

cnrs

le journal

n° 264
janvier-février 2012

D'OÙ VIENT **la vie ?**



→ **Entretien**
Alain Fuchs,
son bilan
à mi-parcours

→ **En images**
Au Groenland,
l'agriculture
est millénaire



FONDATION
BETTENCOURT
SCHUELLER

PRIX COUPS D'ÉLAN POUR LA RECHERCHE FRANÇAISE

THEMA Conseil

Pour leur 11^e édition, les prix **Coups d'Élan pour la Recherche Française** ont récompensé quatre laboratoires français de recherche biomédicale publics.

Ce prix permet à des équipes remarquées pour le caractère prometteur de leurs recherches d'optimiser leurs infrastructures (aménagement/rénovation des locaux, acquisition de matériel) et de bénéficier d'une aide ponctuelle au fonctionnement.

Depuis 2000, 38 laboratoires de recherche de l'Inserm et du CNRS ont ainsi reçu 250 000 € chacun, leur permettant de bénéficier de conditions matérielles optimales de travail.

Reconnue d'utilité publique en 1987, la Fondation Bettencourt Schueller a été créée par Liliane Bettencourt, en souvenir de son père, Eugène Schueller, lui-même chercheur et chimiste. Elle s'est ainsi donné pour mission de faire reculer les frontières du savoir dans les sciences de la vie afin d'améliorer la santé ; de révéler les talents et transmettre les savoir-faire dans le domaine de la création artistique ; de soulager la souffrance, combattre l'exclusion et répondre aux urgences dans l'action sociale.

Fondation Bettencourt Schueller

27-29 rue des Poissonniers • 92200 Neuilly-sur-Seine
www.fondationbs.org • Contact : sciences@fondationbs.org



LAURÉATS 2011

MARIE-ANNE FÉLIX

Evolution d'un réseau de signalisation intercellulaire et d'une relation hôte-pathogène chez les *Caenorhabditis*.

INSTITUT DE BIOLOGIE DE L'ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE (CNRS/ENS/INSERM) • PARIS

RONALD MELKI

Propagation d'une cellule à une autre, d'agrégats protéiques liés à des maladies neurodégénératives.

LABORATOIRE D'ENZYMOLOGIE ET BIOCHIMIE STRUCTURALES (CNRS) • GIF-SUR-YVETTE

TÂM MIGNOT

Vers une compréhension intégrée des mécanismes de migration cellulaire et multicellulaire dans un procaryote.

LABORATOIRE DE CHIMIE BACTÉRIENNE (CNRS) • MARSEILLE

JEAN-PHILIPPE PIN

Les récepteurs métabotropiques du glutamate : fonctionnement et modulation pour de nouvelles perspectives thérapeutiques.

INSTITUT DE GÉNOMIQUE FONCTIONNELLE (CNRS/INSERM/UM1/UM2) • MONTPELLIER

Éditorial



© N. TIGET/CNRS, PHOTOTHÈQUE

PAR BRIGITTE PERUCCA, DIRECTRICE
DE LA COMMUNICATION DU CNRS

La communication scientifique ne connaît pas la crise : entre accélération des découvertes et soif de faire savoir, les chercheurs occupent le front de l'information. Neutrinos plus rapides que la lumière, premiers indices du boson de Higgs, prix Nobel de médecine décerné au médaillé d'or 2011 Jules Hoffmann, apparition d'un nouveau matériau révolutionnaire, le tout dans le contexte effervescent des Investissements d'avenir, le CNRS a connu une fin d'année 2011 d'une très grande richesse. Cette richesse, nous n'avons cessé de la mettre en avant pour mieux promouvoir les scientifiques. Car, quand le CNRS montre, c'est la recherche française qui s'affiche.

Cette responsabilité d'informer, nous entendons continuer à l'assumer en proposant un nouveau média scientifique, une version Internet de l'objet que vous tenez entre vos mains. Ce journal en ligne, que nous lancerons à l'automne, a vocation à couvrir tous les événements scientifiques, qu'ils soient ou non initiés par notre organisme, tout en maintenant notre lien privilégié avec les 35 000 agents du CNRS qui travaillent au quotidien dans les laboratoires.

Cette version numérique ne va pas se substituer à *CNRS Le journal*. Ce rendez-vous, qui devient cette année bimestriel, est maintenu. Le magazine continuera d'accompagner tous les deux mois votre cheminement professionnel, comme le fil d'Ariane qui vous relie à cette grande maison. Mais un bimestriel ne suffit pas à rendre compte ni du foisonnement des informations ni du désir réel d'un nombre croissant de scientifiques et d'amateurs éclairés de partager et de débattre des informations. Telle sera la raison d'être du nouveau journal en ligne. D'ici là, je vous souhaite à tous une excellente année 2012.

4 | 5 L'essentiel

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

8 | 13 Actualités

La diversité des poissons d'eau douce menacée ; zoom sur une relique spatiale ; les neutrinos sous un nouvel angle ; la musique adoucit l'Alzheimer...

14 | 16 En images

Des scientifiques ont mesuré l'impact de l'agriculture au Groenland, île au climat

extrême, depuis la colonisation viking jusqu'à nos jours.

17 | Décryptage

Le physicien Denis Gratias analyse la révolution des quasi-cristaux à laquelle les chercheurs français ont activement participé.

28 | 35 Stratégie

Entretien avec Alain Fuchs, président du CNRS ; le succès des archives ouvertes ; le transfert des brevets facilité ; des liens plus forts avec Singapour...

36 | On en parle

L'actualité de la vie interne du CNRS.

37 | Un jour avec...

Marie-Laure Bachèlerie, archiviste.

38 | 42 Culture

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

43 | Sur le vif

Les coulisses étonnantes d'une photo de science.



© J.-C. MOSETTI/REA

6 | 7 L'événement

Les 19 et 20 janvier, à Paris, des chercheurs se penchent sur les évolutions récentes de nos habitudes alimentaires.

18 | 19 Le grand entretien

Frédéric Mitterrand, ministre de la Culture et de la Communication, évoque les liens indéfectibles entre culture et recherche.



© D. BLOW/WICK



© IDREAMSTOCK/AGE FOTOSTOCK

20 | 27 L'enquête
D'où vient la vie ?

21 | À la recherche des premières traces

24 | Les trois piliers de la vie

26 | Au commencement était la chimie



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

À la une

Jean-François Pinton

nouveau directeur de l'Institut de physique

Depuis le 1^{er} janvier, Jean-François Pinton est le nouveau directeur de l'Institut de physique du CNRS. Directeur de recherche au CNRS, il succède à Bertrand Girard à ce poste. Né en 1959, il rejoint l'École normale supérieure (ENS) de Lyon en 1989 après avoir obtenu une agrégation de physique. Sa thèse en physique non linéaire porte sur la diffusion des ondes acoustiques par les écoulements fluides. Directeur du Laboratoire de physique de l'ENS de Lyon¹ depuis 2005, il a été nommé directeur délégué de l'ENS de Lyon

chargé du pôle recherche en 2010. Il a également été nommé directeur du Centre de physique de l'École des Houches en 2009. Membre du Comité national du CNRS de 2005 à 2008, Jean-François Pinton a par ailleurs été désigné Ingénieur de l'année en 2007 par le ministère de l'Industrie et le magazine *L'Usine nouvelle*, et a reçu le Grand Prix du CEA de l'Académie des sciences en 2009.

1. Unité CNRS/ENS de Lyon.

EN LIGNE

> www2.cnrs.fr/presse/communiquede/2395.htm



© ENS DE LYON/ENS MEDIA

Des récompenses à foison



→ Alain Prochiantz

→ **De nombreux scientifiques se sont vus distingués à la fin de l'année 2011.** Parmi eux, citons **Alain Prochiantz**, directeur du Centre interdisciplinaire de recherche en biologie¹, qui a reçu le Grand Prix 2011 de l'Inserm. Les recherches de ce neurobiologiste sont notamment à l'origine de l'essor du champ pharmaceutique des vecteurs peptidiques, qui permettent le transport d'agents

thérapeutiques dans les cellules. De son côté, **Antoine Compagnon**, directeur de l'unité République des lettres du CNRS, est devenu le lauréat de la 3^e édition du prix Claude-Lévi-Strauss. Ses travaux portent sur la littérature française, à travers de nombreux ouvrages consacrés à la théorie et à l'histoire de la littérature et de la critique ainsi qu'à Proust, Baudelaire et la modernité. Par ailleurs, le prix Jean-Jerphagnon a été remis à **Frédéric Druon**, du Laboratoire Charles-Fabry², pour un projet de laser femtoseconde appliqué à la chirurgie de la cornée. Le biologiste **Benjamin Prud'homme**, de l'Institut de biologie du développement de Marseille Luminy³, a reçu le prix Claude-Paoletti 2011.

1. Unité CNRS/Inserm/Collège de France/ENS Paris.

2. Unité CNRS/Institut d'optique Graduate School/Université Paris-Sud.

3. Unité CNRS/Université de la Méditerranée.



→ Antoine Compagnon

© P. TIMBERY/COLLEGE DE FRANCE

Trois mentors distingués par la revue *Nature*

→ La revue scientifique *Nature* vient d'honorer **Barbara Demeneix**, directrice du laboratoire Évolution des régulations endocriniennes¹, **Jean Rossier**, du Laboratoire de neurobiologie², et **Moshe Yaniv**, directeur de recherche émérite au CNRS, pour leur travail de mentorat auprès des jeunes chercheurs.

1. Unité CNRS/MNHN.

2. Unité CNRS/ESPCI ParisTech.

PRÉCISIONS

→ **Au sujet de l'enquête « Aux origines du racisme »**

parue dans notre dernier numéro, les biologistes Anne Atlan et Pierre-Henri Gouyon nous font remarquer une erreur à la page 24. Charles Darwin n'a en effet pas parlé de l'Africain comme chaînon intermédiaire entre le singe et l'homme. C'est avant, au début du XIX^e siècle, que cette idée est apparue chez d'autres auteurs comme Jean-Baptiste de Lamarck. Concernant l'article intitulé « Le nouveau visage du racisme », publié page 27, nous avons reçu quelques réactions incriminant, pour différentes raisons, le passage sur l'antisémitisme et l'antisionisme. Celles-ci nous ont permis de relever des ambiguïtés dans sa formulation. Nous avons donc clarifié ces points sur la version en ligne du journal.

Un labo à l'honneur

→ Le 5 décembre, à l'occasion des 20 ans de ses Trophées de l'innovation, qui récompensent des centres de recherche et des PME-PMI, l'Institut national de la propriété industrielle (INPI) a distingué six de ses anciens lauréats pour leur croissance et leur longévité exemplaires. Dans la catégorie « centres de recherche », c'est le laboratoire Franche-Comté électronique mécanique thermique et optique-Sciences et technologies (Femto-ST)¹, comptant près de 500 personnes, qui a remporté ce prix spécial.

1. Unité CNRS/Université de Besançon/UTBM/ENSMM.



→ Claudine Schmidt-Lainé, directrice de l'Institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes (Insis) du CNRS et Michel de Labacherie, directeur de Femto-ST.

© INPI

Nicolas Castoldi à la tête des affaires juridiques

→ Nicolas Castoldi a pris, au début du mois de janvier, ses fonctions en tant que nouveau directeur des affaires juridiques du CNRS, à la suite de Danièle Dauvignac. Ancien élève de l'École normale supérieure, agrégé de philosophie et diplômé de l'Institut d'études politiques de Paris, il est administrateur du Sénat. Il a notamment été chargé de l'enseignement scolaire au sein de la Commission de l'éducation, de la culture et de la communication. Il était conseiller en cabinet ministériel depuis 2009.

Ils ont marqué l'actu

→ L'étau se resserre encore autour du boson de Higgs, seule particule élémentaire du modèle standard à manquer à l'appel. Son existence pourrait avoir été confirmée par les mesures de ces dernières semaines au LHC, le grand collisionneur de hadrons. Au sujet de la masse de la fameuse particule, ces mesures convergent en effet vers un intervalle qui correspond justement à celui prévu par le modèle théorique. Il faut encore faire preuve de prudence avant d'en tirer une conclusion mais, confiants, les chercheurs du LHC pensent résoudre cette énigme capitale pour la physique durant l'année 2012.



© EURONEWS

→ Les étonnantes propriétés du nouveau matériau mis au point par une équipe du Laboratoire matière molle et chimie¹ ont fait sensation dans de nombreux médias, vidéos à l'appui.

Façonnable à chaud comme du verre, ce matériau révolutionnaire conserve aussi certaines propriétés propres aux résines organiques ou aux caoutchoucs. Il pourrait servir dans l'industrie automobile, l'aéronautique ou encore l'électronique, où l'on recherche des pièces à la fois légères et de forme complexe.

1. Unité CNRS/ESPCI ParisTech.



© LEFIGARO.FR

→ Le biologiste français Jules Hoffmann a reçu le prix Nobel de physiologie ou de médecine le 10 décembre. Trois jours plus tard, il assistait à Paris à la cérémonie de la médaille d'or du CNRS, la plus haute récompense scientifique française, dont il est également le lauréat 2011.



© THE NOBEL FOUNDATION/F. WIESHOLM



→ L'optogénétique, à laquelle nous consacrons la rubrique Science émergente de notre précédent numéro, a le vent en poupe. Le journal *Le Monde* vient de mettre à la une d'un de ses suppléments Science de décembre cette nouvelle discipline qui permet de contrôler les gènes grâce à la lumière.

Colloque Les 19 et 20 janvier, à Paris, des chercheurs se penchent sur les évolutions récentes de nos habitudes alimentaires.

Les nouveaux visages de l'alimentation

PAR ÉMILIE BADIN

Paléolithique supérieur, quelque part en Europe centrale : un groupe de chasseurs-cueilleurs vient de tuer un sanglier et procède au partage de la viande. Rien n'est laissé au hasard ; les morceaux sont distribués en fonction du rôle que chacun a joué durant la chasse. Époque contemporaine : le dimanche, des familles se réunissent à table pour partager un bon repas. Manger a toujours été un acte social pour les humains. Est-ce vraiment encore le cas en 2012 ? C'est l'une des principales questions posées par le colloque international sur les alimentations particulières organisé par l'Observatoire Cniel des habitudes alimentaires (Ocha) les 19 et 20 janvier à l'Institut Pasteur, à Paris.

« La commensalité, c'est-à-dire le fait de partager un repas, n'est plus nécessairement la norme dans les pays occidentaux », indique Claude Fischler, directeur de recherche à l'Institut interdisciplinaire d'anthropologie du contemporain¹ et organisateur du colloque. Pour preuve, l'étude qu'il a menée en 2002² en interrogeant sur leurs habitudes alimentaires près de 7 000 personnes en France, Italie, Suisse, Allemagne, Grande-Bretagne et aux États-Unis, étude qu'il a complétée en 2011. Celle-ci révèle que la dimension sociale des repas est parfois supplantée par l'individualisme dans les modes d'alimentation et les choix de nourriture.

DES REPAS QUI S'INDIVIDUALISENT

Aux États-Unis, notamment, on mange souvent en solitaire, sans horaires fixes. Les individus se considèrent seuls responsables de leur choix, et les régimes particuliers fleurissent, comme le végétarisme ou encore le végétalisme, qui consiste à ne manger aucun produit d'origine animale, souvent adopté pour des raisons éthiques et politiques. Dans des pays comme la France ou l'Italie, où manger s'organise traditionnellement autour de repas pris en commun, à heures fixes, l'individualisation est moins marquée, même si elle y est également visible.

Un phénomène récent, l'orthorexie, qui se caractérise par l'obsession de manger sain, est sans doute l'exemple le plus extrême de cette tendance. « Si les orthorexiques sont fiers et convaincus de la justesse de leur morale diététique, manger avec le reste du monde semble difficile pour eux », explique Camille Adamiec, du laboratoire Cultures et sociétés en Europe³, intervenante du colloque sur ce sujet. Persuadés que les autres s'engluent dans des pratiques alimentaires malsaines, ils construisent

un mur entre eux et le reste du monde. Selon une étude de 2004, il y aurait environ 6,9% d'orthorexiques dans la population italienne⁴. Une enquête en cours, l'étude Nutrinet, devrait bientôt apporter des chiffres plus précis pour la France. » Leurs préceptes, ces obsédés de la pureté les forgent d'après la multitude d'informations nutritionnelles reçues par divers canaux : le corps médical, les médias, les forums sur Internet, etc. « Aujourd'hui, les informations sont si nombreuses, et parfois si contradictoires, qu'il en résulte une cacophonie », analyse Claude Fischler. Les

consommateurs ont du coup de plus en plus le sentiment que l'on mangeait mieux il y a cinquante ans. »

QUEL IMPACT SUR LA SANTÉ ?

En plus d'avoir un impact sur la vie sociale, on peut soupçonner la "commensalité négative" d'avoir des répercussions sur la santé. En 2008, le chercheur a analysé plus de 33 000 épisodes alimentaires dans le cadre d'une enquête comparative portant sur 800 femmes françaises et 800 femmes américaines⁵. Trois pics distincts de prises alimentaires (les trois repas) se dégageaient



chez les Françaises. Ils étaient beaucoup moins marqués chez les Américaines, qui rapportaient pourtant, dans le même temps, moins d'épisodes alimentaires que les Françaises. Or 35 % d'entre elles étaient obèses, contre 7,5 % chez les Françaises... Explication vraisemblable : les prises alimentaires étaient solitaires et avaient cours tout au long de la journée. Machinales, elles étaient oubliées au fur et à mesure. Une habitude qui favorise l'obésité. « Parmi les pays développés, après le Japon, c'est en France que le taux d'obèses est le plus faible, indique Claude Fischler. De même qu'en Italie, par exemple, on mange à heures fixes, de préférence en groupe, que ce soit en famille, entre amis ou même entre collègues de travail. On mange peu entre les repas et, au quotidien, la prise alimentaire est dans l'ensemble régulée par le groupe. »

Avec ce modèle, c'est même la collectivité qui choisit pour l'individu sa nourriture : on mange ce qu'il y a à table, ce que la formule du restaurant propose, ce que les amis ont préparé, de sorte que chacun mange de tout. Une attitude omnivore que les Français revendiquent : dans la dernière enquête réalisée par l'équipe de Claude Fischler, en 2011, à la question « Êtes-vous d'accord avec l'affirmation : pour bien éduquer un enfant, il faut lui apprendre à manger de tout ? », 97 % des Français interrogés ont répondu oui. « En France, le poids de la commensalité est tel que, lors d'un dîner, on n'osera pas signaler un régime particulier ou un dégoût pour un aliment de peur de vexer. Alors qu'outre-Atlantique c'est tout le contraire : il est tout à fait admis de prévenir ses hôtes à l'avance, note Claude Fischler.

97 %

des Français pensent qu'il faut apprendre aux enfants à manger de tout.

Cette contradiction est apparue à l'issue d'un repas entre collègues américains et européens. La discussion a été si vive qu'elle m'a donné l'idée de ce colloque. »

Parmi les alimentations particulières, un autre type de régimes suscite l'intérêt des chercheurs : ceux liés aux allergies. Pourquoi le nombre d'allergiques ne cesse-t-il d'augmenter ? Faut-il incriminer notre alimentation ? Une chose est sûre :

pour Mohamed Merdji, intervenant du colloque, l'allergie est parfois mobilisée pour justifier des régimes particuliers ou le rejet de certains produits, alors même qu'il n'existe pas nécessairement de justification médicalement vérifiable. « De plus en plus de gens se disent intolérants au gluten, illustre Claude Fischler. Cette intolérance porte un nom : la maladie coeliaque. Mais sa prévalence réelle est mal connue, car le diagnostic nécessite un test suivi d'une biopsie. » Un examen qu'une minorité de ceux qui se disent intolérants au gluten ont réellement subi.

LES ALLERGIES EN HAUSSE

« Dans l'histoire d'un humain, la nourriture est le premier corps étranger auquel l'organisme doit faire face », complète l'immunologiste Donata Vercelli, à qui le colloque donne aussi la parole. Une réaction allergique a lieu lorsque l'organisme produit des anticorps. Plus cette réaction a lieu tôt, plus l'individu aura de risque de développer toute sa vie des allergies. C'est en se fondant sur cette observation que, au début des années 2000, le corps médical américain a exhorté les parents à proscrire les aliments allergènes, comme les œufs, pour les nourrissons de moins de 6 mois. Résultats décevants : depuis ces recommandations, le taux d'allergiques n'a cessé de croître. Parmi les autres questions abordées lors du colloque, on peut citer les régimes restrictifs et les normes de la minceur. Voilà une problématique à laquelle les hommes du Paléolithique, occupés à découper des sangliers, n'étaient pas encore confrontés !

1. Unité CNRS/EHESS/MCC.
2. Les résultats de cette enquête sont parus dans *Manger. Français, Européens et Américains face à l'alimentation*, C. Fischler et E. Masson, Odile Jacob, 2008, 336 p.
3. Unité CNRS/Université de Strasbourg.
4. Étude publiée dans *Eating and Weight Disorders*, juin 2004, vol. 9(2), pp. 151-157.
5. Les résultats de cette enquête sont parus notamment dans *International Differences in Well-Being*, Oxford University Press, 2010, pp. 16-33.

01 En France, la norme demeure le repas pris en famille ou en groupe à heures fixes.
02 Dans les magasins d'alimentation, les rayons consacrés aux produits sans allergènes se multiplient.

CONTACTS :

Cultures et sociétés en Europe, Strasbourg
Camille Adamiec
 > adamiec@unistra.fr
 Institut interdisciplinaire d'anthropologie du contemporain, Paris
Claude Fischler
 > fischler@ehess.fr



Électronique Une équipe de chercheurs franco-suisse vient de fabriquer des transistors en nitrure de gallium sur un substrat en silicium.

Vers des circuits plus performants

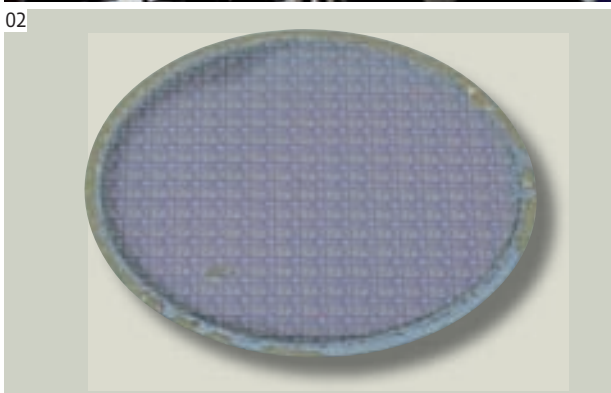
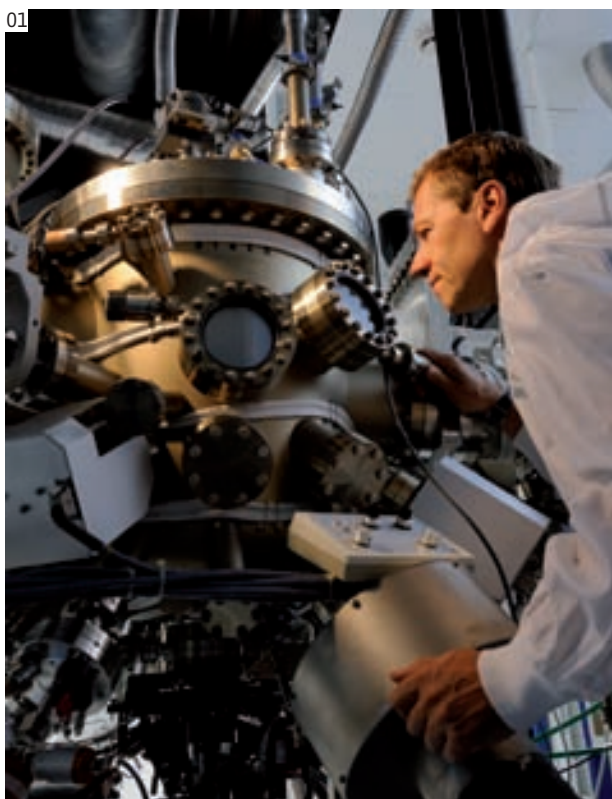
PAR SEBASTIÁN ESCALÓN

La nouvelle fait le buzz depuis quelques mois dans les publications spécialisées en électronique : le nitrure de gallium, un semi-conducteur, est enfin prêt à faire son entrée dans la microélectronique, domaine toujours friand de matériaux plus performants. Dans le cadre d'une collaboration franco-suisse, dans laquelle est impliqué le Centre de recherche sur l'hétéro-épitaxie et ses applications (CRHEA)¹ du CNRS, à Valbonne, des chercheurs sont parvenus à fabriquer des transistors en nitrure de gallium sur un support en silicium similaire à celui utilisé traditionnellement dans les composants microélectroniques de nos appareils familiers. Ainsi, on peut déjà imaginer des puces électroniques contenant à la fois des transistors en silicium et des transistors composés de ce nouveau matériau. Ces travaux ont été publiés le 2 juin dans la version en ligne de *Applied Physics Express*.

