cnrs
le journal
n° 251
décembre 2010

Sauver LASCAUX

L'événement

Le chimiste Gérard Férey reçoit la médaille d'or du CNRS

cnrs
dépasser les frontières

Le CNRS affiche la biodiversité dans le métro parisien.

Fourmis, bactéries, mollusques et crustacés envahissent les quais de la station Luxembourg du RER B…
grâce à une exposition photographique du CNRS !

www.cnrs.fr/biodiversite2010/

cnrs
www.cnrs.fr

2010

RATP

Le Prix LA Recherche 7E ÉDITION

Palmarès 2010

CONCOURS INTERNATIONAL FRANCOPHONE DE L'EXCELLENCE SCIENTIFIQUE

RENAULT a attribué la mention **"Mobilité Durable"** à :

François Alouges
CMAP - École polytechnique

Antonio DeSimone
International School for Advanced Studies (SISSA)
Trieste Italie

RECHERCHE PRIMÉE :
« NAGE OPTIMALE À FAIBLE NOMBRE DE REYNOLDS »

SERVIER a attribué la mention **"Santé Humaine"** à :

Servane Tauszig-Delamasure
CNRS UMR 5238
Centre Léon Bérard-Cheney A Lyon

RECHERCHE PRIMÉE :
« LE RÉCEPTEUR À DÉPENDANCE TRKC ET SON LIGAND NT-3 : DE LA RECHERCHE FONDAMENTALE À LA THÉRAPIE »

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE a attribué la mention **"Prix du Ministère"** à :

Antonio Acín
ICFO - The Institute of Photonic Sciences
Mediterranean Technology Park
Espagne

Serge Massar
Université libre de Bruxelles
Belgique

Stefano Pironio
Université libre de Bruxelles
Belgique

RECHERCHE PRIMÉE :
« LA CERTITUDE DE L'ALÉA QUANTIQUE »

Avec le soutien de :

Retrouvez les projets des lauréats sur : www.leprixlarecherche.com

rfi

DUNOD

AGENCE UNIVERSITAIRE DE LA FRANCOPHONIE

Éditorial

© N. TIGET/CNRS PHOTOTHEQUE

PAR FRANÇOISE GAILL, DIRECTRICE SCIENTIFIQUE DE L'INSTITUT ÉCOLOGIE ET ENVIRONNEMENT (INEE) DU CNRS

Lorsqu'on a la chance de visiter la grotte de Lascaux, sommet de l'art paléolithique, on est impressionné par la qualité de ces fresques, peintures et gravures qui datent de plus de 18000 ans et qui nous parlent de la vie de nos prédécesseurs. Découverte en 1940 et classée monument historique, elle a été inscrite en 1979 sur la liste du patrimoine mondial de l'Unesco, parmi un ensemble de sites préhistoriques et de grottes ornées de la Vézère.

Cependant, la grotte est fragile. Son histoire est émaillée de phases de dégradation et de phases de stabilisation. Des contaminations microbiennes successives, de natures différentes, sont apparues au cours du temps. Depuis des années, scientifiques et passionnés se portent à son secours. Les chercheurs du CNRS et d'autres organismes, spécialistes de différentes disciplines, et les experts du nouveau conseil scientifique indépendant ont décidé de relever le défi de la sauvegarde de Lascaux et de ses fresques magnifiques, témoignages précieux de notre passé.

Ils ont cherché les raisons et les mécanismes de dégradation de ce fabuleux écosystème vivant, sensible aux modifications du climat et aux perturbations anthropiques. Et, si des solutions sont actuellement envisagées pour réduire, voire même détruire, les contaminations microbiennes, elles passent avant tout par une connaissance scientifique plus poussée de l'écosystème de la grotte de Lascaux et la mise en place d'une base de données recensant l'ensemble des informations scientifiques et techniques existant sur la cavité. Le dossier de *CNRS Le journal* retrace l'histoire de ce combat pour la sauvegarde de ce trésor du patrimoine de l'humanité.

4 | 5 L'essentiel
Le point sur les nominations, les prix, les faits marquants...

6 | 9 L'événement
Le chimiste Gérard Férey, spécialiste mondial des solides poreux, est le lauréat 2010 de la médaille d'or du CNRS.

16 | 18 En images
Retour sur un voyage au cœur de l'Amazonie, en Guyane, à la recherche d'insectes qui, en réfléchissant la lumière, se parent de magnifiques couleurs.

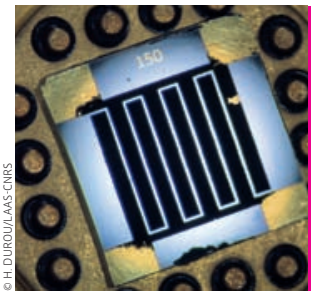
19 | Décryptage
Olivier Donard, physico-chimiste, analyse les conséquences du désastre environnemental qui a frappé la Hongrie début octobre.

36 | On en parle
L'actualité de la vie interne du CNRS.

37 | Un jour avec...
Isabelle Benoist, juriste.

38 | 42 Culture
Livres, expositions, films... La sélection de la rédaction.

43 | Sur le vif
Les coulisses étonnantes d'une photo de science.



© H. DUROU/LAAS-CNRS

10 | 15 Actualités
L'énergie fait sa révolution en miniature ; les plaquettes sanguines en cause dans le lupus ; les vertus méconnues de l'opacité bancaire ; l'horloge respiratoire démontée ; quand les cellules jouent les caméléons ; une étoile à vapeur ; les micro-objets dans les starting-blocks...

30 | 35 Stratégie
Le CNRS se rapproche des pôles de compétitivité, les nouvelles priorités du CNRS à l'international, la présentation du dialogue de gestion...

© C. FRÉSILLON/CNRS PHOTOTHÈQUE

© N. AUJOULAT/MINISTÈRE DE LA CULTURE ET DE LA COMMUNICATION-CNP ; C. FRÉSILLON/CNRS PHOTOTHÈQUE

20 | 29 L'enquête
Sauver Lascaux
21 | Menaces sur une grotte d'exception
22 | Des moisissures coriaces
24 | Un site au climat précaire
26 | Les erreurs du passé
28 | Entretien avec Yves Coppens : « Connaître la grotte pour mieux la conserver »

À la une

Deux biologistes marseillais à l'honneur

Le mois de novembre a été riche en récompenses pour l'Unité de recherche sur les maladies infectieuses et tropicales émergentes[1]. Didier Raoult, son directeur, a reçu le Grand Prix Inserm 2010 pour l'ensemble de sa carrière. À 58 ans, ce professeur de microbiologie est un spécialiste mondialement reconnu des maladies infectieuses. Son parcours est marqué par la découverte de nouvelles bactéries (dont de nouvelles espèces de rickettsies), de plusieurs virus géants comme le Mimivirus ou plus récemment le Marseillevirus, et de bien d'autres travaux, notamment sur la maladie de Whipple. Une autre scientifique de ce laboratoire a été distinguée : Christelle Desnues a reçu le prix Claude-Paoletti, financé par l'Institut des sciences biologiques du CNRS, qui récompense chaque année un jeune chercheur en biologie. Lauréate en 2009 d'une bourse Jeune chercheur du Conseil européen de la recherche et de la médaille de bronze 2010 du CNRS, elle étudie actuellement la diversité des virus présents chez l'homme et les relie à des pathologies dont les causes sont encore mal connues.

1. Unité CNRS/Université de la Méditerranée.

© P. LATRON/INSERM ; P. MARAVAL

→ Didier Raoult et Christelle Desnues, tous deux spécialistes des virus, viennent d'être distingués pour leurs travaux en la matière.

Première réunion du nouveau conseil scientifique du CNRS

© N. TIGET/CNRS PHOTOTHÈQUE

→ **Le 15 novembre, le conseil scientifique (CS) du CNRS s'est réuni pour la première fois depuis les élections** qui ont renouvelé ses membres à la mi-2010. À cette occasion, son nouveau président a été élu : Bruno Chaudret, 57 ans, directeur du Laboratoire de chimie de coordination de Toulouse, succède ainsi à Gilles Boëtsch à la tête du conseil. Directeur de recherche de classe exceptionnelle et médaille d'argent du CNRS en 1997, membre de l'Académie des sciences, il est coauteur de 350 publications scientifiques et de 15 brevets. Ses travaux actuels concernent l'étude et la synthèse de nano-objets. Lors de cette réunion, les membres du bureau du CS ont également été élus. Il s'agit de Giuseppe Baldacci, de François Bonnarel (en alternance avec Philippe Jauffret), de Sylvette Denefle, de Jean-Marc Douillard (secrétaire scientifique), d'Yvon Le Maho et d'Alain Trautmann. Le CS du CNRS est une instance qui intervient en matière de politique générale, de structures et de personnels de l'établissement. Il veille à la cohérence de la politique scientifique du CNRS, en donnant en particulier un avis sur les grandes orientations de cette politique ou encore sur la répartition des moyens financiers et humains.

EN LIGNE

› **La nouvelle composition du conseil scientifique est disponible sur www.cnrs.fr/comitenational/cs/doc/composition_CS2010_2014.pdf**

Biodiversité : le bon bilan de Nagoya

→ **La Conférence internationale de Nagoya sur la diversité biologique** s'est achevée le 29 octobre sur un bilan plutôt positif. Les 193 États participants sont parvenus à s'entendre sur des points essentiels de la Convention sur la biodiversité biologique. Les décisions prises à Nagoya devraient assurer le partage équitable des ressources vivantes entre pays du Nord et pays du Sud. Autre résolution forte, l'adoption d'un plan de protection de la biodiversité, soutenu par la création de mesures financières. Les pays signataires se sont enfin engagés à mettre en place une stratégie d'action pour la biodiversité. L'un de ses principaux objectifs est de diviser par deux d'ici à 2020 la destruction des milieux naturels encore existants.

Prix Le goût des sciences

→ **Dominique Proust, du laboratoire Galaxies, étoiles, physique, instrumentation[1], a reçu le prix Le goût des sciences, pour un ensemble d'interventions appelé « Astronomie vers tous ». Créé en 2009, ce prix valorise les initiatives de chercheurs qui allient l'excellence scientifique et la faculté de communiquer à un large public le goût et l'intérêt de la science.**

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

Accord-cadre entre le CNRS et la CPU

Le CNRS et la Conférence des présidents d'université (CPU) ont signé le 4 novembre un accord-cadre.

D'une durée de quatre ans, celui-ci prévoit les nouvelles modalités de collaboration entre l'organisme et les universités. Y sont évoqués les Pôles de recherche et d'enseignement supérieur (Pres), dont le CNRS soutient la montée en puissance et avec lesquels des conventions de site pourront s'établir. Ces conventions se substitueront à terme à celles établies individuellement entre le CNRS et chaque établissement. L'accord-cadre soutient également l'organisation de la recherche partagée sous la forme des Unités mixtes de recherche (UMR), souvent hébergées par les universités et copilotées à 90% avec elles, ainsi que la délégation globale de gestion financière, qui permet à une seule tutelle de gérer administrativement une UMR. Enfin, par cet accord, le CNRS encourage la participation de ses personnels scientifiques à la construction de l'offre de formation en France.

© C. LEBEDINSKY/CNRS PHOTOTHÈQUE

Jean Tirole lauréat du prix Claude-Lévi-Strauss

→ **Président de l'École d'économie de Toulouse[1], médaille d'or du CNRS en 2007, Jean Tirole est le lauréat de la deuxième édition du prix Claude-Lévi-Strauss. Créé à l'initiative de Valérie Pécresse, à l'occasion du centenaire du célèbre anthropologue, il vise à soutenir l'excellence de la recherche française en sciences humaines et sociales. L'économiste français est récompensé pour ses travaux sur la théorie des jeux et de l'information, qui font l'objet d'une très large reconnaissance internationale.**

1. Réseau thématique de recherche avancée (CNRS/Université Toulouse-I-Capitole/EHESS/Inra).

SUIVEZ EN DIRECT L'ACTUALITÉ DU CNRS

facebook www.facebook.com/cnrs.fr

twitter http://twitter.com/CNRS

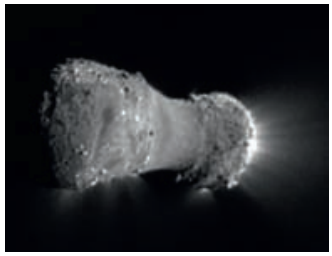
Ils ont marqué l'actu

→ **Prix Femina 2010, catégorie Essai, *Élisée Reclus*, du neurobiologiste Jean-Didier Vincent,** a été salué dans de nombreux médias ces dernières semaines. Avec cet ouvrage, l'ancien directeur de l'Institut de neurobiologie Alfred-Fessard du CNRS, professeur émérite à Paris-Sud-XI, a en effet signé une excellente biographie du plus grand géographe français, scientifique idéaliste, fou de liberté, anarchiste et vertueux.

© E. ROBERT ESPALIEU

© J.-F. DARS/CNRS PHOTOTHÈQUE

→ ***« Je n'aurais probablement pas eu la médaille Fields si j'étais parti plus tôt aux États-Unis »,*** a déclaré le 16 novembre le mathématicien franco-vietnamien Ngô Bao Châu, lors d'une cérémonie organisée en son honneur par l'université Paris-Sud-XI, où il reste professeur, bien que détaché aux États-Unis depuis trois ans. Le lauréat 2010 expliquait ainsi que le CNRS, où il a démarré en tant que chargé de recherche de 1998 à 2004, offrait *« une bonne opportunité pour commencer une carrière sans y subir de pression pour produire des papiers tous les six mois »*. Exigence qu'il juge néfaste à la recherche dans un domaine à *« constantes de temps assez longues »* comme les mathématiques.



© NASA/JPL-CALTECH/UMD

→ **Mission accomplie pour la sonde spatiale *Deep Impact* de la Nasa,** qui a survolé la comète Hartley 2 le 4 novembre. C'est notamment grâce à deux Français fortement impliqués dans cette mission, Olivier Groussin, du Laboratoire d'astrophysique de Marseille[1], et Frédéric Merlin, du Laboratoire d'études spatiales et d'instrumentation en astrophysique[2], que la sonde a pu fournir des images spectaculaires de la comète, petit objet de moins de 2 kilomètres, source d'information pour décrypter les origines du système solaire.

1. Unité CNRS/Université de Provence/OAMP.
2. Unité CNRS/Observatoire de Paris/Université Paris-Diderot/UPMC.

Médaille d'or du CNRS Le 16 décembre, le chimiste, spécialiste mondial des solides poreux, reçoit, à la Sorbonne, la plus haute distinction scientifique française.

Gérard Férey, architecte de la matière

PAR ÉMILIE BADIN

D'un pas mesuré, Gérard Férey traverse le salon de son appartement parisien pour prendre place au milieu du canapé. Lentement, il tire une cigarette de son paquet, la parcourt du doigt, mais ne l'allume pas. Soudain, sa main se fige et son regard bleu s'éclaire : « *Ma spécialité ?* s'amuse-t-il, malicieux. *Concevoir des solides poreux* (lire l'encadré p. 8) *hybrides organiques-inorganiques, c'est-à-dire des matériaux gruyère comportant à l'échelle atomique des arrangements réguliers de trous que je veux les plus grands possibles. L'intérêt ? Puisque la nature a horreur du vide, ces trous sont des pièges, pour le CO_2 par exemple.* » Avec son équipe de l'Institut Lavoisier de Versailles[1], ce chimiste a appris à maîtriser la fabrication de ces matériaux aux nombreuses applications pour l'environnement et la santé. Mais il a aussi appris à prédire leur structure. « *Nous avons déposé une dizaine de brevets CNRS,* annonce-t-il. *Beaucoup d'industriels s'y intéressent…* »

REPÈRE
La chimie organique concerne les éléments carbone, hydrogène, oxygène, azote, soufre et phosphore. Par opposition, on parle de chimie inorganique. Les minéraux sont généralement inorganiques.

DES DÉBUTS D'INSTITUTEUR

Pour ce travail au retentissement international et pour l'ensemble de sa brillante carrière, Gérard Férey reçoit aujourd'hui la médaille d'or 2010 du CNRS, la plus importante distinction scientifique française. Chimiste de haut vol, ce Normand de 69 ans revendique en même temps le statut d'artiste. Pour s'en convaincre, un coup d'œil dans son bureau suffit : les livres d'art sont plus nombreux que ceux de chimie, les murs sont constellés de dessins et de gravures. « *Je suis un grand admirateur de Michel-Ange* », avoue-t-il de sa voix grave et légèrement voilée. D'ailleurs, si Gérard Férey s'est lancé dans la chimie, c'est notamment par amour pour le dessin, qu'il a découvert enfant grâce aux enseignements d'un oncle instituteur bienveillant. « *À l'échelle atomique, l'ordre de la matière est magnifique,* s'enthousiasme-t-il. *On dirait du Vasarely !* »

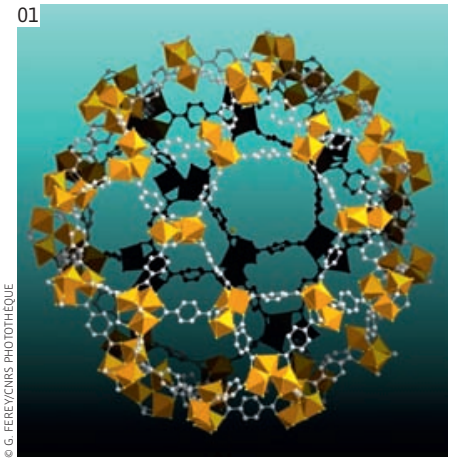
À l'aube de sa carrière, le jeune homme résiste pourtant à la beauté des molécules. Poussé par son milieu familial, il devient instituteur à 19 ans et crée le collège de Saint-Clair-sur-l'Elle, en Basse-Normandie. Mais la lecture d'un ouvrage de Linus Pauling[2] l'incite à renouer avec ses premières amours. « *C'est lui là-bas,* dit-il en désignant une vieille photographie sur laquelle il pose au côté du célèbre chimiste, et qui trône sur sa bibliothèque. *Il était Prix Nobel de chimie et Prix Nobel de la paix. Il s'est parfois trompé, mais il a aussi eu des idées de génie. Je lui voue une admiration sans bornes.* » Trois ans plus tard, nous sommes en 1963, Gérard Férey quitte le collège qu'il a créé pour continuer ses études à l'université de Caen. « *Là,* raconte-t-il, *deux professeurs m'ont définitivement donné le goût de la chimie : Maurice Bernard, et sa présentation lumineuse de la discipline, et Alfred Deschanvres, qui savait extraire de la recherche ses mystères persistants pour nous montrer combien celle-ci était nécessaire.* »

UNE SOIF DE CONNAISSANCES

Le chimiste poursuit alors avec une thèse de troisième cycle, à l'issue de laquelle il est nommé assistant au département de chimie de l'IUT du Mans. Il y apprend les bases de la chimie du solide, une discipline nouvelle centrée sur les réactions au sein de solides et non au sein de solutions, comme dans la chimie classique. Après trois années à tâtonner sur un sujet stérile, il obtient carte blanche pour travailler sur ses propres idées et, au début des années 1970, il s'intéresse aux fluorures – les minéraux à base de fluor –, dont il deviendra un grand spécialiste.

Mais Gérard Férey veut aller plus loin : pénétrer les secrets de la matière, saisir comment s'arrangent entre elles les briques qui la composent. Il apprend l'art de la cristallographie, cette

01



© G. FEREY/CNRS PHOTOTHÈQUE

01 Le MIL-101, mis au point par l'équipe de Gérard Férey, est un matériau poreux comportant à l'échelle atomique des cages comme celle-ci. Il est capable de piéger 400 fois son volume de gaz !

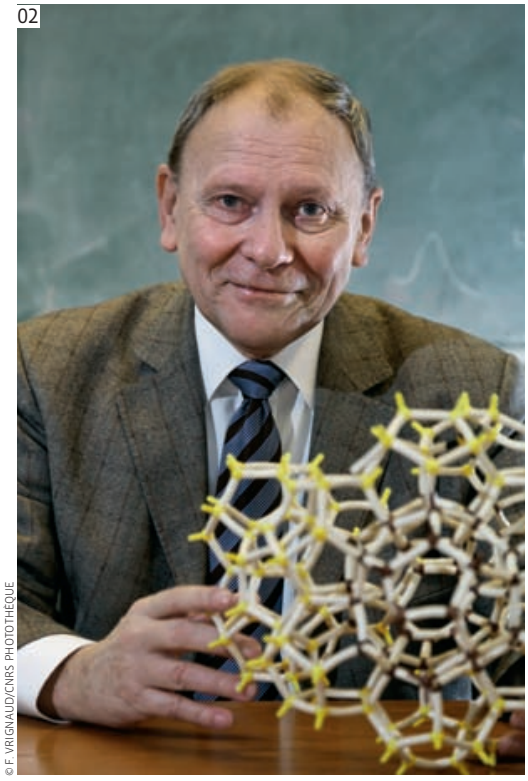
© F. PLAS/CNRS PHOTOTHÈQUE

GÉRARD FÉREY EN 5 DATES

1941	Naissance à Bréhal (50)
1968	Doctorat de chimie à l'université de Caen
1996	Création de l'Institut Lavoisier de Versailles
2005	Mise au point du révolutionnaire MIL-101
2010	Médaille d'or du CNRS

Visionnez, à partir du 17 décembre, le **portrait** de Gérard Férey sur le journal feuilletable en ligne
› www2.cnrs.fr/journal

02



© F. VRIGNAUD/CNRS PHOTOTHÈQUE

LES SOLIDES POREUX : 250 ANS D'HISTOIRE

« Les poreux ont été découverts en Suède, en 1756, par un homme qui avait l'amour des minéraux : Axel-Frédéric Crönstedt, raconte Gérard Férey. ***Il a eu l'idée de chauffer de la stiblite, un minéral naturel, et il s'est aperçu qu'à 150 °C celui-ci se couvrait de bulles. »*** Pour créer l'équivalent synthétique de ces étranges minéraux que Crönstedt appelle zéolithes – la pierre qui bout, en grec –, il faudra plus d'un siècle. Ce n'est qu'en 1930, avec Linus Pauling, que l'on commence à comprendre leur structure cristalline : l'assemblage des atomes dessine en effet des cages de quelques angströms[1] de diamètre, disposées régulièrement dans le solide. Et des molécules, d'eau par exemple, s'y logent. Voilà pourquoi Crönstedt observait des bulles lors du chauffage. Industriels et chercheurs entrevoient immédiatement les applications que ces solides offrent, notamment leur capacité à absorber du gaz. Seulement voilà, ils sont souvent coûteux à fabriquer, et leurs cages sont encore trop petites pour stocker des quantités significatives. C'est là qu'intervient Gérard Férey. Il est l'un des premiers à mettre au point des solides poreux hybrides, dont le squelette est composé à la fois de parties organiques et inorganiques. Une astuce qui permet de faire varier la taille des cages sans pour autant compromettre la stabilité de l'ensemble. Les solides obtenus selon ce procédé sont par ailleurs non toxiques, biodégradables, faciles à préparer en grande quantité, et donc de moindre coût. Mais quels sont, parmi tous les arrangements atomiques possibles constituant des poreux hybrides, les plus performants? Pour le savoir, l'équipe de l'Institut Lavoisier a créé des programmes informatiques qui sélectionnent les structures cristallographiques les mieux adaptées. C'est ainsi qu'est né le fameux MIL-101. Capable d'absorber 400 fois son volume de CO_2, il détient le record du matériau qui stocke le plus de gaz.

