'avenir. Le contraste est saisissant avec l'optimisme d'autres jeunes, européens ou américains. Au-delà de ce constat, j'essaie de comprendre les causes de ce pessimisme. Des causes connues relèvent de discriminations économiques dont souffrent les jeunes français sur le marché de l'emploi notamment ; d'autres sont de nature plus politique – la sous-représentation des jeunes dans les corps intermédiaires,

syndicats, associations, partis politiques – et l'absence en France d'une véritable politique de jeunesse... Ces causes sont sérieuses, évidemment, mais mon sentiment est qu'elles n'expliquent pas tout et, surtout, le principal – ce qui ressort aussi des enquêtes –, une sorte de fatalisme des jeunes français, comme s'ils avaient le sentiment de n'avoir aucune maîtrise sur leur destin personnel. Et c'est là qu'une autre interprétation s'impose, liée à la façon dont on conçoit la formation des jeunes dans notre pays. Cette conception repose sur l'idée de méritocratie, dont la spécificité française est ce qu'on appelle l'« élitisme républicain », c'est-à-dire la sélection des « meilleurs » : tout le système est conçu autour de cette obsession du classement scolaire qui va départager les « vainqueurs » et les « vaincus » de la « compétition ».



ils ne perçoivent pas assez clairement les avantages collectifs.

Comment améliorer les choses ?

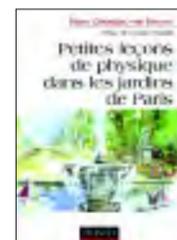
L'essentiel est de parvenir à redonner confiance à la jeunesse, confiance en elle-même et dans la société. La création du Haut Commissariat à la jeunesse est une bonne nouvelle qui inaugure peut-être la mise en œuvre d'une véritable politique de jeunesse. En tant que spécialiste de la transition vers l'âge adulte, je peux dire qu'il y a, en effet, besoin d'une véritable politique publique d'accompagnement de cette transition, sans paternalisme, mais en donnant aux jeunes les ressources notamment en matière d'information, dans tous les aspects interdépendants de leur vie – formation, emploi, logement, santé, loisirs, voyages, etc. Il faut aussi enclencher dans le système éducatif une véritable pédagogie de la réussite, en insistant un peu sur les « principes égalitaires » et en considérant que chacun peut et doit réussir à son niveau et trouver sa voie d'excellence. Pour finir, je dirai qu'il faut réconcilier la société française avec sa jeunesse afin de faire surgir le dynamisme que celle-ci porte en elle : la jeunesse n'est pas seulement un problème, elle est aussi une ressource.

Propos recueillis par Léa Monteverdi

Il y a, pourtant, un paradoxe : les jeunes semblent réticents à accepter des réformes d'un système éducatif qui ne les favorise pas...

Effectivement, depuis une vingtaine d'années, les jeunes ont refusé presque toujours les réformes du système éducatif, de quelque bord politique qu'elles viennent, ceci au nom de principes égalitaires, bien que cette égalité formelle ne vaut plus du tout du fait de ce fonctionnement extrêmement élitiste. Alors, pourquoi les jeunes adoptent-ils ce comportement ? Il y a d'abord, sans doute, l'incapacité des hommes politiques à expliquer et à justifier les réformes qu'ils proposent : ils ont peur des jeunes et essaient de faire passer les réformes à la sauvette ou de manière plus ou moins subreptice, ce qui ne fait qu'accroître la défiance. Dans cette opacité, les différentes catégories de jeunes croient connaître les avantages dont ils disposent et leur réflexe est, généralement, « mieux vaut tenir que courir » : ils préfèrent préserver un système, même insatisfaisant, plutôt que de courir le risque d'un changement dont

Petites leçons de physique dans les jardins de Paris



Hans Christian von Baeyer, préf. Georges Charpak, trad. Julien Randon-Furling, ill. Lili von Baeyer, éd. Dunod, mars 2009, 192 p. – 15 €

« ... Ce livre est écrit par un scientifique de haute culture doublé d'un amoureux de Paris » (Georges Charpak). Du Champ de Mars au Jardin des plantes, du parc Montsouris au jardin du Luxembourg, le grand scientifique américain Hans Christian von

Baeyer propose une balade d'initiation à la physique dans un Paris, le lecteur le devine, qu'il connaît bien. Style raffiné et illustrations peu bavardes rendent sensibles ces promenades réflexives où se marient avec bonheur gravitation universelle et va-et-vient d'une balançoire.