DE MULTIPLES AVANTAGES

Les transistors en nitrure de gallium présentent plusieurs avantages face aux transistors en silicium courants. Ils supportent très bien les montées en température et fonctionnent même à 1 000 °C, contre 175 °C au maximum pour le silicium. En outre, ces transistors sont capables de générer des signaux plus puissants, et donc capables de se propager plus loin. Une bonne nouvelle pour les télécommunications. Enfin, dans le nitrure de gallium, les électrons se déplacent plus rapidement que dans le silicium. D'où la possibilité de travailler à de plus hautes fréquences et d'augmenter la densité d'information transmise.

Les avantages du nitrure de gallium sont connus depuis les années 1990, mais il restait un verrou à lever : le rendre compatible avec la technologie actuelle en fabriquant des



transistors sur des plaquettes de silicium 110, le substrat des transistors de la plupart de nos appareils. C'est désormais chose possible.

UNE MINIATURISATION FACILITÉE

Pour y parvenir, les chercheurs ont utilisé une technique de croissance cristalline appelée épitaxie. « *Il s'agit de faire croître un cristal de nitrure de gallium sur le cristal en silicium grâce à un dépôt d'atomes contrôlé qui nous permet de choisir son épaisseur, sa conductivité électrique ou encore le nombre et l'emplacement des défauts structuraux* », explique Yvon Cordier, chercheur au CRHEA. Ainsi, à l'aide des nanotechnologies, l'électronique pourra continuer sa course à la miniaturisation.

« *Le but n'est pas de remplacer les transistors en silicium, mais plutôt d'améliorer les performances des circuits, précise le chercheur. Dans un téléphone portable, par exemple, au lieu d'avoir une puce pour traiter les informations et d'autres puces pour les transmettre et les recevoir, nous pourrions, au moyen de circuits intégrés contenant du silicium et du nitrure de gallium, réunir le tout dans la même puce. Cela permettra de réduire la taille et le coût du dispositif et d'augmenter son efficacité.* »

1. En collaboration avec l'Institut fédéral suisse de technologie de Zurich.

01 Dans ce réacteur, on fait croître un cristal de nitrure de gallium. 02 Il sert ensuite à fabriquer des composants électroniques comme ceux présents sur cette galette.

CONTACT :

Centre de recherche sur l'hétéro-épitaxie et ses applications, Valbonne
Yvon Cordier
 > yvon.cordier@crhea.cnrs.fr



ASTRONOMIE |

Le phénomène de rotation du cœur des géantes rouges a été observé pour la première fois grâce à une équipe internationale impliquant le CNRS, qui a montré que le noyau de ces étoiles tournait dix fois plus vite que leur enveloppe. But à terme : analyser plus de 15000 géantes rouges observées par le satellite *Kepler* et mieux décrire le mécanisme de rotation également à l'œuvre dans le cœur du Soleil.

BIODIVERSITÉ | Vingt nouvelles espèces de poissons, de 0,7 à 25 centimètres environ, ont été découvertes aux îles Marquises pendant la campagne "Pakaihi i te Moana" (Respect de l'océan). Celle-ci est coordonnée par l'Agence des aires marines protégées et a bénéficié du soutien logistique et technique du Centre de recherches insulaires et observatoire de l'environnement.

BIOLOGIE |

Un gène

nommé **DCC** empêche l'essor des tumeurs colorectales en provoquant la mort des cellules qui deviennent cancéreuses. C'est ce que vient de démontrer une équipe du Centre de recherche en cancérologie de Lyon. Cette découverte pourrait aboutir à la mise au point d'un nouveau traitement anticancéreux.

INGÉNIERIE | On sait désormais voir à l'échelle nanométrique, en 3D et sans détruire la structure des matériaux cristallins. Cette technique a été mise au point grâce à un faisceau microscopique de rayons X par une équipe européenne menée par des chercheurs de l'Institut Fresnel et de l'ESRF. La microélectronique et les sciences du vivant devraient en tirer de notables avancées.

Plus d'actualités sur www2.cnrs.fr/presse/

Environnement

Menace sur la diversité des poissons d'eau douce

PAR GRÉGORY FLÉCHET

→ **Introduite dans le lac Victoria par des colons anglais** en mal de pêche sportive, la perche du Nil y a éradiqué une grande partie des espèces de poissons autochtones, contribuant à la chute spectaculaire de la biodiversité du plus grand lac d'Afrique. Si de tels impacts sont désormais bien documentés localement, qu'en est-il à l'échelle de la planète? Une étude sur la biodiversité globale des poissons d'eau douce, publiée en ligne le 24 octobre dans *Proceedings of the National Academy of Sciences* par une équipe franco-belge, apporte pour la première fois un éclairage sur cette question.

Les chercheurs se sont intéressés à 1000 fleuves et rivières répartis sur les cinq continents. Ils y ont comparé la composition actuelle des espèces avec celle d'avant la période industrielle. Ils ont ainsi pu mesurer l'évolution du pourcentage de ressemblance de peuplement entre les différents cours d'eau. En soustrayant le pourcentage passé du pourcentage actuel, on obtient le taux d'homogénéisation. Au niveau mondial, celui-ci ne dépasse guère 0,5%, mais il atteint 10% entre certains cours d'eau de l'hémisphère Nord. Les scientifiques ont ensuite croisé ces données avec la part des espèces non natives présentes dans chaque grande région biogéographique¹.

Résultat : les principales zones d'introduction se superposent avec les régions

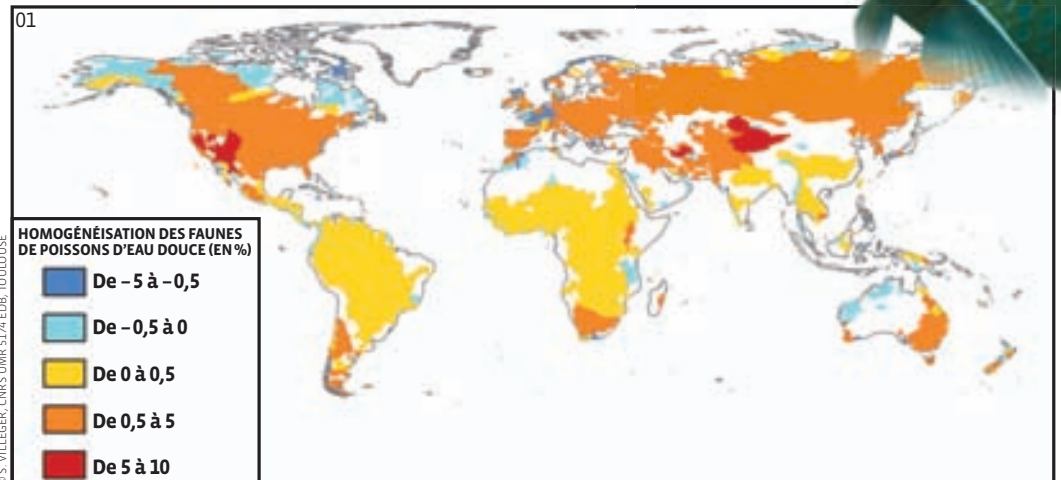
où la banalisation des espèces est la plus marquée. « *En intensifiant les échanges entre les pays développés, les activités humaines ont facilité l'introduction, puis la diffusion d'espèces exotiques à très large échelle* », commente Sébastien Villéger, écologiste au laboratoire Évolution et diversité biologique², à Toulouse, et principal auteur de cette étude.

Ce n'est donc pas tant une diminution de la biodiversité qui explique cette uniformisation que l'introduction d'une poignée d'espèces qui, à l'instar de la carpe commune ou de la truite arc-en-ciel, ont fini par coloniser tous les continents. Alors que cette étude écarte le risque d'une homogénéisation mondiale massive ou homogène des peuplements de poissons d'eau douce, le niveau d'homogénéité élevé qu'elle révèle dans certains cours d'eau devrait néanmoins inciter la communauté scientifique à évaluer plus précisément les risques écologiques encourus par ces écosystèmes.

1. Grande surface terrestre dotée d'une unité écologique.
2. Unité CNRS/Université Toulouse-III/Enfa.

CONTACT :
Évolution et diversité biologique, Toulouse
Sébastien Villéger
> villleger@cict.fr

01 Dans certains cours d'eau de l'hémisphère Nord, la ressemblance entre les faunes de poissons d'eau douce a augmenté de 5% par rapport à la période préindustrielle.
02 Carpe commune.



→ Vesses-de-loup poussant sur les racines d'un arbre.



© A. ENNIS/FOTOLIA

Écosystèmes

Plantes et champignons : l'entente cordiale

PAR SEBASTIÁN ESCALÓN

→ **Les bons comptes font les bons amis.** Même les plantes et les champignons le savent ! Depuis au moins 400 millions d'années, ces deux règnes entretiennent une relation symbiotique : les champignons fournissent à la plante qui les héberge jusqu'à 70% des minéraux dont elle a besoin, tandis que celle-ci cède aux champignons une partie des glucides qu'elle a synthétisés par photosynthèse. Mais comment se fait-il que cette symbiose ne soit pas perturbée par d'autres champignons profiteurs ? C'est la question à laquelle vient en partie de répondre, dans la revue *Science*¹, une équipe internationale comprenant des chercheurs du laboratoire Écosystèmes, biodiversité, évolution (Écobio)², à Rennes.

Les scientifiques ont montré que la plante fournit de préférence ses glucides aux champignons qui lui apportent le plus de minéraux. Inversement, les champignons alimentent les racines qui les nourrissent le mieux. « C'est ce contrôle bidirectionnel qui a sans doute figé d'un point de vue évolutif cette symbiose, qui l'a stabilisée », analyse Philippe Vandenkoornhuysse, chercheur au laboratoire Écobio. Pour obtenir ce résultat, ses collègues et lui ont permis à plusieurs espèces de champignons

de coloniser les racines d'une plante modèle. Ils ont ensuite fourni à celle-ci du CO₂ contenant l'isotope C13 et suivi son cheminement (le carbone étant un aliment nécessaire au développement des champignons). Bilan : les champignons connus pour être de bons coopérateurs ont reçu plus de C13 que les mauvais coopérateurs. Reste à présent à identifier les mécanismes moléculaires servant aux plantes à reconnaître, parmi les champignons qui colonisent leurs racines, les bons des mauvais payeurs.

Ces résultats ont une importance considérable à l'heure où l'agriculture intensive tend à enrichir les sols en nutriments. « Cela pourrait perturber cette symbiose, alerte Philippe Vandenkoornhuysse. En effet, dans un milieu très riche, la plante n'a plus besoin de contrôler la prolifération des mauvais coopérateurs, ce qui risquerait, à terme, de faire chuter la fertilité des sols. »

1. *Science*, 12 août 2011, vol. 333, n° 6044, pp. 880-882.
2. Unité CNRS/Université de Rennes-1.

CONTACT :

Écosystèmes, biodiversité, évolution, Rennes
Philippe Vandenkoornhuysse
> philippe.vandenkoornhuysse@univ-rennes1.fr

ZOOM SUR UNE RELIQUE SPATIALE

→ Avec sa surface constellée de cratères, failles et débris, l'astéroïde 21 Lutetia est un vieillard d'environ 3,6 milliards d'années. Cette conclusion, publiée récemment dans la revue *Science*¹, découle des mesures effectuées par la sonde *Rosetta*, notamment grâce à la caméra Osiris conçue sous la responsabilité du Laboratoire d'astrophysique de Marseille (LAM)². Le diamètre de Lutetia, d'une centaine de kilomètres, le place parmi les plus gros astéroïdes du système solaire. En juillet dernier, la sonde *Rosetta* a survolé l'astéroïde à une distance de 3 170 kilomètres. « Environ la moitié de sa surface a pu être photographiée sous différents angles, précise Philippe Lamy, du LAM. En appliquant plusieurs techniques de reconstruction à ces images, complétées par d'autres observations des parties manquantes, nous avons pu reconstituer la forme de Lutetia et calculer son volume. »

Particules

Les neutrinos

PAR GRÉGORY FLÉCHET

→ **Soupçonnés depuis peu de se déplacer plus vite que la lumière**, les neutrinos font à nouveau parler d'eux du côté de la centrale nucléaire de Chooz, dans les Ardennes françaises. Opérationnel depuis avril 2011, le détecteur de l'expérience Double Chooz traque le flux considérable d'antineutrinos provenant des réactions de fission nucléaire des deux réacteurs de la centrale. Comme cette antiparticule a exactement le même comportement que le neutrino, les scientifiques peuvent en déduire des informations capitales sur ce dernier. Et les premiers résultats de cette collaboration internationale réunissant notamment des physiciens du CNRS et du CEA dépassent toutes les espérances.

Après seulement six mois de fonctionnement, le détecteur ultrasensible enfoui sous une colline située à 1 kilomètre des réacteurs a déjà repéré plus de



De plus, l'estimation de sa masse, déduite de son attraction gravitationnelle sur la sonde, a permis le calcul de sa densité, à savoir 3,4 g/cm³. Une valeur bien supérieure à la moyenne des astéroïdes non métalliques, qui témoigne du fait que Lutetia n'a pas été formé par l'agrégation de petits fragments résultant de collisions, comme c'est le cas pour 95% des astéroïdes. Le nombre de cratères à sa surface, issus d'impacts avec d'autres objets, permet en outre d'évaluer son âge à 3,6 milliards d'années. « *Lutetia est donc un corps primitif ayant peu évolué depuis sa formation, un planétésimal formé au tout début du système solaire* », conclut Philippe Lamy. **A.C.**

1. *Science*, 28 octobre 2011, vol. 334, n° 6055, pp. 487-490.
2. Unité CNRS/Université de Provence.

CONTACT :
Laboratoire d'astrophysique de Marseille
Philippe Lamy
> philippe.lamy@oamp.fr

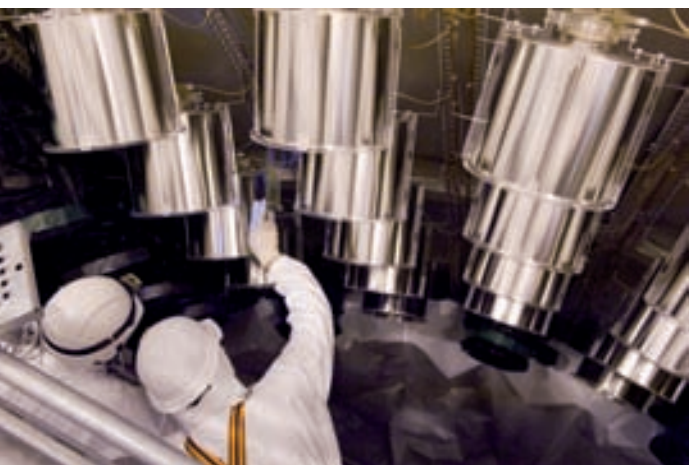
→ L'astéroïde 21 Lutetia, observé depuis une distance de 3600 kilomètres le 10 juillet 2010, grâce à la sonde Rosetta, de l'Agence spatiale européenne.



© ESA, 2010. MPS FOR OSIRIS TEAM, MPS/UPDI/LAMIA/RSSO/INTA/URM/DAS/PIIDA

sous un nouvel angle

→ Photomultiplicateurs de la centrale nucléaire de Chooz, dans les Ardennes françaises, où se déroule l'expérience Double Chooz sur les neutrinos.



© B. BANA/CNRS, PHOTO THEQUE/IN2P3

4000 antineutrinos électroniques. « *En croisant le nombre d'antineutrinos effectivement détectés avec celui prédit par des modèles mathématiques à la sortie des réacteurs, nous avons constaté qu'un bon nombre d'entre eux manquaient à l'appel* », explique Hervé de Kerret, chercheur à l'unité Astroparticule et cosmologie¹, à Paris, et porte-parole de l'expérience.

La différence observée grâce à Double Chooz prouve qu'au cours de leur voyage ces antineutrinos électroniques *a priori* disparus sont en fait devenus muoniques ou tauiques. Lorsqu'il se déplace, un neutrino possède en effet l'étonnante capacité de passer spontanément de l'un à l'autre de ces trois états. Ce comportement unique appelé oscillation dépend de trois angles de mélange, dénommés ainsi car ils caractérisent, à un instant donné, la proportion respective de chacune des trois familles de neutrinos dans un faisceau de particules. Alors que les deux plus

grands angles sont connus depuis plus de dix ans, le troisième demeurait jusqu'ici inconnu. « *L'analyse des premières données de Double Chooz nous a permis d'estimer ce troisième angle de mélange avec un taux de confiance supérieur à 90%* », précise Thierry Lasserre, qui dirige les équipes du CEA impliquées dans l'expérience. Ces résultats pourraient contribuer à expliquer l'une des grandes énigmes de la cosmologie : celle de la victoire *in extremis* de la matière sur l'antimatière aux premières heures de l'Univers.

1. CNRS/Université Paris-Diderot/Observatoire de Paris/CEA.

CONTACTS :
Astroparticule et cosmologie, Paris
Hervé de Kerret
> dekerret@apc.univ-paris7.fr
Thierry Lasserre
> thierry.lasserre@cea.fr

Santé

La musique adoucit l'Alzheimer

PAR SEBASTIÁN ESCALÓN

→ La musique possède un immense pouvoir thérapeutique dont on prend peu à peu conscience.

Les récents travaux menés dans le cadre du projet européen Ebramus¹, piloté par le Laboratoire d'étude de l'apprentissage et du développement (LEAD)², en collaboration avec le Centre de recherche en neurosciences de Lyon³, en attestent. L'objectif des scientifiques ? Étudier les vertus de la musique pour la rééducation de personnes dont les fonctions cognitives et motrices ont été altérées par des lésions organiques. Les patients souffrant d'aphasie, de dyslexie, de maladies de Parkinson ou d'Alzheimer, ou ayant souffert d'un accident vasculaire cérébral pourraient bénéficier de ces travaux de recherche.

« La musique stimule la plasticité cérébrale et modifie en profondeur l'activité de diverses aires du cerveau », explique Emmanuel Bigand, du LEAD. Ce laboratoire tente de créer une musicothérapie pour aider les patients atteints d'Alzheimer. « Elle a le pouvoir de sortir ces patients de l'apathie et d'augmenter leurs compétences mnémoniques en stimulant des régions cérébrales défailtantes », poursuit le chercheur.

En collaboration avec l'association France Alzheimer Bourgogne et le conservatoire de musique de Dijon, les chercheurs ont créé un bistrot Alzheimer, où les patients viennent une fois par semaine avec leurs accompagnants pour chanter, danser et écouter de la musique. Ces personnes, dont la mémoire se dégrade petit à petit, se montrent pourtant capables d'apprendre des chansons, des chorégraphies et de reconnaître les mélodies de leur jeunesse. « Notre idée fondamentale est de réaliser un travail de recherche dans un contexte humainement riche et significatif pour les patients », souligne Emmanuel Bigand.

Sur la base d'observations et de techniques d'imagerie cérébrale, les chercheurs évaluent au fur et à mesure les progrès des patients. Déjà, ils ont pu montrer que des instructions verbales chantées étaient bien mieux retenues que ces mêmes instructions formulées sans support musical. « Il ne s'agit pas, bien sûr, de guérir l'Alzheimer. Mais nous pensons que la musique peut freiner l'apparition des symptômes les plus invalidants et permettre au patient d'être autonome plus longtemps », conclut le chercheur.

1. Unité Europe Brain and Music.

2. Unité CNRS/Université de Bourgogne.

3. Unité CNRS/Inserm/UCBL/Université Jean-Monnet-Saint-Étienne.

ALZHEIMER

Maladie d'évolution progressive qui se caractérise par une altération cérébrale irréversible aboutissant à un état démentiel.

CONTACT :

Laboratoire d'étude de l'apprentissage et du développement, Dijon
Emmanuel Bigand
 > emmanuel.bigand@u-bourgogne.fr

Physique

Duo pour protons

PAR MATHIEU GROUSSON

→ Lever le voile sur la chorégraphie complexe des protons à l'intérieur d'un noyau atomique, c'est un peu ce que vient de réaliser l'équipe dirigée par Bertram Blank, du Centre d'études nucléaires de Bordeaux Gradignan¹, en observant pour

la première fois en 3D un mode de désintégration radioactif particulièrement rare de noyaux très instables. Précisément, ces chercheurs se sont intéressés à la radioactivité dite "2 protons". C'est-à-dire une réaction de désintégration nucléaire caractérisée par l'émission simultanée de deux protons par un noyau. « Très rare, elle concerne des noyaux qui, pour des raisons énergétiques, n'ont pas la possibilité d'émettre un seul proton à la fois », explique Bertram Blank. En 2002 et en 2004, les scientifiques bordelais étaient parvenus à mesurer l'énergie

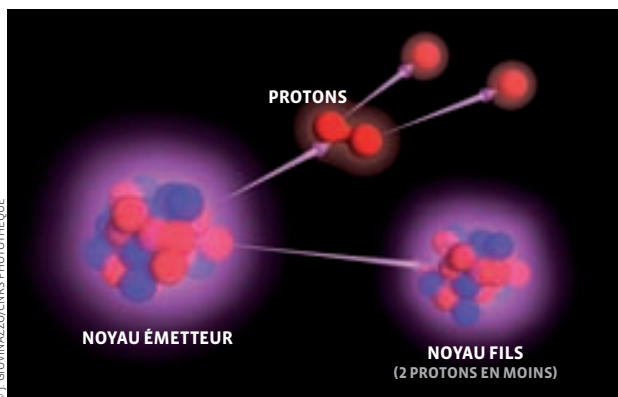
RADIOACTIVITÉ
 Propriété de certains noyaux atomiques de perdre spontanément de leur masse en émettant des particules ou des rayonnements électromagnétiques.

globale des deux particules émises lors d'un processus "2 protons" avec des noyaux de zinc et de fer. « Mais cela ne constituait qu'une observation indirecte du phénomène », précise le chercheur.