1. Un angström vaut 0,1 nanomètre, soit 10^{-10} mètre.

« À l'échelle atomique, l'ordre de la matière est magnifique. On dirait du Vasarely ! »

discipline empruntée à la physique qui consiste à localiser les atomes dans l'espace et à comprendre comment ils s'assemblent. Puis, à Grenoble, Félix Bertaut l'initie au magnétisme et à la diffraction des neutrons. C'est grâce à ces outils que le chimiste va plus tard devenir un véritable architecte de la matière.

Du fond de son canapé, le chercheur continue d'agacer sa cigarette, toujours éteinte. « *Vous savez,* confie-t-il, *je n'aime pas rester plus de dix ans sur un même sujet ou dans une même fonction. Au-delà, je m'ennuie.* » Ainsi, en 1988, pour rompre l'habitude, il ouvre une nouvelle page de sa carrière : il est nommé directeur adjoint du département de chimie du CNRS. Là, il découvre l'envers du décor. « *J'étais chargé des financements des laboratoires,* explique Gérard Férey. *Au lieu de réclamer des crédits comme avant, je les accordais… Pour être équitable, j'ai dû mieux connaître mon milieu, cerner chaque branche de la chimie. J'y ai énormément gagné en culture et en modestie.* »

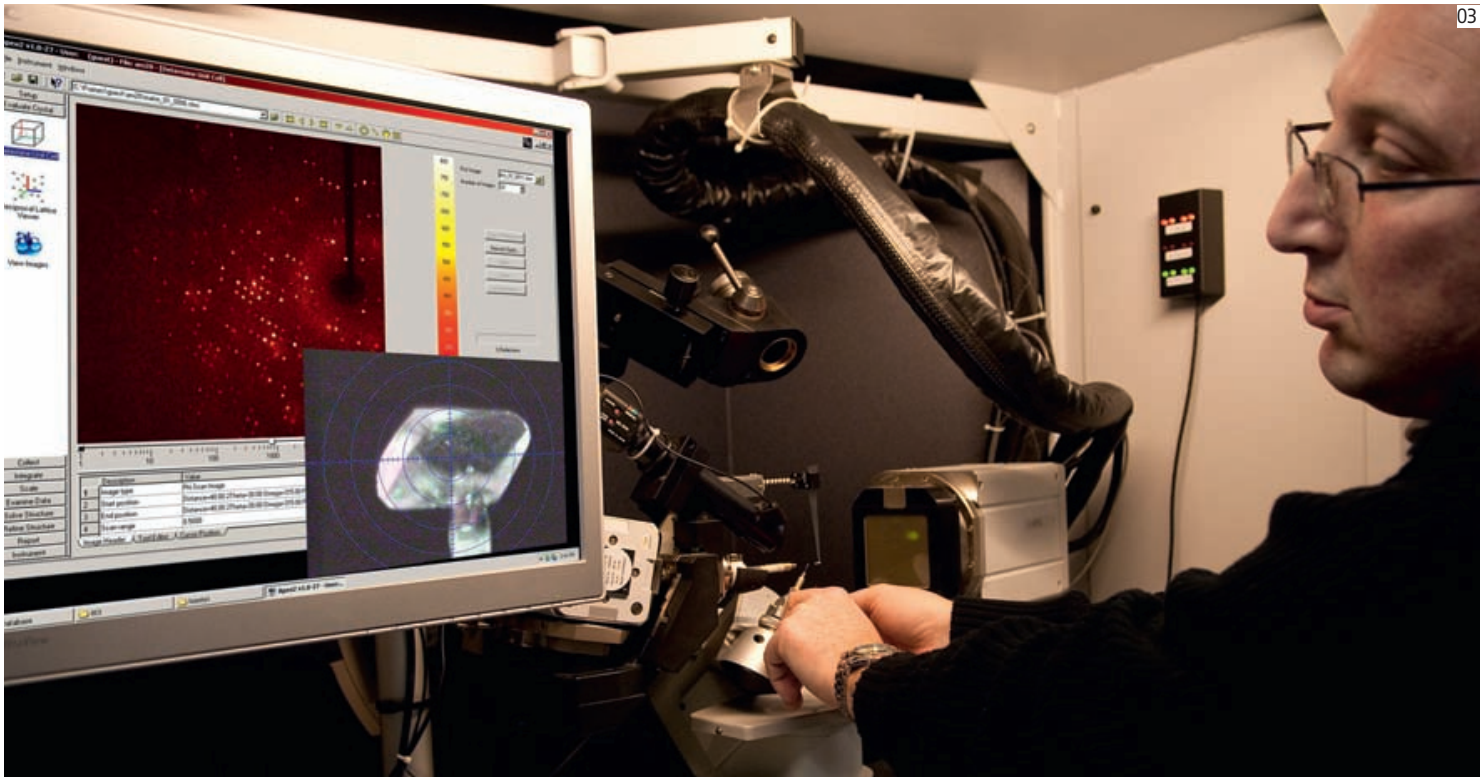
LA BATAILLE POUR CRÉER L'INSTITUT LAVOISIER

Mais, à la fin de son mandat, en 1992, la paillasse lui manque. Gérard Férey retourne au Mans et à sa recherche, presque en urgence, et s'attaque à un sujet qui le passionne depuis des années, mais qu'il n'a encore jamais eu l'occasion d'aborder : les solides poreux. Au départ, comme les autres chimistes, il se contente de créer de nouveaux composés. Mais il souhaite aller plus loin et savoir comment ces composés se forment. Il développe alors de nombreuses méthodes spectroscopiques *in situ,* complémentaires de la cristallographie, pour observer leur mécanisme de formation en temps réel. À force de persévérance, il finit par comprendre ce processus et observe l'existence de briques qui se retrouvent dans le solide final. « *J'ai pu jouer avec elles, prédire leurs assemblages et explorer ainsi des centaines de possibilités de synthèses de pores sur mesure* », se souvient-il. Il prend ainsi quelques années d'avance sur la concurrence et commence à imaginer la foule d'applications qu'offriront ces matériaux gruyère.

En 1996, le président de l'université de Versailles, fraîchement créée, lui propose d'y mettre en place un institut de recherche en chimie et en physique des solides. Une chance énorme. À ceci près que les crédits promis tardent à venir. Le petit monde de la chimie va alors comprendre que monsieur Férey n'a pas sa langue dans sa poche et sait se battre : « *Les négociations ont été longues, au point de menacer de me retirer avec fracas si je n'obtenais pas rapidement les fonds nécessaires pour recruter du personnel et acheter le matériel. C'est comme ça que j'ai gagné la bataille !* » se rappelle le chercheur. Et que l'Institut Lavoisier a vu le jour.

MISE AU POINT DU FABULEUX MIL-101

Grâce à son expertise des mécanismes de formation et à des outils informatiques spécifiquement conçus, Gérard Férey met au point avec sa très jeune équipe un de ses matériaux fétiches : le MIL-101 (Matériau de l'Institut Lavoisier 101). En 2005, après dix années d'efforts à « *jouer aux Lego* » avec les poreux, il obtient enfin le « *matériau miracle* » : une structure hybride dotée de cages de 4 nanomètres de diamètre[3] et donc absolument immense à l'échelle atomique. Grâce à elles, le MIL-101 peut piéger 400 fois son volume de gaz ! N'espérez pas que le chimiste



© C. FRESILLON/CNRS PHOTOTHÈQUE

02 Grâce à ses matériaux poreux, en maquette plastique devant lui, Gérard Férey a acquis une renommée mondiale.
03 À l'Institut Lavoisier, créé il y a une dizaine d'années par le lauréat 2010 de la médaille d'or, on fabrique des composés chimiques à l'atome près.

vous livre en détail sa recette. Les conditions de température, d'humidité requises et autres secrets de fabrication sont jalousement gardés. Toujours prudent, le chercheur a pris soin de déposer des brevets CNRS avant de rendre sa découverte publique. *« Le lendemain de ma publication scientifique, j'ai reçu un coup de fil de Nissan, et d'autres industriels ont suivi »,* rapporte-t-il. C'est finalement BASF qui s'est lancé dans la fabrication du MIL-101. Aujourd'hui, le groupe mondial est capable d'en produire 1 tonne chaque jour en unité pilote[4].

Quelle en serait l'utilisation optimale dans l'industrie ? *« L'idéal, ce serait qu'une cimenterie l'achète pour piéger le CO_2 dégagé par l'usine, puis – mais là, je rêve encore ! – qu'elle utilise après transformation le CO_2 piégé comme combustible pour ses machines, et ainsi de suite… En résumé, ce que je sais faire, ce sont de grands trous sur mesure. À votre avis, à part piéger du CO_2, à quoi peuvent bien servir ces cages ?* interroge le chercheur. *À encapsuler des médicaments ! »* En effet, injecté dans le sang, un médicament est très fragile, et seule une faible quantité des principes actifs parvient à l'organe. Et pour cause, ceux-ci ne sont pas suffisamment protégés par les nanovecteurs utilisés à l'heure actuelle. La solution : mettre le médicament à l'abri dans les cages des fameux nanoporeux de Gérard Férey. *« Dès que j'ai eu cette idée, j'ai demandé à un ami biochimiste de m'indiquer les médicaments tests susceptibles de valider mon intuition,* indique-t-il. *Après nos essais positifs, il est resté éberlué par les résultats. »*

Aujourd'hui au point et brevetée, cette méthode révolutionnaire conserve intacts 75 à 100 % des principes actifs et les diffuse en continu dans le sang de souris de façon ciblée, pendant deux à trois semaines. Mieux encore, ces nanovecteurs d'un genre nouveau sont visibles en imagerie médicale, ce qui permet de suivre le trajet de l'injection intraveineuse jusqu'à la cible. Cette technologie, la théragnostique, pourrait être utilisée en particulier dans les traitements de la leucémie des enfants, du cancer du sein et du Sida. *« Et nous avons prouvé sa non-toxicité lors de tests* in vivo », assure Gérard Férey.

S'INVESTIR, ENCORE ET TOUJOURS

Des royalties à la clé de cette belle invention ? *« Si tel est le cas, les plus grosses parts iront au CNRS, à notre laboratoire de l'Institut Lavoisier et, bien sûr, à mon équipe, qui a fait, au jour le jour, le gros du travail. Ce sont des jeunes extrêmement brillants, et d'une élégance rare,* se réjouit-il. *Ils ont toute mon admiration. Les poreux, c'est désormais leur vie. »* En septembre 2009, le chercheur quitte son équipe, poussé par l'obligation de prendre sa retraite. Il se promet alors, par respect pour ses collaborateurs, de ne plus remettre les pieds à l'Institut. *« Et j'ai tenu parole. Quand j'étais jeune, j'ai su ce que c'était d'avoir sur le dos un vieux patron qui, inconsciemment, bride le jeune en pleine créativité. Je m'étais juré de ne pas jouer ce rôle,* se souvient-il. *Bien sûr, ils me manquent, l'Institut aussi, et la passion du métier m'habite toujours, mais c'est la règle du jeu. »* Sans la moindre nostalgie dans le regard, Gérard Férey allume enfin sa cigarette. La retraite du médaillé d'or promet toutefois d'être active. Investi dans l'Académie des sciences, il participe aussi à la rénovation de la Société chimique de France et œuvre à la préparation de l'Année internationale de la chimie, qui se tiendra en 2011. Il découvre aussi le bonheur intellectuel d'être membre du Comité consultatif national d'éthique. *« S'ennuyer,* conclut-il, *c'est faire preuve d'un manque d'imagination ! »*

1. Université CNRS/Université Versailles-Saint-Quentin-en-Yvelines.
2. Chimiste et physicien américain (1901-1994).
3. Un nanomètre vaut 10^{-9} mètre.
4. Une unité pilote est un prototype à échelle réduite de ce que sera l'unité de production définitive. Celle-ci devrait produire quelques centaines de tonnes par jour.

CONTACT :
Institut Lavoisier, Versailles
Gérard Férey
› gferey@me.com

Électronique Une équipe franco-américaine a mis au point un nouveau type de composants qui repoussent les limites de la miniaturisation du stockage de l'énergie.

L'énergie fait sa révolution en miniature

PAR SEBASTIÁN ESCALÓN

Des objets nomades, communicants, compacts et autonomes : voilà ce que la microélectronique d'aujourd'hui s'échine à nous fournir. L'un des enjeux essentiels de cette révolution est la capacité à stocker de l'énergie. Dans ce domaine ultraconcurrentiel, une équipe franco-américaine impliquant des chercheurs du Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes (Laas)[1], du Centre interuniversitaire de recherche et d'ingénierie des matériaux (Cirimat)[2] et de l'université de Drexel, à Philadelphie, a réussi un véritable exploit : construire un micro-supercondensateur de la taille d'un ongle et d'une densité de puissance énergétique[3] 4000 fois supérieure à celle des batteries miniaturisées du commerce !

REPÈRE
Un supercondensateur est un composant capable de stocker puis de restituer l'énergie électrique.

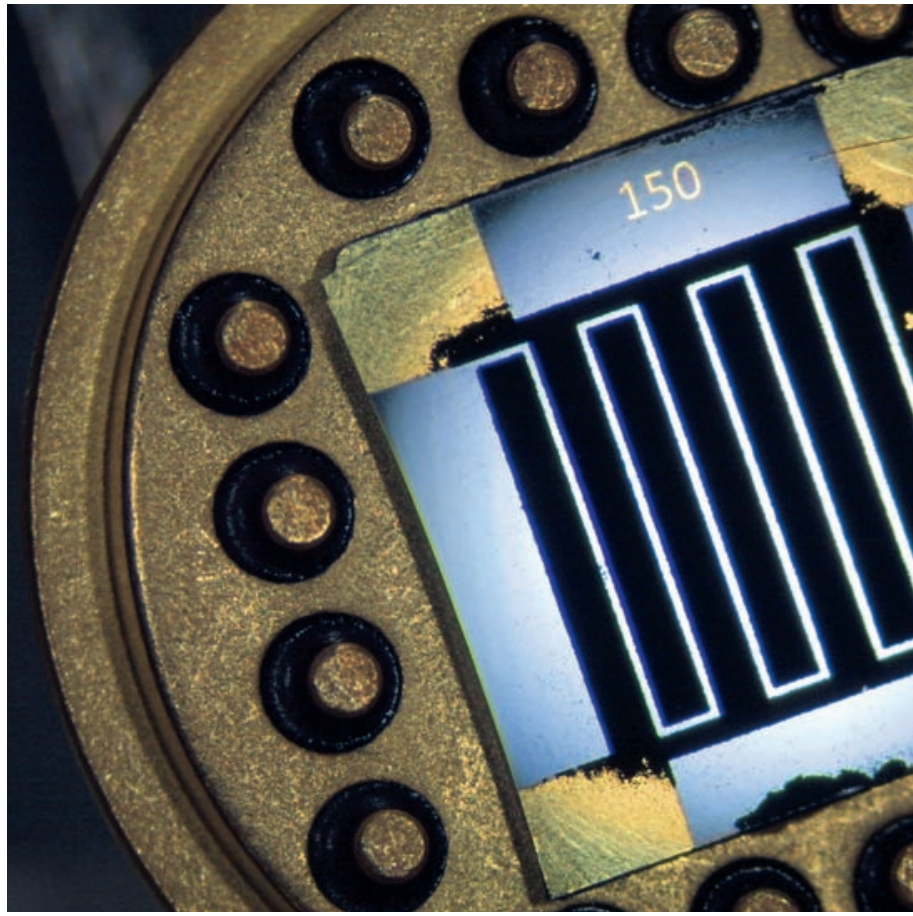
UNE CONSTRUCTION INNOVANTE

Ces travaux, publiés en septembre dans *Nature Nanotechnology,* ont pour origine une demande d'Airbus. Le constructeur aéronautique voulait se doter de capteurs pour surveiller l'état de santé de ses avions, capteurs qu'il souhaitait autonomes, alimentés par des microsystèmes – des transducteurs – capables de transformer en électricité les vibrations de la carlingue ou les différences de température entre le sol et le ciel. Seulement voilà, ces sources d'énergie ne sont pas continues. La différence de température n'est significative qu'au décollage ou à l'atterrissage, tandis que les capteurs doivent être alimentés en électricité de manière ininterrompue.

Les chercheurs devaient donc concevoir un système susceptible de stocker l'électricité fournie par les transducteurs pour la restituer aux capteurs, tout en fonctionnant à des températures de – 50 °C. C'est chose faite avec ce micro-supercondensateur. Le principe de base est classique. Un supercondensateur est composé d'électrodes constituées d'un matériau poreux à base de carbone activé et qui sont séparées par un liquide ionique. Lorsque le composant est sous tension, les charges électriques s'accumulent sur les électrodes. Il suffit ensuite d'inverser la tension pour libérer les charges et restituer le courant électrique. Le matériau poreux permet, lui, d'augmenter la surface de stockage et donc la capacité du supercondensateur. Le micro-supercondensateur du Laas, qui se distingue par son extrême densité de puissance, présente plusieurs innovations. Au lieu de la traditionnelle forme en bobine, il est construit à plat sur un support en silicium. Les électrodes, dont le cœur est constitué d'or, ne sont séparées que de 100 microns. « *Cela permet de diminuer la distance parcourue par les charges. Ainsi, le supercondensateur se charge et se décharge plus vite* », explique Magali Brunet, chercheuse au Laas.

UN CHARGEMENT ULTRARAPIDE

Ensuite, plutôt que d'utiliser du carbone activé, les chercheurs ont choisi de recouvrir les électrodes d'un matériau mis au



→ Photographié au microscope optique, le micro-supercondensateur collé à un support est prêt à subir une batterie de mesures.

point à l'université de Drexel. Ce matériau est fait de nanoparticules[4] dont chaque grain est constitué de couches concentriques de graphite superposées à la manière d'un oignon. Ces nanoparticules sont très facilement accessibles aux charges électriques, ce qui permet de réduire à l'extrême le temps d'accumulation de l'énergie. Résultat, on obtient des micro-supercondensateurs capables de se charger en moins de 1 milliseconde, contre environ 1 seconde pour les dispositifs actuels. Un an de travail supplémentaire sera nécessaire pour obtenir un prototype du système complet.

1. Unité CNRS.
2. Unité CNRS/INP Toulouse/Université Paul-Sabatier.
3. Vitesse à laquelle peut se charger ou se décharger le supercondensateur.
4. Particules dont la taille est de l'ordre de 10^{-9} mètre.

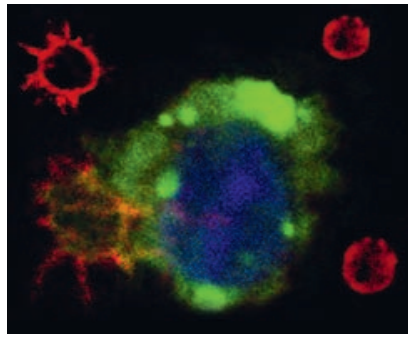
CONTACT :
Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes, Toulouse
Magali Brunet
› magali.brunet@laas.fr

© H. DUROU/LAAS-CNRS

Médecine

Lupus : les plaquettes sanguines en cause

PAR XAVIER MÜLLER



© P. DUFFAU ET J. SENESCHAL

→ Lors d'un lupus érythémateux systémique, les plaquettes (en rouge) s'agrègent sur les cellules dendritiques (en vert) et déclenchent une réaction immunitaire anormale.

→ **Le lupus pourrait un jour être traité grâce à des antiagrégants plaquettaires,** des médicaments utilisés pour éviter la formation de caillots sanguins. Telle est la voie thérapeutique ouverte par une équipe de chercheurs dirigée par Patrick Blanco, du laboratoire Composantes innées de la réponse immunitaire et différenciation (Ciric)[1], à Bordeaux. Le lupus est une maladie rare dite auto-immune, c'est-à-dire qui naît d'une réaction de défense de l'organisme contre lui-même. Il est connu pour les lésions cutanées qu'il provoque, semblables à de l'eczéma. Mais il peut aussi entraîner des douleurs articulaires et de graves dysfonctionnements du rein et du cerveau. Côté traitement, des anti-inflammatoires peuvent suffire pour les cas légers, mais les cas graves nécessitent la prise de corticoïdes ou d'immunosuppresseurs, aux nombreux effets secondaires.

L'exploration de cette nouvelle voie thérapeutique a débuté par la découverte d'un acteur inédit du lupus, les plaquettes sanguines. *« Nous avons observé que les plaquettes de patients malades possédaient des marqueurs d'activation de la coagulation »,* confie Patrick Blanco, un signe que ces plaquettes étaient entrées dans la phase qui mène normalement à leur agrégation. Mais quel rapport avec le lupus? En fait, l'un de ces marqueurs d'activation est le ligand CD40L, une molécule jouant un rôle dans le système immunitaire et connue pour favoriser l'apparition du lupus. *« Nous avons montré que, au lieu de s'agréger entre elles, les plaquettes des malades le font sur des cellules immunitaires, les cellules dendritiques, sortes de centres de transmission de l'organisme chargés de relayer les alertes d'infection, vraies ou fausses »,* explique le chercheur.