Pourquoi et comment fait-on attention ?

Sylvie Chokron, éd. Le Pommier, coll. « Les petites pommes du savoir », mars 2009, 64 p. – 4, 60 €

Cette « Petite pomme » est le premier ouvrage véritablement grand public sur un sujet apparemment anodin, l'attention « ... qui constitue un prérequis à toutes les activités cognitives, perceptives ou motrices » et donc « absolument indispensable aux apprentissages ». En retour, le sur-apprentissage d'une fonction entraîne une automatisation de cette fonction qui, de ce fait, nécessite moins d'attention, cette attention libérée pouvant, ainsi, servir à un autre apprentissage. Et ainsi de suite. L'attention représente donc un axe commun à l'ensemble de la vie mentale, et « poursuivre notre démarche de caractérisation des processus attentionnels permettra à l'homme de mieux comprendre les mécanismes qui autorisent ou entravent cette fonction nécessaire à une parfaite adaptation au monde extérieur. Quant à l'étude du lien entre attention et conscience, elle révélera peut-être certains mystères de notre fonctionnement cognitif et nous renseignera sur certains mécanismes encore peu connus, comme la motivation, le lien entre vie affective et vie intellectuelle ou encore le choix (conscient ou non) de ne percevoir que certaines informations qui nous entourent ».



2009 : ANNÉE MONDIALE DE L'ASTRONOMIE

Astronomie populaire Tomes I et II

Camille Flammarion, éd. Flammarion, coll. « Champs », mars 2009, 2 000 p. – 25 €

Somme des connaissances astronomiques de son temps présentées avec enthousiasme, dévouement à la diffusion des idées et joie d'enseigner ne sont pas les moindres mérites de cette célèbre *Astronomie populaire*, de Camille Flammarion (1842-1925). Les deux volumes de cette nouvelle édition paraissent dans un joli coffret à l'ancienne et sont illustrés (figures, planches et cartes du ciel) en fac-similé de l'édition originale. Un hommage à Camille Flammarion, astronome renommé, fondateur de l'observatoire de Juvisy-sur-Orge et de la Société astronomique de France et qui demeure l'un des plus grands vulgarisateurs de l'histoire des sciences.

L'OBSERVATION EN ASTRONOMIE
Pierre Léna (coord.), éd. Ellipses, mars 2009, 240 p. – 24 €

GALAXIES ET COSMOLOGIE
Françoise Combes (coord.), éd. Ellipses, mars 2009, 240 p. – 24 €



Le corps humain Conçu, supplicié, possédé, cannibalisé



Maurice Godelier et Michel Panoff (dir.), CNRS Éditions, mars 2009, 575 p. – 35 €

L'humanité, toujours et partout, s'est représentée l'individu comme composé de deux parts : l'une, charnelle et périssable, l'autre invisible, âme, ombre, double, esprit poursuivant sa route bien au-delà de la mort. Et, pour de nombreuses sociétés, des Yanomami d'Amazonie aux Khumbo du Népal, un homme et une femme ne suffisent pas à produire un enfant : celui-ci nécessite pour être pleinement humain l'intervention d'agents plus puissants, ancêtres, esprits, dieux. Réunissant de grands spécialistes des sociétés traditionnelles, cette somme explore, à travers représentations et pratiques symboliques, les relations entre les sexes, la famille, la propriété, le pouvoir... Mais le corps n'est pas seulement le résultat d'un développement *in utero*. Il est aussi l'expression et l'instrument d'un ordre social, que l'on peut contester ou subvertir en agissant sur son propre corps par des agressions, des possessions, des rituels violents. L'ouvrage traite donc aussi de ces violences, afin de montrer comment un corps est à la fois le dépositaire et le piège des rapports sociaux. Un ouvrage de référence.

Grossesses avec drogues Entre médecine et sciences sociales

Laurence Simmat-Durand (dir.), éd. L'Harmattan, coll. « Logiques sociales », mars 2009, 294 p. – 28 €

Un sujet beaucoup plus investi par la médecine que par les sciences sociales vient d'être abordé par ces dernières : la consommation par les femmes enceintes de substances psychoactives (alcool, tabac, cannabis, traitements de substitution aux opiacés, benzodiazépines, etc.). Les enquêtes de terrain proposées ici résultent de plusieurs années de coopération entre un réseau de praticiens, le Gega (Groupe d'études « Grossesses et addictions ») et un laboratoire de recherches en sciences sociales, le Cesames (Centre de recherche psychotropes, santé mentale, société) : comment les femmes sous addiction vivent-elles leur grossesse, quelles sont leurs conditions de vie – pouvant aller parfois jusqu'à l'absence de domicile fixe –, quel est le nombre d'enfants pris en charge, existe-t-il un handicap physique, scolaire ? Un ouvrage témoignant d'un rapport explicite entre sciences de la société et médecine curative ou préventive.