Ainsi, pour aller plus loin, les physiciens ont conçu un détecteur s'apparentant à une chambre à bulles moderne, soit une enceinte emplie d'un gaz susceptible de matérialiser dans l'espace la trajectoire des deux protons. Ce qui fut chose faite pour des noyaux de fer en 2006, puis pour des noyaux de zinc en 2008. Mais ce n'est que récemment que des analyses complètes de ces expériences ont été publiées.

→ Après avoir quitté le noyau émetteur, les deux protons, d'abord fortement corrélés, se séparent.

« Nous avons montré que chaque proton emmène en moyenne 50% de l'énergie disponible », détaille Bertram Blank. Par ailleurs, nous avons observé que les deux protons sont le plus souvent émis dans la même direction. » Pour les



Biologie Des chercheurs ont découvert comment les insectes contrôlent les bactéries qui les colonisent.

Un système immunitaire ami des bactéries



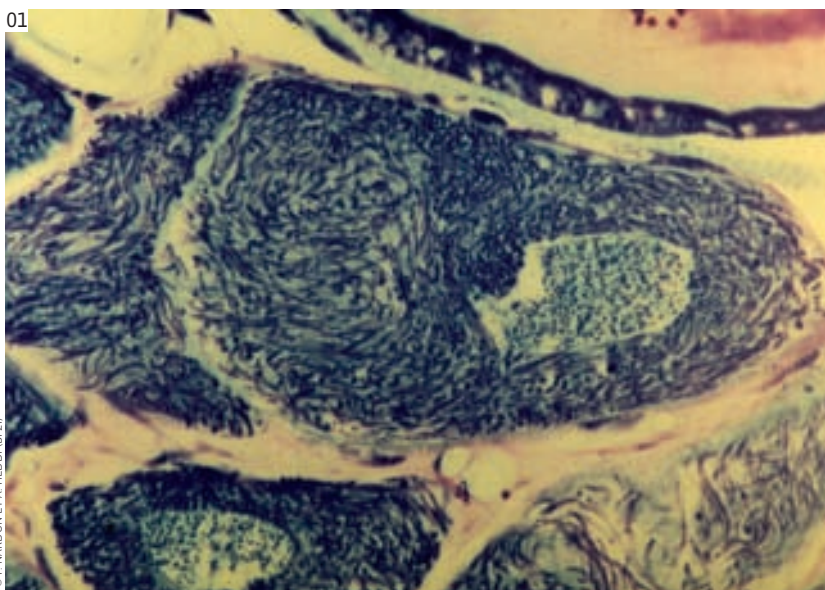
02

02 Charançon sortant d'un grain de céréale.

PAR SEBASTIÁN ESCALÓN

Le système immunitaire des insectes, cher à Jules Hoffmann, Prix Nobel et Médaille d'or du CNRS en 2011¹, ne sert pas seulement à les protéger des invasions pathogènes. Il leur permet aussi de contrôler la présence et la prolifération des bactéries qui vivent en symbiose avec eux. Cette découverte majeure, publiée en octobre dans *Science*², a été réalisée par une équipe composée de trois laboratoires français³. Prenons les charançons et les bactéries SPE⁴, qui vivent en

01 Bactériocyte d'un charançon colonisée par des bactéries (ici colorées au bleu de toluidine).



© P. MARDON ET A. HEDDI (BF2J)

BACTÉRIES COMMENSALES

Bactéries qui, comme celles qui composent la flore intestinale, colonisent notre organisme sans provoquer de maladie.

chercheurs, cette information est capitale. Elle signifie en effet que les deux protons sont corrélés, autrement dit qu'ils agissent de concert au moment de la désintégration radioactive. « C'est une manifestation des interactions qui se produisent entre les paires de protons, indique Bertram Blank. Si bien que cette expérience ouvre une fenêtre directe sur le comportement des protons au sein du noyau. » De quoi révéler un peu plus l'intimité des noyaux atomiques...

1. Unité CNRS/Université Bordeaux-I.

symbiose : la bactérie colonise des bactériocytes – des cellules se trouvant autour du tube digestif de l'insecte – et fournit en échange les vitamines et les acides aminés qui font défaut dans le milieu nutritionnel du charançon (les grains de céréales).

Une question subsistait : comment se fait-il que celle-ci échappe au système immunitaire inné du charançon chargé d'éliminer les agresseurs grâce à des peptides antimicrobiens ? « Nous avons découvert, à l'intérieur des bactériocytes, un peptide appelé coléoptéricine synthétisé par le système immunitaire, explique Abdelaziz Heddi, de l'unité de Biologie fonctionnelle, insectes et interactions, à Lyon. Ce peptide ne tue pas les bactéries, mais les empêche de se diviser. De ce fait, les bactéries s'allongent, pouvant atteindre la taille de 0,2 millimètre, et ne peuvent plus s'échapper du bactériocyte. »

Si l'on empêche les charançons de produire de la coléoptéricine, les bactéries s'échappent et colonisent tout l'organisme de l'insecte. « C'est la première fois qu'on

décrit un mécanisme permettant à un insecte de contrôler ses bactéries symbiotiques et de les cantonner dans les bactériocytes », ajoute le biologiste.

Avec cette découverte, les chercheurs imaginent déjà des applications permettant de contrôler la prolifération des charançons. Mais la santé humaine pourrait également en profiter. En effet, nous hébergeons aussi des **bactéries commensales**, et certaines maladies proviennent d'une multiplication anarchique de certaines espèces. La coléoptéricine, qui sait, pourrait bien nous donner un coup de main !

1. Lire l'article sur les travaux de Jules Hoffmann, *CNRS Le journal*, n° 263, décembre 2011, pp. 6-8.
2. *Science*, 21 octobre 2011, vol. 334, pp. 362-365.
3. Laboratoire Biologie fonctionnelle, insectes et interactions (Insa/Inra), Centre de génétique et de physiologie moléculaire et cellulaire (CNRS/UCBL) et laboratoire Physiologie de l'insecte, signalisation et communication (Inra/UPMC).
4. *Sitophilus Primary Endosymbiont*.

CONTACT :

Centre d'études nucléaires de Bordeaux
Gradignan
Bertram Blank
> blank@cenbg.in2p3.fr

CONTACT :

Biologie fonctionnelle, insectes et interactions,
Lyon
Abdelaziz Heddi
> abdelaziz.heddi@insa-lyon.fr

Environnement Aussi surprenant que cela puisse paraître, cette île en majorité couverte de glace est aussi une terre d'agriculture. En reconstituant son histoire, les scientifiques du projet Green Greenland ont pu mesurer l'impact de l'agriculture sur cet environnement extrême, depuis la colonisation viking jusqu'à nos jours.

Dans les fermes du Groenland



© V. BICHET



© E. GAUTHIER

PAR GRÉGORIE FLÉCHET

Marins intrépides et farouches guerriers, les Vikings étaient aussi de vaillants agriculteurs. Peu avant l'an mil, à la faveur de ce que les climatologues nomment l'optimum climatique médiéval¹, une poignée d'entre eux débarque à la pointe sud d'un territoire qu'ils baptisent Grønland, "terre verte" en danois, avec la ferme intention d'y développer l'élevage. En dépit des contraintes climatiques, les colonies se développent rapidement, comptant jusqu'à 3 000 individus répartis dans 500 fermes environ. « *Le projet Green Greenland brise l'image d'Épinal d'un Groenland médiéval couvert de forêts et de prairies* », explique la climatologue Valérie Masson-Delmotte, du Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement², qui dirige le projet. Depuis le printemps 2011, quatre missions scientifiques ont vu se succéder climatologues, glaciologues, géologues, palynologues³, archéologues et même des psychologues dans l'extrémité sud du Groenland. L'objectif de ce travail pluridisciplinaire ? Caractériser l'évolution passée



© H. RICHARD

et actuelle du climat et de l'environnement dans la partie verdoyante de l'île, ainsi que la manière dont la population appréhende ces changements. Le projet Green Greenland, qui doit se prolonger jusqu'en 2014, a notamment pour vocation de mesurer la pression que l'activité agricole a pu exercer sur cet environnement fragile, depuis son apparition au x^e siècle jusqu'aux années 1980, où les pratiques se sont intensifiées.

L'été dernier, l'équipe de paléo-environnementalistes du laboratoire Chrono-environnement⁴ est ainsi retournée au Groenland afin de poursuivre ses prélèvements dans les couches sédimentaires de lacs comme celui d'Igaliku : « *Avoisinant une ferme moderne et des vestiges de l'ancien centre politique et religieux viking de Garðar, ce site témoigne de l'impact de l'agriculture passée et contemporaine sur le bassin-versant environnant* », signale la palynologue Émilie Gauthier, qui a participé à ces recherches. L'analyse des pollens et des microfossiles non polliniques met en évidence la pratique du défrichement,

01 Observation au microscope de diatomées retrouvées dans les sédiments d'un lac groenlandais. Ces algues d'eau douce permettent de déceler une pollution aquatique, par exemple liée à l'agriculture.

02 Le fjord d'Erik le Rouge. Les premiers navigateurs vikings sont arrivés au Groenland quelques années avant l'an mil.

04

03 Côté à la fois une ferme moderne et les vestiges d'un important centre politique et religieux viking, le lac d'Igaliku constitue une fenêtre sur l'histoire de l'agriculture groenlandaise.

04 Importées de manière involontaire par les fermiers vikings, les plantes non indigènes telles que l'oseille et le pissenlit ont continué de proliférer après leur départ.

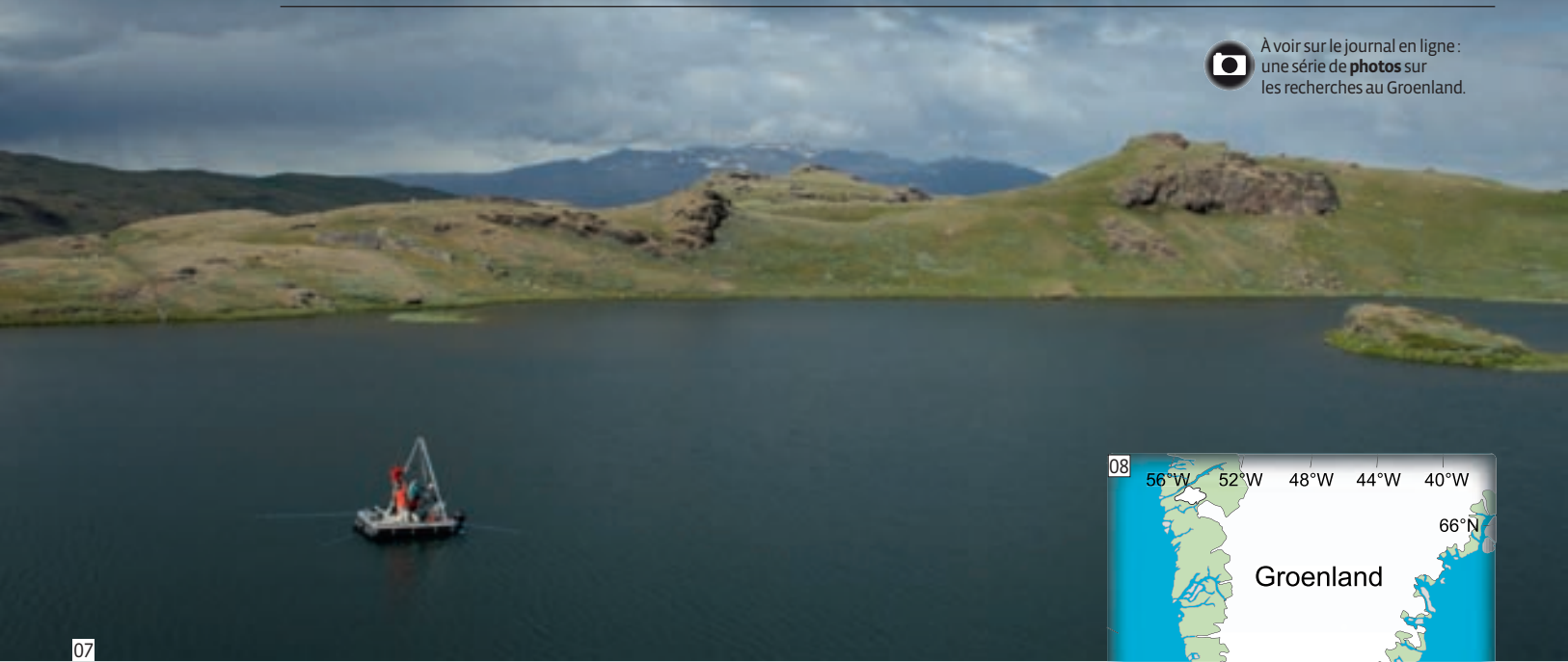
05 Exploitations modernes au bord d'un lac près de Sondre Igaliku.

06 La collecte d'échantillons de moraines glaciaires (des amas de débris rocheux) vise à dater les variations d'extension des petits glaciers continentaux.



© CNRS PHOTO THÉO/LEZ/IGP

À voir sur le journal en ligne :
une série de **photos** sur
les recherches au Groenland.



© J.-F. DESMARCHÈRE

07

l'importation de plantes non indigènes et la pression pastorale liée à l'introduction de bétail. En parallèle, l'étude des carottes de sédiments révèle les conséquences des pratiques agricoles successives sur l'érosion des sols. L'évolution de la qualité des eaux du lac a aussi pu être évaluée en étudiant les diatomées, des algues microscopiques sensibles aux pollutions aquatiques présentes dans ces échantillons. Les résultats de ces analyses, dont certains viennent d'être publiés dans *Quaternary Science Reviews*⁵, sont sans appel : « Ces trente dernières années, l'emploi de machines agricoles et l'épandage d'engrais sur les prairies de fauche ont davantage altéré les sols et pollué les eaux du bassin-versant du lac d'Igaliku que cinq siècles de pastoralisme viking », constate Émilie Gauthier.

Alors que le Groenland fait désormais face à un réchauffement climatique beaucoup plus marqué que le reste de la planète – certains scénarios annoncent une élévation des températures de l'ordre de 5 °C d'ici à 2100 –, les scientifiques du projet Green Greenland ont également voulu savoir comment les agriculteurs percevaient ces bouleversements : « Les éleveurs adoptent pour la plupart une attitude pragmatique

vis-à-vis du changement climatique », remarque Valérie Masson-Delmotte. En dignes descendants du peuple inuit, cette population estime pouvoir s'adapter très rapidement à de brusques modifications de son environnement. À l'image de leurs ancêtres chasseurs nomades descendus du nord de l'île au moment du petit âge glaciaire. Celui-là même qui poussa les éleveurs vikings à quitter définitivement le Groenland au début du xv^e siècle.

1. Période de réchauffement transitoire qui affecta les régions de l'Atlantique nord entre les x^e et xiv^e siècles.
2. Unité CNRS/CEA/UVSQ.
3. Scientifiques qui étudient les pollens et les spores pour retracer notamment l'évolution du climat et l'impact de l'homme sur son environnement.
4. Unité CNRS/Université de Franche-Comté.
5. *Quaternary Science Reviews*, janvier 2012, vol. 32, pp. 119-130.

CONTACTS :

Chrono-environnement, Besançon
Émilie Gauthier
> emilie.gauthier@univ-fcomte.fr
Laboratoire des sciences du climat
et de l'environnement, Gif-sur-Yvette
Valérie Masson-Delmotte
> valerie.masson@lsce.ipsl.fr

07 Barge de forage utilisée lors d'une précédente mission scientifique, financée par l'Ipev.

08 Les scientifiques du projet Green Greenland concentrent leurs recherches sur l'extrémité sud du Groenland (carré noir).

09 À Qassarsuk, l'activité principale reste la culture de fourrages pour nourrir les moutons durant l'hiver.

10 Culture de salades à la ferme expérimentale d'Upernaviarsuk.

11 Les vestiges de cet enclos viking, au fond du fjord de Torsukattak, attestent de la pratique ancienne de l'élevage dans cette région.



09 10

© PHOTOS 9-10 : L. COLBEAU/JUSTINI (UNIVERSITÉ DE NIMES)



11

© V. BICHET

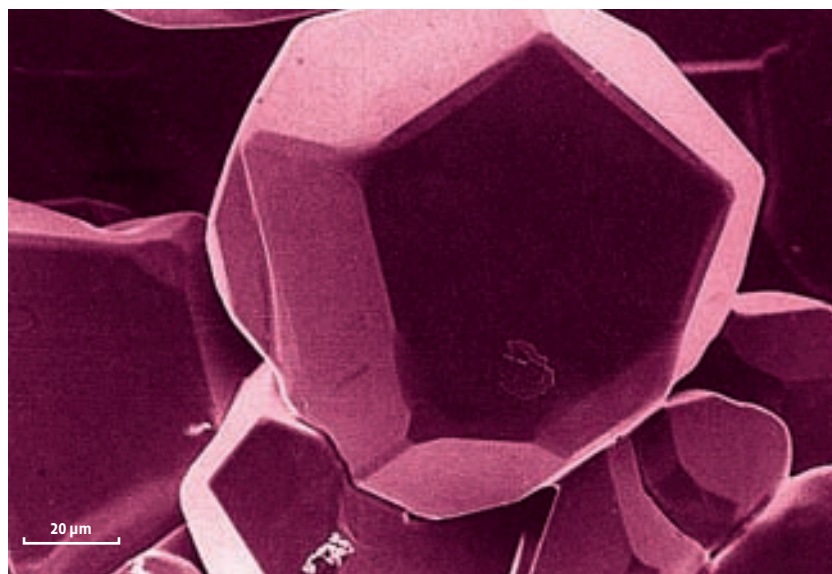
Matériaux Les quasi-cristaux font l'objet du dernier prix Nobel de chimie. Analyse avec Denis Gratias d'une révolution à laquelle les chercheurs français ont activement participé.

Les étonnantes propriétés des quasi-cristaux

PAR MATHIEU GROUSSON

En 1982, Dan Shechtman n'en croit pas ses yeux : il découvre un matériau manifestement ordonné à l'échelle atomique, donc cristallin, mais dont la structure atomique n'est pas périodique, donc... non cristallin ! L'incrédulité est générale. Comme l'explique Denis Gratias, du Laboratoire d'étude des microstructures¹, à Châtillon, « *auparavant, les solides étaient rangés en deux catégories extrêmes : celle des matériaux désordonnés et celle des cristaux, qui réalisent un pavage périodique de l'espace à partir d'un motif se répétant à l'infini* ». Sans le savoir, le chimiste israélien vient d'être le premier à observer un quasi-cristal. Ce qui lui vaut aujourd'hui de recevoir le prix Nobel.

→ Vue d'un quasi-cristal au microscope électronique.



CE QUE LES CHERCHEURS SAVENT DÉJÀ

À défaut de leur avoir trouvé des applications révolutionnaires, les chercheurs ont mis au jour certaines propriétés remarquables des quasi-cristaux : ceux-ci possèdent une résistance électrique un million de fois plus élevée qu'un métal standard, bien qu'ils soient des alliages métalliques, et des propriétés antiadhérentes exceptionnelles. D'où l'idée, dans les années 1990, de les utiliser comme revêtement antiadhésif. Mais, comme le note Denis Gratias, « *l'intérêt des quasi-cristaux, jusqu'à présent, reste principalement fondamental* ». Pour étudier leurs propriétés électroniques, il a ainsi fallu revisiter certaines notions ou inventer des outils théoriques. Les quasi-cristaux ont par ailleurs fortement inspiré les mathématiciens, en particulier pour les problèmes d'échantillonnage, d'une image par exemple, ou d'optimisation.

CE QUE LES FRANÇAIS ONT APPORTÉ

Dès la découverte des quasi-cristaux, les chercheurs français ont été aux avant-postes. Ainsi, c'est entre autres grâce à Denis Gratias, qui a montré que les images de Dan Shechtman n'étaient pas contraires aux lois mathématiques, que ce dernier est parvenu à convaincre la communauté scientifique. Car les quasi-cristaux n'étaient pas inconnus des mathématiciens, quoique sous une autre forme. Dès 1972, le Français

Yves Meyer, aujourd'hui au Centre de mathématiques et de leurs applications², a inventé les ensembles harmonieux, premiers objets mathématiques représentant les quasi-cristaux. Aussi rien d'étonnant à ce qu'une grande partie des recherches sur le sujet ait été menée en France, et ce jusqu'au milieu des années 1990, qui en a marqué l'âge d'or : la communauté mathématique est alors prospère, et les expérimentateurs hexagonaux maîtrisent tous les aspects de la synthèse et de l'analyse de ces nouveaux matériaux. « *Dès la fin de l'année 1984, le CNRS, sous l'impulsion de Michel Fayard, directeur du département de chimie de l'époque, a créé un groupe de recherche*

interdisciplinaire et ouvert de nombreuses collaborations internationales sur le sujet », se souvient Denis Gratias.

CE QU'IL RESTE À DÉCOUVRIR

À l'heure actuelle, les quasi-cristaux posent encore d'insolubles questions fondamentales. Par exemple, en commençant un pavage quasi périodique, il est impossible de garantir qu'on pourra l'étendre indéfiniment sans fautes, « *alors qu'en principe on sait qu'un tel pavage existe* », remarque Denis Gratias. De même, les quasi-cristaux obligent à reformuler la notion de symétrie : deux échantillons identiques d'un cristal parfait peuvent se superposer même si l'on tourne l'un d'entre eux, mais le cas des quasi-cristaux est plus subtil... Ils demeurent donc une source d'étonnement sans limite.

DENIS GRATIAS

Membre du Laboratoire d'étude des microstructures, ce scientifique est l'un des pionniers de la recherche sur les quasi-cristaux. Il est coauteur, avec Ilan Blech et John W. Cahn, de la publication à l'origine du prix Nobel de chimie de Dan Shechtman.

© F. GUILLET/CEA LE RIPAUT



1. Unité CNRS/Onera.
2. Unité CNRS/ENS Cachan.

CONTACT :

Laboratoire d'étude des microstructures, Châtillon
Denis Gratias
 > denis.gratias@onera.fr

Patrimoine Frédéric Mitterrand, ministre de la Culture et de la Communication, évoque les liens indéfectibles entre culture et recherche.

La culture de la recherche

PROPOS RECUEILLIS PAR LA RÉDACTION

Monsieur le Ministre, portez-vous un intérêt particulier à la recherche et à la démarche scientifique ?

Frédéric Mitterrand : Bien sûr, et j'y suis d'autant plus sensible que le ministère de la Culture et de la Communication remplit ses missions grâce à de nombreux chercheurs, notamment dans le secteur du patrimoine et de la recherche archéologique. Leur expertise indispensable est mise au service des missions de conservation et de mise en valeur du patrimoine. Elle s'enracine et se développe par leur investissement personnel ou collectif dans des travaux de recherche, d'encadrement d'étudiants-chercheurs ou d'enseignement.

Entre la labellisation du Laboratoire d'excellence Patrima et l'inauguration de l'instrument Ipanema au synchrotron Soleil, les sciences du patrimoine ont été à l'honneur en 2011. Que pensez-vous de ces nouveautés ?