REPÈRE
Les plaquettes sont des cellules sanguines sans noyau qui participent à la coagulation.

En résumé, les plaquettes leurrent l'organisme : elles lui laissent croire qu'il est attaqué, ce qui déclenche une réaction immunitaire anormale et mène au lupus. Premier succès thérapeutique, les chercheurs ont réussi à stopper *« l'affabulation »* des plaquettes chez des souris modèles atteintes de la maladie grâce à des injections de clopidogrel, un anticoagulant standard qui bloque leur activation. Des tests cliniques pourraient débuter l'année prochaine pour vérifier que la stratégie fonctionne chez l'homme.

1. CNRS/Université Victor-Segalen.

CONTACT :
Composantes innées de la réponse immunitaire et différenciation, Bordeaux
Patrick Blanco
› patrick.blanco@u-bordeaux2.fr

5

C'est le nombre de nouvelles galaxies très lointaines repérées grâce à l'observatoire spatial Herschel par une collaboration internationale impliquant plusieurs laboratoires du CNRS. Les chercheurs ont détecté des sources de lumière ayant débuté leur voyage interstellaire il y a environ 10 milliards d'années! Une deuxième équipe, conduite par trois astronomes du CNRS, a pour sa part déterminé la distance de la galaxie la plus éloignée de notre planète à l'aide du Very Large Telescope. Celle-ci aurait vu le jour alors que l'Univers n'était âgé que de 600 millions d'années.

Plus d'**informations** sur www2.cnrs.fr/presse/

Économie

Les vertus méconnues de l'opacité

PAR SEBASTIÁN ESCALÓN

→ ***« Hier, à la Bourse de Paris, l'anxiété était grande, et les indices ont fortement reculé*** *à la suite de l'annonce de la Banque centrale européenne qui pourrait relever son taux d'intérêt d'un demi-point. »* Jour après jour, des informations de ce type prouvent que les marchés réagissent aux communiqués des banques centrales. Deux économistes, Camille Cornand, du Bureau d'économie théorique et appliquée[1], et Romain Baeriswyl, de la Banque nationale suisse, ont décidé d'analyser ce phénomène dans une étude publiée en septembre dans *Journal of Monetary Economics*. *« Chaque décision prise par une banque centrale constitue, d'une part, une action directe sur le marché et, d'autre part, un signal qui indique ce qu'elle pense de l'état de l'économie »,* explique Camille Cornand. Certes, encore faut-il savoir si les banques centrales jouent la transparence en expliquant les raisons de leurs décisions.

Dans les années 1970 et 1980, celles-ci communiquaient peu et aimaient manipuler les agents économiques à l'aide de signaux ambigus. Tandis qu'aujourd'hui la tendance est à toujours plus de transparence. Cette évolution a-t-elle des conséquences ? Oui, répondent les deux économistes : *« Nous avons justement montré que la politique monétaire optimale dépend directement du degré de transparence de la banque centrale : ce qui marche bien lorsque la banque centrale est opaque, ne marche pas forcément si elle rend compte clairement de ses décisions. »*

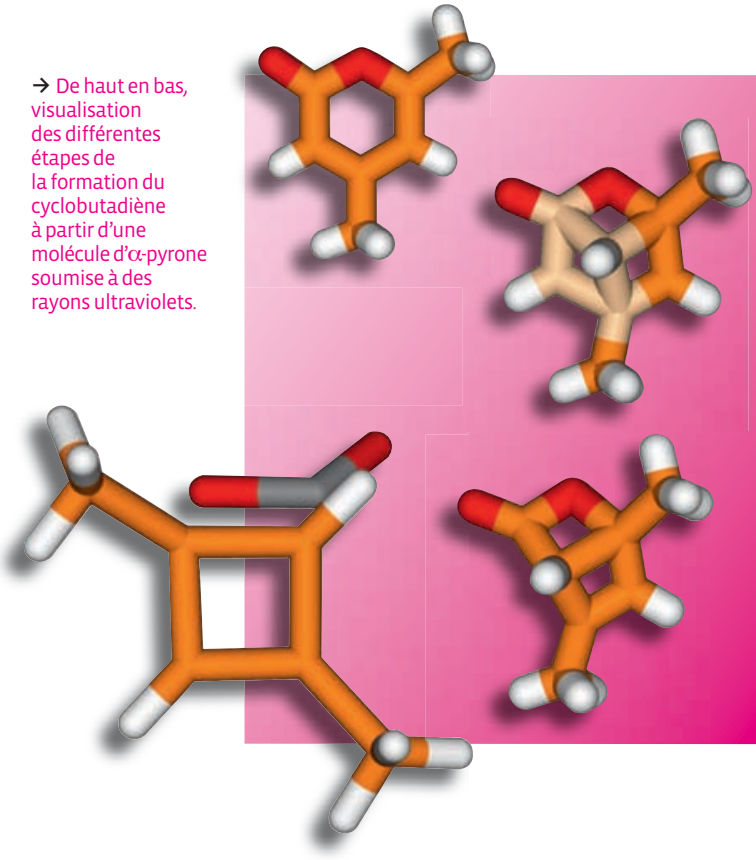
C'est ainsi que *« nos modèles montrent que, dans certains cas de figure, la transparence n'est pas souhaitable, et qu'un peu d'opacité sur les décisions prises serait plus efficace »,* poursuit Camille Cornand. Imaginons, par exemple, qu'une banque centrale élabore un plan de sauvetage d'une banque commerciale. *« Il serait fâcheux que ses agissements monétaires révèlent aux marchés financiers l'imminence de ce plan »,* remarque la chercheuse. Ce qui pourrait bien entendu entamer la confiance des marchés. Mais il est vrai que, dans une société démocratique, le secret et l'opacité n'ont plus véritablement de place dans la gestion des institutions…

1. Unité CNRS/Université de Strasbourg/Nancy-Université.

© B. NORMAN/THE NEW YORK TIMES/REDUX/REA

→ Le 10 mai 2010, à la Bourse de New York, les annonces de la Banque centrale européenne pour sauver de la crise la zone euro sont suivies avec attention.

CONTACT :
Bureau d'économie théorique et appliquée, Strasbourg
Camille Cornand
› cornand@cournot.u-strasbg.fr



© Y.-M. LEGRAND ET M. BARBOIU

→ De haut en bas, visualisation des différentes étapes de la formation du cyclobutadiène à partir d'une molécule d'α-pyrone soumise à des rayons ultraviolets.

ILS ONT SAISI L'INSAISISSABLE

→ **Des chercheurs de l'Institut européen des membranes (IEM)[1] ont réussi à déterminer** la structure du cyclobutadiène[2]. Surnommée la Mona Lisa de la chimie organique, cette molécule composée d'un cycle de quatre atomes de carbone, chacun relié à un atome d'hydrogène, a fait l'objet en quarante ans de 2000 articles sans qu'on ait pu établir sa géométrie. Très instable et ultraréactive, elle se décompose ou se transforme si rapidement qu'il a été impossible jusqu'à présent de saisir son image en 3D. Pour accomplir cet exploit, l'équipe Nanosystèmes supramoléculaires adaptatifs de l'IEM a imaginé une matrice cristalline poreuse pour piéger le cyclobutadiène et ralentir sa transformation le temps d'une expérience. Elle y a introduit une molécule d'α-pyrone, laquelle s'est transformée progressivement en cyclobutadiène sous l'action de rayons ultraviolets. En analysant l'échantillon à l'aide de rayons X, les chimistes ont pu observer deux structures de la molécule rebelle, dont l'une, ressemblant à un rectangle plié, s'avère la forme thermodynamiquement la plus stable. **V.T.M.**

1. CNRS/ENSCM/Université Montpellier-II.
2. Y.-M. Legrand, A. van der Lee et M. Barboiu, *Science*, 2010, vol. 329.

Neurobiologie L'étude d'un embryon de souris a permis d'identifier les gènes qui servent aux vertébrés à inspirer et à expirer.

L'horloge respiratoire **démontée**

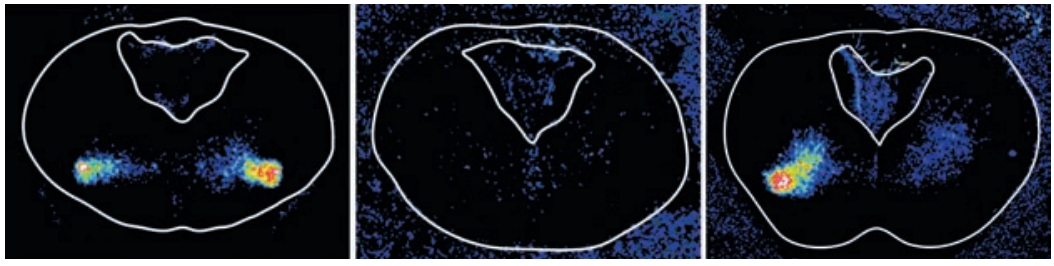
PAR MARIE LESCROART

Au cours de sa vie, un être humain respire en moyenne 600 millions de fois. Ce mouvement s'opère inconsciemment grâce à une horloge respiratoire localisée à l'arrière du cerveau, dans le tronc cérébral. Les scientifiques ont déjà montré que cette horloge faisait intervenir deux groupes distincts de neurones rythmiques : l'oscillateur parafacial et l'oscillateur preBötzinger (preBötC). Ceux-ci s'activent à environ deux tiers de la période de gestation chez la souris. En créant des souris mutantes, des chercheurs de l'Inserm et du CNRS[1] sont parvenus à identifier les gènes qui conditionnent la formation de chacun de ces oscillateurs et à préciser leur rôle respectif dans le contrôle du rythme respiratoire[2].

En l'absence d'expression du gène *Egr2,* l'oscillateur parafacial ne se développe pas. Le rythme respiratoire de l'embryon est ralenti, et les chances de survie à la naissance sont faibles. En outre, cet oscillateur conditionne l'adaptation de la fréquence respiratoire au taux de dioxyde de carbone (CO_2) dans le sang. L'étude révèle aussi que les neurones qui constituent cet oscillateur requièrent pour leur survie le gène *Phox2b. « Or, chez l'homme, le syndrome d'hypoventilation alvéolaire centrale congénitale, dit syndrome d'Ondine, qui se traduit par une perte complète de sensibilité au CO_2, est provoqué par des mutations de ce gène »,* pointe Gilles Fortin, coauteur de ces travaux.

Quant à l'oscillateur preBötC, sa mise en place est contrôlée par le gène *Dbx1,* dont la suppression se traduit par l'absence totale de respiration. *« L'oscillateur preBötC est essentiel à la respiration, tandis que l'oscillateur parafacial joue un rôle important mais subsidiaire »,* précise Gilles Fortin. L'expression de *Dbx1* conditionne aussi le devenir des neurones qui traversent l'axe médian du corps et imposent la synchronisation de la commande respiratoire entre la droite et la gauche du cerveau. Pour le démontrer, les biologistes ont empêché l'expression du gène *Robo3,* qui permet aux neurones de traverser cet axe médian, uniquement dans les neurones dérivés des cellules embryonnaires exprimant *Dbx1. « Les souris mutantes présentent, à droite et à gauche du cerveau, des oscillateurs preBötC rythmiquement actifs mais totalement désynchronisés,* explique Gilles Fortin. *Elles ne survivent pas à la naissance. »* En identifiant de nouvelles cibles thérapeutiques pour certaines pathologies respiratoires, tel le syndrome d'Ondine, ces travaux ouvrent des perspectives intéressantes en recherche clinique. Sur un plan plus fondamental, ils offrent une avancée dans la compréhension de l'émergence de circuits fonctionnels dans le système nerveux central au cours du développement de l'embryon comme durant l'évolution des vertébrés.

1. Inserm U7814 et U968, Institut Alfred-Fessard (CNRS), Institut de la vision (CNRS/UPMC/Inserm), Institut Jacques-Monod et Centre épigénétique et destin cellulaire (CNRS/Université Paris-Diderot).
2. Travaux publiés dans *Nature Neuroscience* (août 2009 et sept. 2010).



© G. FORTIN, J. BOUVIER

→ La respiration implique l'activité de neurones au sein du complexe preBötC (à gauche). Ce dernier devient inactif en l'absence du gène *Dbx1* (au centre) et il n'y a plus de respiration. Lorsque le gène *Robo3* n'est pas exprimé, le rythme respiratoire est préservé, mais la synchronisation entre la droite et la gauche n'a plus lieu (à droite).

CONTACT :
Neurobiologie et développement, Gif-sur-Yvette
Gilles Fortin
› gilles.fortin@iaf.cnrs-gif.fr

GÉNÉTIQUE | **La peste serait apparue en Chine il y a plus de 2 600 ans. Voilà l'une des conclusions d'une équipe internationale de chercheurs, dont deux de l'unité Origine, structure et évolution de la biodiversité, qui vient de détailler pour la première fois l'histoire évolutive de cette maladie. En analysant 17 génomes complets de la bactérie *Yersinia pestis* et une collection unique de près de 300 souches, les scientifiques ont aussi montré que les différentes vagues épidémiques qui ont touché l'Europe, l'Afrique et l'Amérique du Nord ont toutes pour sources l'Asie centrale et la Chine.**

MÉDECINE |

L'utilisation d'un curare déjà commercialisé,

le *cisatracurium,* diminuerait notablement la mortalité des patients hospitalisés en état de détresse respiratoire très grave. Telle est la conclusion de l'étude Acurasys menée depuis dix ans dans vingt centres de réanimation en France et coordonnée par un chercheur de l'Unité de recherche sur les maladies infectieuses et tropicales émergentes. Ce traitement permettrait aussi de réduire la durée sous ventilation artificielle et celle d'hospitalisation en réanimation.

CLIMAT | **Dans l'hémisphère Nord, le vent souffle moins fort qu'il y a trente ans. Une analyse des enregistrements de plus de 800 stations de mesures, effectuée notamment au Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement, a mis en évidence une baisse de 10 % de la vitesse du vent aux États-Unis, en Chine et dans plusieurs pays d'Europe. Une des causes évoquées : l'augmentation de la végétation qui aurait pour effet de freiner les vents.**

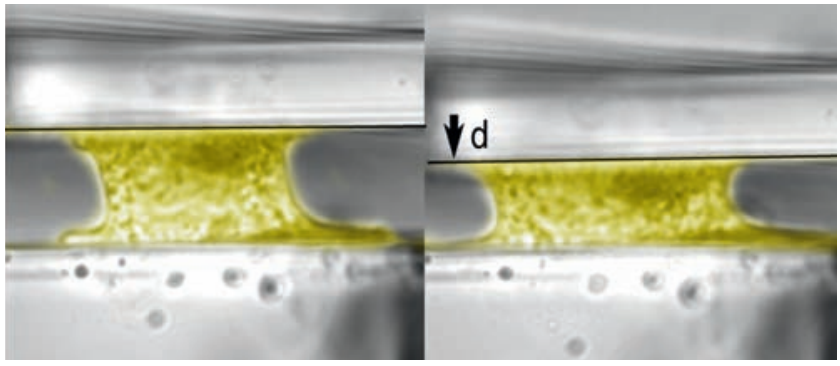
Plus d'**actualités** sur www2.cnrs.fr/presse/

Biophysique Nos cellules se spécialisent en fonction de la rigidité de leur milieu. Des chercheurs livrent aujourd'hui un nouvel éclairage sur cette question cruciale.

Quand les cellules jouent les caméléons

PAR XAVIER MÜLLER

Pourquoi nous pousse-t-il des neurones dans le cerveau et des cellules osseuses dans le squelette, et pas l'inverse ? La question de la destinée des cellules, qui toutes évoluent à partir des mêmes cellules souches, taraude toujours les scientifiques. Des biophysiciens viennent d'y apporter un nouvel éclairage : ils ont cerné les contours du mécanisme qui permet aux cellules de détecter la rigidité de leur environnement et d'amorcer ainsi leur différenciation.



© A. ASNACIOS, ÉQUIPE PHYSIQUE DU VIVANT, LAB. MSC, UNIVERSITÉ PARIS-DIDEROT

→ Ce dispositif expérimental permet de moduler en temps réel la raideur de l'environnement perçu par une cellule vivante isolée entre deux lamelles de verre. La lamelle du haut, souple, sert de capteur de force.

LA CHIMIE N'EXPLIQUE PAS TOUT

Que la rigidité de l'environnement influence le devenir des cellules était un fait connu. Déposez des cellules souches sur un support mou mimant la consistance du cerveau, et elles se transformeront en neurones. Déposez-les sur un support rigide, et vous aurez des cellules osseuses. En revanche, on ignorait comment s'exerçait cette influence. L'hypothèse dominante voyait dans certaines protéines membranaires les courroies de transmission de la rigidité ambiante : plus ou moins déformées par le contact avec l'environnement, ces protéines verraient leurs propriétés chimiques modifiées, ce qui déclencherait des cascades de réactions dans la cellule. Un processus plutôt long. Dans son étude publiée en septembre dans *Proceedings of the National Academy of Sciences*, l'équipe menée par Atef Asnacios, du Laboratoire de matière et systèmes complexes[1], a montré que la réponse des cellules ne repose pas que sur des réactions chimiques. Les chercheurs ont réalisé un dispositif inédit qui enserre les cellules entre deux lamelles dont la flexibilité de l'une est contrôlable électroniquement. *« Avec ce dispositif, nous pouvons moduler la rigidité de l'environnement des cellules et tester leur réponse mécanique en temps réel »*, explique le chercheur. Résultat ? Les cellules réagissent instantanément à la rigidité extérieure. Elles se contractent plus ou moins intensément, en moins d'un dixième de seconde. Or une cascade de réactions chimiques telle que la supposait l'hypothèse dominante impliquerait une réponse à l'échelle de la minute. Preuve est donc faite que les réactions chimiques au sein des protéines membranaires ne sont pas seules en cause.

L'HYPOTHÈSE MÉCANIQUE

Mais comment expliquer la transmission de la rigidité membranaire ? Le regard des chercheurs se tourne aujourd'hui vers la charpente des cellules, à savoir le réseau de fibres d'actine. Ce serait lui qui se tendrait plus ou moins. Les cellules ressembleraient ainsi à des arcs bandés à l'extrême, réagissant instantanément à la moindre pression. Une théorie que d'autres expériences en cours vont mettre à l'épreuve. Le dispositif des chercheurs a fait l'objet d'un dépôt de brevet, car il pourrait être utile à des études portant sur la différenciation des cellules, comme celles menées sur les thérapies par cellules souches. Pourraient également en bénéficier les recherches sur l'embryogenèse et sur les cancers à métastases, deux cas où, cette fois, c'est la migration des cellules qui pourrait être conditionnée par la rigidité de l'environnement.

1. Unité CNRS/Université Paris-Diderot.

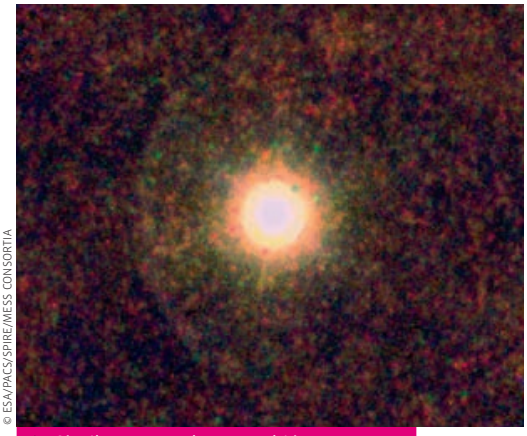
CONTACT :
Laboratoire de matière et systèmes complexes, Paris
Atef Asnacios
› atef.asnacios@univ-paris-diderot.fr

À suivre

Astronomie | La première conférence internationale de la mission Planck aura lieu du 10 au 14 janvier 2011 à la Cité des sciences et de l'industrie, à Paris. Lancé en mai 2009, le satellite Planck observe avec une précision inégalée le rayonnement le plus ancien de l'Univers, le fonds diffus cosmologique.
› www.planck2011.fr

Médecine | Jusqu'au 4 janvier 2011, une équipe du laboratoire Biologie et écologie tropicale et méditerranéenne, à Perpignan, mène au Bénin, en collaboration avec la faculté de médecine de Cotonou, une étude épidémiologique sur la bilharziose. Il s'agit de la deuxième maladie parasitaire au monde après le paludisme.

Archéologie | Les chercheurs de l'unité Histoire, archéologie, littérature des mondes anciens-Institut de papyrologie et d'égyptologie de Lille ainsi que leurs partenaires achèveront le 18 décembre de fouiller le temple d'el-Hassa. Situé au Soudan, ce monument est dédié au dieu égyptien Amon.



© ESA/PACS/SPIRE/MESS CONSORTIA

→ L'étoile CW Leo photographiée par le télescope spatial Herschel. Les données recueillies montrent qu'elle contient de l'eau.