Les défenses de mon corps

Laurent Degos, ill. Sophie Jansem, éd. Le Pommier, coll. « Minipommes », série « Mon corps », avril 2009, 64 p. – 6 €



Comment notre organisme se défend-il contre une infection ? Qu'est-ce qu'un anticorps ? Quel est le rôle des globules blancs ? À quoi sert un vaccin ?... C'est ce que la petite Marie, blessée au bord de la mer d'une blessure qui ne « cicatrise pas bien », va découvrir grâce au docteur Doré et à l'oncle André. Docteur en médecine et en biologie humaine, l'auteur est aujourd'hui directeur de la Haute Autorité de santé.



Être une personne

Terrain, n° 52, éd. MSH / Ministère de la Culture et de la Communication, mars 2009, 174 p. – 16 €

Métaphysiciens, anthropologues, prêtres, neurologues, juristes, chirurgiens parlent-ils tous de la même chose quand ils parlent de la « personne » ? Ce volume 52 de la revue Terrain se consacre à l'« union d'un esprit et d'un

corps formant un individu possédant des droits et des devoirs fixés par la loi », c'est-à-dire à la personne – et à ses troubles. Différents spécialistes internationaux croisent ici leurs points de vue sur les troubles dits de la personnalité multiple, sur le concept de personne dans le champ psychiatrique (à l'hôpital et dans les groupes d'entraide mutuelle). Les articles abordent les xénogreffes et ses conséquences sur la personne, ou encore le jeu de rôle *World of Warcraft* (WoW), où le spectateur est à la fois l'utilisateur et une personne morale agissant dans le monde virtuel par le biais de son propre personnage.

Alcool, drogues chez les jeunes : agissons

Daniel Bailly, éd. Odile Jacob, mars 2009, 288 p. – 22,50 €

Professeur de psychiatrie de l'enfant et de l'adolescent, Daniel Bailly lance un défi aux familles et aux familiers des jeunes. Après avoir expliqué quels sont les risques chez les jeunes de consommer alcool, cannabis, ecstasy et autres substances hallucinogènes, il soulève une problématique où règne en maître le comportement de l'adolescent :

ce n'est pas tant le produit mais le fait que son utilisation révèle un comportement de dépendance – qui risque ou non de s'installer –, qui ouvre la porte à toutes les addictions. Conclusion : il s'agit de faire la différence entre conduites de consommation normale et conduites de consommation pathologique. Cette distinction entre abus et dépendance détermine la mise en place de bons outils de prévention sur le plan collectif comme individuel.



Les vertiges de la technoscience Refaçonner la nature par la convergence des sciences et des techniques

Bernadette Bensaude-Vincent,
éd. La Découverte,
coll. « Sciences et Société »,
avril 2009, 256 p. – 20 €

Consacrée à la *technoscience*, mot composé dont le philosophe belge Gilbert Hottois revendique la paternité dans les années 1970, cette étude se lit comme une passionnante enquête. Dans l'intention de sortir du conflit actuel entre technophobes et technophiles, l'historienne et philosophe des sciences Bernadette Bensaude-Vincent, se livre à une véritable archéologie du terme – depuis la Seconde Guerre mondiale et le credo de la recherche de la multi- et interdisciplinarité jusqu'au nouveau thème mobilisateur de « convergence » des années 2000, où nanotechnologies, biotechnologies et technologies de l'information se fondent en une seule « inquiétante » et quelque peu utopique *technoscience*. L'auteur montre d'une part comment cette « aube d'une nouvelle Renaissance qui façonnera le monde atome par atome » provoque un choc culturel, avec l'entrée de la technoscience à la fois dans la sphère politique et dans l'arène publique (avec son arsenal d'outils autorégulateurs tentant de rendre acceptables les innovations techniques). Elle expose d'autre part qu'il y a là, plutôt qu'un destin dont nous serions les prisonniers, « un processus historique qui transforme la nature et la société dans son ensemble en une vaste scène expérimentale ».