F. M. : En matière de patrimoine, l'apport de la science est fondamental, et je me réjouis de la dynamique actuelle entre mon ministère et celui de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. Le Laboratoire d'excellence Patrima, par exemple, rassemble toutes les équipes liées aux sciences du patrimoine qui se trouvent dans des pôles universitaires, des laboratoires du CNRS et des établissements de la culture comme la Cité de la musique, Versailles et son école d'architecture, la Bibliothèque nationale de France (BNF), le Louvre, sans oublier le Centre de recherche et de restauration des musées de France (C2RMF)¹ et le Laboratoire de recherche des monuments historiques (LRMH), deux pôles de recherche du ministère. Que ce soit pour l'architecture, les archives ou encore l'archéologie, Patrima permet de croiser les compétences dans les domaines de l'imagerie, de la spectroscopie, de la datation, de la recherche sur les pathologies du patrimoine et les moyens d'y remédier, sur les nouveaux matériaux et les outils techniques de restauration... C'est aussi une très belle opportunité pour renforcer le rayonnement international des musées de France. Des instruments comme le synchrotron de Saclay ou l'accélérateur de particules Aglaé offrent évidemment des

perspectives inédites pour identifier les matériaux, les dater, sur les supports les plus variés tels que la sculpture, la peinture... Concernant Aglaé, mon ministère et la ville de Paris se sont fortement engagés, et je souhaite que le projet New Aglaé puisse se développer prochainement.

Quels autres liens votre ministère entretient-il avec le CNRS ?

F. M. : Tout d'abord, je veux mentionner le fait que le ministère est partie prenante d'une vingtaine d'Unités mixtes de recherche liées au CNRS, qui travaillent sur un éventail très large de sujets. Nous développons aussi de nombreux projets conjoints : cela a été le cas, par exemple, pour l'Institut national d'histoire de l'art (INHA) et l'Institut national du patrimoine (INP), nos deux écoles de formation à l'histoire de l'art et aux métiers de la conservation. Autre illustration, le LRMH développe plusieurs partenariats avec différentes institutions de recherche dont le CNRS. Sur un autre plan, j'ai tenu à soutenir de manière substantielle, *via* le Centre national du livre (CNL), la visibilité internationale de nos revues de sciences humaines. En facilitant leur traduction anglaise en ligne, on se donne les moyens de préserver la spécificité d'une production en langue française, avec ses modes de conceptualisation propres.

L'archéologie est un domaine très important pour votre ministère. Comment s'articulent son action et celle du CNRS ?

F. M. : Dans notre pays, le contrôle scientifique et technique des opérations de fouille constitue le pilier du dispositif de l'archéologie. C'est le rôle des Commissions interrégionales de la recherche archéologique (Cira) et du Conseil national de la recherche archéologique (CNRA), au sein desquels le CNRS est bien évidemment représenté. De plus, l'Institut national de recherches archéologiques préventives (Inrap) et nos services en région travaillent au niveau territorial avec les équipes de recherche du CNRS. Quant à Lascaux et aux autres grottes ornées, compte tenu de l'importance exceptionnelle de ce patrimoine, des appels à projet de recherche



© D. PLOW/VMCC

« La culture scientifique et technique occupe à mes yeux une place essentielle dans notre patrimoine commun. »

sont régulièrement proposés et donnent lieu à des campagnes annuelles de recherche programmées, notamment en vue de la conservation de ces sites sur le long terme. C'est un exemple emblématique de nos coopérations avec le CNRS².

Selon vous, le patrimoine culturel ne se limite pas aux monuments et aux chefs-d'œuvre, mais englobe aussi, entre autres, le patrimoine scientifique.

F.M. : En effet, la culture scientifique et technique occupe à mes yeux une place essentielle dans notre patrimoine commun et dans notre mémoire collective. Ainsi, les figures des grands savants doivent pouvoir être mieux connues du public. Le label Maison des Illustres, que j'ai lancé il y a quelques mois, peut y contribuer, comme c'est le cas avec la maison de Louis Pasteur, à Arbois, en Franche-Comté. Je suis également sensible à l'importance des commémorations. Que constate-t-on lorsque Cédric Villani et l'Institut Poincaré célèbrent le bicentenaire

de la naissance d'Évariste Galois, l'une des plus grandes figures de l'école française de mathématiques ? Ou quand la Sorbonne clôt en grande pompe les manifestations pour le centenaire du prix Nobel de Marie Curie ? Que l'aventure scientifique est bien présente dans nos mémoires collectives et dans les valeurs de la République. Et puis, il y a en France, de longue date, une dynamique très importante en matière de démocratisation de la culture scientifique et technique. Le monde de l'édition y joue depuis longtemps un rôle pionnier. Ce travail de sensibilisation des publics, et en particulier des jeunes, c'est aussi la mission que mène Universcience, établissement public du ministère de la Culture et de la Communication qui regroupe le Palais de la découverte et la Cité des sciences, sous la présidence éclairée de Claudie Haigneré.

De nombreux lieux en France, dont le musée du quai Branly, font cohabiter la recherche et les cultures du monde. Pensez-vous que la culture est un bon vecteur de diffusion de la science ?

F.M. : Le musée du quai Branly, à l'évidence, représente une chance majeure pour l'anthropologie sociale en France. En donnant à voir, avec une exigence scientifique exceptionnelle, les savoirs des autres, en offrant à la recherche une visibilité nouvelle *via* des expositions, le quai Branly est à coup sûr une illustration remarquable de ce que les mondes de la culture et de la recherche peuvent s'apporter. De manière générale, notre pays est doté d'un très riche tissu de musées, petits ou grands, dont beaucoup ont trait à la culture scientifique – je pense ainsi aux écomusées, qui reviennent sur notre passé industriel, sur l'histoire de l'ingénierie et de l'industrie, du

design... Cette mosaïque, j'ai souhaité la mettre en valeur. C'est la vocation notamment du plan musées en région que j'ai lancé en septembre 2010 et qui concerne 79 établissements en métropole et outre-mer.

Un appel d'offres pour la numérisation du patrimoine s'est clos en novembre dernier. Quels en sont les enjeux ?

F.M. : Dans le cadre des Investissements d'avenir, 750 millions d'euros ont été réservés à la numérisation du patrimoine culturel. C'est un apport considérable et un pari sur le futur. Qu'il s'agisse des œuvres indisponibles dans le domaine du livre ou de la sauvegarde de notre patrimoine cinématographique, le cadrage scientifique de ces opérations de numérisation est à l'évidence une étape essentielle.

1. Unité CNRS/Ministère de la Culture et de la Communication.

2. Lire « Sauver Lascaux », *CNRS Le journal*, n° 251, décembre 2010, pp. 20-29.

EN LIGNE

> www.culture.gouv.fr

À la surface des continents et dans les océans, sous terre ou dans les airs, la vie est partout. Or, si les espèces qui peuplent notre planète revêtent aujourd'hui une diversité sans pareil, il a bien fallu un commencement : quelques molécules d'abord, qui ont interagi, puis de simples cellules. C'est sur les traces de ces tout premiers êtres vivants que se sont lancés de nombreux scientifiques. De l'Australie au Groenland, du fond de l'Atlantique aux confins de l'espace, ils traquent le moindre indice d'une activité biologique ancestrale. *CNRS Le journal* les a suivis dans leur quête.

UNE ENQUÊTE DE FABRICE DEMARTHON

D'OÙ VIENT la vie ?



À la recherche des premières traces **21** |
Les trois piliers de la vie **24** |
Au commencement était la chimie **26** |

À la recherche des premières traces

Il y a **4,56 milliards d'années** naissait la planète Terre. Perdu en banlieue de Voie lactée, ce bout de roche allait voir apparaître un phénomène qui, jusqu'à preuve du contraire, demeure unique : la vie. Aujourd'hui, notre planète abrite plus de 8 millions d'espèces¹. Quand, où et comment cette vie foisonnante est-elle apparue ? Qu'on se le dise, malgré des découvertes régulières dans le domaine, les scientifiques n'ont pas encore de réponse définitive. Il existe des scénarios plausibles qui se fondent sur quelques observations, de très nombreuses hypothèses et encore trop peu de certitudes... Chimistes, biologistes, géologues et astrophysiciens poursuivent donc cette insaisissable quête en explorant le fond des mers, les antiques roches des continents et même l'espace interstellaire, à l'affût des traces d'une vie primitive et des réactions chimiques dont elle est issue. Une vie qui devait être assez rudimentaire : il est légitime de penser que les premiers habitants de la Terre étaient des organismes simples, des cellules uniques dénuées de tout appareillage complexe.

EN MANQUE DE FOSSILES

N'importe quel paléontologue le dirait : pour étudier un organisme ancien, rien ne vaut l'analyse de son fossile, c'est-à-dire de ses restes transformés en minéraux et figés dans la roche. Seulement, si le sous-sol terrestre foisonne d'espèces ayant vécu au cours des derniers 540 millions d'années, une période où la diversité de la vie a explosé – on l'appelle d'ailleurs l'explosion du Cambrien –, il en va tout autrement pour les premiers âges de la Terre.

« Le registre fossile ne représente que 10% de l'histoire de la planète », indique Pascal Philippot, de l'Institut de physique du globe de Paris². Pour remonter aux antiques organismes vivants, sans doute de simples cellules ressemblant peu ou prou à des bactéries (lire p. 26), il faut dénicher leurs restes microscopiques ou la signature ténue de leur activité biologique dans des roches vieilles de plusieurs milliards d'années. Roches qui ont souvent été altérées au cours du temps. « Si on se fonde sur des critères morphologiques, il faut chercher des organismes simples, unicellulaires,

comme de petites sphères, des bâtonnets, explique Pascal Philippot. Or le monde minéral est tout à fait capable de produire ce type de formes sans l'aide du vivant. »

DES SIGNES TROMPEURS

La signature biochimique de la **matière organique** serait-elle plus digne de confiance ? Les êtres vivants marquent une nette préférence pour une certaine légèreté : les **isotopes** légers du carbone, du soufre et de certains métaux dits bioessentiels (fer, nickel, molybdène...) sont privilégiés par les processus biochimiques au détriment des isotopes les plus lourds et s'accumulent donc dans la matière vivante. Par exemple, le carbone 12 est plus fréquent dans le corps humain que le carbone 13. L'analyse fine de ces proportions,

appelées rapports isotopiques, permettrait donc de distinguer les restes d'un organisme primitif d'un artefact minéral. Le hic, c'est que le monde minéral est aussi capable de leurrer les scientifiques en imitant, par certaines réactions chimiques, des rapports isotopiques biologiques.

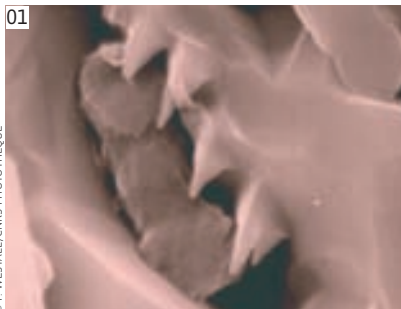
Prise isolément, chaque information n'est donc pas une preuve irréfutable de la présence de vie. Mais, comme le rappelle Pascal Philippot, « la connaissance du contexte géologique dans lequel ont été prélevés les échantillons de roches reste souvent un atout décisif pour interpréter les observations et les données géochimiques ». Évidemment, trouver des molécules biologiques comme des protéines, certains lipides ou sucres faciliterait la tâche des chercheurs. Mais toutes ces substances

MATIÈRE ORGANIQUE

Dont l'origine est biologique. S'oppose à la matière minérale.

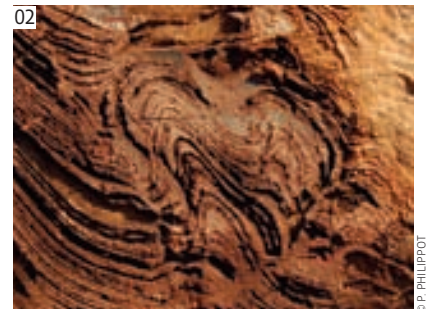
ISOTOPES

Atomes d'un même élément chimique ayant un poids atomique différent.



01 Ces bactéries en forme de chaîne, mises au jour à Barberton, datent de 3,45 milliards d'années.

02 Cette structure minérale en feuillets constituerait les plus anciens stromatolithes connus, vieux de 3,5 milliards d'années.



03 Des conduits de cheminées hydrothermales fossiles s'élèvent du sol de la formation de Dresser, en Australie (- 3,5 milliards d'années).



résistent très mal au passage du temps d'une part, et elles pourraient tout à fait provenir d'une contamination récente des échantillons d'autre part. Pour pallier ce problème, certaines équipes, notamment celle de Pascal Philippot, réalisent des campagnes de forage pour récolter des échantillons à plusieurs centaines de mètres de profondeur, loin de l'activité biologique.

LES PLUS VIEILLES PREUVES

La recherche des origines de la vie, on le voit, n'est pas une mince affaire! Pourtant, cette vie a bel et bien émergé très tôt dans l'histoire de la Terre. Les preuves existent. Certains minéraux très anciens, témoins des premiers balbutiements de la planète, sont encore visibles. Au Canada, sur la côte de la baie d'Hudson, les roches vertes de Nuvvuagittuq sont âgées d'environ 4,2 milliards d'années. Et les régions de Pilbara, en Australie, et de Barberton, en Afrique du Sud, abritent des roches datant d'environ 3,5 milliards d'années. « *Ce sont dans les affleurements de Pilbara et de Barberton que les plus vieilles traces de vie attestées ont été découvertes* », confirme Frances Westall, du Centre de biophysique moléculaire du CNRS, à Orléans.

En effet, on y a mis au jour des structures analogues aux stromatolithes, des roches feuilletées coniques ou en dômes formées par le dépôt calcaire de tapis de bactéries. « *Les analyses à haute résolution montrent la présence de ce qui ressemble à des colonies microbiennes microscopiques*, note Frances Westall. *Les données géochimiques – la calcification*



© P. PHILIPPOT

04 05 Dans la région de Pilbara, en Australie, les chercheurs réalisent des carottages de la zone de Tumbiana, qui abrite des stromatolithes fossiles datant de 2,7 milliards d'années.



et les rapports isotopiques – suggèrent qu'il s'agissait d'organismes déjà capables de photosynthèse, c'est-à-dire dotés d'un métabolisme basé sur la lumière du soleil, mais sans libération d'oxygène comme ce que font les plantes aujourd'hui. »

D'autres recherches menées par l'équipe de Pascal Philippot sur des roches de cette région de l'Ouest australien ont révélé que certains de ces

micro-organismes primitifs auraient pu tirer leur énergie non pas du sulfate (le soufre lié à de l'oxygène), comme le font beaucoup de micro-organismes modernes, mais du soufre élémentaire par un mécanisme dit de dismutation. Ces anciens organismes avaient donc des métabolismes différents, parfois assez rudimentaires, comme la dismutation du soufre, ou plus évolués, comme la photosynthèse. La vie devait donc déjà exister bien avant l'âge de 3,5 milliards d'années.

L'HISTOIRE DE LA TERRE, en milliards (Ga) et millions (Ma) d'années



- 4,57 Ga
Effondrement d'un nuage interstellaire au centre duquel se forme le Soleil en seulement 100 000 ans.

- 4,5 Ga
La Terre se dote d'une structure interne : au centre, un noyau de fer entouré d'un manteau de silicates. Le champ magnétique généré par les mouvements du noyau métallique apparaît. La surface de la planète est un océan de magma.



- 4,2 Ga
Plus anciennes roches connues découvertes au Canada.

- 3,9 Ga
Dernier bombardement météoritique intense.



- 4,56 Ga
Formation des planètes du système solaire. Quelques dizaines de millions d'années suffisent à la Terre pour apparaître.

- 4,4 Ga
L'eau, d'abord à l'état de vapeur, se condense et forme les océans.

- 3,8 Ga
Traces contestées d'activité biologique dans des roches au Groenland.

- 3,5 Ga
Plus vieilles traces d'activité biologique supposées.

- 2,7 Ga
Plus vieux stromatolithes avérés.

- 2,4 Ga
Élévation du taux d'oxygène dans l'atmosphère due à l'activité d'organismes vivants, notamment les cyanobactéries.

HADÉEN

ARCHÉEN

© NASA, ESA, N. SMITH (U. CALIFORNIA, BERKELEY) ET AL., AND THE HUBBLE HERITAGE TEAM (STSC/AURA), NASA/JPL/STScI, © T. HUBBARD (CICERO PHOTOGRAPHIQUE), © L. COONIN (JPL/COSMOS), © G. MURPHY (JPL), © A. SRINIVAS (JPL)



07 Grâce à la microtomographie, il est possible de modéliser en 3D la structure interne des échantillons fossiles sans les détruire.



© KAISONEN/CNRS PHOTOTHEQUE

DE MYSTÉRIEUX ORGANISMES MULTICELLULAIRES

La découverte a fait sensation. En 2010, une équipe du laboratoire Hydrogéologie, argiles, sols et altérations¹, à Poitiers, a annoncé avoir mis au jour au Gabon plusieurs centaines de fossiles qui ressemblent fort à des organismes multicellulaires. Rien d'étonnant, *a priori*, à cela près qu'ils datent de 2,1 milliards d'années! Jusqu'à cette trouvaille, de telles formes de vie complexes, dotées de plusieurs cellules, remontaient à environ 540 millions d'années, lors de la fameuse explosion cambrienne. Pouvant atteindre jusqu'à 24 centimètres, ces structures seraient trop grandes, trop complexes et montreraient une variabilité de formes et de

tailles trop importante pour être des organismes unicellulaires. « Les analyses par sonde ionique ont montré un rapport isotopique du soufre compatible avec la vie », explique Abderrazak El Albani. Ces organismes auraient vécu dans un environnement marin, avec une profondeur d'eau limitée à 20 ou 30 mètres. Cependant, leur nature exacte reste énigmatique. L'équipe qui les a découverts, épaulée par certains spécialistes des origines de la vie, poursuit ses investigations pour lever le mystère.

1. Unité CNRS/Université de Poitiers.

CONTACT :
Abderrazak El Albani
> abder.albani@univ-poitiers.fr



À voir sur le journal en ligne : le film *Une vie, quelque part au Gabon*.

D'abord attribuées à des vestiges de micro-organismes (le graphite est une forme ordonnée de matière organique), ces traces sont depuis contestées. « La matière organique plus ou moins graphiteuse peut aussi se former de manière purement minérale, par réactions **métamorphiques**, remarque

MÉTAMORPHISME
Transformation à l'état solide d'une roche soumise à une pression et à une température différentes de celles de sa formation initiale.

Pascal Philippot. Or ces roches du Groenland s'avèrent très métamorphiques, donc il est difficile de dire si la matière qui a été transformée en graphite est bien biologique. »

Par ailleurs, il va être certainement difficile de dénicher des traces d'une vie antérieures à 3,9 milliards d'années. D'abord parce que les affleurements de roches plus vieux que 3,8 milliards d'années sont très rares à la surface de la Terre. Ensuite parce que c'est à ce moment-là que la planète a subi un

gigantesque cataclysme, un déluge de météorites (on estime à 22 000 le nombre de cratères datant de cette époque) qui pourrait avoir sinon effacé toute forme de vie, du moins provoqué une extinction en masse. Les traces datant de 3,5 milliards d'années restent donc aujourd'hui les moins controversées. Des témoignages d'une vie déjà assez évoluée, qui obligent les scientifiques à envisager un long scénario pour expliquer le passage d'une chimie simple à une biologie complexe.

1. Dernière estimation obtenue par une équipe internationale. Seules 1,9 million d'espèces sont connues.
2. Unité CNRS/IPGP/Université Paris-Diderot/Sorbonne Paris Cité.

06

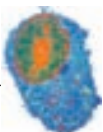


06 Pour mieux identifier les premières traces de vie, les scientifiques étudient aussi les stromatolithes vivants, comme ici, au lac d'Alchichica, au Mexique.

© D. MOREIRA

PROTÉROZOÏQUE

- 2 Ga
Possibles premières cellules eucaryotes.



CAMBRIEN

- 540 Ma
Explosion cambrienne : la diversité biologique se multiplie.



CONTACTS :

Pascal Philippot
> philippo@ipgp.fr
Frances Westall
> frances.westall@cnrs-orleans.fr

Les trois piliers de la vie

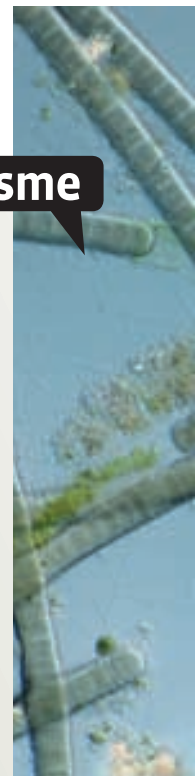
Découvrir l'origine de la vie impose de répondre à une question : qu'est-ce que la vie ? Un physico-chimiste verra « un système dont les propriétés lui apportent la stabilité loin de l'équilibre thermodynamique », selon les termes de Robert Pascal, de l'Institut des biomolécules Max-Mousseron¹, à Montpellier. Un biologiste, lui, ne concevra pas de vie sans évolution darwinienne. Les spécialistes de la question des origines se sont, en définitive, tous plus ou moins accordés pour réduire la vie à trois caractéristiques fondamentales : le métabolisme, soit l'ensemble des réactions chimiques qui fournissent à l'organisme ses constituants et son énergie, le matériel génétique, qui porte les plans de l'organisme et qui lui permet de se reproduire et d'évoluer, et enfin une membrane qui isole le tout de l'environnement extérieur, définissant le soi du non-soi.

Sans l'un de ces trois systèmes, point de vie. « La difficulté tient dans le fait de savoir quel système est apparu en premier », indique Purificación López-García, du laboratoire Écologie, systématique et évolution², à Orsay. Certains chercheurs avancent que, sans le métabolisme, la génétique n'aurait pu apparaître, alors que d'autres accordent à cette dernière la primauté. « Même si beaucoup de scientifiques penchent pour cette seconde hypothèse, la biologie contemporaine étant largement dominée par la génétique, il me semble plus raisonnable de penser que les systèmes ont coexisté très tôt », estime Purificación López-García. Une position que partage Marylène Bertrand, du Centre de biophysique moléculaire du CNRS : « Les macromolécules biologiques sont tellement impliquées dans la formation des unes et des autres qu'il est probable que toutes les briques du vivant aient évolué ensemble. »

1. Unité CNRS/UM1/UM2/ENSCM.
2. Unité CNRS/Université Paris-Sud.

Le métabolisme

Produire de l'énergie, fabriquer et recycler les constituants des organismes. Ce sont là les trois fonctions du métabolisme. Il en existe plusieurs types, suivant la source d'énergie, chimique (chimiotrophie) ou lumineuse (phototrophie), et la source de matière, organique (hétérotrophie) ou non (autotrophie). Aujourd'hui, toutes les combinaisons possibles se rencontrent dans le monde vivant. Les animaux, êtres humains compris, sont par exemple chimio-organo-hétérotrophes : ils tirent leur énergie et leurs constituants de la matière organique. À l'opposé, les plantes sont photo-litho-autotrophes : elles tirent leur énergie de la lumière et leurs constituants, de la matière minérale. Alors à quoi ressemblait le métabolisme des organismes primitifs ? Là encore, le débat fait rage. Les premières théories sur la soupe prébiotique (lire p. 26) ont poussé les chercheurs sur la voie de l'hétérotrophie : disposant de matière organique formée dans l'atmosphère, dans les sources hydrothermales ou apportée par les météorites, les premiers êtres vivants auraient pu en tirer leur énergie et leurs constituants. Devant les réserves sur l'abondance de cette matière et la découverte de la vie près des sources hydrothermales, les regards se sont ensuite portés vers l'autotrophie, qui aurait permis aux organismes primitifs d'utiliser la matière minérale pour se constituer. Actuellement, la question n'est toujours pas réglée.