UNE ÉTOILE À VAPEUR

→ De la vapeur d'eau portée à plus de 700 °C a été détectée dans l'enveloppe d'une étoile par une équipe internationale associant des chercheurs de l'Institut de radioastronomie millimétrique du CNRS, du Laboratoire de l'Univers et de ses théories[1] et du Laboratoire d'astrophysique de Grenoble[2], selon une étude publiée dans *Nature* le 2 septembre. Située à 500 années-lumière de la Terre dans la constellation du Lion, CW Leo est une géante rouge, une étoile arrivée en fin de vie, des centaines de fois plus grande que le Soleil. Elle est cachée derrière une épaisse enveloppe de gaz et de poussières qu'elle éjecte. La découverte de vapeur d'eau en profondeur, près de l'étoile elle-même, est surprenante. D'après les scénarios en vigueur, les molécules d'eau ne peuvent se former à partir des ingrédients disponibles dans ce milieu riche en carbone que grâce à l'intervention du rayonnement ultraviolet interstellaire qui baigne l'espace. Or l'épaisse enveloppe qui entoure CW Leo devrait empêcher les UV de pénétrer aussi profondément. Pour les chercheurs, cette enveloppe ne serait donc pas uniforme. Certaines régions autour de l'étoile, presque vides, laisseraient ainsi passer plus facilement le rayonnement UV. **V.T.M.**

1. Unité CNRS/Observatoire de Paris/Université Paris-Diderot.
2. Unité CNRS/Université Joseph-Fourier.

Chimie

Les micro-objets dans les starting-blocks

PAR SEBASTIÁN ESCALÓN

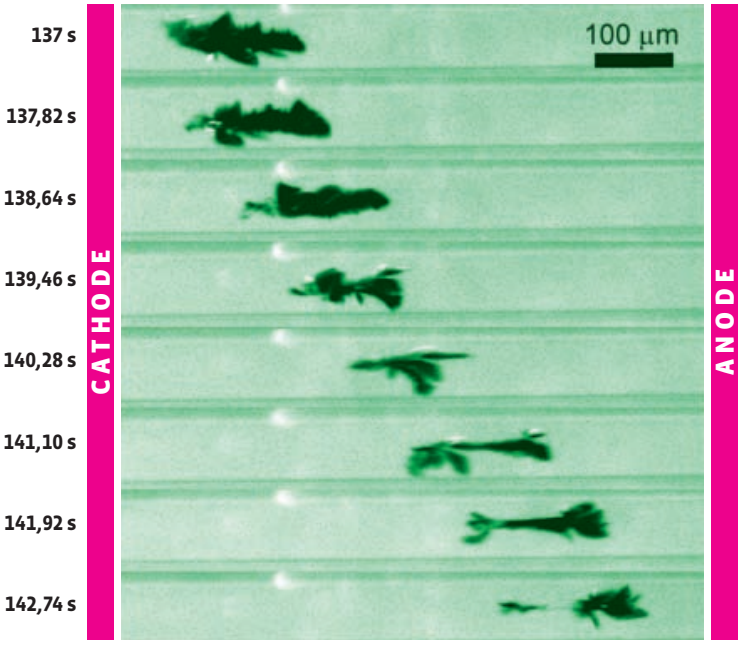
→ Un mode de propulsion pour micro- et nano-objets qui semble véritablement défier les lois du mouvement : voilà ce qu'ont mis au point des chercheurs bordelais de l'Institut des sciences moléculaires (ISM)[1]. Sous l'action d'un champ électrique, la partie avant de l'objet s'allonge tandis que l'arrière se dissout à la même vitesse, créant ainsi un mouvement. Ces travaux, publiés en ligne le 21 octobre dans *Journal of the American Chemical Society,* ouvrent une nouvelle voie dans le domaine extrêmement actif des nano- et micromoteurs.

Un corps métallique long d'environ 100 microns, constitué de cuivre, de zinc ou de nickel, est choisi pour l'expérience. Il est immergé dans un liquide contenant des ions du même métal. *« À l'aide de deux électrodes externes, on soumet l'objet à un champ électrique qui a pour effet de le polariser aux extrémités par rapport à la solution : les électrons sont en excès vers l'anode et en déficit vers la cathode,* explique Alexander Kuhn, chercheur à l'ISM. *D'un côté, les électrons en excès s'associent aux ions métalliques de la solution pour donner des atomes de métal neutres à la surface de l'objet. Inversement, de l'autre côté, à cause du déficit d'électrons, l'objet s'oxyde et se dissout. Le corps métallique s'allonge d'un côté et se dissout de l'autre, ce qui crée un mouvement dont la vitesse, de l'ordre de 100 microns par seconde dans nos expériences, dépend de la force du champ électrique et de la concentration en ions métalliques. »* Et voilà comment, pour la première fois, le principe de l'électrochimie bipolaire a été utilisé pour faire se mouvoir des objets.

Le corps métallique pourrait servir à déplacer de façon contrôlée différents types d'objets : il suffirait pour cela de l'utiliser comme propulseur. *« Ces recherches en sont encore à un stade très fondamental : nous sommes en train de jeter les bases de ce mode de propulsion,* précise Alexander Kuhn. *L'un des contextes d'application pourrait être la nanomédecine. Le système pourrait permettre de transporter des molécules ou des objets vers une cible précise du corps humain. »*

1. Unité CNRS/ENSCBP/Université Bordeaux-I/Université Montesquieu-Bordeaux-IV.

CONTACT :
Institut des sciences moléculaires, Talence
Alexander Kuhn
› kuhn@enscpb.fr



© KUHN/ISM

→ Soumis à un champ électrique, un corps de zinc se déplace de la cathode vers l'anode en se dissolvant d'un côté et en se recomposant de l'autre. Ici, le mouvement est décomposé à intervalle de temps régulier, calculé en secondes.

01

02

03

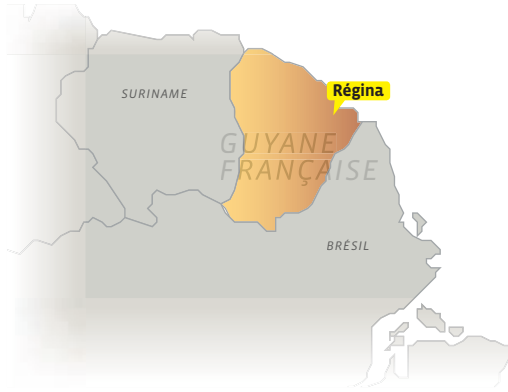
04

À la chasse aux couleurs

Physique Cet été, un groupe de chercheurs a exploré la forêt amazonienne à la recherche d'insectes qui, en réfléchissant la lumière, se parent de magnifiques couleurs. Un phénomène que tentent de reproduire les physiciens pour manipuler la lumière à petite échelle et créer de nouveaux matériaux colorés.

05

© 01-03 S. BERTHIER ; 02 A. BAY ; 04 J.-P. VIGNERON ; 05 M. RASSART



PAR JULIEN BOURDET

Septembre 2010, Guyane française, près des rives de l'Approuague, dans la région de Régina. Armés de filets à papillons, des scientifiques arpentent une clairière en pleine forêt amazonienne, capturant le moindre insecte qui passe à leur portée. Certains sont relâchés, d'autres conservés pour être étudiés plus tard. Qu'on ne s'y trompe pas : si les chercheurs sont venus braver deux semaines durant les moustiques et la chaleur accablante de la jungle, ce n'est pas dans le but de compléter les collections d'insectes des musées. Ce qui les intéresse, c'est la façon dont certaines de ces petites bêtes parviennent à se parer de couleurs chatoyantes simplement grâce à la lumière du soleil.

Rapportés au camp de base, les spécimens les plus prometteurs sont scrutés sous toutes les coutures. Encore vivants, ils sont placés sous un spectromètre pour mesurer précisément toute la palette des longueurs d'onde de la lumière qu'ils parviennent à réfléchir. La lumière étant composée d'une multitude de couleurs qui correspondent chacune à une longueur d'onde différente, le phénomène permet d'expliquer leurs colorations. Ensuite, les insectes seront examinés, en laboratoire cette fois, sous un microscope électronique à balayage qui révélera leurs structures les plus fines. « *Le secret de ces insectes colorés réside dans la présence, à la surface de leur corps, de minuscules structures aux formes extrêmement variées – cylindres, sphères, hexagones… –, espacées d'une centaine de nanomètres seulement,* explique le coresponsable de l'expédition Serge Berthier, chercheur à l'Institut des nanosciences de Paris[1] et professeur à l'université Paris-Diderot. *La taille de ces structures correspond à une longueur d'onde précise qui est alors renvoyée dans certaines directions, ce qui crée une couleur intense.* »

On comprend pourquoi le physicien a décidé de se pencher sur ces petits animaux. « *La maîtrise de la lumière à une toute petite échelle est devenue un enjeu important,* ajoute-t-il. *Partout dans le monde, on tente de mettre au point des dispositifs dits photoniques, c'est-à-dire capables de manipuler les photons, ces grains qui composent la lumière. Les insectes, qui ont développé grâce à des millions d'années d'évolution de véritables structures photoniques très performantes, sont sources d'inspiration.* » Et le modèle

01 02 03 04 Le bestiaire des insectes étudiés par les chercheurs est impressionnant. Cela va de ce spectaculaire papillon bleu, le *Morpho,* à ce *Pyrophorus* qui émet lui-même de la lumière en passant par ce grand papillon de nuit bleuté ou encore ce coléoptère doré qui devient rouge quand il est attaqué par un prédateur.

05 La chasse aux insectes colorés a lieu de jour comme de nuit. Pour attirer les espèces nocturnes, un drap blanc éclairé par derrière par de puissantes lumières a été installé. En très peu de temps, le piège est recouvert par une nuée de petites bêtes.

06 07 08 Armés de filets à papillons, les chercheurs parcourent les chemins et les sous-bois de la forêt amazonienne à la recherche de nouveaux spécimens. Une fois attrapés, les insectes sont délicatement prélevés, puis déposés dans une petite boîte pour être étudiés plus tard au camp de base.

06

07

08

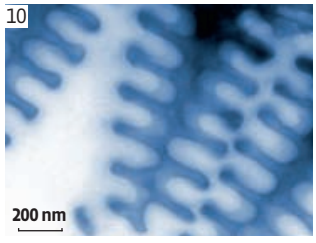
© 06-08 M. RASSART ; 07 J. BERTHIER

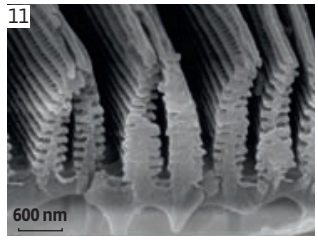
d'inspiration numéro 1 du chercheur, c'est le *Morpho*, ce grand papillon de la forêt amazonienne, maître incontesté en matière d'effets lumineux. Au cours de son vol, lorsque la lumière éclaire ses ailes sous le bon angle, un éclat métallique d'un bleu spectaculaire apparaît sur son corps. L'animal n'a pratiquement plus aucun secret pour Serge Berthier, qui lui a déjà consacré une campagne sur le terrain et qui tente de reproduire en laboratoire les structures microscopiques du papillon. Cette démarche de biomimétisme a déjà abouti à des applications bien concrètes en partenariat avec des industriels. Elles vont de la conception de motifs infalsifiables dans des billets de banque jusqu'à la mise au point de produits cosmétiques qui ont l'avantage d'être colorés mais exempts de pigments, substances dont certaines sont toxiques.

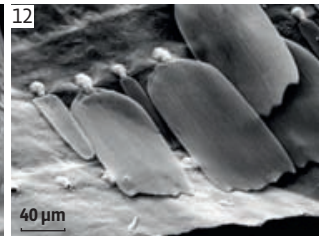
Notre physicien ne compte toutefois pas s'arrêter là. Insatiable, il est à la recherche de nouvelles sources d'inspiration. Et cette expédition, menée avec son collègue Jean-Pol Vigneron, de l'université de Namur, en Belgique, lui a permis de dénicher des insectes aux propriétés optiques étonnantes. Certains d'entre eux, dont une variété de sauterelles, possèdent des couleurs dites éphémères parce qu'elles disparaissent après leur mort. D'autres sont capables de changer de couleur, comme ce minuscule coléoptère doré qui devient totalement rouge lorsqu'il est attaqué par un prédateur. « *Dans les deux cas, le phénomène met en jeu à la fois une structure photonique, comme pour le* Morpho, *mais aussi un produit chimique, dont la nature est encore inconnue, que l'insecte injecte dans cette structure* », commente Serge Berthier. Une fois décrypté, le mécanisme pourrait conduire à la conception de nouveaux matériaux dont les couleurs changeraient en fonction de la lumière ou de la température. Les insectes n'ont pas fini d'éclairer les chercheurs.

1. Unité CNRS/UPMC.

09







© 09-10-13 P GOETGHELUCK/DOUBLEVUE.FR ; 11-12 S. BERTHIER ; 14 J-P VIGNERON

13

09 Papillon à l'éclat métallique bleuté, véritable roi des effets lumineux, le *Morpho* est l'espèce favorite du physicien Serge Berthier, qui étudie ici les plus fins détails des ailes de l'insecte sous son microscope.

10 11 12 Le secret du *Morpho* provient de minuscules structures à la surface de ses ailes, espacées d'une centaine de nanomètres seulement et capables de renvoyer la couleur bleue de la lumière dans certaines directions. Observées au microscope, ces lamelles s'assemblent pour former des stries, qui elles-mêmes composent les écailles présentes sur les ailes du papillon.

13 Pour percer les mystères du papillon, celui-ci a été plongé dans de l'acétone. Le produit chimique a pris la place de l'air dans les structures nanoscopiques de l'aile, ce qui a fait disparaître la couleur bleue.

14 Dans leurs filets, les chercheurs ont mis la main sur une sauterelle aux couleurs éphémères : les bandes latérales vertes disparaissent quelques minutes après la mort de l'animal.

14

À LIRE

› ***Photonique des* Morphos, Serge Berthier, Springer, 2010, 248 p.**

CONTACT :
Institut des nanosciences de Paris
Serge Berthier
› serge.berthier@insp.jussieu.fr

Environnement Au lendemain du désastre écologique qui a frappé la Hongrie, Olivier Donard, physico-chimiste, analyse les conséquences de cet accident industriel majeur.

Coulée de boues en Hongrie : **vers un impact durable ?**

PAR PHILIPPE TESTARD-VAILLANT

Le 4 octobre, la digue d'un bassin de rétention de l'usine MAL (Magyar Aluminium) de la ville d'Ajka, à 160 kilomètres à l'ouest de Budapest, s'effondrait partiellement et libérait plus de 1 million de mètres cubes de boues rouges toxiques sur les sept villages avoisinant le site. Après avoir envahi champs, rues et maisons, la coulée meurtrière s'est déversée dans plusieurs affluents du Danube et a fini par contaminer le deuxième plus grand fleuve d'Europe, provoquant la pire catastrophe écologique qu'ait jamais connue la Hongrie.

Les boues qui ont transformé la région en zone de désolation couleur rouille « *sont les résidus d'exploitation de la bauxite, un minerai dont on extrait de l'alumine à partir de laquelle on fabrique de l'aluminium,* explique Olivier Donard, directeur de l'Institut des sciences analytiques et de physico-chimie pour l'environnement et les matériaux[1]. *Pour 1 tonne d'aluminium produite à partir de 4 à 5 tonnes de bauxite, il faut compter 1 tonne de boues rouges. La couleur de ces déchets miniers provient des oxydes de fer qu'ils contiennent* ». Problème : pour extraire l'alumine, on se sert de soude caustique, un produit qui provoque de graves brûlures, irrite les yeux et présente d'importants risques pour la faune et la flore. D'où la corrosivité des boues rouges. « *Toucher ces résidus, c'est comme plonger la main dans une solution de soude !* commente Olivier Donard. *Le pH des boues est élevé[2] : il varie entre 9 et 13, alors qu'un pH neutre est égal à 7. Cela constitue le principal problème à court terme pour les personnes et les écosystèmes touchés.* »

Quant à l'impact à long terme de cette pollution, Olivier Donard se montre prudent, faute de données détaillées sur la composition des boues. Bien connaître le contenu de ces résidus représente « *une des étapes clés du traitement de cette crise,* assure-t-il. *La dangerosité des boues rouges ne provient pas tant de leurs constituants majeurs – oxyde de fer, oxyde d'aluminium, silice, titane… – que des éléments mineurs fréquemment associés à ces derniers – plomb, cadmium, chrome, mercure… La forme chimique des éléments majeurs et des éléments à l'état de traces va conditionner leur capacité de dispersion dans l'environnement, ainsi que les mesures à prendre pour les rendre moins nocifs* ».

Tout laisse à penser que les boues, lors de chaque épisode pluvieux, vont relarguer les métaux dont elles sont chargées, avec des conséquences durables sur les écosystèmes. Les terrains seront probablement longtemps inutilisables pour l'agriculture. Et les boues, en séchant, pourraient disséminer dans l'air, sous forme de poussières, une partie des métaux qu'elles renferment, constituant un nouveau risque pour l'environnement. D'où l'importance, pour Olivier Donard, « *d'aller au fond des choses pour apprendre et prévenir à l'avenir de tels accidents et, à défaut, améliorer la gestion de ces crises. Cette démarche doit se faire en collaboration avec les industriels et les équipes de recherche locales. C'est pourquoi j'ai pris contact avec mes collègues hongrois pour mettre en place une action soutenue soit par l'Europe, soit par un organisme tel que le CNRS* ».

1. Unité CNRS/Université de Pau et des Pays de l'Adour.
2. Le pH mesure l'acidité ou la basicité d'une solution. Il varie entre 0 (très acide) et 14 (très basique).

© H. PREUDHOMME/LCABIE-IPREM

OLIVIER DONARD

Ce spécialiste de chimie analytique et de chimie de l'environnement a reçu le prix de la division de chimie analytique de la Société chimique de France.

CONTACT :
Institut des sciences analytiques et de physico-chimie pour l'environnement et les matériaux, Pau
Olivier Donard
› olivier.donard@univ-pau.fr

© B. SZANDELSZKY/AP/SIPA

→ Équipe de secours à la recherche des corps des personnes ayant été emportées par la coulée de boues toxiques en Hongrie.

Sauver LASCAUX

Le 27 décembre 1940, trois mois après sa découverte, la grotte de Lascaux était classée monument historique. Mais aujourd'hui, la Chapelle Sixtine de l'art pariétal inquiète. Les peintures sont en effet menacées par des champignons – des taches noires – ou encore par l'humidité. Pour faire face à ces dangers, un nouveau conseil scientifique a été nommé au début de l'année. Les chercheurs qui le composent, dont plusieurs du CNRS, doivent se réunir du 6 au 8 décembre. L'occasion de faire le point avec eux sur l'état de santé de ce trésor du patrimoine de l'humanité.

UNE ENQUÊTE DE GRÉGORY FLÉCHET ET CHARLINE ZEITOUN

Menaces sur une grotte d'exception **21** | Des moisissures coriaces **22** | Un site au climat précaire **24** | Les erreurs du passé **26** | Entretien avec Yves Coppens **28** |

© N. AUJOULAT/MINISTÈRE DE LA CULTURE ET DE LA COMMUNICATION-CNP

01

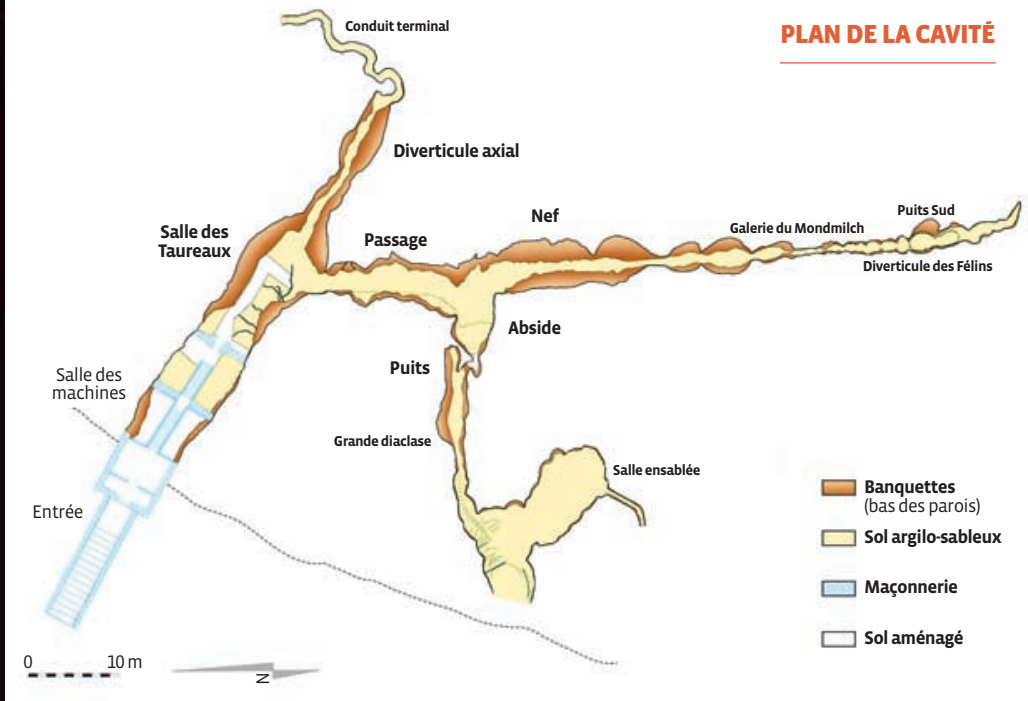
Menaces sur une grotte d'exception

À l'entrée de la grotte, près de Montignac, en Dordogne, les visiteurs se pressent. Ils veulent voir les cavalcades d'aurochs, de chevaux et de cerfs peintes sur les parois de la cavité. Mais ils n'admireront qu'un fac-similé *(lire l'encadré p. 27)*. L'originale, la célébrissime grotte de Lascaux, et ses peintures, datées d'environ 18 000 ans, extraordinaire témoignage de la Préhistoire découvert en 1940 par quatre intrépides jeunes gens en balade, se trouvent à 350 mètres de là. Elle est fermée au public depuis 1963. La Chapelle Sixtine de la Préhistoire est en effet malade. Ses parois ont d'abord subi l'assaut de différents micro-organismes, algues et champignons blancs, durant deux grandes crises, dans les années 1957-1963, puis dans les années 2000. Et les traitements chimiques appliqués à l'époque, quoique efficaces, ont profondément perturbé l'équilibre de la biodiversité de la grotte ainsi que son équilibre climatique. En raison de ces déséquilibres, de nouvelles taches sont apparues plus récemment, auxquelles s'ajoute un problème de circulation d'air qui menace la conservation des peintures. Un nouveau conseil scientifique a donc été nommé en janvier par le ministre de la Culture, Frédéric Mitterrand, pour étudier ces divers problèmes. Confié à la présidence du paléontologue Yves Coppens *(lire l'entretien pp. 28-29)*, il comprend différents scientifiques – microbiologistes, climatologues, hydrogéologues… –, dont plusieurs chercheurs du CNRS, qui doivent se réunir en ce début décembre.