Anthropologie de l'aide humanitaire et du développement



Des pratiques aux savoirs,
des savoirs aux pratiques

Laëtitia Atlani-Duault et Laurent Vidal (dir.),
éd. Armand Colin, mars 2009, 320 p. – 25 €

Au bonheur des autres
Anthropologie de l'aide humanitaire

Laëtitia Atlani-Duault, éd. Armand Colin, avril 2009, 235 p. – 23,40 €

Depuis des décennies, l'aide internationale a été l'objet de recherches en anthropologie, mais la quasi-totalité d'entre elles s'intéressait aux supposés bénéficiaires de l'aide, sans que le monde des « développeurs » assurant l'aide humanitaire ait véritablement fait l'objet de travaux de recherche et de terrain de la part des anthropologues. C'est chose faite. Laëtitia Atlani-Duault a eu l'idée d'« aller faire dix ans de terrain au sein d'une organisation internationale d'aide humanitaire et de développement (du siège à New York et à Genève aux pays d'Asie centrale et de Transcaucasie), de devenir l'une des leurs, et de doubler cette première enquête d'une seconde, plus classique en anthropologie, auprès des supposés bénéficiaires de l'aide de cette même organisation ». Faisant suite à *Au bonheur des autres*, ouvrage témoignant, grâce à un travail de terrain, des pratiques et logiques du milieu de l'humanitaire, le deuxième ouvrage, collectif de chercheurs internationaux, propose, plutôt à des anthropologues, des comptes rendus de travaux sur de grands thèmes : réfugiés, assainissement, santé, genre...

AUTRES PARUTIONS

LA VIE DANS L'UNIVERS

Réflexions d'un physicien
Freeman J. Dyson, trad. de l'anglais
(États-Unis) Stéphane Schmitt, éd.
Gallimard coll. « Bibliothèque des sciences
humaines », février 2009, 256 p. – 20 €

LA MONTÉE DES INCERTITUDES

Travail, protections, statut de l'individu
Robert Castel, éd. Seuil, mars 2009,
400 p. – 22 €

CRISES, CHAOS ET FINS DE MONDE

Fabrice d'Almeida, Nicolas Baverez,
Jean-Luc Domenach, Bernard Droz,
Emmanuel Le Roy-Ladurie, Pierre Milza,
Anthony Rowley, Laurent Theis, et Nicolas
Werth, éd. Tempus, avril 2009, 224 p. – 8 €

LES SENTINELLES DE L'ARGENT SALE

Les banques aux prises
avec l'antiblanchiment
Pierre Lascombes, Thierry Godefroy
et Gilles Favarel-Garrigues,
éd. La Découverte, coll. « Cahiers libres »,
avril 2009, 280 p. – 22 €

Retrouvez les publications de CNRS Éditions sur le site : www.cnrseditions.fr

20 PROPOSITIONS POUR RÉFORMER

LE CAPITALISME
Cécile Renouard et Gaël Girard (dir.),
préf. Pascal Lamy, éd. Flammarion,
mars 2009, 384 p. – 22 €

CRISE ET RÉNOVATION DE LA FINANCE

Michel Aglietta et Sandra Rigot,
éd. Odile Jacob, mars 2009, 368 p. – 27,90 €

JUIFS ET POLONAIS 1939-2008

Jean-Charles Szurek et Annette Wiewiorka
(dir.), éd. Albin Michel, coll. « Bibliothèque
Histoire », février 2009, 524 p. – 25 €

CORPS ET TRAVAIL

Revue *Corps*, n° 6, éd. Dilecta, mars 2009,
127 p. – 18 €

LA PHYSIQUE PAR LES OBJETS QUOTIDIENS

Cédric Ray et Jean-Claude Popizat,
éd. Belin, coll. « Bibliothèque
scientifique », janvier 2009,
160 p. – 22,50 €

EXPOSITIONS

Rubrique réalisée par Olivia Dejean



Le bois
Du cœur à l'ouvrage

Jusqu'au 30 août 2009, palais de la
Découverte, Paris (VIII^e). Tél. : 01 56 43 20 21
– www.palais-decouverte.fr

Du cœur à l'ouvrage
Chefs-d'œuvre des
Compagnons du devoir

Jusqu'au 23 août 2009, musée des Arts
et Métiers, Paris (III^e). Tél. : 01 53 01 82 00
– www.arts-et-metiers.net