LUCA : L'ANCÊTRE COMMUN À TOUS LES ÊTRES VIVANTS

08 Une hypothèse très répandue veut que Luca ait donné naissance aux trois grands domaines du vivant, archées et eucaryotes étant apparentés.

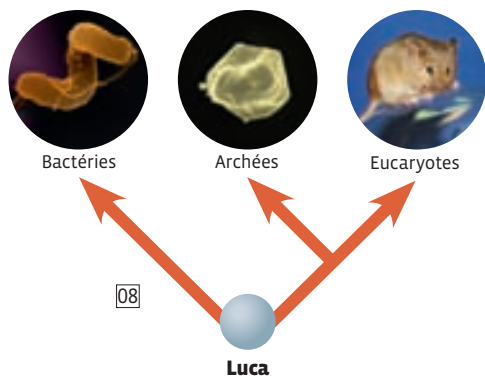
On l'appelle Luca, pour Last Universal Common Ancestor, le dernier ancêtre commun universel. Il s'agit de l'organisme à partir duquel les trois grands domaines du vivant – les bactéries, les archées et les eucaryotes – auraient évolué (voir schéma ci-dessous). De nombreux scientifiques lancés dans la quête des

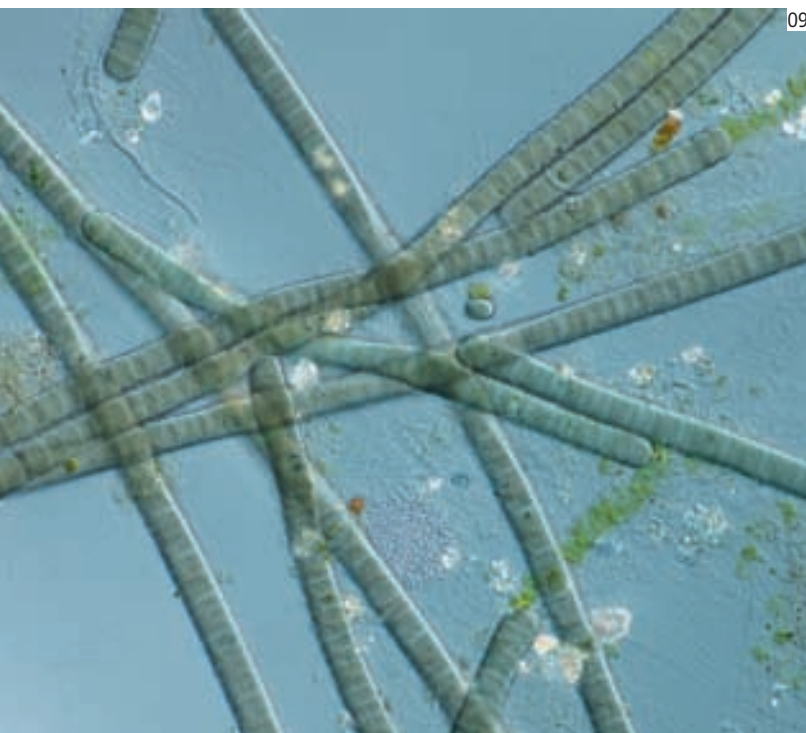
origines tentent de dresser son portrait, même s'il n'est pas, loin s'en faut, le premier organisme à avoir habité la Terre et si personne ne sait quand il a pu vivre. « Étant donné toutes les étapes qu'a nécessitées la naissance de la vie, de la chimie prébiotique à l'émergence du métabolisme et du système génétique, Luca est déjà un organisme assez évolué », considère la biologiste Marie-Christine Maurel. À quel point ? La question reste en débat. Si de nombreux chercheurs penchent pour un système génétique à base d'ADN, puisque tous les organismes cellulaires actuels ont des génomes à ADN, certains n'excluent pas que Luca ait encore eu un génome à ARN, étant donné que les protéines impliquées dans la réplication de l'ADN sont différentes entre les bactéries d'une part et les archées et les eucaryotes d'autre part. Quant à son métabolisme, il était probablement d'origine chimique, la capacité à utiliser la lumière comme source d'énergie semblant être apparue bien plus tard, chez les bactéries.

Dans quel environnement vivait-il ? Certaines hypothèses ont fait de Luca un organisme thermophile capable de vivre à de hautes températures, de l'ordre de 80 °C. Mais l'équipe de Manolo Gouy, du laboratoire Biométrie et biologie évolutive¹, à Villeurbanne, a émis un avis différent. « Chez les procaryotes, il existe une relation forte entre la composition chimique de l'ARN et des protéines et la température, explique le chercheur. Grâce à notre modèle, nous avons reconstitué l'état ancestral des gènes communs aux êtres vivants. » Résultat : d'après la composition modélisée des gènes ancestraux, Luca aurait vécu à des températures plus clémentes, inférieures à 50 °C. Ce n'est que plus tard qu'un réchauffement de l'environnement aurait conduit à l'apparition d'organismes thermophiles.

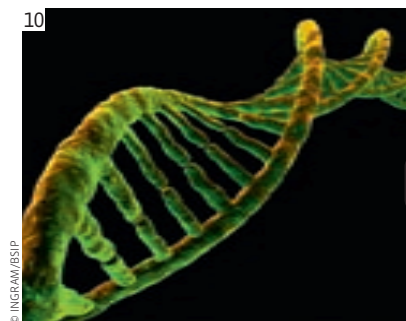
1. Unité CNRS/UCBL.

CONTACT :
Manolo Gouy
> manolo.gouy@univ-lyon1.fr





09 La photosynthèse pratiquée par ces cyanobactéries filamenteuses est un exemple des métabolismes qui se sont développés au cours de l'évolution.



10 L'ADN ne faisait sans doute pas partie du premier système génétique.

La génétique

Aujourd'hui, tout organisme dispose d'un code génétique qui porte les instructions

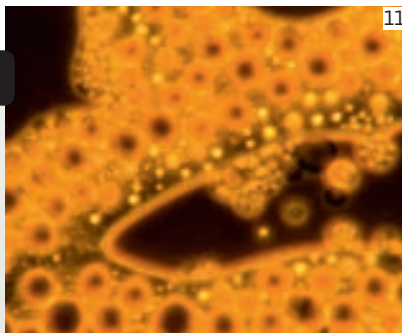
nécessaires à sa formation et à son fonctionnement. Un code dans lequel des erreurs – des mutations – peuvent survenir et qui permettent aux espèces d'évoluer. Les acides nucléiques (l'acide désoxyribonucléique ou ADN et l'acide ribonucléique ou ARN) constituent ce code génétique. Dans la cellule actuelle, une véritable machinerie permet la traduction de l'ADN en protéines *via* l'ARN. Chaque composante a alors sa fonction propre : l'ADN porte l'information, l'ARN la transfère, tandis que les protéines se chargent des réactions chimiques dans la cellule. Comment ce système est-il apparu ? Une première indication tient à la nature des acides nucléiques. En effet, l'ADN n'est ni plus ni moins qu'un ARN modifié. L'ARN aurait donc précédé l'ADN. A-t-il été le support génétique des organismes primitifs ? « *La découverte des ribozymes, des ARN dotés d'une activité catalytique comparable à celle exercée par les protéines, a conduit à émettre l'hypothèse du monde ARN* », répond la biologiste Marie-Christine Maurel. Un monde où l'ARN servait à la fois de support de l'information génétique et de catalyseur de l'activité chimique dans les toutes premières cellules. « *Les protéines seraient apparues ensuite, avec l'invention du ribosome, la structure qui permet leur fabrication à partir du code génétique* », explique Patrick Forterre, de l'Institut de génétique et microbiologie¹, à Orsay. *Il est d'ailleurs intéressant de noter que le ribosome est universel dans le monde vivant, preuve qu'il a émergé très tôt.* » La théorie du monde ARN, pour séduisante qu'elle soit, n'est pas exempte de points d'ombre. En particulier, personne n'a encore réussi à fabriquer de l'ARN simplement et en grande quantité dans les conditions de la Terre primitive. « *Mais il n'est pas exclu que des systèmes génétiques alternatifs, comme les acides nucléiques peptidiques, qui ressemblent à l'ARN mais ont une composition et une structure chimique différentes, aient servi de support d'information aux premiers organismes puis aient aidé à la transition vers le monde ARN* », conclut Marie-Christine Maurel. *Différents systèmes ont même pu coexister.* »

1. Unité CNRS/Université Paris-Sud.

La membrane

Une autre composante indispensable à la vie paraît évidente : le métabolisme et la génétique ne serviraient à rien s'ils n'étaient confinés dans un compartiment. Pour que les premiers organismes se développent, il leur a fallu une membrane capable de les protéger de l'environnement sans trop les isoler toutefois : des échanges avec le milieu extérieur sont nécessaires pour la survie des cellules. Les membranes actuelles sont principalement faites de phospholipides. Ces molécules, dites amphiphiles, possèdent une partie hydrophile et une autre hydrophobe. Elles s'organisent facilement en une bicouche stable, deux phospholipides s'associant tête-bêche, leurs parties hydrophobes à l'intérieur de la bicouche. « *Elles sont aussi capables de s'auto-assembler spontanément en sphères microscopiques, des vésicules* », explique Marie-Christine Maurel, directrice du Laboratoire acides nucléiques et biophotonique¹, à Paris. *Si des molécules amphiphiles faisaient bien partie des composés organiques présents sur la Terre primitive, on peut imaginer que cet auto-assemblage était un processus courant.* » Donc que les premières composantes de la vie aient facilement trouvé de quoi s'isoler du monde extérieur pour former des organismes à part entière.

1. Unité CNRS/UPMC.



11 Les molécules amphiphiles peuvent s'organiser comme ici en vésicules.

CONTACTS :

Marylène Bertrand
> marylene.bertrand@cnrs-orleans.fr
Patrick Forterre
> patrick.forterre@igmors.u-psud.fr
Purificación López-García
> puri.lopez@u-psud.fr
Marie-Christine Maurel
> marie-christine.maurel@upmc.fr
Robert Pascal
> robert.pascal@univ-montp2.fr

Au commencement était la chimie

12



© BETTMANN/CORBIS

Si les plus vieilles traces d'une vie plus ou moins évoluée semblent dater de 3,5 milliards d'années, que s'est-il passé entre ce moment et la naissance de la Terre, près de 1 milliard d'années plus tôt? Comment les briques élémentaires qui composent tout être vivant se sont-elles formées puis organisées pour finalement créer les premiers organismes? « *Il n'y a aucun consensus sur ce sujet*, note le chimiste Robert Pascal. *Nous n'aurons jamais accès à des molécules fossilisées, donc à une preuve directe de la chimie à l'origine de la vie.* » Pour tenter de reconstituer ces toutes premières étapes, les scientifiques ne peuvent donc compter que sur l'observation du vivant actuel, les données sur l'environnement régnant à l'époque et les lois immuables de la physique et de la chimie.

LA THÉORIE DE LA SOUPE PRÉBIOTIQUE

Pour complexe qu'elle soit, la cellule n'est construite qu'à partir de 27 briques élémentaires – 20 acides aminés, 2 sucres et 5 molécules appelées bases nucléotidiques –, auxquelles s'ajoutent quelques phospholipides pour la membrane. L'association de ces éléments permet de fabriquer les substances biologiques bien connues que sont les protéines, les glucides, l'ADN... Où trouve-t-on ces briques élémentaires, voire les éléments chimiques simples qui les constituent? Le premier environnement auquel les scientifiques ont pensé est bien sûr l'atmosphère.

Il y a environ 4,4 milliards d'années, la planète subit une transformation capitale. Toute l'eau accumulée lors de sa formation ou apportée par les météorites et les comètes, d'abord vaporisée par l'intense chaleur qui régnait, se condense et forme les océans. L'atmosphère est alors principalement composée de dioxyde de carbone, mélangé à de la vapeur d'eau, de l'azote et d'autres gaz en plus petite quantité, comme le méthane ou les sulfures. Soumises au rayonnement ultraviolet du soleil, aux éclairs des orages et à l'impact des météorites, ces molécules

simples s'activent et forment des substances plus complexes, tels l'acide cyanhydrique, le formaldéhyde... Ces dernières passent ensuite de l'atmosphère aux étendues d'eau à la surface de la planète, où elles forment ce que les scientifiques appellent une soupe prébiotique. La célèbre expérience de Stanley Miller et Harold Clayton Urey, réalisée en 1953, illustre ce mécanisme : les chimistes américains sont parvenus à produire des molécules organiques, notamment des acides aminés, en soumettant un mélange gazeux d'hydrogène, de méthane, d'ammoniac et d'eau à la chaleur et à des décharges électriques. Si, depuis, la composition de l'atmosphère primitive telle que l'avaient imaginée Miller et Urey a été revue, le concept de soupe prébiotique reste valable.

RÉDUCTEUR

Se dit d'un élément chimique qui perd un ou plusieurs électrons lors des réactions d'oxydo-réduction.

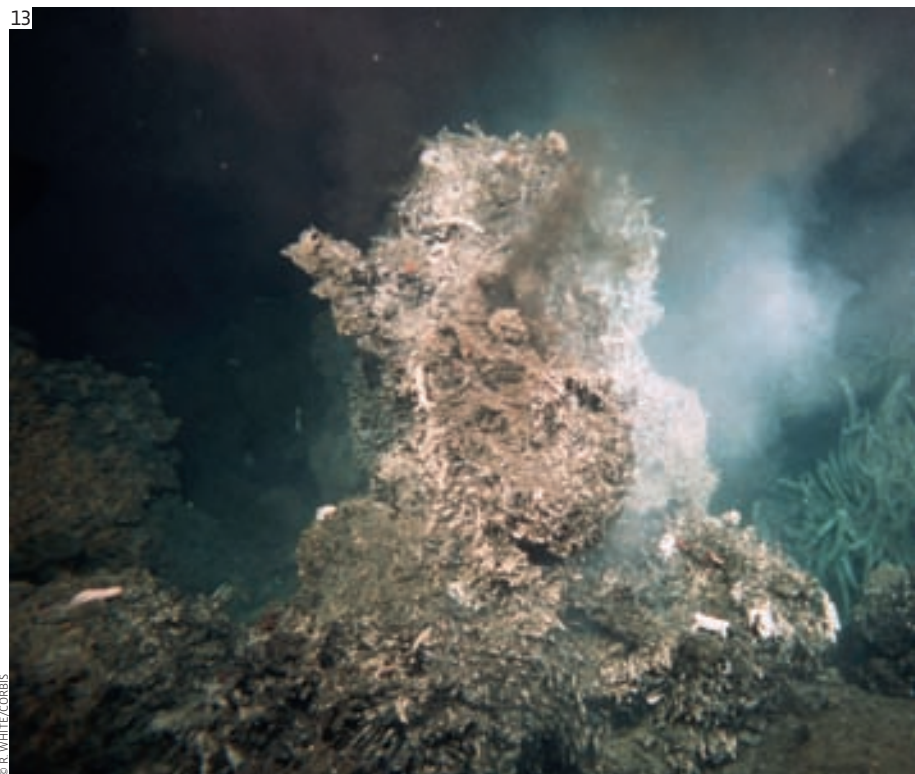
Toutefois, il ne peut s'agir là de l'unique source des briques élémentaires de la vie, en particulier parce que l'atmosphère primitive, peu réductrice, ne les produit pas efficacement. Quel autre environnement

a-t-il pu abriter la synthèse des premières biomolécules? Pour le trouver, il faut plonger au fond des océans, près des dorsales où se forme le plancher des mers. Là s'élèvent les sources hydrothermales, ou fumeurs noirs, de hautes cheminées qui crachent une eau chaude chargée en minéraux. Aujourd'hui, ces structures accueillent une vie foisonnante capable de tirer parti de l'énergie chimique pour survivre. « *Tous les ingrédients nécessaires aux briques élémentaires s'y trouvent, et les minéraux dont les cheminées sont tapissées, telle la pyrite, possèdent des pores qui peuvent servir de réacteurs, empêchant la dispersion des molécules dans l'océan* », explique la biologiste Marie-Christine Maurel.

AVEC DE L'EAU OU DE L'ARGILE?

Reste la question de l'énergie nécessaire à l'amorçage de ces réactions. Certains scientifiques estiment que la température de l'eau rejetée par les sources hydrothermales, qui peut atteindre plusieurs

13



© R. WHITE/CORBIS

centaines de degrés Celsius, suffirait. D'autres rejettent l'hypothèse, arguant du fait que cette énergie n'est par nature pas assez concentrée. Une autre objection tient au caractère acide de l'environnement de certaines sources hydrothermales, qui peut empêcher les molécules organiques de se former. Cependant, une équipe du Laboratoire de géologie de Lyon¹ a récemment mis en évidence que les roches d'Isua, au Groenland, âgées de 3,8 milliards d'années, avaient été baignées par des eaux thermales non pas acides mais basiques. « Nous avons étudié les isotopes des métaux contenus dans ces roches et avons découvert que le zinc présentait une anomalie, raconte Francis Albarède, qui a dirigé l'équipe. Anomalie que l'on retrouve dans les volcans de boue de la fosse des Mariannes². » Des fluides hydrothermaux chauds, basiques et riches en carbonates auraient donc circulé dans les roches d'Isua pour constituer des volcans de boue où auraient pu être initiées les premières étapes de la vie.

Que ces premiers pas aient été franchis dans une soupe prébiotique ou dans les sources hydrothermales, ces deux environnements ont un point commun : l'eau liquide. Il en existe un autre qui met à profit d'autres matériaux : les argiles. Ces minéraux sont des empilements de feuilles hydratées sur lesquelles se fixent de nombreuses molécules organiques. En rapprochant tous les protagonistes, les argiles peuvent donc servir de catalyseurs aux premières réactions biochimiques.



14

© METEORITES AUSTRALIA

Si la Terre primitive semble avoir abrité plusieurs environnements susceptibles de voir naître les briques du vivant, l'espace n'est pas en reste. Le 28 septembre 1969, une météorite s'écrase en Australie, près du village de Murchison. C'est une chondrite carbonée, une pierre qui date des tout premiers temps du système solaire. L'analyse de sa composition chimique va alors révolutionner la vision des origines de la vie qu'ont à l'époque les scientifiques : elle contient de nombreuses molécules organiques, notamment des acides aminés. Depuis, l'observation a été maintes fois confirmée. « Cette année, une équipe de l'université de Californie, à San Diego, a même identifié à l'intérieur des météorites carbonées une grande variété de bases nucléotidiques, qui servent à fabriquer le matériel génétique des organismes vivants », indique Marie-Christine Maurel.

LA CUISINE SPATIALE

Même les nuages interstellaires, mélanges de gaz et de poussières, contiennent des molécules organiques. « Une matière organique riche, par exemple le formamide ou l'urée, a été détectée dans les glaces de ces nuages, signale Louis Le Sergeant d'Hendecourt, de l'Institut d'astrophysique spatiale³, à Orsay. Son équipe reproduit en laboratoire le bombardement de ces glaces par les rayons ultraviolets. « Nous plaçons les mélanges dans une enceinte à vide et nous les soumettons à un intense rayonnement UV, explique-t-il. Une heure au laboratoire correspond à environ 1000 ans dans l'espace. » Il est alors possible d'analyser les espèces chimiques produites et d'observer leur lente complexification. Récemment, les chercheurs ont identifié dans ces glaces l'hydantoïne, une molécule capable de mener à la synthèse

d'oligopeptides, sortes de préprotéines. L'espace interstellaire et les météorites constituent donc de formidables creusets pour la chimie du vivant.

« Il est fort probable que tous ces environnements – l'atmosphère, les sources hydrothermales, les météorites – aient participé à la genèse de la chimie prébiotique », estime Marie-Christine Maurel. Reste que fabriquer les briques élémentaires de la vie, ce n'est pas fabriquer la vie. Et, s'il est finalement assez simple de produire les constituants essentiels des organismes, établir toutes les fonctions biologiques est une autre paire de manches...

1. Unité CNRS/UCBL/ENS de Lyon.
2. La fosse des Mariannes, dans le nord-ouest du Pacifique, est l'endroit le plus profond de la croûte terrestre.
3. Unité CNRS/Université Paris-Sud.

CONTACTS :

Francis Albarède

> francis.albarede@ens-lyon.fr

Louis Le Sergeant d'Hendecourt

> ldh@ias.u-psud.fr

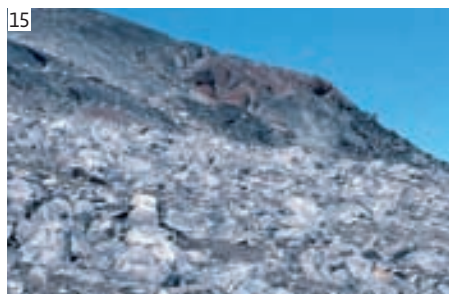
12 Le jeune Stanley Miller, étudiant de Harold Clayton Urey, devant leur dispositif expérimental, en 1953.

13 Les sources hydrothermales, ou fumeurs noirs, pourraient être l'un des habitats d'origine de la vie.

14 La météorite de Murchison recèle de nombreuses molécules organiques nécessaires à la vie.

15 Les roches vertes d'Isua sont peut-être les vestiges d'un des premiers berceaux de la vie.

15



© F. ALBAREDE/CNRS PHOTO THEQUE

Pour en savoir +

À LIRE |

Le Soleil, la Terre... la Vie

La quête des origines

M. Gargaud, H. Martin, P. López-García, T. Montmerle et R. Pascal, Belin/Pour la Science, coll. « Bibliothèque scientifique », 2009, 304 p.

Microbes de l'enfer

P. Forterre, Belin/Pour la science, coll. « Regards », 2007, 256 p.

La Naissance de la vie

De l'évolution prébiotique à l'évolution biologique

M. Maurel, Dunod, coll. « Universciences », 2003, 200 p.

EN LIGNE |

Évolution

Des origines de la vie aux origines de l'homme
Un dossier de la collection Sagascience du CNRS

> www.cnrs.fr/evolution

À VOIR |

Au cœur du vivant, la cellule

(2006, 180 min), réalisé par V. Kleiner et C. Sartet, produit par CNRS Images

> videotheque.vente@cnrs-bellevue.fr

> <http://videotheque.cnrs.fr>

Entretien Alain Fuchs, président du CNRS, dresse un bilan à mi-parcours de son action à la tête de l'organisme.

« Beaucoup de choses ont changé en deux ans »

PROPOS RECUEILLIS PAR

BRIGITTE PERUCCA ET FABRICE IMPÉRIALI

Quel bilan tirez-vous des deux années que vous venez de passer à la tête du CNRS ?

Alain Fuchs : Je vois deux facettes à ce bilan. Sur le plan scientifique, il est extrêmement satisfaisant. Les équipes de recherche fonctionnent bien, les résultats marquants sont au rendez-vous et nos chercheurs sont récompensés par des prix prestigieux. J'ai le sentiment que jamais la notoriété de notre organisme à l'échelle internationale n'a été aussi forte. Sur le plan de l'environnement de la recherche, beaucoup de choses ont changé depuis deux ans avec la montée en puissance de l'autonomie des universités, la création des alliances pour la recherche et le lancement par le gouvernement du Programme d'investissements d'avenir (PIA)¹, comprenant de multiples appels à projets qui ont fortement mobilisé la communauté scientifique. Loin d'être passif, le CNRS a été l'un des acteurs majeurs de ce mouvement, avec la volonté d'améliorer la performance d'un système d'enseignement supérieur et de recherche dont le potentiel est très fort, mais qui a besoin d'évoluer. Son histoire est celle de trois grands types d'institutions – les universités, les grandes écoles et les organismes de recherche – avec leurs objectifs propres, leurs forces et leurs faiblesses. Ces trois types d'institutions apprennent à mieux travailler de concert pour le bien de l'ensemble de la science française. Pendant ces deux années, le CNRS s'est fortement mobilisé sur cet objectif.