DES FRISES MONUMENTALES

Qu'il faille protéger la grotte de Lascaux ne fait aucun doute. Classée monument historique trois mois à peine après sa découverte, inscrite au patrimoine mondial de l'Unesco en 1979, elle est souvent considérée comme la plus exceptionnelle grotte ornée du monde. Elle est pourtant loin d'être la seule ni la plus ancienne. En Europe, où l'on trouve les uniques manifestations d'art pariétal remontant

PLAN DE LA CAVITÉ



© D'APRÈS PLAN : N. AUJOULAT D'APRÈS FOND C. BASSIER - CNP - MCC

02

01 L'impressionnante Salle des Taureaux, juste après l'entrée de la grotte. 02 La cavité s'étire sur environ 230 mètres de long. Les parois du Passage, de l'Abside et de la Nef sont aujourd'hui menacées par des taches de moisissures noires.

jusqu'au début du Paléolithique supérieur, la grotte Cosquer affiche 27 000 ans, et la grotte Chauvet, 32 000 ans. Mais Lascaux se distingue de tous les autres sites. D'abord, *« bien que de longueur modeste, avec ses 230 mètres de long environ et ses espaces relativement restreints, elle contient des frises de dimensions importantes, notamment un immense aurochs de 5,5 m de long »*, commente Norbert Aujoulat, directeur du département d'art pariétal au Centre national de la Préhistoire[1], à Périgueux. Ensuite, *« il n'existe que peu de grottes ornées de peintures sous forme d'aplats de couleurs, par opposition aux dessins définis par leurs seuls contours »*. Cette maîtrise de la technique – la peinture est soufflée sur la paroi – est particulièrement troublante tant les perspectives sont magistrales, jouant souvent avec la surface bosselée d'un support peu propice. Enfin, *« les animaux y sont représentés en mouvement, alors que, dans les autres grottes, la représentation est plus statique »*, poursuit l'expert.

REPÈRE
Le Paléolithique supérieur (– 40 000 à – 10 000 ans) est caractérisé par l'arrivée de l'homme moderne en Europe, le développement de nouvelles techniques (lames, industrie osseuse…) et l'explosion de l'art préhistorique.

UNE FERMETURE SALUTAIRE

Pour toutes ces raisons, Lascaux est unique. *« Elle fut aussi le premier site à fermer au public, alors qu'elle était la grotte la plus visitée au monde, ce qui a entraîné une prise de conscience de l'importance de conserver ce type de patrimoine »*, soulignent Alain Rieu, chef de la conservation régionale des monuments historiques, et Muriel Mauriac, conservatrice de la grotte, tous deux à la direction régionale des affaires culturelles d'Aquitaine. *« La grotte d'Altamira, en Espagne, a eu aussi des problèmes de champignons dans les années 1970,* précisent-ils, *mais les malheurs de Lascaux ont servi d'enseignement »* : le site a fermé à temps et n'a pas subi de traitement ravageur. Alors que les autres grottes n'ont aujourd'hui à se battre que contre quelques mousses, Lascaux est donc la seule où persistent de véritables problèmes. **C. Z.**

1. Unité CNRS/Université Bordeaux-I/Ministère de la Culture et de la Communication/Inrap.

CONTACTS :
Norbert Aujoulat
› norbert.aujoulat@orange.fr
Muriel Mauriac
› muriel.mauriac@culture.gouv.fr
Alain Rieu
› alain.rieu@culture.gouv.fr

03

© 03-04-05-06 MINISTÈRE DE LA CULTURE ET DE LA COMMUNICATION-CNP

03 Ce grand aurochs, situé dans le Diverticule axial, est probablement l'image la plus emblématique de Lascaux. 04 Panneau de l'hémione, sorte d'âne sauvage, toujours dans le Diverticule axial. Sa silhouette trapue et sa ligne ventrale évoquent la fertilité.

Des

Toutes les études microbiologiques menées à Lascaux sont formelles : la cavité fourmille de bactéries et de champignons. Invisibles à l'œil nu, ces micro-organismes ne représentent pas un réel danger pour les fresques vieilles de 18 000 ans. Excepté lorsque l'un d'entre eux se met à proliférer. Sur le front de ces contaminations, la plus préoccupante aujourd'hui concerne des champignons mélanisés. Les fauteurs de trouble sont ainsi surnommés car leur prolifération se traduit par la formation d'auréoles sombres sur les parois qu'ils investissent. Ces taches noires pourraient constituer une réaction de défense à un stimulus extérieur (source de lumière artificielle, traitement chimique antérieur…). Leur expansion serait facilitée par la présence de collemboles, des arthropodes de 1 millimètre de long aperçus près de ces taches. Ceux-ci,

« Un symbole de la création de la vie »

→ Les chevaux, les taureaux, puis les cerfs. Selon Norbert Aujoulat, auteur d'une thèse d'État sur l'interprétation symbolique des peintures de Lascaux, les animaux apparaissent toujours dans le même ordre. Après avoir analysé leur pelage et leur silhouette, le chercheur n'a plus de doute : chaque animal a été saisi au moment de sa période de rut. *« Lascaux semble un symbole de la création de la vie,* explique-t-il. *Je pense que ces peintures ont été réalisées par des hommes mandatés par leur tribu, mais qui ne sont jamais revenus sur les lieux. »* Un sanctuaire dont seul comptait le souvenir ? *« C'est ce qui paraît s'être passé dans d'autres grottes, dont les sols argileux, capables d'imprimer les empreintes de pas, n'en contiennent que très peu : preuve que ce n'étaient pas des lieux très fréquentés. »* Le sol sableux de Lascaux ne permet pas d'affirmer la même chose, mais Norbert Aujoulat penche fortement pour cette interprétation.

04

© C. SAIZ J.JIMENEZ/SCIC

05 06 Prélèvement d'un échantillon sur une zone de contamination pour identifier le micro-organisme à l'origine des taches noires. 07 Ces collemboles, arthropodes retrouvés dans la grotte, auraient favorisé la dissémination des champignons mélanisés en les consommant.

moisissures coriaces

en se nourrissant du mycélium des champignons, disséminer-aient en effet ses spores et en accélèreraient la colonisation. Observées pour la première fois au printemps 2006, ces taches sont désormais localisées sur les parois du Passage, de l'Abside et de la Nef *(voir plan de la grotte p. 21)*. Pour Claude Alabouvette, microbiologiste à l'Institut national de recherche agronomique de Dijon, chargé d'inventorier les populations microbiennes de Lascaux, ces organismes fongiques ont toujours été présents dans la cavité : « *S'ils se sont mis à proliférer, c'est que les conditions environnementales leur sont devenues favorables dans certains secteurs de la cavité* », assure le scientifique.

LES FONGICIDES MIS EN CAUSE

Quelles furent les causes de cette soudaine prolifération ? « *Les analyses effectuées sur les prélèvements des zones de contamination visibles nous ont permis d'identifier plusieurs espèces du genre* Scolecobasidium », poursuit Claude Alabouvette. En parallèle, une équipe de microbiologistes japonais a montré, que ces champignons sont capables d'utiliser les détergents à base d'ammonium quaternaire comme unique source de carbone et d'azote. Or, ces produits chimiques entrent justement dans la composition des fongicides employés contre les moisissures blanches de *Fusarium solani* apparues en 2001, puis plus récemment contre les champignons mélanisés eux-mêmes. La nature ayant horreur du vide, les *Scolecobasidium* se seraient empressés de coloniser l'espace laissé libre par d'autres espèces plus sensibles aux traitements, parmi lesquelles figuraient très certainement les *Fusarium*. Les champignons mélanisés auraient de surcroît pu bénéficier d'une source de matière organique inespérée fournie par les fongicides successifs.

Pour se prémunir contre d'autres retours de bâton de ce type, des scientifiques italiens ont récemment proposé une nouvelle stratégie de lutte fondée sur l'énergie électromagnétique des micro-ondes. « *Contrairement aux traitements biocides, cette méthode, qui consiste à éliminer les souches fongiques en les chauffant, présente l'avantage de ne laisser aucun résidu organique potentiellement exploitable par d'autres micro-organismes* », souligne Piero Tiano, de l'Institut pour la conservation et la valorisation des biens culturels de Florence. En Toscane, le procédé a déjà permis d'éliminer des colonies de champignons recouvrant le mur décoré d'une tombe étrusque sans que cela n'altère les peintures. Cette méthode peu invasive pourrait constituer une alternative aux produits chimiques dans le traitement des contaminations fongiques de Lascaux.

PRIVILÉGIER LA NON-INTERVENTION

Devant la difficulté d'anticiper les effets collatéraux de nouveaux traitements sur la stabilité microbienne, le conseil scientifique privilégie pour l'heure une politique de non-intervention. L'idée d'un grand projet d'écologie microbienne visant à inventorier de la façon la plus exhaustive possible les populations microbiennes de Lascaux, en particulier dans les zones non contaminées, fait donc son chemin. « *Il est nécessaire de déterminer les équilibres qui s'établissent entre ces populations,* commente Thierry Heulin, chercheur au sein de l'unité Biologie végétale et microbiologie environnementales[1] de Cadarache et membre du conseil scientifique. *La finalité d'un tel programme est d'acquérir une connaissance à la fois temporelle et spatiale de l'écosystème microbien.* »

LA LUTTE BIOLOGIQUE N'EST PAS LA PANACÉE

Dans un milieu naturel fragile, l'emploi du prédateur naturel d'un organisme nuisible peut sembler une stratégie judicieuse. À Lascaux, où la priorité demeure la protection des fresques, cela reviendrait à ouvrir la boîte de Pandore. Pour éradiquer les moisissures blanches des *Fusarium solani* apparues au début des années 2000, les scientifiques auraient en effet pu faire appel à un autre champignon : *Trichoderma*. Celui-ci produit des substances capables d'interrompre la croissance des *Fusarium*. « *Mais nous n'aurions fait que remplacer les taches blanches par des taches vertes* », assure le microbiologiste Claude Alabouvette. Lors de l'inventaire des populations microbiennes présentes dans la grotte, les biologistes ont par ailleurs découvert une bactérie plutôt discrète, du genre *Collimonas*, susceptible d'utiliser les champignons comme source de nourriture. En stimulant sa croissance, on aurait pu faire d'elle la solution universelle contre les contaminations fongiques successives. Cette éventualité a cependant très rapidement été écartée, car la bactérie peut également dégrader les substances minérales. De là à redouter une attaque des parois ornées, il n'y avait qu'un pas que les scientifiques ont préféré ne pas franchir.

Un site au **climat**

Depuis l'interruption des traitements chimiques – le dernier remonte au mois de janvier 2008 –, doublée d'une présence humaine réduite à la portion congrue, Lascaux semble retrouver peu à peu une certaine stabilité. Comme en témoigne l'actuelle régression des taches noires dans l'Abside et dans la Nef. *« D'après nos dernières observations visuelles, 1 % des peintures sont aujourd'hui atteintes par ce phénomène »*, estime Jean-Michel Geneste, membre de l'unité de recherche Pacea[2], responsable des études scientifiques au sein de la cavité. La mélanine étant un pigment organique, elle a en effet tendance à s'estomper naturellement avec le temps. Cela est notamment le cas au-dessus des cornes de la grande vache noire, où les auréoles, encore nettement visibles il y a quelques mois, se font plus discrètes. Des signes de rémission qui pourraient signifier que cette contamination ne sera bientôt plus qu'un mauvais souvenir. **G.F.**

1. Unité CNRS/CEA/Université de la Méditerranée.
2. De la Préhistoire à l'actuel : culture, environnement et anthropologie (Unité CNRS/Université Bordeaux-I/ Ministère de la Culture et de la Communication/Inrap).

CONTACTS :
Claude Alabouvette
› claude.alabouvette@dijon.inra.fr
Jean-Michel Geneste
› jean-michel.geneste@culture.gouv.fr
Thierry Heulin
› thierry.heulin@cea.fr
Piero Tiano
› p.tiano@icvbc.cnr.it

Lascaux est comme un patient placé sous assistance climatique. Trônant à l'entrée du réseau souterrain, une machine installée en 2000 a pour mission d'empêcher la formation de condensation sur les parois qui pourrait endommager les peintures. Car, entre les travaux d'aménagement de 1947 et le changement climatique d'aujourd'hui, l'atmosphère de la grotte a été profondément perturbée. Et les mouvements d'eau et d'air qui asséchaient naturellement les parois depuis des millénaires ont en partie disparu. La circulation de l'eau d'abord : *« Lascaux est située à quelques mètres sous la surface, dans ce que nous appelons la zone d'infiltration diffuse du massif calcaire »*, indique Valérie Plagnes, hydrogéologue au sein de l'unité de recherche Sisyphe[1] et membre du conseil scientifique. Avant la découverte de la cavité, une partie de l'eau de pluie, qui circulait dans les couches géologiques situées juste au-dessus, rejoignait chaque automne l'éboulis d'entrée et coulait dans la grotte.

LE PROBLÈME DE L'EAU ET DE L'AIR

« Cette eau, à la température inférieure à celle de l'air intérieur, provoquait lors de son passage des points froids naturels au niveau du sol », précise la chercheuse. Ces points captaient l'humidité, empêchant la condensation sur les parois. Ce cycle

08

© LABORATOIRE TRÉFLE-CNRS-UNIVERSITÉ BORDEAUX-I/MCC-DRAC D'AQUITAINE

08 Toute présence humaine dans la grotte provoque une augmentation significative de la température ambiante. Une relation clairement mise en évidence par des simulations numériques comme celle-ci.

LASCAUX : DE LA DÉCOUVERTE À NOS JOURS

12 SEPTEMBRE 1940
Georges Agniel, Simon Coencas, Jacques Marsal et Marcel Ravidat explorent la grotte de Lascaux pour la première fois. Quatre jours avant, ce dernier avait découvert l'entrée de la cavité : un petit trou de 20 centimètres de large.

27 DÉCEMBRE 1940
La grotte est classée monument historique.

1947
De colossaux travaux d'aménagement sont entrepris.

13 JUILLET 1948
La grotte est ouverte au public.

1957
Une machine de régénération et de climatisation de l'air est installée.

1960
On constate l'apparition d'une maladie blanche (voile de calcite) et d'une maladie verte (colonie d'algues).

1962
Pas moins de 100 000 personnes visitent la grotte cette année-là, avec des pics pouvant atteindre 1800 visiteurs certains jours d'été.

1963
La grotte est fermée au public sur la demande d'André Malraux, ministre des Affaires culturelles. Des traitements chimiques contre la maladie verte sont appliqués.

1965-1967
La machine de ventilation qui aurait favorisé la dispersion de la maladie verte est démontée et remplacée par un nouveau système dit à batterie froide.

1972
Son propriétaire, M. de la Rochefoucauld, fait don de la grotte à l'État.

1940 1950 1960 1970

précaire

quasi immuable au cours des derniers milliers d'années a largement contribué à l'état de conservation exceptionnel des peintures jusqu'aux grands aménagements de la cavité. En dégageant l'éboulis situé à l'entrée de la grotte, puis en canalisant l'eau d'infiltration pour l'empêcher de pénétrer à l'intérieur, les premiers gestionnaires ont perturbé ce régulateur naturel. C'est alors qu'un second régulateur, la circulation de l'air, s'est détraqué à la faveur du changement climatique régional. Par le passé, les parties profondes de la grotte, plus isolées de l'extérieur, bénéficiaient d'une température plus stable et un peu plus élevée qu'à l'entrée. L'air froid de l'entrée se superposait alors à l'air chaud des profondeurs, provoquant un phénomène de convection : une circulation naturelle de l'air qui participait à l'assèchement des parois.

UNE TEMPÉRATURE FLUCTUANTE

Or, depuis trente ans, le département de la Dordogne connaît des hivers moins rigoureux. Du fait de sa proximité avec la surface, Lascaux subit de plein fouet les effets de ce radoucissement. À partir de 1985, la température moyenne à l'entrée de la grotte a fini par dépasser celle qui régnait dans les parties profondes. Résultat, l'air s'est réchauffé près de la voûte de la cavité. « *Quand de l'air chaud se superpose à de l'air froid, il se stratifie, et la convection s'interrompt* », explique Philippe Malaurent, ingénieur au laboratoire Ghymac[2], chargé de suivi des paramètres climatiques de la grotte. Cette stagnation de l'air a favorisé la condensation de l'eau sur les parois de la cavité. Si bien que, vers la fin des années 1980, l'ancien régulateur climatique, installé dans les années 1960, n'éliminait plus l'humidité que dans la Salle des Taureaux, à l'entrée. Il fut donc remplacé en 2000 par la machine actuelle, que certains jugent encore inadaptée. « *Ce n'est pas tant la conception de cette machine qui est en cause qu'une mauvaise prise en compte du changement climatique dans l'évolution de la climatologie de la grotte* », note Jean-Jacques Delannoy, géologue au sein de l'unité de recherche Edytem[3] et membre de l'actuel conseil scientifique.

Rétablir les mouvements de convection dans l'ensemble de la grotte reste le meilleur moyen de protéger les peintures. Pour y parvenir à coup sûr, l'une des stratégies consisterait à installer des cellules de refroidissement, sortes de points froids statiques, à l'intérieur du réseau souterrain. Une solution qui ne peut être envisageable qu'en dernier recours, tant l'introduction de matériel dans l'enceinte de la grotte peut être lourde de conséquences : assèchement trop brutal des parois, risque de fuite du fluide de refroidissement, difficulté à gérer plusieurs points froids en même temps… Mais nous n'en sommes pas là. Depuis 2001, à la faveur d'une très légère hausse des températures dans les parties profondes de la grotte, les mouvements de convection sont même réapparus. « *Cette année, l'assistance climatique n'a été mise en route que le 22 juin, soit un mois plus tard qu'en 2009* », souligne Philippe Malaurent. Peut-être les signes avant-coureurs d'un possible retour à l'équilibre de la cavité… **G.F.**

1. Structure et fonctionnement des systèmes hydriques continentaux (Unité CNRS/UPMC/École pratique des hautes études de Paris).
2. Géosciences, hydrosciences, matériaux, construction (Université Bordeaux-I/Université Michel-de-Montaigne-Bordeaux-III).
3. Environnements, dynamiques et territoires de la montagne (Unité CNRS/Université de Savoie).

CONTACTS :
Jean-Jacques Delannoy
› jean-jacques.delannoy@univ-savoie.fr
Philippe Malaurent
› p.malaurent@ghymac.u-bordeaux1.fr
Valérie Plagnes
› valerie.plagnes@upmc.fr

DE NOUVELLE TRACES À SURVEILLER

09

© J-J. DELANNOY

09 Telles des arabesques, les vermiculations (ici dans la grotte Chauvet) sont des phénomènes géologiques fréquents en milieu souterrain.

Parce qu'elles ressemblent étrangement aux traces laissées par un lombric, les spécialistes des milieux souterrains les ont baptisées vermiculations. Déjà présentes en différents endroits de la cavité, d'autres marques de ce genre ont été observées au cours de l'automne 2009. Ce phénomène géologique, relativement fréquent dans les milieux souterrains d'origine calcaire, résulte du déplacement sur de très courtes distances de particules d'argiles présentes sur les parois. Ces impuretés, insolubles dans l'eau, sont ensuite déplacées au gré des saisons par l'eau issue de l'infiltration ou de la condensation des parois. Bien que le phénomène ne semble pour l'heure avoir aucun impact sur les fresques de Lascaux, un protocole de suivi de son évolution vient d'être mis en place pour une durée d'un an. Du côté du conseil scientifique, on se veut rassurant : « *Ces vermiculations sont présentes en très grand nombre dans d'autres grottes ornées, comme celles de Chauvet ou de Cussac, sans que cela ne nuise à l'intégrité des peintures ou des gravures* », précise Jean-Jacques Delannoy.

10

10 Ici en couleurs estompées, le panneau de la Vache-qui-tombe et la frise des Petits chevaux, situés dans le Diverticule axial.

1979
La grotte est inscrite sur la liste du patrimoine mondial de l'Unesco.

1983
Lascaux II, fac-similé de la Salle des Taureaux et du Diverticule axial, est ouvert au public dans une cavité à 350 mètres de la grotte originale.

2001
Le système de climatisation, devenu obsolète, a de nouveau été changé. Dans les mois qui suivent, un champignon blanc envahit l'entrée de la Salle des Taureaux. Une couverture de chaux et un fongicide sont apposés.

2007
Des taches noires issues d'un nouveau champignon, apparues depuis quelques années, sont observées à proximité des peintures.

2008
L'Unesco menace d'inscrire la grotte sur la liste du patrimoine mondial en péril. L'idée est écartée après la visite des experts de l'organisation internationale.

2010
Un nouveau conseil scientifique, présidé par le paléontologue Yves Coppens, est nommé.

1980 1990 2000 2010

© MINISTÈRE DE LA CULTURE ET DE LA COMMUNICATION – CNP

11

12

13

© 11 DR ; 12 MINISTÈRE DE LA CULTURE ET DE LA COMMUNICATION-DRAC D'AQUITAINE ; 13 M. LARIVIÈRE-ARCHIVES LAVAL

Les erreurs du passé

« *Avec le recul, on est atterré par l'accumulation des erreurs commises (…)* qui mirent gravement en danger des peintures qui avaient survécu aux atteintes du temps pendant près de 20 000 ans[1] », résume le préhistorien Jean Clottes, spécialiste des grottes ornées. Mais, *« à l'époque, on ne savait pas… »,* commentent aujourd'hui la plupart des observateurs, comme les conservateurs Alain Rieu et Muriel Mauriac. Selon cette dernière, la plus grosse erreur fut sans doute d'avoir ouvert la grotte à un si grand nombre de visiteurs à partir de juillet 1948, le chaos de la Seconde Guerre mondiale une fois dissipé, sept ans et demi après la découverte de la cavité.

11 Entrée de la grotte en 1940. Le petit trou, de 20 centimètres à l'origine, est ici déjà élargi. 12 L'entrée, après les travaux de 1947, est devenue monumentale… 13 Prémices des travaux pour abaisser le sol de la Salle des Taureaux, en 1940. Assis devant, Jacques Marsal (de profil) et Marcel Ravidat (de face), deux des quatre découvreurs de la grotte.