Attention les yeux : certaines pièces que vous verrez dans l'exposition itinérante *Du cœur à l'ouvrage* ont demandé près de 1000 heures de travail ! Sa réalisation a mobilisé pendant cinq ans plus de 200 jeunes menuisiers ébénistes en formation sur le tour de France des Compagnons du Devoir. En trois parties, elle est présentée actuellement à la fois au musée des Arts et métiers et au palais de la Découverte. Ce dernier accueille ainsi les étapes « Matériau » et « Savoir-faire et modernité », pour découvrir le monde sylvestre, les essences de bois, le choix et le travail de ce matériau vivant. Le musée des Arts et Métiers expose quant à lui la partie « Mémoire et histoire », avec des chefs-d'œuvre (ouvrages réalisés à l'issue de la formation du compagnon) allant du mobilier gothique à la menuiserie contemporaine. Les réalisations des Compagnons sont à couper le souffle !

Cette mappemonde de 1,60 m de diamètre
permet de replacer la provenance de
certaines essences de bois sur le globe.



72 % L'expo avec vues sur mer

Jusqu'au 3 janvier 2010, CCSTI La Turbine, Cran-Gevrier
(74). Tél. : 04 50 08 17 00 – www.ccsti74-crangevrier.com

Sur Terre, il y a surtout... de la mer ! La Planète bleue, c'est 72 % d'eau, auxquels est consacrée cette nouvelle exposition de la Turbine. Meilleure place pour l'observation : le littoral. Le visiteur se met dans l'ambiance avec les ressources de la mer, l'exploration sous-marine et les techniques de pêche. Puis les rapports intimes entre les hommes et la mer sont abordés, avant de passer à la pratique : prendre les commandes d'un cargo, monter dans un bateau, écouter les récits de grands voyageurs... Le 7 juin, des animations sont prévues pour la Journée mondiale des océans. Vous sentez le vent du large ?



© 1991 Benetton Group S.p.A.
Photo : O. Toscani



Oliviero Toscani, *Kissing-nun*, 1992. Cette image réalisée pour une campagne de publicité de la marque de vêtements Benetton a bousculé les tabous.

Controverses Photographies à histoires

Jusqu'au 24 mai 2009, Bibliothèque nationale de France,
site Richelieu, Paris (II^e). Tél. : 01 53 79 59 59 – www.bnf.fr

Les Américains marchant sur la lune, les soviétiques dressant un drapeau sur Berlin libéré avec une montre à chaque poignet, deux ecclésiastiques s'embrassant sur la bouche dans une publicité pour des vêtements... Autant de photographies dont l'histoire a été marquée par la controverse. Qu'en pensaient leurs contemporains ? Pourquoi ? Que nous évoquent-elles encore aujourd'hui ? Dans cette exposition au carrefour de l'histoire de l'art, du droit et de la philosophie, il ne s'agit ni de juger, ni de trancher, mais de faire avancer la réflexion sur le statut et la gestion des œuvres photographiques. Car « si certaines batailles sont terminées, le débat, lui est peut-être toujours d'actualité » (Christian Pirker, commissaire d'exposition).

Numériquement vôtre

Jusqu'au 30 août 2009, Champs libres,
Rennes (35). Tél. : 02 23 40 66 40
– www.espace-sciences.org



Livres, musique, sons, images... peuvent tous être transformés en suites de 0 et de 1 ! Après avoir découvert l'histoire du numérique (invention du cinéma, mise au point de la calculatrice...), vous pourrez visualiser des données traduites en 0 et 1, identifier tous les objets numériques, même les plus insoupçonnés, dans une reconstitution d'appartement, tester des techniques de numérisation, et toucher du doigt le numérique de demain à travers les travaux des chercheurs et les techniques de réalité augmentée.

ET AUSSI

COULEUR À TOUS LES ÉTAGES

Jusqu'au 4 octobre 2009, musée
Bargoin, Clermont-Ferrand (63).
Tél. : 04 73 42 69 70
– <http://museebargoin.clermont-ferrand.fr>

Au rez de chaussée : l'archéologie. Au premier étage : les tapis et arts textiles. De façon inédite, ces deux départements du musée Bargoin s'allient autour d'un thème : la couleur. Le parcours met en relation des sources de couleur – minéraux, végétaux, animaux – et des œuvres. Au menu : l'ocre présent depuis la préhistoire, la pourpre prisée par les Gallo-Romains, et bien d'autres...