Y aura-t-il en France un avant et un après Investissements d'avenir ?

A. F. : Le Programme d'investissements d'avenir aura indéniablement des répercussions sur le système de recherche français. Le CNRS a été très présent dans l'accompagnement de la conception des projets – notamment Labex et Equipex,



© A. CHEZIERE/CNRS PHOTO THEQUE

mais aussi Cohortes, Infrastructures en biologie-santé...² – et très actif dans la mise en place des projets d'Idex³ aux côtés des universités. L'ensemble des lauréats du PIA sera connu au printemps. Les programmes seront lancés au cours de l'année 2012 avec des investissements financiers importants garantis sur dix ans. Nous en attendons bien évidemment un impact fort sur la recherche française, eu égard à la qualité des projets déposés. Ces projets devront être suivis et gérés au fil du temps, avec le CNRS naturellement. Le pari de ces Investissements d'avenir, c'est que le bien-être dans nos sociétés et la croissance économique de demain s'appuieront très largement sur les résultats de la recherche de base d'aujourd'hui. Ce pari a toutes les chances d'être tenu tant les projets qui ont été déposés sont ambitieux,

abordant des questions scientifiques non résolues, explorant des thématiques scientifiques nouvelles. N'oublions pas que les projets retenus sont issus d'une sélection sévère : les jurys eux-mêmes ont exprimé leur difficulté à sélectionner. Cela prouve que les équipes sont bonnes et que la recherche française a du potentiel. C'est ce potentiel qu'il faut valoriser.

Le 17 janvier a lieu la première réunion des directeurs d'unité organisée conjointement par la Conférence des présidents d'université (CPU) et le CNRS. Qu'en attendez-vous ?

A. F. : Cette réunion a bien sûr un caractère symbolique lié à notre volonté de construire une culture commune entre universités et organismes de recherche. Nous sommes en train de bâtir un modèle français original de copilotage de la recherche entre des établissements hébergeurs qui développent progressivement leur politique scientifique propre et un organisme qui joue un rôle structurant et stratégique au plan national. Dans le contexte mouvant que nous connaissons actuellement, nous avons besoin de préciser le rôle de l'Unité mixte de recherche (UMR), qui reste pour nous la brique de base de la recherche. La multiplication des sources de financement, notamment, appelle des modalités nouvelles de fonctionnement et de gestion. Sur ce dernier point, nous avons beaucoup évolué ces deux dernières années. La question se posait, il y a encore peu, en termes de "délégation globale de gestion". Cette notion nous paraît aujourd'hui un peu obsolète. Nous avons signé récemment avec la CPU et l'Agence de mutualisation des universités et établissements (Amue)



une convention d'objectifs qui vise à mettre en place les outils de simplification de gestion et à articuler les différents systèmes d'information entre eux.

Dans le contexte économique actuel, comment interprétez-vous la subvention d'État accordée au CNRS pour cette année ?

A. F. : La subvention d'État est maintenue, ce qui est un point extrêmement positif dans le contexte économique difficile que nous connaissons. Et le budget global du CNRS continuera de croître en raison de l'augmentation prévisible des ressources propres. Les contraintes de notre budget sont toujours les mêmes : plus de 80 % de la subvention d'État sont consacrés à la masse salariale, tandis que nos engagements en matière de Très grandes infrastructures de recherche (TGIR) pèsent très lourd dans notre budget. Cependant, il faut souligner que les laboratoires verront très probablement leur budget global, toutes ressources confondues, au moins maintenu, voire augmenté, même si le soutien de base – qui constitue le plus souvent une partie assez faible de l'ensemble des ressources des laboratoires – continuera, cette année encore, de baisser. Cette baisse se situe entre 9 et 15 % selon les instituts. Nous avons fait le choix de remplacer l'ensemble des départs en retraite des personnels statutaires, et il n'est pas possible de faire mieux sur le soutien de base, malgré de très gros efforts de contraction des dépenses courantes. Il n'y a aucune volonté de supprimer le soutien de base au CNRS, dont je sais bien l'utilité. Un travail de fond à mener en 2012 sur les coûts éligibles de l'activité contractuelle (projets de l'Agence nationale de la recherche, par exemple) devrait permettre de rectifier cette situation.

Comment évaluez-vous la qualité du dialogue social au CNRS ?

A. F. : Nous avons, je crois, au CNRS, un dialogue social de qualité indispensable à la création de la confiance : on peut ne pas être d'accord sur tout, mais il faut savoir pourquoi. Ce qui s'est passé autour de la Révision générale des politiques publiques illustre notre démarche. Nous avons souhaité une démarche transparente et utile pour le CNRS. Nous finalisons actuellement le plan de réorganisation des fonctions support. À cette occasion, je propose que les explications de vote des organisations syndicales au comité technique soient ajoutées en annexe afin que les membres du conseil d'administration et l'ensemble des agents du CNRS puissent en avoir connaissance. Un des grands succès de l'année 2011 a été, bien sûr, la

signature de deux accords importants : celui sur le handicap et celui sur les risques psychosociaux. L'unanimité que nous avons su trouver autour de ces questions est très importante pour l'avenir.

Vous avez créé une mission pour l'interdisciplinarité. Cet objectif a-t-il été négligé ces dernières années ?

A. F. : Non, c'est une question récurrente, et cela est normal. L'interdisciplinarité est nécessaire, mais elle ne se décrète pas. Elle surgit du terrain, de l'imagination et de la volonté des chercheurs. Notre rôle est d'en faciliter l'émergence et la mise en œuvre. La tendance, dans notre pays peut-être un peu plus qu'ailleurs, a été trop souvent celle de l'enfermement disciplinaire. Mais les temps changent et les communautés s'ouvrent. La volonté de créer des regroupements multidisciplinaires sur les sites académiques français constitue une chance formidable pour accélérer le renouvellement des thématiques aux interfaces. Nous devons la saisir avec nos partenaires, et c'est pour cela que nous créons cette mission pour l'interdisciplinarité.

« Le basculement vers une véritable économie de l'intelligence est en cours dans notre pays. »

Toute la science a les yeux tournés vers les pays émergents, l'Asie en particulier. Le CNRS suit-il ce mouvement ?

A. F. : Le CNRS est présent en Asie depuis longtemps, bien avant que tout le monde s'y précipite. En vérité, notre politique internationale est d'être présent là où il se pratique une bonne recherche. Certainement dans des pays émergents, en Asie ou ailleurs, mais aussi encore et toujours au Japon, qui reste un très grand pays scientifique avec lequel nous collaborons depuis longtemps, dans les grands pays européens, aux États-Unis... Le moteur, là encore, ce sont les chercheurs et leurs projets. Or nos équipes sont devenues très internationalisées et nouent des collaborations partout où une science

de qualité se développe, avec des financements à la clé. En tant que CNRS, notre rôle est d'aider à la structuration de ces collaborations grâce à des outils appréciés que sont les Laboratoires internationaux associés (LIA), les Groupements de recherche internationaux (GDRI) et les Unités mixtes internationales (UMI). Le CNRS coordonne également de grands projets internationaux, comme Mistrals, une étude multidisciplinaire de grande envergure du Bassin méditerranéen. À cette occasion, nous avons d'ailleurs ouvert un bureau du CNRS à Malte, qui apporte toute son aide localement à l'organisation des opérations.

En cédant plus d'un millier de familles de brevets, le CNRS a suscité un engouement certain de la part des PME-PMI...

A. F. : Il y a un consensus sur le fait que les gisements d'emplois de demain se situent dans les petites entreprises et que la France souffre d'un déficit de PME technologiques. En facilitant l'accès à ces brevets, le CNRS entend contribuer à une accélération de l'émergence de PME-PMI innovantes (lire pp. 32-33). De la même manière que nous avons appris à travailler avec les grands groupes, nous apprenons à travailler avec ces petites entreprises qui détiennent les clés de la croissance de demain, fondée en grande partie sur les innovations de rupture rendues possibles par les découvertes et inventions issues de nos laboratoires. Le basculement vers une véritable économie de l'intelligence est en cours dans notre pays. Il est normal que le CNRS en soit un des acteurs.

1. Programme de relance de l'innovation en France, dont une large part est consacrée à l'enseignement supérieur et la recherche.
2. Lire « Les Investissements d'avenir, de A à Z », *CNRS Le journal*, n° 256, pp. 30-31.
3. Les Initiatives d'excellence (Idex) regroupent des institutions (universités, organismes de recherche, écoles d'ingénieur, CHU, etc.) situées sur un même territoire. L'idée est de faire émerger de grands pôles capables de rivaliser avec les meilleures universités du monde. Lire « Cap sur l'Université de demain », *CNRS Le journal*, n° 260-261, pp. 30-31.

Publications Le site Internet HAL, sur lequel on peut déposer et consulter gratuitement des publications scientifiques, poursuit son essor.

Le succès des archives ouvertes

PAR JEAN-PHILIPPE BRALY

Deux événements scientifiques majeurs ont marqué l'automne 2011 : au Cern, des chercheurs annonçaient avoir peut-être détecté des neutrinos plus rapides que la lumière, tandis que le biologiste Jules Hoffmann se voyait attribuer la médaille d'or du CNRS et le prix Nobel de médecine, à quelques jours d'intervalle. Leur point commun ? Leurs travaux sont accessibles sur le site HAL (Hyper articles en ligne).

PRÈS DE 200 000 TEXTES EN LIGNE

Développé par le Centre pour la communication scientifique directe (CCSD) du CNRS, HAL est un portail Web sur lequel les scientifiques du monde entier peuvent diffuser leurs articles et leurs thèses. Immédiatement, ces travaux sont en accès libre, permanent et gratuit. Un complément aux revues scientifiques avec comité de lecture qui fait mouche : à la fin 2011 – dix ans après sa création – HAL archivait déjà près de 200 000 documents ! « *Chaque mois, HAL reçoit entre 2 000 et 2 200 nouveaux documents, ce qui correspond à*

environ un quart de la production scientifique française », se félicite Christine Berthaud, la directrice du CCSD. Informatique, physique, sciences humaines et sociales, chimie, économie, mathématiques, sciences du vivant et de l'environnement... toutes les disciplines sont représentées. Conséquence, la dissémination des résultats de recherche est améliorée, tout comme la visibilité des laboratoires.



© B. BIAU/CNRS PHOTO THÈQUE

→ Les résultats de Jules Hoffmann et de l'expérience Opera sur les neutrinos ont été déposés sur HAL.



© B. ILLE/CNRS PHOTO THÈQUE/INPL

UNE CONVENTION AVEC LES ÉDITEURS FRANÇAIS

En septembre dernier, le CNRS a signé une convention avec le Syndicat national de l'édition (SNE) et celui de la presse culturelle et scientifique (SPCS). Objectif : fournir aux chercheurs une information claire sur la politique des éditeurs scientifiques français en matière d'archives ouvertes et de libre accès. À la fin du mois de novembre, cette convention a abouti à la création d'une plateforme d'information accessible sur le Web, baptisée Héloïse. Développée par le Centre pour la communication

scientifique directe, en collaboration avec le SNE, on y trouve une base de données compilant les politiques affichées par les différentes revues scientifiques qui y sont recensées. Concrètement, cette base permet à tout chercheur ayant soumis ou publié un article dans une de ces revues, de savoir s'il a le droit de le déposer sur un portail d'archives ouvertes et sous quelles conditions. Levant tout doute, cette information devrait faciliter les dépôts en archives ouvertes, notamment sur HAL.



> <http://heloise.ccsd.cnrs.fr>

En bref...

INVESTISSEMENTS D'AVENIR | À la fin du mois de décembre, Laurent Wauquiez, ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, et René Ricol, commissaire général à l'investissement, ont dévoilé les 36 projets lauréats de la seconde vague de l'appel à projets Équipements d'excellence. Ceux-ci ont été sélectionnés parmi les 270 projets reçus sur la base des évaluations et recommandations d'un jury international. Ce volet des Investissements d'avenir a pour objectif de doter la France d'équipements scientifiques de taille intermédiaire – entre 1 et 20 millions d'euros – dans l'ensemble des domaines de recherche.

> <http://investissement-avenir.gouvernement.fr>

PUBLICATIONS | Le Comité d'éthique du CNRS (Comets) a publié deux avis, l'un sur les aspects éthiques de la controverse sur le changement climatique, l'autre sur les relations entre les chercheurs et les maisons d'édition scientifique. Ils sont tous les deux disponibles en ligne. Créé en 1994, le Comets est une instance consultative indépendante placée auprès du conseil d'administration du CNRS.

> www.cnrs.fr/fr/organisme/ethique/comets/

PARTENARIAT | Le 15 décembre 2011, un accord de partenariat destiné à simplifier la gestion des laboratoires a été signé entre le CNRS, la Conférence des présidents d'universités (CPU) et l'Agence de mutualisation des universités et établissements (Amue). Cet accord précise les objectifs et les ressources nécessaires à la mise en œuvre des trois projets validés

EN LIGNE

> <http://hal.archives-ouvertes.fr>



UN PORTAIL POUR ORGANISER DES CONFÉRENCES



Depuis décembre 2010, le Centre pour la communication scientifique directe propose, outre le site HAL, un autre service accessible sur le Web : Sciencesconf.org. Destiné aux membres des établissements d'enseignement et de recherche, cette plateforme en ligne facilite l'organisation de congrès, colloques et autres conférences scientifiques. Un service qui rencontre un réel succès : depuis sa création, il a

été utilisé pour plus de 120 événements ! Facile à prendre en main, Sciencesconf.org permet de créer un site Web entièrement dédié à un événement, hébergé sur un serveur pérenne. Pour ce faire, il offre toute une palette d'outils modulables pour créer le programme, gérer les inscriptions, soumettre des communications et aider à relire et à évaluer les textes proposés via le site. Sciencesconf.org fournit aussi des statistiques multicritères sur la fréquentation, permet d'expédier des mailings ou encore de choisir la langue, le français ou l'anglais pour le moment. De nombreuses fonctionnalités servent aussi à personnaliser la forme : choix de mises en page et d'éléments graphiques, galerie photos, adresses e-mails aux couleurs de l'événement pour les organisateurs, etc. Enfin, la diffusion scientifique n'est pas oubliée : tous les actes des colloques peuvent être exportés vers HAL en un clic !

> www.sciencesconf.org

Une démarche qui s'inscrit dans le mouvement international Open Archive Initiative pour la promotion d'un auto-archivage institutionnel et pérenne.

Dans la pratique, la responsabilité scientifique des comités de lecture est remplacée par la responsabilité individuelle. Les experts de HAL vérifient toutefois que le document répond à un niveau scientifique minimum. Une fois le document déposé sur HAL, le chercheur peut le modifier, mais pas l'en retirer : question de crédibilité vis-à-vis de la communauté scientifique internationale. Car le rayonnement de HAL est bien mondial. « *Et cette visibilité internationale est renforcée*

par le fonctionnement même du site, explique Christine Berthaud. *Par exemple, pour de nombreuses disciplines, une copie du document peut être automatiquement envoyée sur le célèbre serveur américain arXiv. À ma connaissance, HAL est le seul portail d'archives ouvertes connecté à cette base mondialement reconnue. Et le même automatisme est possible pour les articles de médecine vers la base PubMed Central.* »

DES FONCTIONNALITÉS MULTIPLES

Mais HAL est bien plus qu'une simple base d'archives ouvertes. En effet, le site met de nombreux outils à la disposition des auteurs, des laboratoires et des institutions :

configuration personnalisable en mode "dépôt" et "consultation", constitution de listes personnelles de publications, service d'alerte par mots clés, flux RSS, statistiques sur les dépôts... En définitive, pour se faire une idée de la puissance de l'outil, rien de tel que de courir le découvrir sur Internet. Et, pour ceux déjà rompus à l'exercice des archives ouvertes en ligne, une grande enquête européenne est accessible sur le site de HAL. À vos souris !

CONTACT :

Centre pour la communication scientifique directe, Villeurbanne
Christine Berthaud
 > christine.berthaud@ccsd.cnrs.fr

dans le cadre du protocole CNRS-CPU-Amue du 24 mars 2011 : Geslab, un système commun de gestion financière ; Caplab, un outil de description des activités des laboratoires ; et enfin la mise en place d'un processus budgétaire partagé, avec la généralisation à l'ensemble des laboratoires et des partenaires institutionnels de Dialog, l'outil de demande de ressources humaines et financières.

NOMINATIONS |

Deux nouveaux délégués régionaux du CNRS

ont été nommés récemment. Pierre Dauchez, professeur des universités, dirige la délégation Côté d'Azur depuis le 14 novembre 2011.

Gaëlle Bujan, jusque-là adjointe au délégué régional Île-de-France Ouest et Nord, a pris la tête de la délégation Alsace le 1^{er} janvier.

EUROPE | La Commission européenne a rendu publique sa proposition de programme

pour la recherche pour les années 2014-2020. Le programme Horizon 2020, qui bénéficierait d'un budget global de 80 milliards d'euros, tourne autour de trois axes forts : renforcer l'excellence scientifique, développer un leadership industriel et relever les défis sociétaux. Cette proposition va à présent être discutée entre le Parlement et le Conseil européen avant une adoption prévue d'ici à la fin 2013.

Gestion À la fin 2011, le CNRS a lancé un programme facilitant l'accès à ses brevets pour les petites et moyennes entreprises. Le succès est déjà au rendez-vous.

Le CNRS facilite le transfert de ses brevets

PAR FABRICE DEMARTHON

Renforcer la capacité d'innovation, et donc la compétitivité

des petites et moyennes entreprises et industries françaises en leur cédant des brevets non exploités, tel est l'objectif du programme PR² (partenariat renforcé PME-recherche) qu'a lancé le CNRS à la fin 2011, et qui rencontre un beau succès. À peine plus d'une semaine après l'annonce du président du CNRS, Alain Fuchs, lors des journées Contact Innovation organisées le 15 novembre 2011 par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, une centaine de PME-PMI de tous horizons manifestaient déjà leur intérêt. « Ces entreprises sont implantées partout en France, et leurs activités touchent tous les domaines, du textile à l'informatique en passant par les matériaux, la chimie... », indique Pierre Gohar, à la tête de la Direction de l'innovation et des relations avec les entreprises (Dire) du CNRS.

SOUTENIR L'ÉCONOMIE

Le programme PR² s'inscrit dans la stratégie de l'organisme pour soutenir le développement économique du pays. « Le commerce extérieur de la France reste très déficitaire, rappelle Pierre Gohar. L'innovation technologique peut permettre aux PME-PMI françaises de renforcer



1000
familles de brevets
sont éligibles au dispositif.

leur leadership à l'international, les brevets définissant un territoire dans lequel les entreprises peuvent évoluer sereinement sans problème de concurrence. » Or le CNRS dispose aujourd'hui d'environ 4500 familles de brevets¹, dont certaines, bien que portant sur des inventions proches d'une application industrielle, ne

sont pas exploitées. Alors plutôt que de laisser ces inventions en sommeil, l'organisme a décidé de les céder aux PME-PMI dans le cadre d'un partenariat renforcé. « Une entreprise intéressée par l'un de nos brevets doit s'engager à mener à bien, avec nos laboratoires, le programme de recherche de quelques mois qui permettra de

« L'innovation technologique peut permettre aux PME-PMI françaises de renforcer leur leadership à l'international. »

Pierre Gohar, directeur de la Dire



transférer les savoir-faire et d'adapter l'innovation à ses besoins spécifiques », explique le directeur de la Dire. La réussite de ce programme et la mise en place par la PME-PMI d'une stratégie d'innovation durable conditionnent la cession du ou des brevets à un coût forfaitaire très attractif pour l'entreprise. Pas question

pour le CNRS de transférer ces actifs pour qu'ils soient oubliés ensuite.

Selon les estimations de la Dire, environ 1 000 familles de brevets, déjà proches d'un transfert, sont éligibles au dispositif. Évidemment, le CNRS ne laisse pas les entreprises se perdre dans un catalogue parfois abscons. Avant toute chose, la PME-PMI intéressée par le programme est accompagnée par les équipes de l'organisme, notamment de la Dire et du Réseau des services de partenariat et de valorisation (RSVP) dans les délégations régionales, pour définir ses besoins avec exactitude. Ensuite, France innovation scientifique et transfert (Fist), la filiale du CNRS qui gère le portefeuille de brevets, identifie ceux qui sont susceptibles de correspondre à ces besoins et d'être transférés.

Et, si aucun brevet n'est déniché, l'échange ne s'arrête pas là. Certaines PME-PMI souhaitent développer le programme de recherche, même sans brevet à la clé. Dans ce cas, le CNRS propose un partenariat direct d'un an ou deux, financé par les aides classiques, avec ses laboratoires les plus à même d'aider les entreprises à trouver une solution à leur problématique. La première vertu du programme PR² aura donc bien été de remettre en contact les PME-PMI françaises avec le CNRS.

DES INTÉRÊTS COMMUNS

« Il s'agit d'un programme gagnant-gagnant, assure Pierre Gohar. Les PME-PMI peuvent monter des programmes de recherche et acquérir des brevets facilement et rapidement, tandis que le CNRS s'ouvre les portes d'un monde économique auquel il avait peu accès, une majorité de nos accords concernant les grands groupes. » Sans compter les économies réalisées sur les deniers

publics : l'organisme dépense chaque année près de 17 millions d'euros pour entretenir ses 4 500 brevets. Maintenir un brevet en vigueur nécessite en effet de payer des annuités dans chaque pays où il a été déposé. Plus le brevet est ancien, plus les annuités sont élevées. Quant aux retombées financières, elles seront certes plus modestes pour chaque inventeur, mais elles bénéficieront à un plus grand nombre. Et rien n'empêche les chercheurs et les PME-PMI avec lesquelles ils travaillent de déposer de nouveaux brevets à l'issue du programme de recherche partenariale.

UNE COLLABORATION ÉLARGIE

Développé avec le soutien de la Direction générale pour la recherche et l'innovation du ministère, le programme PR² associe une bonne part du monde de la recherche et de l'innovation. Car nombre de brevets sont détenus en copropriété avec les universités ou d'autres organismes de recherche. Quant aux acteurs institutionnels que sont les agences régionales de l'innovation (Ari), les délégations régionales à la recherche et à la technologie (DRRT), les chambres de commerce et d'industrie (CCI), les instituts Carnot², les pôles de compétitivité ou encore Oséo³, ils peuvent être sollicités pour identifier les PME-PMI susceptibles d'être intéressées par ce partenariat et pour mener à bien leurs projets. « Grâce au programme PR², le CNRS, qui voit le nombre de ses brevets déposés croître de façon exponentielle depuis quelques années, s'implique durablement dans la vie économique du pays en soutenant ses PME-PMI avec ce qu'il fait de mieux : innover », conclut Pierre Gohar.

1. Une famille de brevets est constituée du brevet national et de ses déclinaisons internationales.
2. Les instituts Carnot sont des structures dont l'objectif est de favoriser les partenariats public-privé.
3. Oséo est une entreprise publique qui finance l'innovation.

CONTACT :

Direction de l'innovation et des relations avec les entreprises, Paris
Pierre Gohar
 > pr2@cnrs-dir.fr

Entretien Cédric Bosaro, de la Mission pilotage et relations avec les délégations régionales et les instituts (MPR) du CNRS, présente le plan d'action Europe.