Pour l'offrir au public et faciliter sa progression vers les salles ornées, *« des travaux d'aménagement inconsidérés ont été réalisés »,* observe le préhistorien Norbert Aujoulat. Le sol a été évidé pour l'abaisser de 1 mètre dans la zone du Passage. Différents éléments de maçonnerie ont été construits, dont des escaliers à l'entrée de la Salle des Taureaux. Et on a creusé une ouverture monumentale en guise d'entrée avec une porte *« digne d'un temple égyptien,* ajoute le chercheur, *alors qu'à sa découverte l'ouverture consistait en un petit trou d'à peine 20 centimètres de large… »* La grotte, son volume, sa communication avec l'extérieur et ses échanges thermiques s'en sont trouvés profondément modifiés. L'équilibre entre les micro-organismes en tout genre qui régnait jusque-là dans la cavité n'attendait plus qu'un souffle pour vaciller…

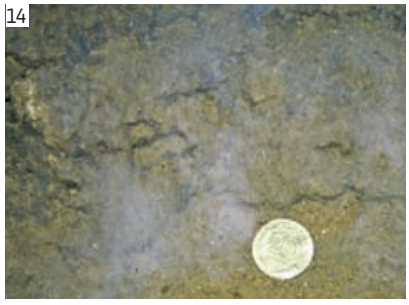
UNE VENTILATION INADAPTÉE

Ce souffle viendra du système de ventilation installé sous l'escalier d'entrée en 1957. Le but de l'énorme machine, utilisée généralement dans les sous-marins, est d'extraire le gaz carbonique (CO_2) présent en excès du fait de l'affluence de visiteurs et qui provoque parfois des malaises. Elle doit aussi augmenter la température, de 12,7 °C jusqu'à 14 °C, toujours pour le confort du public. *« Ce fut le début des ennuis,* souligne Norbert Aujoulat. *À partir de 1960, des taches vertes se sont développées sur les parois. »* Il s'agit d'une algue qui a proliféré au voisinage des vasques de lumière durant l'hiver 1962-1963. Cette maladie verte, sans doute introduite durant les travaux de terrassement ou par le va-et-vient des visiteurs, a été disséminée par la machine de ventilation. L'éclairage artificiel installé dans la grotte, la température trop élevée et l'humidité ambiante auraient ensuite fait le reste en favorisant la croissance de l'algue.

Dans le même temps est apparue une maladie blanche. Des voiles de calcite[2] blanche se sont déposés sur les parois à cause d'un cocktail d'infiltration et de condensation d'eau. Certains ont recouvert les peintures. On s'inquiète alors de voir les voiles s'opacifier, en partie du fait de la présence de CO_2. *« On aurait pu décider de stopper les visites dès 1962 »,* analyse Muriel Mauriac. Et ne pas atteindre cette année-là le chiffre mirobolant de 100 000 visiteurs, avec des pics de fréquentation à 1 800 par jour durant l'été. *« Mais il faut rappeler qu'il s'agit à l'époque d'une propriété privée, celle de M. de la Rochefoucauld, exploitée par une société qui fait travailler une douzaine de personnes »,* poursuit Alain Rieu. En avril 1963, André Malraux, ministre des Affaires culturelles, impose au propriétaire de fermer au public.

Face à la maladie verte, une commission de scientifiques créée par André Malraux prend une décision radicale : pulvériser les surfaces avec des antibiotiques et une solution de formol, puissant désinfectant. Victoire : en quelques mois, les taches vertes disparaissent. Et, entre 1965 et 1967, la coupable machine de ventilation est démontée au profit d'un nouveau système de climatisation, dit statique, qui ne force pas de déplacement d'air. À cette période critique, le ministre reste ferme : il n'y aura plus de visiteurs, ou seulement exceptionnels, comme des chercheurs ou des journalistes. Finalement, en janvier 1972, le propriétaire fait don de la grotte à l'État, avec, en contrepartie, la garantie d'exclusivité de la gestion d'un fac-similé, Lascaux II *(lire l'encadré ci-dessous)*, qui ouvrira en 1983. Dans la grotte originale, la situation restera sable pendant trente ans.

14 Ces moisissures blanchâtres ont envahi l'entrée de la Salle des Taureaux l'été 2001. Il s'agit de *Fusarium solani*, un champignon qui a prospéré, profitant du vide bactérien provoqué par les traitements chimiques appliqués sur les parois dans les années 1960.



© MINISTÈRE DE LA CULTURE ET DE LA COMMUNICATION-CNP

LES EFFETS SECONDAIRES DES TRAITEMENTS

Mais, en 1999, les pompes et les joints de la machine de climatisation lâchent les uns après les autres. Il faut à nouveau changer le système. « *Quelques mois à peine après les travaux d'installation, le sol et les banquettes (les bas des parois) de l'entrée de la Salle des Taureaux se sont tapissés en quelques jours d'une moisissure blanche* », raconte Alain Rieu. Nous sommes en juillet 2001 et le coupable est *Fusarium solani*, un champignon bien connu des agriculteurs. D'où vient-il ? Peut-être a-t-il été apporté par le ruissellement d'eau dans la grotte, particulièrement abondant en ce pluvieux printemps 2001. « *Les va-et-vient lors du chantier pour installer la machine y sont sans doute aussi pour quelque chose* », commente Alain Rieu. En revanche, tout le monde s'accorde aujourd'hui sur un point : la catastrophique influence des traitements chimiques lors de la crise des années 1960. L'utilisation d'antibiotiques et de formol a en effet détruit une bonne partie de la biodiversité microbienne, créant une sorte de vide bactérien. Seul micro-organisme résistant aux traitements, *Fusarium* prospère, s'adapte et mute en des souches propres à la terre de Lascaux.

« *Songez qu'à l'époque, pour éviter toute contamination depuis l'extérieur, on trempait même les chaussures dans un bac de solution de formol, apportant quelques gouttes dans le sol à chaque pas !* » s'exclame Muriel Mauriac, alors qu'aujourd'hui on porte des sur-chaussons, des combinaisons intégrales et des charlottes pour les cheveux. « *Le bac à formol était présent dans toutes les grottes à protéger, mais Lascaux, la plus fréquentée, fut la seule à tant en pâtir, victime de son succès…* », ajoute-t-elle. En automne 2001, une couverture de chaux et un fongicide ont été appliqués. Le duvet de mycélium a disparu, malgré quelques repousses ponctuelles qui seront enlevées manuellement. Mais entre-temps, d'autres micro-organismes en ont profité pour se réveiller, comme les fameuses taches noires…

À présent, ne rien faire semble une solution possible, et on cherche plutôt du côté des causes. Reste un lourd passif : une grotte dont l'équilibre en microfaune et en microflore a été profondément bouleversé lors des deux grandes crises passées, quand on s'imaginait faire une chambre stérile d'un milieu aussi complexe. En réalité, à chaque nouveau traitement, on préparait le terrain pour la conquête d'autres micro-organismes tapis dans l'ombre, à l'affût de la moindre variation du taux d'humidité ou de température. Peut-être l'équilibre se serait-il rétabli tout seul lors des premières crises. Mais « *ne rien faire semblait inenvisageable…* », résume Muriel Mauriac. **C.Z.**

1. *Lascaux, patrimoine de l'humanité, Les Dossiers d'archéologie*, hors-série n° 15, juin 2008.
2. Minéral à base de calcium.

15 Entrée de Lascaux II, fac-similé partiel de la grotte. Il attire tant de visiteurs que les dégagements de CO_2 de leurs véhicules menaceraient les peintures de la grotte originale, située à 350 mètres de là.

© SEMITOUR PERIGORD

COPIER LASCAUX POUR LA PRÉSERVER

De l'avis général, rouvrir Lascaux ne serait pas raisonnable. La volonté est même plutôt de sanctuariser la zone. Sous l'impulsion du ministère de la Culture, la direction régionale des affaires culturelles d'Aquitaine devrait donc bientôt fermer une des deux routes qui déverse actuellement un flot de voitures et de bus de touristes sur le site de Lascaux II, fac-similé partiel réalisé dans une cavité à 350 mètres à peine du précieux original. *« On projette d'assurer le transfert des 250 000 visiteurs par an avec des navettes électriques, afin de réduire les dégagements de CO_2 dans cette zone »,* signale le conservateur Alain Rieu. Le ministère est aussi en train d'acquérir les terrains autour de la grotte. *« Le but est de maîtriser les eaux de ruissellement souterraines qui entrent dans la cavité par le bassin-versant »,* ajoute Muriel Mauriac, conservatrice de la grotte. L'intérêt : prévenir la pénétration d'éventuels pesticides utilisés sur les terrains agricoles alentours. Pour que le public ait toujours accès à l'art pariétal, on accentue donc la création de fac-similés. Ainsi, Lascaux III, dit Lascaux révélé, est une reproduction de scènes de la Nef absentes de la précédente copie. Réalisés en 2003 à l'initiative du conseil général de la Dordogne, ces grands panneaux démontables ont déjà été présentés au public lors de différentes expositions en France et sont destinés à voyager dans le monde entier. Deux autres projets ont été décidés cet automne : Lascaux IV, dont le support reste à définir, sera un fac-similé complet des fresques, installé au pied de la colline qui abrite l'originale ; tandis que Lascaux V proposera le DVD d'un film en 3D de l'intérieur de la grotte.

Politique scientifique Depuis février 2010, le paléontologue Yves Coppens préside le nouveau conseil scientifique de la grotte de Lascaux. Nous l'avons rencontré peu de temps avant la réunion de ce conseil, qui doit se tenir au Collège de France du 6 au 8 décembre.

« Apprendre et comprendre *avant d'agir* »

PROPOS RECUEILLIS PAR GRÉGORY FLÉCHET

Pourquoi le ministère de la Culture et de la Communication a-t-il décidé, en février dernier, la création d'un conseil scientifique en lieu et place de l'ancien comité ?

Cette idée a commencé à émerger en 2008 lorsque la menace d'inscrire Lascaux au patrimoine en péril de l'Unesco s'est faite plus sérieuse. À l'annonce de la création du conseil scientifique de Lascaux par Frédéric Mitterrand, en janvier 2010, j'ai été appelé pour piloter ce groupe de travail. En tant que président du conseil, j'en ai choisi les quatorze membres, en veillant à ce que les disciplines scientifiques impliquées dans la conservation de la grotte soient représentées. Le précédent comité scientifique, dont le mandat est arrivé à échéance en juillet 2009, dépendait directement du ministère de la Culture, son ancien président étant un inspecteur général de l'archéologie de ce même ministère. On a ainsi souvent reproché à ce comité d'être à la fois juge et partie, ce qui ne peut être le cas de l'actuel conseil scientifique dont les représentants ne participent, par ailleurs, à aucun des programmes de recherche menés sur le site de Lascaux. Une situation qui permet de se pencher sur l'état de santé de la grotte dans un souci d'indépendance et de libre arbitrage des débats autour de sa conservation.

REPÈRES

AOÛT 2002
Mise en place du comité scientifique international de Lascaux.

PRINTEMPS 2006
Apparition de taches noires sur les parois de la cavité.

JUILLET 2009
Arrivée à échéance du mandat du comité scientifique.

21 JANVIER 2010
Création du conseil scientifique de la grotte de Lascaux.

Quel est précisément le rôle du conseil scientifique ?

Ce dispositif est actuellement l'unique conseil officiel et donc le seul habilité à donner des recommandations susceptibles d'améliorer la conservation du patrimoine pictural de Lascaux. Notre objectif est de dresser un diagnostic global de la grotte, non pas figé mais dynamique, car, même si on a parfois tendance à l'oublier, celle-ci est vivante. Pour cela, il convient de s'intéresser davantage aux environnements, externe et interne, de la cavité qu'à sa signification préhistorique. C'est la raison pour laquelle le conseil se compose à la fois d'experts du contenant – géologues, climatologues, hydrogéologues –, qui étudient l'environnement proprement dit, et d'experts du contenu – microbiologistes pour la plupart –, qui s'évertuent à mieux comprendre les interactions entre les communautés d'organismes (bactéries, champignons, arthropodes) qui vivent à l'intérieur de la grotte.

Vous avez visité la grotte de Lascaux au mois de septembre en compagnie de Nicolas Sarkozy. Dans quel état se trouve-t-elle ?
Pour le moment, elle semble stable. Le jour de notre visite, le gardien m'a d'ailleurs confié que *« la grotte allait bien »*. Sa remarquable conservation doit sans doute beaucoup au savoir-faire des artistes qui ont réalisé les fresques. Les hommes de Cro-Magnon ont utilisé des pigments et des liants d'une qualité telle que les crises successives qui ont affecté la grotte semblent n'avoir eu aucun impact sur les peintures. Quant aux taches noires provoquées par le développement de champignons mélanisés – la dernière contamination en date –, elles semblent en régression. Mais on ne crie pas victoire pour autant.

« Les micro-organismes qui vivent à l'intérieur de la grotte et leur action ou interaction sont encore mal connus. »

Cela veut-il dire que ces contaminations successives n'ont finalement eu qu'un impact visuel ?
Les contaminations par les algues vertes des années 1960 et les traces blanches apparues début 2000 ont disparu sans avoir apparemment altéré les peintures. Cela dit, même si certains spécialistes affirment qu'il n'y a pas un seul centimètre carré de fresque qui a disparu depuis la découverte de la cavité, nous nous devons de rester vigilants. Car les micro-organismes qui vivent à l'intérieur de la grotte et leur action ou interaction sont encore mal connus. Certaines bactéries sécrètent peut-être des substances dont on ne mesure pas encore les conséquences sur l'équilibre de la cavité. Le pire des scénarios serait de voir émerger un micro-organisme qui s'attaquerait directement aux pigments des fresques, ce qui n'a heureusement encore jamais été observé.

Parmi les problèmes actuels figure aussi l'interruption de la circulation d'air à l'intérieur de la cavité…
Nous sommes conscients qu'il s'agit là d'un problème sérieux, mais nous ne connaissons pas encore les conséquences bénéfiques ou néfastes de ce phénomène sur la conservation des peintures. Les études menées par les différents spécialistes nous ont appris que la grotte de Lascaux n'était pas un écosystème statique, comme nous l'avons déjà dit, puisqu'elle réagit aux modifications des conditions environnementales qui règnent aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur de la cavité. Cette disparition des mouvements de convection est souvent mise sur le compte du système d'aération installé depuis 2000. S'il ne fait aucun doute que cette machinerie, disproportionnée pour une grotte de petite taille comme Lascaux, doit être repensée, elle semble pourtant n'avoir eu que peu d'incidence sur la perturbation de la circulation d'air à l'intérieur de la grotte.

Quels sujets seront abordés lors de la prochaine réunion du conseil scientifique qui doit se tenir début décembre ?
Nous allons poursuivre les auditions des acteurs principaux de la conservation de Lascaux débutées en juin 2010. Jusqu'à présent, le conseil a surtout été à l'écoute des spécialistes de diverses disciplines. En auditionnant les conservateurs, les préhistoriens et les scientifiques qui se sont succédé au chevet de Lascaux ces dernières décennies, nous souhaitions en effet engranger un maximum de connaissances sur l'état de la grotte. Car nous voulons apprendre et comprendre avant d'agir. Lors de cette réunion, nous allons donc consacrer beaucoup de temps aux discussions qui, je l'espère, aboutiront aux premières prises de décision dès la fin de cette année.

À l'avenir, pensez-vous que la grotte pourra être fréquentée par d'autres personnes que les scientifiques ?
Ce n'est pas impossible et, à titre personnel, je n'y suis pas hostile. Les scientifiques qui en sont un peu les médecins doivent continuer à y descendre, mais l'information du plus grand nombre sur son état de santé passe à mon sens par une plus grande accessibilité aux passeurs de savoirs que sont les journalistes. Ces derniers pourront ainsi témoigner de l'évolution de la grotte au fil du temps. Toutefois, cette décision ne relève pas du conseil scientifique, qui n'a qu'une vocation consultative, mais du ministère de la Culture et de la Communication, qui la prendra au regard des conclusions que nous lui remettrons.

Pour en savoir +

À LIRE |
Le Présent du passé au carré
La fabrication de la Préhistoire
Yves Coppens, Odile Jacob, 2010

Lascaux. Le geste, l'espace et le temps
Norbert Aujoulat, Seuil, coll. « Arts rupestres », 2004

Lascaux, une œuvre de mémoire
Jean-Michel Geneste, Tristan Hordé et Chantal Tanet, Fanlac, 2003

50 + un
1959-2010. La recherche au ministère de la Culture
Culture et Recherche, n° 122-123, 2010
› Disponible en ligne sur www.culture.gouv.fr/culture/editions/r-cr.htm

À VOIR |
Visite virtuelle de la grotte
› www.lascaux.culture.fr

CONFÉRENCE |
Journée de conférences à l'occasion de la célébration des découvertes des grottes de Lascaux et de Cussac, organisée par la Société préhistorique française, le 18 décembre à partir de 10 heures, à l'amphithéâtre de l'IPH, 1, rue René-Panhard, 75013 Paris
› www.prehistoire.org

© C. FRÉSILLON/CNRS PHOTOTHÈQUE ; N. AUJOULAT/MINISTÈRE DE LA CULTURE ET DE LA COMMUNICATION-CNP

Partenariat À l'occasion d'une journée dédiée aux pôles de compétitivité, le CNRS a réaffirmé sa volonté de tenir un rôle majeur dans la recherche avec les industriels.

Le CNRS joue la carte des pôles

PAR FABRICE DEMARTHON

« ***Les pôles de compétitivité sont le lieu privilégié où convergent nos forces de recherche.*** *Je compte sur les équipes du CNRS pour jouer pleinement leur rôle au sein de ces pôles et donner à travers eux un élan décisif à cette recherche ouverte et collaborative que nous souhaitons pour notre pays.* » C'est par ces termes que Valérie Pécresse, ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, a ouvert la journée de réflexion et de prospective sur les pôles de compétitivité, organisée par le CNRS le 20 octobre, à Paris. Cinq ans après la création des premiers pôles, leurs présidents, ceux des universités, les industriels, les membres des ministères et les directeurs d'instituts ont répondu à l'invitation d'Alain Fuchs, président du CNRS, et de Joël Bertrand, directeur général délégué à la science, afin de dresser un bilan du rôle qu'y joue la recherche publique. L'objectif était également d'entamer une réflexion sur l'avenir de cette collaboration.

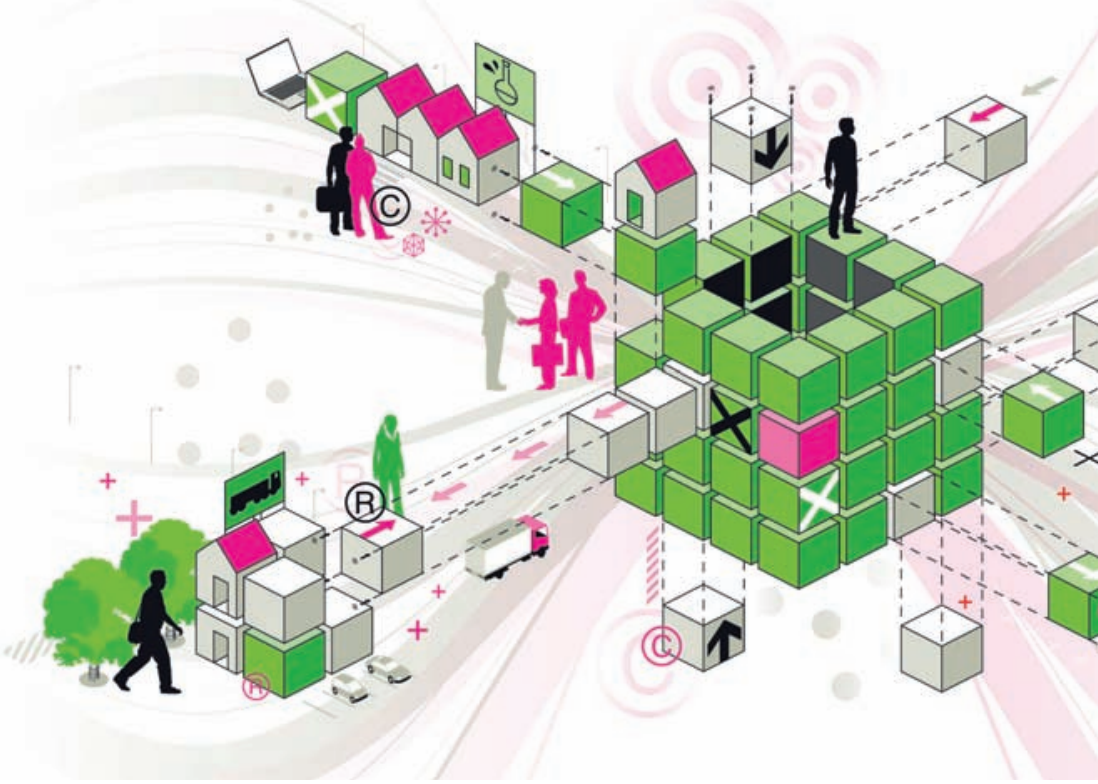
MULTIPLIER LES PARTENARIATS

Lancés en 2005, les pôles de compétitivité rassemblent des industriels, des laboratoires de recherche et des organismes de formation d'un même territoire autour d'une thématique, en associant les pouvoirs publics, nationaux et locaux. L'idée consiste à développer des projets collaboratifs qui permettent aux entreprises impliquées de gagner la course à l'innovation, tant en France qu'à l'étranger. « *Les résultats ont été largement meilleurs que ceux auxquels nous nous attendions,* indique Jean-Marc Thomas, président du pôle mondial Aerospace Valley, installé dans les régions Midi-Pyrénées et Aquitaine et dédié à l'aéronautique et à l'espace. *Rien que pour notre pôle, près de 300 projets ont déjà été financés pour un montant total de 600 millions d'euros, dont 240 millions pour la recherche publique.* » Même son de cloche au pôle System@tic, en Île-de-France, qui se consacre aux systèmes complexes. « *De nos débuts, en 2005, à aujourd'hui, nous sommes passés de 35 à 350 PME partenaires* », se félicite son président, Dominique Vernay, également directeur technique du groupe Thales.

Du côté du CNRS, on loue la réussite de la collaboration avec les pôles. « *Un peu plus de 300 unités du CNRS sont impliquées dans 67 des 71 pôles de compétitivité existants,* précise Joël Bertrand. *Au total, 1 269 contrats labellisés ont été signés en cinq ans pour un montant de 217 millions d'euros. Le CNRS a une grande force : il peut se positionner dans la plupart des secteurs industriels, car il est le seul organisme de recherche public à couvrir tous les champs de la connaissance.* » Même les sciences humaines et sociales seront amenées à jouer un plus grand rôle dans les recherches partenariales.