GAULOIS SOUS LES POMMIERS DÉCOUVERTES DE L'ÂGE DU FER EN BASSE-NORMANDIE

Du 16 mai au 30 novembre 2009, musée
de Vieux-la-Romaine (14). Tél. : 02 31 71 10 20
– www.vieux-la-romaine.cg14.fr

LES GAULOIS ET LA MORT EN NORMANDIE LES PRATIQUES FUNÉRAIRES À L'ÂGE DU FER (VII^e-I^{er} SIÈCLE AVANT J.-C.)

Du 22 mai au 22 septembre 2009, musée
de Normandie, Caen (14). Tél. : 02 31 30 47 60
– www.musee-de-normandie.eu

Que savez-vous des Gaulois ? Remontez le temps en explorant la vie quotidienne des « Gaulois sous les pommiers » et leurs rituels funéraires avec « les Gaulois et la mort », deux expositions organisées à l'occasion du 33^e colloque annuel de l'Association française pour l'étude de l'âge du fer, qui se déroulera à Caen, du 20 au 24 mai 2009 au musée des Beaux-Arts.

EN LIGNE

2009, année Darwin

www.cnrs.fr/darwin/



Le CNRS s'associe à l'Année Darwin en proposant ce site regroupant articles, dossiers, animations, vidéos et photos sur les recherches menées au CNRS sur l'évolution, pour découvrir le scientifique, ses théories et ses héritiers dans les labos d'aujourd'hui.

TV

La vie en tête

Le 28 mai à 22 h 50 sur France 2 dans la case « infrarouge ». Documentaire réalisé par Sophie Bensadoun produit par Master Image, CNRS Images et France 3 Sud (2009, 50 min).

L'intervention chirurgicale sur le cerveau d'un patient éveillé, qui devient acteur de sa propre opération, est un acte médical remarquable. À travers le témoignage de trois patients, le spectateur découvre une maladie rare (qui se traduit par une tumeur cérébrale appelée gliome) et une opération chirurgicale singulière.



© Master Image, CNRS Images et France 3 Sud

DVD

Bronx Barbès
Les guerriers des grandes cités

D'Éliane de Latour (2000, 107 min). Une coproduction Hachette Première, Les Films d'Ici / Arte France Cinéma, France 3 Cinéma et le CNRS Images/Média.

Bonne nouvelle : la sortie en DVD fin février chez Arte Video de cet excellent film réalisé par Éliane de Latour, réalisatrice et anthropologue au CNRS. Le réalisme de ce long métrage, en partie joué par des gens des ghettos de Côte d'Ivoire, est percutant, car le scénario repose sur un travail de terrain – une étude sur les gangs de rue à Abidjan et San Pedro.

CNRS Images

Année polaire internationale

Vente : 01 45 07 59 69 – videotheque.vente@cnrs-bellevue.fr

Trois DVD CNRS Images à noter autour d'une thématique d'actualité : l'Année polaire internationale. *Mais où vont les neiges d'antan ?* (2008, 33 min), de Katarzyna W. Chambenoit, produit avec Point du Jour, est consacré au Français Claude Lorius, le premier à avoir compris le phénomène du réchauffement et son importance planétaire. *Bonjour les morses* (2009, 54 min), d'Antonio Fischetti, produit avec l'pev, suit l'épopée de deux bioacousticiens partis en Arctique étudier la communication sonore chez les morses. *Mémoires d'un éléphant de mer* (ci-contre, 2008, 26 min), de François de Riberolles, produit avec Bonne Pioche, suit une équipe de biologistes qui pose des balises sur la tête des éléphants de mer.



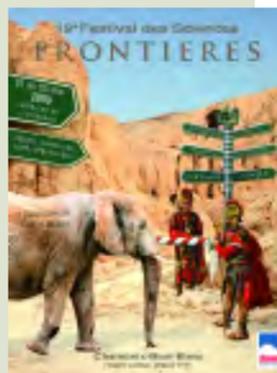
© Bonne Pioche

L'ÉVÈNEMENT

19^e Festival des sciences
de Chamonix-Mont-Blanc

Du 21 au 23 mai 2009, Chamonix (74)
– <http://festival.chamonix-mont-blanc.fr>

Rencontres, débats, animations, expériences, festival du film scientifique, spectacles, sorties découverte en nature... Ce festival des sciences, soutenu par les collectivités locales et de grandes institutions scientifiques dont le CNRS a la noble ambition depuis 1991 de « faire se rencontrer des gens curieux des savoirs des autres » (Monique Vacquin, psychanalyste) : scientifiques, philosophes, inventeurs, artistes... et bien sûr le grand public. Le thème 2009 est dans l'air du temps : les frontières – toutes les frontières, qu'elles soient dans l'espace ou dans l'homme.