Simplifier la gestion des projets européens

PROPOS RECUEILLIS PAR CHARLINE ZEITOUN

Cet automne, le CNRS a réactualisé son plan d'action Europe. De quoi s'agit-il ?

Cédric Bosaro : Il s'agit de mesures pour améliorer et faciliter la gestion des contrats du Programme-cadre de recherche et développement (PCRD) de la Commission européenne, et ce pour tous les acteurs du CNRS (chercheurs, directeurs d'unité, délégations, etc.). Complexes, ces projets réclament en effet un formalisme bien particulier exigé par la Commission, qui les cofinance. Un audit réalisé en 2008 par cette dernière avait montré les difficultés du CNRS pour répondre correctement à ce formalisme et avait suscité un certain émoi parmi les chercheurs concernés. Pour y remédier, un premier plan d'action avait donc été mis en œuvre dès 2009. Aujourd'hui, le nouveau plan vise à poursuivre les efforts sur les points qui présentent des marges d'amélioration, tout en tenant compte de l'évolution des exigences de la Commission et de nos échanges avec ses services.

Quels sont les volets de ce plan ?

C. B. : Le premier concerne une réorganisation interne. Le CNRS a mis en place dans les délégations régionales des cellules-contrats spécialisées pour accompagner les laboratoires dans la gestion des contrats européens. Et, pour les y aider, nous avons créé au siège de l'organisme un réseau de correspondants Europe de tous les pôles de la Direction générale déléguée aux ressources

(DGD-R). Le deuxième volet concerne la formation : un plan spécifique vise à assurer une sensibilisation des directions et des formations *ad hoc* de toutes les filières professionnelles. Un troisième volet porte sur la mise en place d'un dispositif de contrôle. Enfin, nous modernisons également les outils et les méthodes à la disposition des personnels impliqués.

L'un de ces outils a justement été mis en ligne en octobre...

C. B. : Oui, il s'agit du guide Europe, accessible à tous les personnels CNRS sur le Web. Il détaille les différents cas de figure et offre les textes juridiques nécessaires, européens ou internes, au suivi des contrats européens et à l'établissement des rapports demandés. Par exemple, pour l'embauche d'une personne en CDD, nous présentons chaque étape, acteur par acteur, depuis la demande administrative jusqu'au paiement de l'agent. Le guide se veut pédagogique, évolutif et sera régulièrement enrichi par de nouvelles fiches.

Pourquoi ne pas plutôt simplifier ce formalisme administratif ?

C. B. : C'est bien notre objectif. La Commission s'y était engagée, et le CNRS participe naturellement au débat en cours sur les règles du prochain programme européen Horizon 2020. En attendant, l'établissement ne peut s'exposer au risque de sanctions financières en ignorant ce que la Commission exige dans le cadre actuel des textes.

Pour finir, quel message souhaiteriez-vous faire passer ?

C. B. : Pour l'heure, nous sommes conscients des contraintes qui pèsent encore sur les chercheurs et sur les

gestionnaires impliqués dans ces projets. Dans le cadre du plan d'action, les délégations font remonter les difficultés aux directions. Celles-ci sont à présent organisées pour apporter des réponses appropriées, mais du temps sera nécessaire pour apprécier le résultat de toutes les actions entreprises. Cela ne doit toutefois pas nous faire perdre de vue l'objectif de ces collaborations européennes : elles permettent aux chercheurs d'appartenir aux meilleurs réseaux européens et de participer à de grands projets dans les thématiques stratégiques de l'Union. D'où l'importance de maintenir la mobilisation de tous autour des objectifs du plan d'action Europe du CNRS.

EN LIGNE

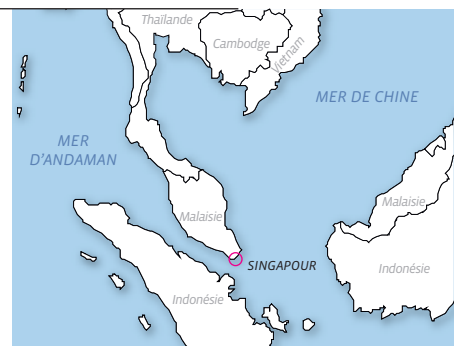
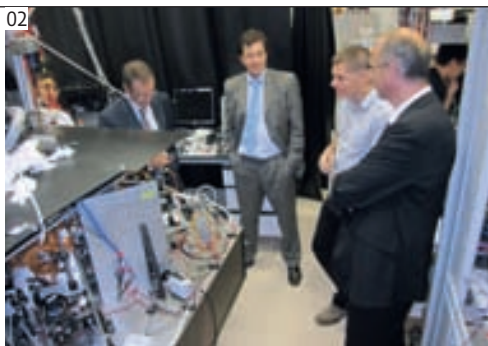
> <http://guidepcrd7.dsi.cnrs.fr/>



→ Le login et le mot de passe sont à demander à la cellule-contrats, rattachée au service du partenariat et de la valorisation (SPV) de chaque délégation.

CONTACT :

Mission pilotage et relations avec les délégations régionales et les instituts, Paris
Cédric Bosaro
 > cedric.bosaro@cnrs-dir.fr



International Deux Laboratoires internationaux associés (LIA) ont vu le jour dans ce pays asiatique qui a su se doter, en quelques années, d'une recherche de rang mondial.

Des liens plus forts avec Singapour

PAR LAURE CAILLOCE

C'est un petit pays de 5 millions d'habitants et 700 kilomètres carrés qui, en quinze ans à peine, s'est hissé au tout premier plan de la recherche mondiale. Il faut dire que Singapour ne lésine pas sur les moyens : « *Le budget de la recherche y atteint près de 3% du produit national brut*, indique Luc Le Calvez, représentant du CNRS auprès de l'Association des nations d'Asie du Sud-Est. *Et la stratégie consistant à attirer les plus grands noms de la recherche internationale en fait un endroit extrêmement attractif.* » L'ascension spectaculaire de cette ville-État n'a pas échappé au CNRS : une délégation emmenée par Joël Bertrand, le directeur général délégué à la science, a acté mi-novembre la création de deux Laboratoires internationaux associés (LIA) dans les domaines de la physique quantique et de la mécanobiologie.

DE LA PHYSIQUE QUANTIQUE...

Le LIA France-Singapore Quantum Physics and Information Laboratory officialise le partenariat entre le CNRS à travers son Institut de physique (INP) et le Centre pour les technologies quantiques de Singapour, l'un des cinq centres d'excellence créés dans le pays dans des domaines clés de la recherche. « *Les collaborations porteront sur les condensats de Bose-Einstein [un état de la matière à basse température théorisé dès 1924, ndr] et sur les projets de décohérence et de chaos quantique qui cherchent à comprendre la frontière entre le monde quantique et le monde classique* », précise Bertrand Girard, alors directeur de l'INP. Ce n'est pas un hasard si ce partenariat voit le jour.

01 02 La délégation du CNRS, emmenée par Joël Bertrand (à gauche sur la photo 01), a acté la création de deux Laboratoires internationaux associés.

LIA
Laboratoire "sans murs" destiné à faciliter l'échange scientifique et les séjours des chercheurs français à l'international.

« *Dès 2005, Christian Miniatura, directeur de recherche à l'Institut non linéaire de Nice¹, a fait des séjours répétés à Singapour* », rappelle Bertrand Girard.

... À LA MÉCANOBIOLOGIE

Pluridisciplinaire, le LIA Cell Adhesion France-Singapore ouvre de son côté la voie d'une collaboration entre l'Institut de mécanobiologie de Singapour et quatre instituts du CNRS : l'Institut des sciences biologiques (INSB), l'Institut de chimie (INC), l'Institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes (Insis) et l'INP. La mécanobiologie s'applique à déterminer les forces et interactions en œuvre au niveau des cellules vivantes. « *Pour progresser, cette science jeune - 30 ans à peine - dépend énormément des progrès en termes d'instrumentation, notamment en imagerie photonique, souligne Kenneth Takeda, directeur de recherche au Laboratoire de biophotonique et pharmacologie², chargé des partenariats de l'INSB. La plateforme technologique dont Singapour s'est dotée, très riche, laisse présager des travaux de pointe.* » Les collaborations ne devraient pas s'arrêter en si bon chemin. « *Avec Patrick Netter, le directeur de l'INSB, nous avons vu des choses splendides en biologie cellulaire, en immunologie, en biologie structurale, etc.* », s'enthousiasme Kenneth Takeda.

Ainsi, l'avenir des relations franco-singapouriennes promet d'être fructueux. « *Les LIA sont généralement une étape vers la création d'Unités mixtes internationales*

[UMI], très proches de nos Unités mixtes de recherche hexagonales [UMR], le nec plus ultra en matière de coopération internationale », remarque Chantal Khan-Malek, directrice adjointe Asie-Pacifique à la Direction Europe de la recherche et coopération internationale du CNRS.

D'AMBITIEUSES COOPÉRATIONS

Deux UMI existent déjà à Singapour, toutes deux montées à l'initiative de l'Insis : l'Ipal, créée en 2007 avec l'Université nationale de Singapour dans le domaine de l'informatique et du traitement de l'image, et qui relève désormais de l'Institut des sciences de l'information et de leurs interactions (INS2I) ; et le Cintra, créé en 2009 avec l'Université technologique de Nanyang et l'entreprise Thales dans le champ de la nanophotonique et de l'optoélectronique. Joël Bertrand n'a pas caché ses ambitions lors de sa visite, à la mi-novembre : « *Dans le monde, il y a cinq ou six endroits clés pour nous en termes de coopération scientifique, et Singapour est l'un de ceux-là.* »

1. Unité CNRS/Université Nice-Sophia-Antipolis.
2. Unité CNRS/Université de Strasbourg.

CONTACTS :

Direction Europe de la recherche et coopération internationale, Paris
Chantal Khan-Malek
> chantal.khan-malek@cnrs-dir.fr
Bureau du CNRS, Hanoi
Luc Le Calvez
> luc.le-calvez@cnrs-dir.fr

Colloque

Les chercheurs dans les controverses

PAR CHARLINE ZEITOUN

→ **Changement climatique, nocivité des ondes électromagnétiques**, risques liés aux perturbateurs endocriniens, tel le fameux bisphénol A, récemment incriminé, ces sujets de controverse concernent l'ensemble de la société. C'est, entre autres, sur ces trois thèmes que portait l'ambitieux colloque organisé le 7 décembre à Paris par l'Institut des sciences de la communication du CNRS (ISCC), sous la direction scientifique de

Gérard Arnold et de Jean Foyer, et qui a rassemblé plus de 200 personnes. Intitulé « Les chercheurs dans les controverses, réflexion sur huit controverses entre science et société », le colloque abordait aussi la neutralité du Net, l'utilisation des cellules souches, l'hyperactivité infantile¹, les organismes génétiquement modifiés (OGM) et les nanotechnologies.

En ouverture, Alain Fuchs, président du CNRS, a tenu à rappeler qu'il est du devoir des chercheurs de participer à titre individuel à ce type de questionnements. « Mais ce n'est pas le rôle du CNRS en tant qu'institution de désigner les tenants de la vérité, a-t-il précisé. Son rôle est d'éclairer les controverses. » Parmi les nombreux intervenants qui ont fait la richesse de cette journée, des chercheurs, essentiellement de l'ISCC, ont d'abord présenté les dimensions scientifiques de chaque controverse avant que quatre tables rondes permettent d'entrer dans le cœur des débats. Y ont participé des scientifiques de toutes disciplines, issus du CNRS ou d'ailleurs, mais aussi des représentants des médias, comme Sylvestre Huet, du

journal *Libération*, spécialiste de la question climatique, et Hervé Kempf, du *Monde*, qui a évoqué la question des OGM.

On a pu noter, en conclusion, que les controverses naissent de différents types d'incertitudes qui pouvaient être liées à la complexité des problématiques, au flou des définitions, à la difficulté d'évaluer les éventuels risques ou encore aux limites éthiques des pratiques scientifiques. Au-delà de ces incertitudes, il est apparu que ces controverses étaient multidimensionnelles (scientifiques, économiques, politiques, médiatiques...) et qu'elles tendaient ainsi à faire évoluer la position des chercheurs, obligés de composer avec ces différentes logiques.

1. Lire « Enfants hyperactifs : un traitement en débat », *Le journal du CNRS*, n° 228-229, janvier-février 2009, p. 12.

EN LIGNE

> www.iscc.cnrs.fr

CONTACT :

Institut des sciences de la communication
du CNRS, Paris
Geneviève Hatet-Najar
> genevieve.hatetnajar@iscc.cnrs.fr

→ Après les biberons en 2010, le bisphénol A devrait être interdit dans les contenants alimentaires à compter de 2014.



© L. LECARPENTIER/REA

En route vers le futur

→ **Intelligence artificielle, ce terme transporte immédiatement n'importe quel profane** dans les meilleurs films de science-fiction. Les spécialistes du domaine ont rendez-vous, quant à eux, à Lyon, du 24 au 27 janvier pour la 18^e édition de la très attendue conférence sur la reconnaissance des formes et intelligence artificielle (RFIA). Les recherches en intelligence artificielle permettent de doter les systèmes informatiques de la capacité de « se comporter intelligemment face à des situations complexes », explique Saida Bouakaz, chercheuse au Laboratoire d'informatique en images et systèmes d'information¹, à Villeurbanne, et présidente du comité d'organisation de RFIA. « De son côté, poursuit l'informaticienne, la reconnaissance des formes s'intéresse à la conception et à la réalisation de systèmes capables de percevoir, d'analyser et, dans une certaine mesure, d'interpréter et de représenter les formes qu'on leur présente. » L'idée est donc de réunir les chercheurs de ces deux communautés scientifiques qui interagissent beaucoup entre elles. « Ce champ de recherche, toujours en évolution, est d'une grande importance pour notre société »,

indique Saida Bouakaz. De nombreux domaines sont en effet concernés : le multimédia, la santé et l'assistance à la personne, l'environnement, la défense et la sécurité, les services, mais aussi les loisirs numériques et les objets communicants. Deux cents scientifiques, essentiellement francophones, sont attendus à la manifestation. « Cela nous permet de nous rencontrer sur des problématiques locales », souligne Saida Bouakaz. Pour cette 18^e édition, les actes de la conférence seront disponibles sous format numérique dans les archives ouvertes du CNRS (*lire pp. 30-31*), offrant ainsi aux chercheurs absents la possibilité de suivre les réflexions menées durant ces quatre jours. **M.T.**

1. Unité CNRS/Insa/Centrale Lyon/UCBL/Université Lumière-Lyon-II.

CONTACT :

Laboratoire d'informatique en images
et systèmes d'information, Villeurbanne
Saida Bouakaz
> saida.bouakaz@iris.cnrs.fr

EN LIGNE

> <http://iris.cnrs.fr/rfia2012/doku.php>

**SA MISSION**

Définir la politique d'archivage du CNRS afin de préserver, d'enrichir et de valoriser le patrimoine historique de l'organisme. Et, parallèlement, superviser les activités de collecte, de conservation, de communication et d'élimination des archives papier.

**UN
JOUR
AVEC...**

Marie-Laure Bachèlerie

Archiviste

PAR LAURIANNE GEFFROY

10H15 TRANSFERT DE DOCUMENTS

Feuilles de salaire, brevets d'invention, dossiers de carrière, comptes rendus de laboratoire... Tel est le contenu des 294 cartons livrés ce matin d'automne au dépôt des archives de Gif-sur-Yvette, sous le regard attentif de Marie-Laure Bachèlerie, responsable du secteur Archives du CNRS. Ils arrivent tout droit du campus Gérard-Mégie, à Paris, et viennent rallonger les 11 kilomètres linéaires d'archives conservées ici sur quatre étages dans des conditions optimales de température et d'humidité. Mais attention, pas question de réceptionner les documents en vrac. « Le service Archives existe depuis 1987 au CNRS, informe Marie-Laure Bachèlerie. On privilégie désormais un archivage qualitatif plutôt que quantitatif. On a d'ailleurs conçu un guide, Archi facile!, pour sensibiliser les unités de recherche aux règles d'archivage et limiter la destruction sauvage de documents historiques. »

11H00 MISSION ÉLIMINATION

Marie-Laure Bachèlerie, dont le bureau est situé au siège parisien du CNRS, profite de son passage au dépôt pour faire le point avec son équipe. À l'ordre du jour : la réorganisation des locaux et le tri des archives. De fait, si le papier reste le support le plus pérenne, il est vite encombrant. Chaque année, les documents administratifs qui n'ont plus de valeur juridique sont éliminés et les documents historiques, versés aux Archives nationales. « Les priorités de versement sont définies en fonction des délais de conservation, mais aussi de la politique interne, explique

→ Marie-Laure Bachèlerie examine le dernier arrivage de documents réceptionné au dépôt des archives de Gif-sur-Yvette.

l'archiviste. *Récemment, j'ai décidé de confier aux Archives nationales le fonds d'archives du Centre de sociologie des organisations et de son fondateur, Michel Crozier, pour favoriser sa consultation.* »

13H30 RÉFLEXIONS NUMÉRIQUES

Si le secteur Archives se concentre sur le papier, Marie-Laure Bachèlerie est régulièrement sollicitée sur la question des archives numériques. Ce jour-là, c'est la Direction déléguée aux achats et à l'innovation du CNRS qui l'interroge : quel format choisir ? quel support ? quelle durée de vie ? « Les archives dématérialisées ont des avantages, mais il est difficile de garantir leur pérennité, souligne l'archiviste. Il y a le problème des formats, qui évoluent très vite, auquel s'ajoute celui des logiciels. » Pas facile, en effet, de conserver des chantiers de fouilles archéologiques en 3D ou des séquences d'ADN générées par des logiciels hautement spécifiques ! Pour ces questions, le secteur Archives n'hésite pas à se rapprocher de la Direction des systèmes d'information du CNRS ou des Archives nationales.

16H00 PRÉPARATION DE RÉUNION

Invitée à une réunion du Pôle de recherche et d'enseignement supérieur Sorbonne Paris Cité, Marie-Laure Bachèlerie

s'attelle à la préparation de son intervention. « Au CNRS, plus de 90 % des unités de recherche sont mixtes, rappelle-t-elle. Nous avons donc mutualisé l'archivage avec les organismes de recherche partenaires, et les rôles sont actuellement bien répartis. »

17H00 ENQUÊTE HISTORIQUE

Il est temps, pour Marie-Laure Bachèlerie, de poursuivre son travail d'enquêtrice. Le fils du physicien français René-Jean Schiltz a découvert dans les papiers de son père une lettre manuscrite d'Aimé Cotton faisant référence à un électroaimant de 20 centimètres. « J'ai retrouvé la trace de cet électroaimant dans certains documents, mais je dois encore enquêter », confie-t-elle. Ce type de demandes, de particuliers mais aussi de chercheurs ou d'étudiants, est l'occasion pour les archivistes de valoriser, jour après jour, le travail de classement qu'ils effectuent avec patience.

EN LIGNE

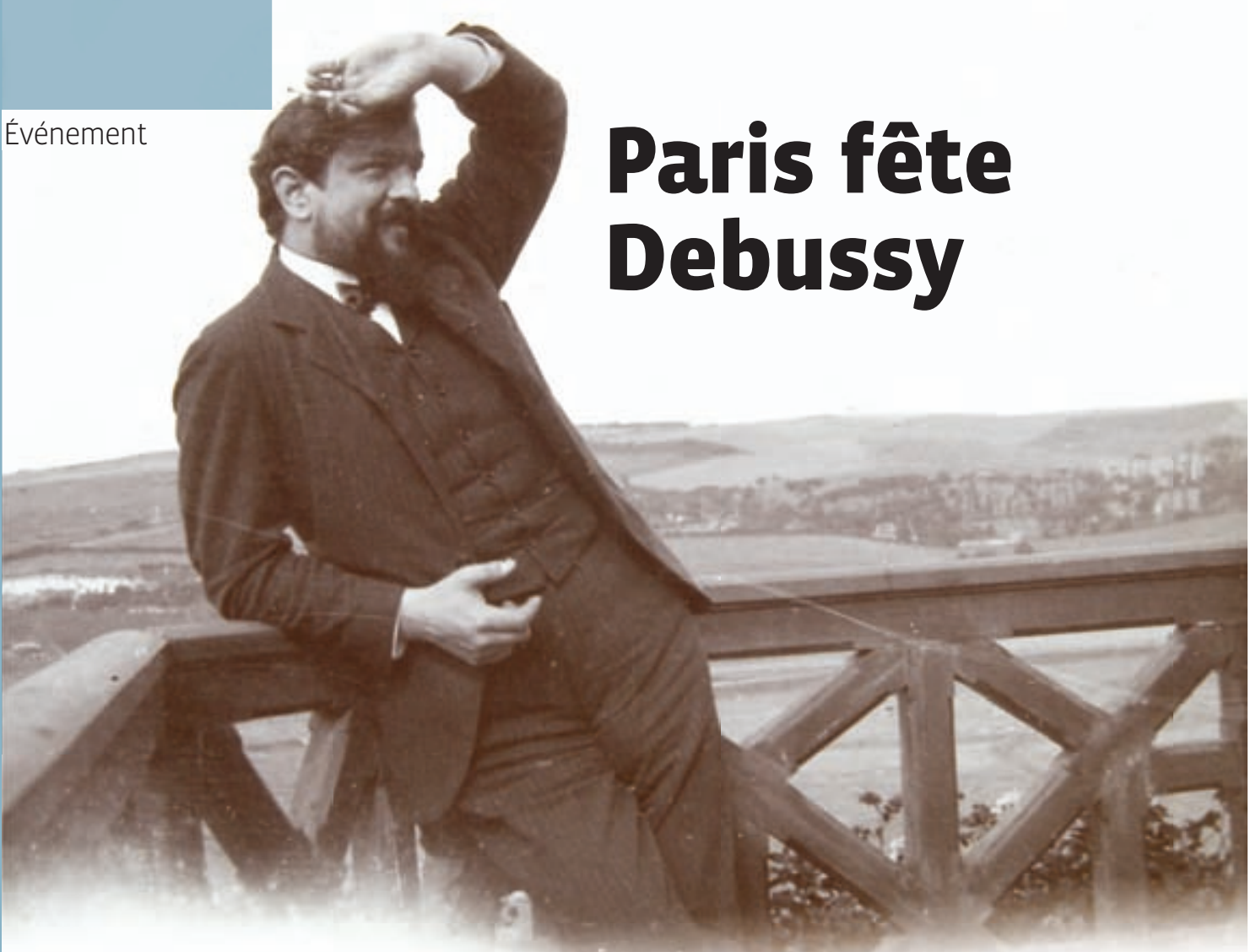
> www.dgdr.cnrs.fr/mpr/pratique/archives/archives.htm

CONTACT :

Archives nationales du CNRS, Paris
Marie-Laure Bachèlerie
 > marie-laure.bachelerie@cnrs-dir.fr

Événement

Paris fête Debussy



Claude Debussy (1862-1918), Colloque international, du 2 au 5 février, Paris (75) : Cité de la musique, Conservatoire national supérieur de musique et de danse, Opéra-Comique, Musée d'Orsay – Entrée libre sur inscription au 01 42 96 35 50 ou sur contact@debussy.fr

→ **Au début du mois de février, dans plusieurs lieux parisiens**, musiciens, scientifiques, passionnés et amateurs rendent hommage à Claude Debussy, le célèbre compositeur français souvent considéré comme le précurseur de la musique du xx^e siècle. À son sujet, Pierre Boulez, un de ses interprètes privilégiés, a écrit : « *De même que la poésie moderne prend sûrement racine dans certains poèmes de Baudelaire, on est fondé à dire que la musique moderne s'éveille à L'Après-midi d'un faune*¹. » Debussy aura

sur les jeunes musiciens d'après-guerre, tels Pierre Boulez justement, mais aussi Jean Barraqué ou André Boucourechliev, une très grande influence. Celle-ci s'étend d'ailleurs certainement bien au-delà de la musique classique.