MIEUX ASSOCIER LES PME

« *Nous avons pour le moment neuf collaborations régulières avec les pôles,* indique Patrice Bourdelais, directeur de l'Institut des sciences humaines et sociales (INSHS) du CNRS. *Nos économistes, nos sociologues, nos linguistes peuvent apporter une vraie valeur ajoutée aux travaux qui y sont réalisés.* » Jean-Yves Longère, directeur du pôle Pégase, implanté dans le sud-est de la France,



plaide lui aussi pour une entrée forte des sciences humaines : « *Il y a là un formidable gisement d'innovations.* »

Si le succès des pôles de compétitivité est indéniable, il existe cependant des points noirs. Comme l'ont rappelé plusieurs participants à la journée de réflexion, certains pôles fonctionnent mieux que d'autres. « *Avoir un label ne suffit pas,* rappelle Laure Reinhart, directrice générale déléguée d'Oseo, l'organisme public en charge du financement de l'innovation. *Il faut aussi prouver que tous les acteurs peuvent travailler ensemble. Certains projets échouent faute d'accord de consortium.* » Car, derrière la volonté affichée de collaborer, il y a aussi des rivalités industrielles qu'il ne faut pas négliger.

Autre problème souligné : les grands groupes font parfois de l'ombre aux PME. Comme le remarque Dominique Vernay, « *les acteurs de base que sont les organismes de recherche et les grands groupes sont bien intégrés. Il faut maintenant mieux associer les PME pour commencer à rêver d'avenir.* » Elles auraient tout à y gagner : les PME impliquées dans un pôle semblent mieux résister à la crise économique. « *La recherche publique accroît leur compétitivité* », explique Dominique Vernay.

Philippe Baptiste, directeur de l'Institut des sciences informatiques et de leurs interactions (INS2I) du CNRS, voit aussi d'un bon œil le renforcement du rôle des PME : « *Les collaborations entre les grandes entreprises et le CNRS se faisaient déjà, plutôt de manière bilatérale. Les pôles de compétitivité nous ont ouvert la porte des PME. C'est un enjeu essentiel pour notre organisme.* » De leur côté, les industriels se félicitent de leur lien avec le CNRS. « *Il est indispensable pour révéler les besoins latents nécessaires à l'innovation de demain mais encore mal exprimés aujourd'hui* », explique Michel Gigou, directeur du pôle Mov'eo.

RENFORCER LA COOPÉRATION

Conscient de la valeur de cette coopération, le CNRS souhaite la renforcer. Établir le répertoire des compétences et des offres technologiques des laboratoires de l'organisme à destination des industriels, favoriser l'accueil de chercheurs et d'ingénieurs issus de l'industrie tout en facilitant la mise à disposition ou la consultance de ceux du CNRS sont autant de pistes à explorer pour enrichir les liens avec les pôles. Avant, éventuellement, la mise en place, à moyen ou à long terme, d'une stratégie commune à tous les acteurs. La montée en puissance du rôle du CNRS dans les pôles passera aussi par l'amélioration des transferts de technologies vers les industriels : « *Il ne faut plus qu'ils soient ralentis par la viscosité procédurale* », assène Alain Fuchs, pour qui « *le CNRS dans son entier doit se placer à l'interface entre la création de valeur par ses scientifiques et le captage de cette valeur par les entreprises* ».

3 CHIFFRES CLÉS

71 pôles sont labellisés, dont 67 dans lesquels le CNRS est impliqué.

1269 contrats ont été signés avec le CNRS depuis le lancement des pôles en 2005.

1,5 milliards d'euros, c'est le montant dédié par l'État au financement des pôles pour la période 2009-2011.

© ILLUSTRATION S. KIEH POUR CNRS LE JOURNAL

CONTACT :
Direction générale déléguée à la science (DGD-S), Paris
Joël Bertrand
› secretariat-dgds@cnrs-dir.fr

IMAGERIE |

L'Institut de recherche sur les matériaux avancés de Rouen

dispose désormais d'un microscope électronique à transmission ultraperformant, qui a été inauguré le 3 novembre. Premier instrument de ce genre en Europe, deuxième dans le monde, ce microscope a une résolution de 0,08 nanomètre. Il sera capable de scruter la matière jusque dans ses moindres atomes. Complété par un autre microscope équipé d'un système d'usinage nanométrique, le dispositif représente un montant de 3 millions d'euros.

PHYSIQUE |

Un premier

accord européen vient de voir le jour dans le domaine de la stratégie en physique nucléaire. Les membres de NuPNET, un réseau européen en physique nucléaire coordonné par le CNRS, ont arrêté le 15 octobre des axes stratégiques pour le financement des infrastructures de recherche européennes dans ce domaine. Point de départ à un appel à propositions, c'est une étape clé qui préfigure la physique nucléaire de demain.
› www2.cnrs.fr/presse/communique/2000.htm

PARITÉ | **Il existe des différences importantes entre les femmes et les hommes qui travaillent au CNRS. Sous-représentées parmi les directeur(trice)s de recherche, les femmes sont moins bien rémunérées en moyenne. Ce sont là quelques enseignements tirés de la deuxième édition de la brochure *La Parité dans les métiers du CNRS,* qui vient de paraître. Réalisé par les équipes de la Mission pour la place des femmes au CNRS et de la Direction des ressources humaines, ce document dresse un bilan de la situation des personnels selon leur genre. Il se veut un véritable instrument au service de la gestion des ressources humaines.**
› www.cnrs.fr/mpdf/spip.php?article520

Organisation Depuis juillet, le CNRS s'est doté d'une Direction Europe de la recherche et coopération internationale. Sa directrice, Minh-Hà Pham-Delègue, revient sur ses objectifs.

De nouvelles priorités **pour l'international**

5 CHIFFRES CLÉS

LE CNRS SOUTIENT 582 STRUCTURES DE COOPÉRATION SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE DANS LE MONDE.

10	Bureaux répartis sur la majorité des continents
343	Projets internationaux de coopération scientifique (Pics)
114	Laboratoires internationaux et européens associés (LIA + LEA)
93	Groupements de recherche internationaux (GDRE + GDRI)
22	Unités mixtes internationales (UMI)

© F. PLAS/CNRS PHOTOTHÈQUE

PROPOS RECUEILLIS PAR FABRICE DEMARTHON

Pouvez-vous rappeler les missions de la Direction Europe de la recherche et coopération internationale (Derci) ?

La Derci a pour objectif de coordonner l'ensemble des opérations conduites par le CNRS, en Europe d'une part, pour y renforcer l'espace de la recherche, dans le reste du monde d'autre part, pour développer les coopérations internationales. Elle résulte de la réunion des anciennes Directions des affaires européennes et des relations internationales. Cette séparation se justifiait par le fait que les collaborations européennes différaient des autres par leur côté "domestique". Toutefois, aux yeux du président, Alain Fuchs, et du reste du directoire, il était important d'offrir à nos interlocuteurs – français ou étrangers – un point d'entrée unique. C'est pourquoi a été créée la Derci, seul opérateur de la stratégie internationale du CNRS et de ses dix instituts.

Aujourd'hui, quelles sont vos priorités ?

En interne d'abord, nous allons renforcer nos liens avec les autres directions du CNRS ainsi qu'avec les dix instituts. Notre mission est de soutenir leurs demandes liées à leurs coopérations internationales afin qu'ils atteignent leurs objectifs scientifiques. Dans ce contexte, nous mettrons en place de nouveaux indicateurs pour évaluer nos actions : publications et brevets en commun avec nos partenaires étrangers, mouvements d'étudiants… Il faudra aussi que nous évaluions ces collaborations sur le long terme, que nous sachions ce qu'elles deviennent. Nous allons également consolider le réseau avec nos partenaires – ambassades, universités, autres organismes de recherche… –, en mettant à leur disposition nos infrastructures. Nos bureaux, par exemple, pourraient devenir, en lien avec les services scientifiques et technologiques des ambassades, de véritables plateformes de la recherche française à l'étranger.

Concernant les bureaux à l'étranger, des changements sont-ils attendus ?

Nous venons de créer un bureau en Inde, et nous projetons d'en créer un à Malte. Les bureaux du CNRS à l'étranger n'ont pas vocation à être pérennes. Ceux de Londres et de Bonn, par exemple, ont été fermés, puisque nos chercheurs collaborent facilement avec leurs confrères européens. D'autres sont créés afin d'initier de nouvelles coopérations. C'est le cas du bureau indien. En tant que pays

émergent, l'Inde est un partenaire stratégique, mais il se tourne plus naturellement vers les pays anglo-saxons. Il faut donc que nous renforcions notre présence là-bas. Quant au bureau de Malte, il sera notre pont vers les pays du pourtour méditerranéen. Cette région s'avère d'une importance capitale dans de nombreux domaines scientifiques, notamment en sciences de l'environnement et de l'Univers. Nous testons également de nouveaux modèles de gouvernance pour ces bureaux, en partenariat avec d'autres organismes de recherche par exemple.

« Il était important d'offrir à nos interlocuteurs – français ou étrangers – un point d'entrée unique. »

Groupements de recherche internationaux (GDRI), Laboratoires internationaux associés (LIA), Unités mixtes internationales (UMI)… Le CNRS a mis en place des outils uniques dans la recherche française pour assurer ses collaborations à l'étranger. Ces outils vont-ils évoluer ?

Oui. En premier lieu, nous allons leur donner une meilleure visibilité en créant des liens entre différentes structures du CNRS localisées dans un même pays ou dans une même région. À Singapour, par exemple, nous disposons de deux Unités mixtes internationales, regroupant une dizaine de chercheurs. Nous voulons renforcer les échanges afin que leurs actions soient coordonnées vis-à-vis des partenaires scientifiques locaux. De même, dans certains pays, comme la Chine, nos forces sont dispersées. Nous souhaiterions voir émerger des réseaux interinstituts, par exemple sur une thématique telle que l'environnement et le développement durable. De nouveaux outils vont également faire leur apparition. Nous allons créer les Unités mixtes internationales miroirs. Il s'agira d'antennes des UMI déjà existantes, mais qui seront cette fois installées en France, si possible dans les campus universitaires partenaires du CNRS. Ce type de structures devrait favoriser des échanges équilibrés entre chercheurs français et étrangers.

CONTACT :
Direction Europe de la recherche et coopération internationale, Paris
Minh-Hà Pham-Delègue
› minh-ha.pham-delegue@cnrs-dir.fr

© LUDOVIC/REA

→ Le laboratoire franco-allemand Code a lancé une vaste enquête ayant pour objectif de comparer le travail des élus dans les deux pays et la vision qu'en ont les citoyens.

Europe

Enquête sur la démocratie

PAR SEBASTIÁN ESCALÓN

→ **Loin d'être un concept gravé dans le marbre, le mot démocratie** correspond à de multiples réalités à travers les pays. C'est dans le but d'analyser les divergences et points communs entre divers systèmes démocratiques qu'a été créé le LEA Code (le Laboratoire européen associé « Comparer les démocraties en Europe »), qui regroupe le laboratoire bordelais Science politique, relations internationales, territoire (Spirit)[1] et l'Institut des sciences sociales de l'université de Stuttgart (Issus). Créé en 2005 et renouvelé en 2009, il a permis aux deux partenaires de proposer d'ambitieux programmes de recherche internationaux et de multiplier les échanges de chercheurs et d'étudiants entre les deux pays.

En 2010, ce LEA s'est lancé dans une grande enquête baptisée Citrep (Citizens and Representatives in France and Germany). Ce programme de recherche a été retenu fin 2009 dans le cadre de l'appel à projet franco-allemand en sciences humaines et sociales de l'Agence nationale de la recherche (ANR) et de son homologue allemand, la Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG). *« Il s'agit d'une vision croisée entre les élus nationaux et les citoyens qu'ils représentent au sujet du travail de ces mêmes élus »,* indique Éric Kerrouche, responsable du LEA du côté français. L'enquête va commencer par un sondage qui montrera ce que Français et Allemands savent ou croient savoir du travail réalisé par leurs députés. Ensuite, les chercheurs suivront une semaine durant 120 députés de chaque côté du Rhin lorsque ceux-ci visitent leur circonscription. *« C'est quasiment une enquête ethnographique sur le travail de terrain des parlementaires »,* précise Éric Kerrouche.

Parmi les autres thèmes abordés par ce laboratoire franco-allemand, on trouve l'euroscepticisme, les modes de participation citoyenne au niveau local ou encore l'idée que se font les gens du concept même de démocratie. *« La démocratie n'est pas comprise de la même façon dans les deux pays. Par exemple, on considère en France que l'action violente est une forme de participation possible, voire légitime, ce qui est loin d'être le cas en Allemagne »,* explique le chercheur. Et de conclure : *« Le LEA est venu institutionnaliser une collaboration de vingt ans entre nos deux laboratoires. Ce projet va se terminer fin 2012, mais nous espérons continuer à travailler avec l'Issus, notamment autour de programmes de recherche comme l'enquête Citrep. »*

1. Unité CNRS/IEP Bordeaux/Université de Bordeaux.

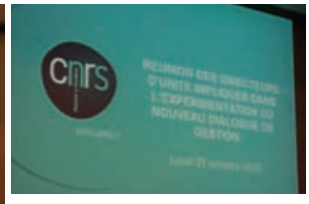
CONTACT :
Science politique, relations internationales, territoire, Pessac
Éric Kerrouche
› e.kerrouche@sciencespobordeaux.fr

Ressources La journée de présentation des grands principes du nouveau dialogue de gestion a fait salle comble.

La gestion du CNRS **se rénove**

PAR FABRICE IMPÉRIALI

Ils étaient 85 directeurs d'unité à se réunir ce 25 octobre dans l'amphithéâtre du siège parisien du CNRS, conviés par Xavier Inglebert, directeur général délégué aux ressources. La raison ? Ce sont eux qui expérimentent la nouvelle méthodologie dite de dialogue de gestion, mise en place par l'organisme pour répartir ses ressources entre ses laboratoires. Cette journée d'information rassemblait également les directeurs des dix instituts scientifiques, les délégués régionaux, les responsables administratifs des services du siège, ainsi que les directeurs généraux des universités hébergeant les laboratoires concernés, les représentants de la Conférence des présidents des universités (CPU) et de l'Agence de mutualisation des universités (AMUE). Une première.



01 Thibaut Sartre (DSFIM) et Xavier Inglebert (DGD-R). 02 Patrice Bourdelais (INSHS). 03 Damien Verhaeghe (Université de la Méditerranée) et Alain Abécassis (CPU). 04 Claude Ronceray (Université Pierre-et-Marie-Curie). 05 Michel Spiro (TGIR) et Françoise Gaill (Inee). 06 Patrick Netter (INSB).

En effet, pour Xavier Inglebert, *« il est nécessaire de présenter à nos partenaires universitaires les nouveaux outils de gestion que nous mettons en œuvre. Ils permettent une lecture rapide et aisée de nos ressources. Cette transparence est essentielle alors que 90 % de nos laboratoires sont des Unités mixtes de recherche (UMR) ».* De fait, cette nouvelle méthode de gestion est au service de la politique de partenariat que le CNRS met en place avec les établissements d'enseignement supérieur et de recherche. Xavier Inglebert leur propose d'ailleurs d'adopter cette méthodologie pour 2012.

UN LANGAGE BUDGÉTAIRE COMMUN

Cheville ouvrière du dialogue de gestion, la Direction de la stratégie financière, de l'immobilier et de la modernisation (DSFIM), a mis au point, sous la houlette de Thibaut Sartre, son directeur, le nouveau référentiel budgétaire. L'outil répartit le budget de chaque entité sous la forme de sept regroupements fonctionnels : fonctionnement courant, fonctionnement et équipement liés à la science, colloques-missions-communication, informatique, immobilier, action sociale et subventions. Une fois le dialogue de gestion terminé, les budgets primitifs sont élaborés à l'aide de ce référentiel bâti autour d'indicateurs homogènes et fiables pour tous les centres de pilotage. *« Il s'agit d'un outil transparent des répartitions des ressources qui donnera plus de responsabilités aux gestionnaires,* explique Thibaut Sartre. *Il fallait un nouveau langage budgétaire commun entre la direction du CNRS, les instituts, les délégations régionales, les laboratoires et notre tutelle. Jusqu'à présent, on savait combien on dépensait mais pas comment on dépensait. Désormais, les budgets seront décidés selon les dépenses effectives de l'année précédente et non plus sur les budgets primitifs. »*

MIEUX RÉPARTIR LES RESSOURCES

Au CNRS, le déploiement du dialogue de gestion sera progressif : d'abord mis en place cet automne pour les délégations régionales, les instituts, les services du siège et 85 laboratoires expérimentaux, il sera généralisé aux 1 200 laboratoires du CNRS à l'automne 2011. Mais en quoi consiste le dialogue de gestion ? *« Il s'agit,* explique Xavier Inglebert, *de répartir au mieux les ressources du CNRS, c'est-à-dire nos personnels et nos crédits, au profit de notre politique scientifique. L'idéal serait*

« Cela va nous permettre de mieux connaître l'ensemble des dynamiques budgétaires de l'établissement. » XAVIER INGLEBERT

qu'on puisse lire clairement notre politique publique à travers l'allocation de nos ressources. » Cette démarche se traduit par un processus promouvant la répartition prévisionnelle et équitable des ressources disponibles de la subvention d'État. « *Le but est de passer d'une logique de recettes à une logique de dépenses prévisionnelles, où toute dépense devra être prévue et justifiée au premier euro. Je souhaite que nous puissions partager cette démarche avec les 1 200 laboratoires du CNRS.* »

Mais le nouveau dialogue de gestion n'a pas pour seule finalité la répartition des ressources entre les centres de pilotage (instituts, laboratoires, directions fonctionnelles…). Il s'agit également

© PHOTOS : C. FRESILLON/CNRS PHOTOTHÈQUE

d'attribuer à ces centres de pilotage la totalité de ces ressources en début d'exercice, et de manière globalisée. Et de les inciter à identifier une prévision de ressources propres dont ils vont bénéficier et l'emploi qu'ils comptent en faire. « *Identifier, c'est prévoir,* affirme Xavier Inglebert. *Cela va nous permettre de mieux connaître l'ensemble des dynamiques budgétaires de l'établissement.* » Chaque centre de pilotage signera au final un contrat d'objectifs ressources (COR) dans lequel sont identifiés les ressources, les objectifs scientifiques et les objectifs de qualité de service.

UNE VRAIE NÉGOCIATION SUR LES OBJECTIFS

Pour Philippe Vendrix, directeur du Centre d'études supérieures de la Renaissance (CESR), à Tours, le dialogue de gestion est un outil important pour établir un lien plus étroit entre les laboratoires et le siège. « *Il était temps qu'un outil plus convivial, moins froid et moins abstrait que ceux que nous utilisons aujourd'hui, fasse son apparition. Il va faciliter la transmission d'informations entre les universités et le CNRS pour la gestion des UMR,* estime-t-il. *Mais il faut évidemment que nos demandes soient suivies d'actes concrets en retour.* » Même son de cloche chez Guy Wormser, directeur de l'imposant Laboratoire de l'accélérateur linéaire (LAL), à Orsay. « *Je suis favorable à ce nouveau dialogue de gestion. Les objectifs contractuels sont élaborés selon une vraie négociation. Mais attention tout de même à ce que les engagements soient tenus.* » Guy Wormser est également satisfait des propositions liées au personnel : « *Si j'ai bien compris, on nous propose de nous attribuer les postes annuellement. C'est une grande avancée. En tant que directeur d'unité, on passe notre temps à redemander les postes qu'on nous a déjà accordés en cas de désistement ou de départ en mobilité interne. Avec le dialogue de gestion, on nous en attribuera un nombre donné. Espérons donc que ce dispositif permettra une meilleure réactivité quant aux mouvements de personnel.* »

DES POINTS À CLARIFIER

Néanmoins, Guy Wormser relève deux points qui, selon lui, demandent vigilance, voire amélioration : « *Le référentiel budgétaire ne me semble pas directement adapté aux négociations pour les laboratoires comme le nôtre dont l'activité est orientée par projets.* » À ce sujet, Thibaut Sartre, directeur de la Direction de la stratégie financière, de l'immobilier et de la modernisation (DSFIM), souligne qu'« *il nous appartient d'identifier les projets au regard des rubriques du référentiel budgétaire. C'est un travail que nous effectuerons ensemble* ».

Le deuxième point qui inquiète le directeur du LAL est l'engagement global et complet des ressources par l'institut. « *Quid,* s'interroge-t-il *des aléas financiers sur les projets de très grande envergure ?* » Et Thibaut Sartre de répondre : « *La DSFIM est là pour garantir une logique assurantielle.* » Bref, des interrogations auxquelles la DGD-R devra s'attacher à apporter des précisions si elle souhaite que le dialogue de gestion favorise l'appropriation collective d'un même langage. Dans tous les cas, une chose est certaine selon Alain Fuchs, président du CNRS, qui a clôturé la journée : « *La gestion du CNRS est sur la voie de la désopacification.* » Pour rassurer les sceptiques, il a affirmé que « *le dialogue de gestion n'est ni une œuvre de technocrate ni un moyen de couper les budgets* ».

CONTACT :
Direction générale déléguée aux ressources, Paris
Xavier Inglebert
› secretariat-dgdr@cnrs-dir.fr

HANDICAP |

888 personnes,

soit 3,53% des effectifs du CNRS, se sont déclarées en situation de handicap en 2010. En novembre, à l'occasion de la Semaine pour l'emploi des personnes handicapées, l'organisme a dressé un premier bilan du handicap parmi ses personnels. Selon une étude de la Direction des ressources humaines, le chiffre serait en fait plus élevé. En effet, certains agents hésiteraient à déclarer leurs handicaps, qu'ils jugeraient moins contraignants que d'autres. Par ailleurs, en 2010, quinze étudiants en situation de handicap ont bénéficié grâce au CNRS de bourses dédiées, un dispositif unique en France.