CONFÉRENCES

Une brève histoire de l'écologie et des sciences
de l'évolution

Le mardi 12 mai à 20 h 30 aux Champs libres, Rennes (35).
Tél. : 02 23 40 66 40 – www.espace-sciences.org

Une conférence de Jean-Sébastien Pierre, biologiste, directeur du laboratoire « Écosystème, biodiversité, évolution » (CNRS / Université Rennes-I).

Changements familiaux, changements religieux

Les 4 et 5 juin 2009, EHESS, Paris (VI^e). Tél. : 01 53 10 54 49
– <http://ceifr.ehess.fr>

Ce colloque organisé par le Centre d'études interdisciplinaires des faits religieux et le Groupe de sociologie des religions et de la laïcité s'adresse à un large public. Il interrogera les changements familiaux contemporains, avec une grande diversité d'approches.

L'argent dans les nouvelles formes de vie familiale

Le mardi 26 mai 2009 à 18 h, bibliothèque de l'Alcazar, Marseille (13). Tél. : 04 91 55 90 00 – www.bmvr.marseille.fr

Sur un sujet encore lié à l'évolution de la famille, mais à Marseille cette fois, une conférence d'Agnès Martial, ethnologue, chargée de recherche au Shadyc (CNRS / EHESS).

Le sens des signes

Divinités, scribes et récits, Sur l'origine de l'écriture

À Lyon. Conférences du 4 au 19 mai. Tél. : 04 72 71 58 25 / 94
– www.mom.fr; contes et calligraphie les 17 mai et 14 juin.
Tél. : 04 72 10 17 52 – www.mba-lyon.com

La Maison de l'Orient et de la Méditerranée, l'université Lyon-II et le musée des Beaux-Arts de Lyon vous invitent à explorer les récits et légendes sur l'origine de l'écriture à travers le monde, par des conférences, des contes et des ateliers de calligraphie.

ÉTONNANTES IMAGES

Un parasite
à endormir

Cette drôle de pieuvre luminescente n'est pas une créature des abysses. Il s'agit en fait de trypanosomes, les parasites transmis par la célèbre mouche tsé-tsé et responsables de la maladie du sommeil, qui touche 50 000 à 70 000 personnes dans le monde. Une équipe du laboratoire « Microbiologie cellulaire et moléculaire et pathogénicité »¹, à Bordeaux, a récemment découvert une nouvelle protéine nécessaire à leur survie dans le corps humain. Baptisée Bilbo1 (en vert sur la photo), elle est responsable de la formation d'une structure particulière de certaines cellules du parasite. Sans elle, ce dernier s'avère incapable d'avoir des échanges avec son milieu et donc d'incorporer les nutriments qui lui sont indispensables. Il suffit alors de bloquer la protéine Bilbo1 pour que le trypanosome meure. Ces travaux laissent entrevoir des perspectives thérapeutiques très prometteuses. Les traitements actuels sont en effet chers, toxiques et difficiles à administrer sur le terrain. **F.D.**

1. Laboratoire CNRS / Université Bordeaux-II.

Sous le haut patronage
de Monsieur **Nicolas Sarkozy**,
Président de la République française



3 > 5 JUNE 2009

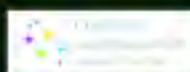
NEW DATES • WEDNESDAY TO FRIDAY
VIPARIS PAVILLON 5
PORTE DE VERSAILLES/PARIS /FRANCE

SERI SALON EUROPÉEN
DE LA RECHERCHE
& DE L'INNOVATION
EUROPEAN RESEARCH & INNOVATION EXHIBITION

EXHIBITION & CONGRESS

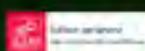
Pour bénéficier d'une
Entrée gratuite
Rendez vous sur le site

www.seri.info
en précisant le code **SERIK2**



En partenariat avec

SAINT-GOBAIN SIEMENS



Organisé par
Fondamental Expo