À l'occasion du 150^e anniversaire de la naissance du compositeur, l'Institut de recherche sur le patrimoine musical en France et le Centre de documentation Claude-Debussy organisent un colloque international qui réunira du 2 au 5 février une cinquantaine de scientifiques français et étrangers, de disciplines diverses, allant de la musicologie à l'histoire en passant par la littérature.

« *Les études debussystes, entamées du vivant du compositeur, se sont considérablement développées depuis une cinquantaine d'années* », signale Myriam Chimènes, directrice de recherche au CNRS et responsable du colloque. Durant

→ **Le compositeur Claude Debussy posant devant l'objectif à Pourville, en Normandie, en 1904.**

celui-ci, il sera, entre autres, question des liens que le compositeur a entretenus avec la littérature, le théâtre, les arts plastiques et la danse, ainsi que de ses différentes positions idéologiques et politiques.

Si certaines conférences s'adressent plus particulièrement aux initiés, chacun trouvera pendant les quatre jours où se tient la manifestation celle qui lui convient. Deux concerts et un forum sont également programmés à la Cité de la musique. Le colloque sera ouvert par Pierre Boulez, décidément grand admirateur du compositeur, pour qui « *le temps de Debussy est aussi celui de Cézanne et de Mallarmé : cet arbre à triple tronc est peut-être l'Arbre de la liberté de l'art moderne* » **F.L.**

1. « Debussy », Pierre Boulez, in *Encyclopédie de la musique*, François Michel (dir.), Fasquelle, 1958.

EN LIGNE

> www.debussy.fr

Pleins feux sur les Gaulois

→ **Les Gaulois sont à la mode. Il faut dire que les découvertes archéologiques** de ces dernières années ont renouvelé en profondeur la connaissance de cette société qui avait atteint un haut degré de civilisation bien avant l'invasion romaine¹. À la Cité des sciences, une exposition adaptée à tous les âges bouscule les lieux communs et les représentations caricaturales sur ce peuple. À la fois complice, enquêteur et découvreur, le visiteur explore cette société raffinée et sophistiquée. Cette manifestation dense et vivante a pour commissaires scientifiques François Malrain et Matthieu Poux, tous deux archéologues dans des laboratoires associés au CNRS. L'exposition de Soissons permet, quant à elle, de découvrir les pratiques funéraires des cinq derniers siècles avant notre ère en Picardie. Deux tombes aristocratiques sont restituées grandeur nature aux côtés de nombreux objets archéologiques. Plusieurs chercheurs liés au CNRS ont contribué à cette exposition et à son catalogue. Le voyage dans le temps se poursuit en librairie. Rendu vivant par les belles aquarelles de Jean-Claude Golvin, archéologue au CNRS, *La Gaule retrouvée* décrit le périple d'un géographe grec à l'époque antique. Dans l'ouvrage *La Sculpture gauloise méridionale*, enfin, Michel Py, spécialiste de la Gaule méditerranéenne, également archéologue au CNRS, présente de splendides sculptures préromaines et décrypte leur signification profonde.

1. Lire « Qui étaient vraiment les Gaulois ? », *Le journal du CNRS*, n° 246-247, juillet-août 2010, pp. 18-27.

EXPOSITIONS | Gaulois, une expo renversante

Jusqu'au 2 septembre, Cité des sciences et de l'industrie, Paris (75) – Tarif plein : 11 € – www.cite-science.fr

Celtes et Gaulois

Deux chemins vers l'au-delà
Jusqu'au 15 avril, Arsenal, Musée de Soissons (02) – Entrée libre – www.musee-soissons.org

LIVRES | La Gaule retrouvée Voyage avec Strabon

Jean-Claude Golvin et Patrick Thollard, Éditions Errance, coll. « Promenades archéologiques », 232 p. – 29 €

La Sculpture gauloise méridionale

Michel Py, Éditions Errance, 200 p. – 39 €



→ Cette fibule gauloise en bronze ornée de motifs servait à fixer les extrémités d'un vêtement.

LIVRES |

Énergies : une pénurie au secours du climat?

Adolphe Nicolas, Belin/Pour la science, 160 p. – 16,50 €

Un géologue explique dans cet essai en quoi, dans un contexte de démographie croissante, l'épuisement programmé des ressources pétrolières et fossiles pourrait modifier la donne au sujet du changement climatique.

Au cœur de la mémoire

Jaques Ninio, Odile Jacob, coll. « Sciences », 182 p. – 23,90 €
Un spécialiste des sciences cognitives revient ici sur les processus de la mémoire et, fort de ses expériences, propose un modèle novateur du fonctionnement de cette « petite mécanique neuronale capable de coder un souvenir ».

La Chimie durable.

Au-delà des promesses...
Laura Maxim (dir.), CNRS Éditions, coll. « CNRS Communication », 314 p. – 25,90 €
Les chercheurs de différentes disciplines réunis dans cet ouvrage montrent que l'émergence de la chimie durable peut contribuer à relever des défis comme les nouvelles énergies ou la protection de la biodiversité.

Et vous trouvez ça drôle?!

Variations sur le propre de l'homme
Gérard Rabinovitch, Éditions Bréal, 192 p. – 16 €
D'Aristote à Sigmund Freud en passant par la Renaissance, l'auteur analyse les fondements du rire, de l'humour et de la dérision. Le propos est accompagné, évidemment, d'histoires humoristiques.



LIVRE | C'est l'espace! 101 savoirs, histoires et curiosités

Gérard Azoulay et Dominique Pestre (dir.), Gallimard, 310 p. – 29 €

→ **Revivez l'aventure de la conquête spatiale grâce à cet ouvrage édité à l'occasion des 50 ans du Centre national d'études spatiales. En 101 entrées, comme A pour Ariane, F pour Fusées, R pour Robots, des scientifiques, dont certains du CNRS, des écrivains, des artistes et des responsables de programmes proposent ici un regard original sur l'espace. Une riche et emblématique iconographie accompagne leur propos.**



→ Flacon antique de parfum mis au jour lors de fouilles en Italie.

DVD |

Le Parfum retrouvé

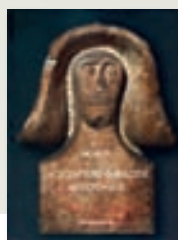
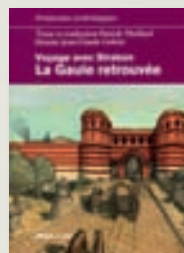
Réalisé par Luc Ronat, produit par CNRS Images, 28 min, français/anglais – 15 € (usage privé) – <http://videotheque.cnrs.fr>

→ **Ce film relate la passionnante quête d'un archéologue et d'un chimiste¹** afin de recréer les fragrances du parfum antique à la rose d'Italie. On y apprend

notamment comment, pour parvenir à leurs fins, les chercheurs ont disséqué des échantillons retrouvés dans de petits flacons mis au jour lors de fouilles archéologiques à Pompéi, à Herculaneum et sur d'autres sites en Italie.

1. Lire *CNRS Le journal*, n° 263, décembre 2011, p. 31.

▶ Voir sur le journal en ligne : un extrait du DVD *Le Parfum retrouvé*.



La chimie à l'affiche

Alors que s'est close l'Année internationale de la chimie, voici trois événements mettant la discipline à l'honneur.

EXPOSITION |

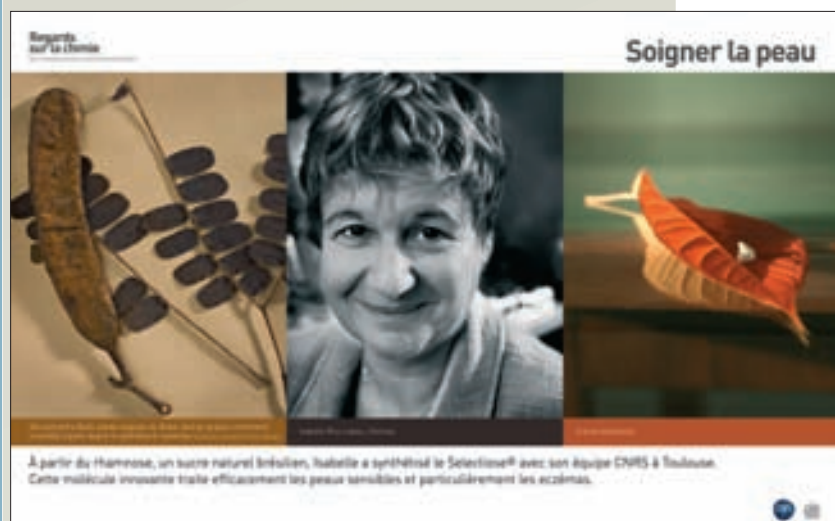
Regards sur la chimie

Des innovations pour aujourd'hui et demain

Jusqu'à la fin janvier, Musée des arts et métiers de Paris (75) –

Entrée libre – www.arts-et-metiers.net

→ Les photographes Aldo Soares et Nicolas Guerbe présentent une fresque de dix triptyques qui font le lien entre des produits transformables tels que certains végétaux et des innovations qui nous concernent tous.



→ L'un des triptyques présentés à l'exposition Regards sur la chimie.



EXPOSITION |

Vous avez dit chimie?

Jusqu'au 29 février, Collège doctoral européen, Strasbourg (67) – Entrée libre – <http://jardin-sciences.unistra.fr/evenements/>

→ Cette exposition interactive est consacrée aux briques élémentaires de la matière, aux transformations chimiques et à la chimie d'aujourd'hui. Des ateliers avec des expériences de chimie sont aussi proposés au public.

COLLOQUE |

Chimie et nature

Le 25 janvier, Maison de la chimie, Paris (75) – Entrée libre sur inscription – http://actions.maisondelachimie.com/prochains_colloques.html

→ Animée par des chimistes, des industriels et des experts scientifiques, cette journée de conférences invite le grand public à appréhender l'apport de la chimie à la compréhension de la nature et, réciproquement, la manière dont la nature inspire la chimie.

LIVRE |

Les Nouveaux Messagers du cosmos

Nathalie Palanque-Delabrouille et Jacques Delabrouille, Seuil, coll. « Science ouverte », 208 p. – 18 €

→ À quelles observations ambitieuses les astrophysiciens du XXI^e siècle vont-ils s'attaquer? Quelles sont les particularités et les complémentarités de chacun des messagers du cosmos : photon, rayon cosmique, neutrino et graviton? En remontant l'histoire de l'observation de l'Univers lointain, les auteurs de cet essai invitent le lecteur à un voyage captivant qui débouche sur la découverte des nouvelles techniques de détection spatiale, force de l'astronomie moderne.



LIVRE |

Fors intérieurs

Rendez-vous avec des mathématiciens

Isabelle Boccon-Gibod, Éditions Léo Scheer, 152 p. – 17 €

→ Huit mathématiciens, dont la plupart travaillent dans des laboratoires liés au CNRS, se confient dans cet ouvrage. Ils évoquent leur rapport aux mathématiques, ce qui les a conduits à choisir cette discipline, l'influence qu'elle a eue

sur leur vie, les sensations qu'ils éprouvent face à cette « langue inintelligible mais riche de poésie », comme la décrit Isabelle Boccon-Gibod, qui a recueilli ces confessions. Ces portraits intimes et sensibles offrent une voie d'exploration inédite d'un univers méconnu.



LIVRE |

Cap sur les pôles

Fabienne Lemarchand, Marie-Françoise André et Frédérique Rémy (dir.), Omniscience, 222 p. – 39 €

→ « Quand l'homme a-t-il eu conscience des pôles? Y a-t-il une vie sous la banquise? Quel sera le visage des régions polaires à la fin du XXI^e siècle? » Voilà quelques-unes

des 100 questions auxquelles répondent 40 spécialistes de l'Arctique et de l'Antarctique, dont des glaciologues, des géologues et des historiens. Cet élégant ouvrage, accessible à tous, est par ailleurs illustré par 200 superbes photographies qui proviennent en grande partie de la photothèque du CNRS.



À voir sur le journal en ligne: une sélection de photos de cet ouvrage.



EXPOSITION |

Enquête de santé

Jusqu'au 31 mai, Musée d'ethnographie de l'université Bordeaux-Segalen (33) – Entrée libre – www.meb.u-bordeaux2.fr

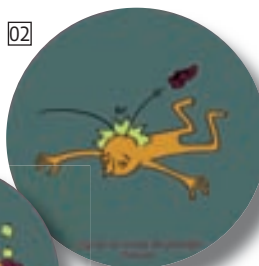
→ **Enquête de santé, parce que la conserver ou la retrouver est une quête**, et parce que la santé fait l'objet d'enquêtes dans le domaine des sciences sociales. Cette exposition relate la diversité des expériences et des parcours liés à la notion de santé en France, mais aussi en Afrique. Le sujet, abordé depuis sa dimension biologique jusqu'à ses enjeux politiques, est par ailleurs ponctué de touches d'humour, tel ce mur d'illustrations réalisé à partir d'expressions populaires en rapport avec la santé.

01



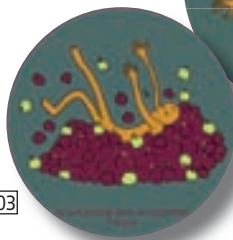
→ Illustrations de trois expressions populaires sur la santé: "Je suis crevé" (01), "J'ai eu un coup de pompe" (02), "Je suis tombé dans les pommes" (03).

02



© M. PARRIS/MEB

03



LIVRE |

Le Renversement du ciel

Parcours d'anthropologie réciproque

Alain Le Pichon et Moussa Sow (dir.), CNRS Éditions, 616 p. – 34,50 €

→ **« C'est toujours avec du retard que nous, Occidentaux, avons découvert que les autres aussi nous regardaient. »** Tel est le constat de l'écrivain Umberto Eco dans la préface de cet essai qui s'intéresse au regard anthropologique porté sur l'Europe et sur le monde depuis les années 1980 par des observateurs africains, chinois et indiens. Ainsi, cette anthropologie dite réciproque semble annoncer une profonde mutation du champ des sciences humaines, un possible "renversement du ciel" pour reprendre le titre de l'ouvrage.



DVD |

Du soleil aux molécules, la raffinerie du futur

Réalisé par Marcel Dalaise, produit par CNRS Images, 20 min, français/anglais – 15 € (usage privé) – <http://videotheque.cnrs.fr>

→ **Face à l'inéluctable épuisement des ressources fossiles, il devient urgent** d'inventer la raffinerie propre de demain. C'est tout l'objet du travail, présenté dans ce film didactique, des chimistes et des agronomes du projet européen Eurobioref, qui vise à transformer les plantes en ressources énergétiques. Le film permet de découvrir les deux filières actuellement à l'étude, les plantes ligno-cellulosiques et les plantes oléagineuses, ainsi que le long parcours de leur transformation en énergie.

01 Raffinerie de pétrole à Berre-l'Étang (13).
02 Expérience au centre R&D du groupe Arkema, partenaire du projet Eurobioref.

01



02



© CNRS IMAGES



À voir sur le journal en ligne :
le film *Du soleil aux molécules, la raffinerie du futur*.

LIVRES |

Les Musées au prisme de la communication

Hermès, n° 61, CNRS Éditions, 280 p. – 25 €

Ce nouveau numéro de la revue *Hermès* met en valeur la diversité des musées dans le monde et s'intéresse à leur essor et à leur transformation depuis les années 1950 : quels en sont les enjeux, les dynamiques et les dérives ?

À quoi sert le savoir

PUF, 322 p. – Offert pour tout achat d'un livre des PUF

À l'occasion de ses 90 ans, la célèbre maison d'édition des PUF a demandé à 72 intellectuels de tous horizons ce que représentait aujourd'hui pour eux le savoir. Ce sont leurs 72 réflexions qu'elle offre aux lecteurs dans ce recueil.

Les Paradoxes de la sécurité.

Le cas d'AZF

Gilbert de Terssac et Jacques Mignard, PUF, coll. « Le travail humain », 272 p. – 29 €

Pour améliorer la sécurité dans le secteur industriel et éviter des catastrophes comme l'explosion de l'usine AZF à Toulouse, les auteurs de ce livre développent le concept d'une sécurité en action, dont ils précisent l'organisation, les pratiques dans l'entreprise, les ambitions et les limites.

L'Empire de la valeur.

Refonder l'économie

André Orléan, Seuil, coll. « La couleur des idées », 344 p. – 23 €

En trois parties – critique de l'économie, l'institution de la valeur et la finance de marché –, l'auteur de cet ouvrage propose une vision renouvelée des sciences économiques.

La Force de l'ordre.

Une anthropologie de la police des quartiers

Didier Fassin, Seuil, coll. « La couleur des idées », 398 p. – 21 €

Fruit d'une enquête de terrain de quinze mois dans le quotidien d'une brigade anticriminalité de la région parisienne, cet essai dévoile la réalité des politiques sécuritaires face aux violences urbaines dans les banlieues françaises.



→ Modèle de barque égyptienne en bois avec ses quatre rameurs.

EXPOSITION |

Du Nil à Alexandrie Histoires d'eaux

Jusqu'au 27 mai, Musée de Tessé, Le Mans (72) – Tarif plein : 4 € – www.expo-nilalexandrie.fr

→ **Descendez le Nil d'Assouan jusqu'à Alexandrie en vous promenant sur la carte de la vallée de ce fleuve mythique.** Ainsi s'ouvre cette exposition consacrée au thème de l'eau en Égypte. On y découvre ensuite trois grandes maquettes figurant l'histoire des citernes d'Alexandrie, reconstituées grâce aux fouilles effectuées par l'archéologue Jean-Yves Empereur et son équipe. L'exposition se prolonge suivant une scénographie ludique et interactive, où des machines à eaux, que le visiteur peut manipuler, côtoient une centaine d'objets archéologiques.

LIVRE |

Quand la recherche était une République

La recherche scientifique à la Libération
Michel Blay, Armand Colin/Comité pour l'histoire du CNRS, coll. « Le sens de la recherche », 158 p. – 18 €

→ **S'appuyant sur des documents d'archives, Michel Blay, président du Comité pour l'histoire du CNRS, retrace la construction de la nouvelle politique de recherche issue de la période de la Libération, la République de la recherche, comme la surnommait Frédéric Joliot-Curie, alors directeur du CNRS. Détaillant son organisation, ses orientations et ses valeurs, l'ouvrage apporte un éclairage nécessaire pour penser la recherche de demain.**



LIVRES |

Deux ouvrages, parus simultanément, sondent l'œuvre de l'écrivain Pascal Quignard.

Sur le désir de se jeter à l'eau

Irène Fenoglio et Pascal Quignard, Presses Sorbonne nouvelle, coll. « Archives », 306 p. – 27 €

→ **En 2002, la chercheuse Irène Fenoglio rend visite à**

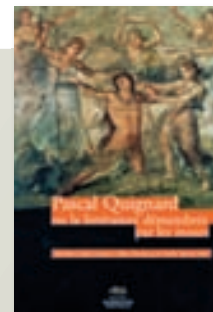
Pascal Quignard. « Elle souhaitait que je conserve les traces d'un texte dès le premier instant où j'en aurais l'idée, et que j'entasse tous les états qui se succéderaient jusqu'à la publication », raconte l'écrivain. Quelques années plus tard, voici donc livrés dans cet ouvrage les textes inédits et corrigés du manuscrit intitulé *Boutès*, accompagnés des échanges entre l'écrivain et la chercheuse. En résulte un essai original, riche d'enseignements sur le désir d'écrire.



Pascal Quignard ou la littérature démembrée par les muses

Mireille Calle-Gruber, Gilles Declercq et Stella Spriet (dir.), Presses Sorbonne nouvelle, 280 p. – 29 €

→ **Ce second ouvrage, où l'on retrouve le manuscrit *Boutès*, est une rencontre** entre Pascal Quignard, des universitaires et des artistes autour de l'œuvre littéraire, musicale et picturale de celui-ci. De cette rencontre, les auteurs retiennent que l'écrivain pose un regard inoubliable et poétique sur toutes choses. Le livre comprend un beau cahier iconographique ainsi qu'un DVD dans lequel, notamment, Pascal Quignard, accompagné de chanteurs, fait la lecture de quelques-uns de ses textes.



cnrs

le journal

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

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

Rédacteur en chef adjoint : Matthieu Ravaud Chefs de rubrique : Fabrice Demarthon, Frédérique Laubenheimer, Charline Zeitoun
Assistante de la rédaction et fabrication : Laurence Winter Ont participé à ce numéro : Stéphanie Arc, Émilie Badin, Jean-Philippe Braly, Laure Cailloce, Antoine Cappelle, Sebastián Escalón, Grégory Fléchet, Laurianne Geffroy, Mathieu Grousseau, Morgane Taquet

Secrétaire de rédaction : Isabelle Grandrieux Conception graphique : Céline Hein Iconographes : Audrey Diguët, Marie Mabrouk
Couverture : W. Swartz/Photolibary/Gettyimages Photogravure : Scoop Communication Impression : Groupe Morault, Imprimerie de Compiègne – 2, avenue Berthelot – Zac de Mercières – BP 60524 – 60205 Compiègne Cedex
ISSN 0994-7647 AIP 0001309 Dépôt légal : à parution

Photos CNRS disponibles à : phototheque@cnrs-belleuve.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.





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

« La fibre de verre que je tiens mesure quelques dizaines de micromètres de diamètre.

Ce verre inventé dans notre laboratoire est très spécial : composé d'éléments comme le tellure, il est opaque à la lumière visible, mais transparent aux ondes infrarouges. Quand on chauffe un barreau de 1 centimètre de diamètre, il se ramollit jusqu'à la formation d'une goutte. En tombant sous l'effet de son propre poids, la goutte entraîne la formation d'une fine fibre qu'on étire dans notre tour de fibrage, une tour unique en Europe, haute de 6,5 m et installée sur deux étages. Il me faut d'ailleurs passer à l'étage inférieur pour enrouler la fibre sur un tambour, comme ceux que l'on aperçoit à l'arrière-plan. Nous savons produire jusqu'à 1000 mètres de fibre et contrôler son diamètre au micromètre près. Celui-ci détermine les caractéristiques de la fibre qui peut servir de détecteur d'ondes infrarouges. Cette propriété nous permet de développer des applications pour la recherche de signes de vie sur des exoplanètes, mais aussi pour le diagnostic médical. »

CATHERINE BOUSSARD, INGÉNIEURE DE RECHERCHE AU LABORATOIRE SCIENCES CHIMIQUES DE RENNES (UNITÉ CNRS/UNIVERSITÉ DE RENNES-1/ENSCR/INSA RENNES).

Le Point présente

FUTURA POLIS®

le Sommet de l'Innovation

Samedi 11 février 2012
à la Halle aux grains
Toulouse

Santé
Alimentation
Énergie
Transport

avec  et 

Réservez gratuitement
dès maintenant sur www.lepoint.fr

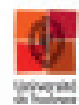
Nous suivre sur : facebook.com/futurapolis
et twitter : @futura_polis

En partenariat avec

EADS



 **Inserm**
Institut national de la santé et de la recherche médicale



 **MIDI-PYRÉNÉES**