NOMINATION | **Pierre Gohar a été nommé à la tête de la Direction de l'innovation et des relations avec les entreprises (Dire) du CNRS le 2 novembre. Il était, depuis 2008, directeur à la valorisation et aux partenariats de l'université de technologie de Compiègne et directeur de l'Institut Carnot UT. Auteur d'une thèse de doctorat en génie des procédés, Pierre Gohar a débuté sa carrière au CEA. Créateur en 1995 de la société New Option Wood, il a ensuite dirigé pendant sept ans l'Incubateur Etincel en Poitou-Charentes. En 2005 et en 2006, il a été directeur de recherche associé au CNRS, à la Direction des affaires européennes.**
› www2.cnrs.fr/presse/communique/2017.htm

ANNIVERSAIRE |

L'Institut national des sciences de l'Univers du CNRS vient de fêter ses 25 ans.

Pour célébrer l'événement, un colloque a été organisé le 3 décembre au Collège de France. L'occasion de valoriser l'expertise accumulée dans de nombreux domaines depuis la création de l'institut, tels que la traque des planètes naissantes, l'étude des phénomènes sismiques ou encore la compréhension du changement climatique actuel.

Colloque

Après l'Année de la biodiversité, la mobilisation se poursuit

PAR LAURE CAILLOCE

→ **Exposition Biodiversités dans les jardins du Trocadéro, écoles thématiques** réunissant étudiants et chercheurs, sans oublier les Groupements de recherche internationaux (GDRI) qui travaillent au long cours sur l'île de Madagascar ou sur les récifs coralliens… L'Institut écologie et environnement (Inee) du CNRS a multiplié les actions pour l'Année internationale de la biodiversité. Pour la terminer en beauté, il a décidé de frapper un grand coup en organisant le 7 décembre un colloque au prestigieux Collège de France intitulé « 2010, Année internationale de la biodiversité. Et après? ». Ses intervenants en font un événement inhabituel : en plus des chercheurs français et étrangers, des personnalités venues du monde politique et économique ont été invitées sur l'estrade. *« Plus qu'un bilan de l'année écoulée, cette journée a été pensée pour lancer des pistes de réflexion pour l'avenir,* témoigne René Bally, directeur scientifique adjoint à l'Inee, chargé de la biodiversité, de l'écologie et des questions de santé. *L'année 2010 était celle de la prise de conscience. L'important, maintenant, c'est ce que nos sociétés vont faire. »*

Pour poser les termes du débat, une matinée a été réservée aux interventions des scientifiques, une demi-douzaine au total. Steven Goodman, biologiste au Field Museum of Natural History de Chicago, a été missionné pour donner un coup de projecteur sur l'île de Madagascar : avec près de 200 000 espèces animales et végétales répertoriées, ce formidable réservoir de biodiversité est menacé par la déforestation. François Renaud, directeur de recherche au laboratoire Génétique et évolution des maladies infectieuses[1] de Montpellier, s'est quant à lui vu confier la thématique « Biodiversité et santé » : on sait que 70% des principes actifs des médicaments proviennent des plantes à l'état sauvage et sont donc directement concernés par la perte de biodiversité ; mais on connaît moins les conséquences du déséquilibre des écosystèmes sur l'émergence et sur la recrudescence des maladies infectieuses…

Dans l'après-midi, deux tables rondes d'une heure ont été organisées pour que scientifiques et politiques puissent débattre ensemble des enjeux liés à la biodiversité : « La 6e crise de la biodiversité, quelles conséquences? » et « La valeur des écosystèmes et de la biodiversité ». *« Avec près de 1500 espèces qui disparaissent chaque année, nous connaissons un taux d'extinction 100 à 1000 fois plus important que lors des précédentes crises,* alerte Franck Courchamp, directeur de recherche au laboratoire Écologie, systématique et évolution[2], associé à la préparation du colloque. *Principale responsable : l'activité humaine. Pour agir dans un monde où l'économique prévaut, il est important de réfléchir à la valeur économique des écosystèmes. »* Ainsi, on estime que les services gratuits rendus par la nature – purification de l'air et de l'eau, dégradation des déchets, etc. – équivalent à deux fois le PIB mondial! Preuve, s'il en fallait, que la biodiversité n'est pas qu'une affaire de scientifiques.

1. Unité CNRS/IRD.
2. Unité CNRS/Université Paris-Sud-XI/AgroParisTech.

CONTACTS :
Institut écologie et environnement, Paris
René Bally
› rene.bally@cnrs-dir.fr
Écologie, systématique et évolution, Orsay
Franck Courchamp
› franck.courchamp@u-psud.fr

© R. BALLY/CNRS PHOTOTHÈQUE

→ Madagascar est renommée pour sa biodiversité. Le taux d'endémisme de certaines espèces y dépasse les 90%, comme ici dans la région de Kirindy.

UNE NOUVELLE BASE DE DONNÉES ADMINISTRATIVES

→ **Faciliter la recherche d'informations administratives concernant le CNRS, telle est la mission assignée à Doc'utiles,** le tout nouveau référentiel documentaire à la disposition des personnels du CNRS et de ceux travaillant avec l'organisme. Textes s'appliquant à l'établissement (lois, décrets, circulaires ministérielles…), normes internes (instructions de procédure, notes…), outils (guides, formulaires, fiches réglementaires techniques…) sont désormais accessibles sur Internet en quelques clics. Après identification, le visiteur peut trouver le texte de son choix en effectuant, à l'aide d'un moteur, une recherche par thème (organisation du CNRS, exercice des activités de recherche, personnel, budget…), par texte intégral, par critères, etc. Opérationnel depuis peu, ce service piloté par la Direction générale déléguée aux ressources (DGD-R) est actualisé en permanence par les services dont émane l'information : les directions administratives, les délégations régionales et les instituts. Doc'utiles facilite d'ores et déjà la saisie des documents à paraître au *Bulletin officiel du CNRS*. Il est amené à évoluer au fil des mois. **P. T.-V.**

CONTACT :
› docutiles@cnrs-dir.fr

EN LIGNE
› https ://docutiles.cnrs.fr

© F. PLAS/CNRS PHOTOTHÈQUE

UN JOUR AVEC...

Isabelle Benoist
Juriste

SA MISSION

Cette ingénieure de recherche assure la responsabilité du pôle Nouvelles technologies, responsabilités de la Direction des affaires juridiques (DAJ). Elle a pour mission de défendre les intérêts du CNRS et de son personnel.

PAR GÉRALDINE VÉRON

9 H 15 RENDEZ-VOUS CAMPUS GÉRARD-MÉGIE, À PARIS

Isabelle Benoist traverse la "grande avenue de la DAJ", ce long couloir de la Direction des affaires juridiques du CNRS. La juriste y dirige le pôle Nouvelles technologies, responsabilités depuis 2008. Des médias à l'Internet en passant par la bioéthique, l'hygiène et la sécurité, Isabelle Benoist est sur tous les fronts. « *Notre rôle est de conseiller et d'informer le personnel sur les risques juridiques auxquels il s'expose et expose par conséquent l'organisme. Nous évitons avant tout que le feu ne prenne. Nous sommes un peu les pompiers du CNRS* », plaisante-t-elle. Le téléphone sonne. Premier appel de la matinée : la juriste fait le point avec une avocate sur les préjudices subis par un laboratoire lors d'un dégât des eaux. La journée démarre…

9 H 30 REVUE DE PRESSE QUOTIDIENNE

Comme chaque matin, Isabelle Benoist navigue entre la revue de presse du CNRS et la lettre d'information du site Légifrance. La prévention et l'anticipation passent par ce suivi quotidien. « *Si une information risque d'avoir des répercussions sur l'organisation de la recherche, comme le projet de révision des lois de bioéthique, qui pourrait modifier les conditions des travaux sur les cellules souches, j'avertis l'ensemble des juristes du CNRS et les services concernés* », explique-t-elle avant de poursuivre l'ouverture de ses courriels. Chaque jour, elle reçoit une dizaine de demandes de conseils qu'elle répartit entre les juristes du pôle. « *Nous y répondons rapidement en apportant des solutions concrètes et en évitant le message trop abrupt "la loi, c'est la loi"* », commente la juriste. Elle a ainsi aidé un chercheur accidenté à l'étranger à constituer son dossier pour être indemnisé ou expliqué à un informaticien ce qu'il devait faire de la messagerie professionnelle d'un chercheur parti à la retraite. Avec Perrine Beauvois, également juriste, elle règle les derniers détails d'un article qui doit paraître dans le prochain numéro du bulletin *Sécurité de l'information*. Dix questions pour guider les agents en mission à l'étranger : « *Pour l'exemple du vol d'ordinateur portable, nous devrions donner un déroulé plus précis des actions à entreprendre* », remarque-t-elle.

REPÈRE

Six ans après leur dernière révision, les lois sur la bioéthique doivent être adaptées à l'évolution de la science, du droit et de la société.

14 H 00 DE RÉUNION EN RÉUNION

Après une courte pause déjeuner, Isabelle Benoist se lance dans une valse incessante entre le téléphone qui n'arrête plus de sonner et son ordinateur. Son temps est compté, car elle a une session de travail programmée avec Valérie Givaudan, la responsable du service des systèmes d'information de la délégation régionale Paris B. Les deux femmes doivent mettre en place une formation juridique pour les informaticiens de la délégation. Thèmes à aborder, durée, participants, rien n'est laissé de côté. « *La formation est indispensable pour sensibiliser les personnels aux risques juridiques, les éclairer sur leurs responsabilités et les aider à se prémunir contre d'éventuels problèmes* », insiste la juriste. Cette année, le nombre de sessions a été multiplié par trois. « *Danièle Dauvignac, directrice de la DAJ, nous attend dans son bureau pour une rencontre avec une directrice d'unité* », annonce Isabelle Benoist. À l'ordre du jour : derniers conseils et reformulations d'un courrier avant l'épilogue plutôt mouvementé d'une affaire de pressions exercées par des chercheurs sur d'autres d'un même laboratoire.

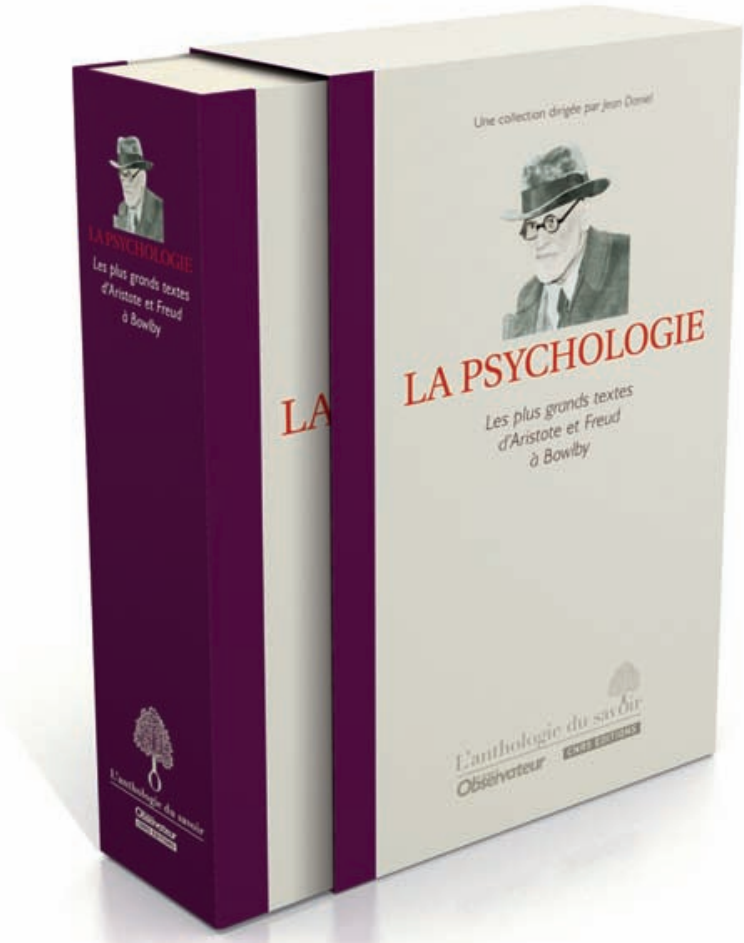
18 H 30 DERNIERS DOSSIERS

Isabelle Benoist revient à son bureau. Le calme règne dans les couloirs, et le téléphone s'est enfin arrêté de sonner. Elle va pouvoir s'attaquer à sa pile de dossiers. « *Le moment où je suis le plus tranquille, c'est le soir quand il n'y a plus personne. Finir ma journée avant 19 h 30 est devenu pour moi mission presque impossible* », conclut-elle en souriant.

CONTACT :
Pôle Nouvelles technologies, responsabilités, Direction des affaires juridiques, Paris
Isabelle Benoist
› isabelle.benoist@cnrs-dir.fr

Événement

Des classiques en kiosque



CNRS Éditions/Le Nouvel Observateur, coll. « L'anthologie du savoir ». Disponible en kiosque – 9,90 € (prix de lancement : 4,90 €)

→ ***« Rassembler les grands textes classiques qu'il faut avoir lus et les offrir au plus large public. »*** C'est ainsi que Blandine Genthon, directrice éditoriale de CNRS Éditions, décrit l'objectif de la nouvelle collection « L'anthologie du savoir », développée en partenariat avec *Le Nouvel Observateur*. Inaugurée par *La Bible et le Coran*, qui réunit quelques-uns des plus grands écrits des trois religions monothéistes, la collection compte pour le moment neuf autres volumes, disponibles chez les marchands de journaux, un jeudi sur deux, jusqu'à la mi-février : *La Philosophie occidentale* (deux volumes), *Les Grands Voyageurs, La Psychologie, La Physique, Mythes et Légendes, Guerres et Paix, Les Mathématiques* et *L'Amour*. Dix volumes supplémentaires, consacrés à la nature, la politique ou encore la philosophie orientale, devraient être édités par la suite.

« Pour chaque thématique, l'idée est de proposer au lecteur un choix de textes fondateurs, dans leur version intégrale, explique Blandine Genthon. *Mais elle n'a pas vocation à être exhaustive. »* C'est ainsi que *Le Banquet* de Platon côtoie, dans le même ouvrage, *De la brièveté de la vie* de Sénèque ou encore le *Discours de la méthode* de Descartes… Chaque texte est précédé d'une courte introduction présentant le contexte.

Dirigée par Jean Daniel, éditorialiste et fondateur du *Nouvel Observateur,* cette collection a reçu l'appui de plusieurs personnalités scientifiques, comme l'astrophysicien Jean-Pierre Luminet, qui a œuvré sur le volume dédié à la physique, ou le neurologue et psychiatre Boris Cyrulnik, qui a collaboré à celui sur la psychologie. *« Une entreprise collégiale donc,* résume Blandine Genthon, *qui a réuni l'expertise de la diffusion des savoirs de CNRS Éditions et l'ouverture sur le grand public du* Nouvel Observateur. *»* De quoi étoffer sa culture générale à moindre prix. **F.D.**

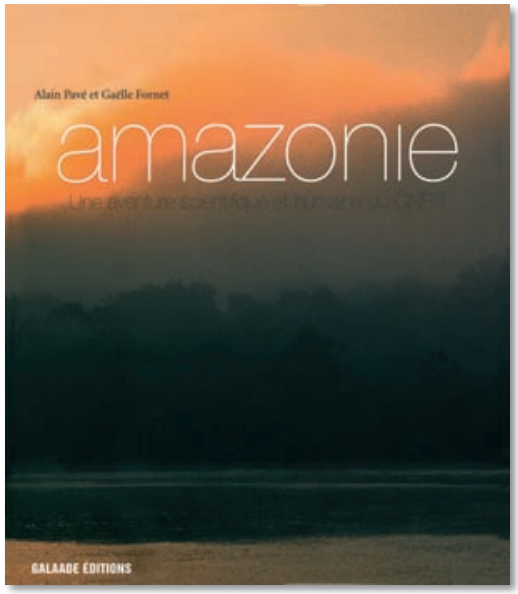
→ Les dix premiers volumes de la collection « L'anthologie du savoir » seront en kiosque jusqu'en février. Dix autres volumes devraient suivre.

LIVRE |

Aux origines de l'environnement

Pierre-Henri Gouyon et Hélène Leriche (dir.), Fayard, coll. « Temps des sciences », 496 p. – 48,90 €

→ **Tout ! La planète, sa matière, ses ressources, ses climats, ses hôtes…** Tout ce qui fait l'environnement est présenté dans cet ouvrage. Avec, en point d'orgue, la relation de l'homme avec ce qui l'entoure. « *L'homme n'a pas été gâté par la nature. Sa peau n'est protégée ni par des écailles ni par des poils, sa vue et son ouïe sont moyennes… Mais […] il a développé des capacités de cognition et de communication hors du commun. Le monde n'a plus existé en dehors de lui, il l'a transformé* », écrit Pierre-Henri Gouyon, du laboratoire Origine, structure et évolution de la biodiversité, qui, avec Hélène Leriche, de la fondation Nicolas Hulot, a convié les plus grands experts à dénouer l'écheveau complexe qu'est l'environnement terrestre.



LIVRE |

Amazonie. Une aventure scientifique et humaine du CNRS

Alain Pavé et Gaëlle Fornet, Galaade Éditions, 156 p. – 36 €

→ **En 2002, le CNRS décide de s'implanter durablement en Guyane pour étudier la forêt amazonienne, plus grand réservoir de la biodiversité mondiale. C'est le point de départ du programme Amazonie, qui va réunir environ 200 chercheurs français et étrangers de différentes disciplines et donner lieu à plus de 300 publications scientifiques. Publié un an avant la fin du programme, cet ouvrage retrace cette grande aventure à l'aide de textes clairs et précis et de magnifiques photos. Un beau livre référence sur cette région mythique et les recherches qui y sont menées.**

LIVRE |

Sous les sciences sociales, le genre.

Relectures critiques de Max Weber à Bruno Latour

Danielle Chabaud-Rychter, Virginie Descoutures, Anne-Marie Devreux et Eleni Varikas (dir.), La Découverte, 512 p. – 29,50 €

→ **Trente-quatre auteurs passent au crible** les œuvres de philosophes (Adorno, Habermas, Foucault), d'anthropologues (Godelier, Lévi-Strauss), de sociologues (Weber, Goffman, Garfinkel) et d'historiens (Ginzburg, Ariès). Objectif : étudier la place des différences de sexe dans leurs travaux et les présupposés sexués des concepts qu'ils ont manipulés. Il s'agit d'interroger les apports mutuels des sciences sociales et des études de genre. On apprend, par exemple, que ces dernières ont permis d'affiner le concept de travail en y intégrant le travail domestique. Des réflexions bouleversantes sur la structuration des sociétés, les classes sociales et les dynamiques de l'Occident.

LIVRES |

De Suez à Panama. L'articulation des mondes
Robert Ilbert, Actes Sud, coll. « Sciences humaines Bleu », 124 p. – 18 €
À la découverte de la Méditerranée et de ses cultures, à travers une méditation historique sur l'ouverture du monde depuis la construction du canal de Suez. Avec, pour toile de fond, le rêve épique d'Homère.

Refonder l'Université. Pourquoi l'enseignement supérieur reste à reconstruire
Olivier Beaud, Alain Caillé, Pierre Encrenaz, Marcel Gauchet et François Vatin, La Découverte, coll. « Cahiers libres », 272 p. – 19 €
Un livre proposé par le groupe des "refondateurs", représentants de diverses disciplines et de sensibilités idéologiques variées, qui appelle à une réforme en profondeur du système d'enseignement supérieur français, en particulier des universités, qu'il faut *« remettre au service de la société »*.

Philosophie de la biodiversité. Petite éthique pour une nature en péril
Virginie Maris , Buchet-Chastel, coll. « Écologie », 214 p. – 17 €
Une analyse philosophique de la crise de la biodiversité que connaît actuellement la planète, que les spécialistes considèrent comme une nouvelle extinction massive.

Au nom de l'infini. Une histoire vraie de mysticisme religieux et de création mathématique
Jean-Michel Kantor et Loren Graham, Belin/Pour la science, coll. « Regards », 286 p. – 24 €
L'histoire vraie de moines et de mathématiciens russes, adorant le Nom de Dieu, qui ont été arrêtés et exilés dans les campagnes en 1913. Leur œuvre sur les infinis de la théorie des ensembles, reprenant une piste française abandonnée, a été poursuivie par l'école mathématique de Moscou dans une quête mystique et scientifique.

FILM |

Golem Grad, l'île aux reptiles

Luc Ronat, CNRS Images, 26 min. Versions française et anglaise – 15 € (usage privé) – http://videotheque.cnrs.fr

→ Golem Grad, en Macédoine, est une île mystérieuse. Il s'y déroule deux phénomènes uniques au monde : l'apparition d'un nouveau type de couleuvres tesselées *(Natrix tesselata)* et celle d'une population de tortues homosexuelles. Ce film relate le travail d'une équipe internationale de scientifiques qui, pendant une dizaine de jours, va multiplier les analyses et les expériences pour tenter de percer les mystères de cet écosystème exceptionnel.

→ Une équipe de chercheurs a débarqué sur l'île de Golem Grad à la découverte d'espèces énigmatiques.

© L. RONAT/CNRS IMAGES

LIVRE |

Les Politiques des nanotechnologies.

Pour un traitement démocratique d'une science émergente

Brice Laurent, Éditions Charles Léopold Mayer, 242 p. – 18 €

→ Le plus avec le moins. Voilà ce que permettent les nanotechnologies, tous secteurs d'activité confondus (santé, transport, agriculture, énergie, etc.).

Ce n'est donc pas un hasard que leur essor émane aussi d'une volonté politique. Dans ce cadre, elles s'inscrivent donc dans le débat public. Si elles se présentent comme une solution technique à certains enjeux contemporains, elles engendrent également des risques. Innovation responsable, éthique et transparence sont autant de concepts convoqués dans cet ouvrage qui appelle à un nouveau régime politique des choix scientifiques et technologiques.

LIVRE |

Merveilleux cosmos !

Jean Audouze, avec Jean-Claude Carrière et Erik Orsenna, CNRS Éditions, coll. « Le banquet scientifique », 160 p. – 29 €

→ Mars la Rouge, Saturne et ses anneaux, la nébuleuse de l'Aigle, la galaxie d'Andromède… L'espace regorge d'objets plus beaux et plus photogéniques les uns que les autres. L'astrophysicien Jean Audouze réunit ici quelques-uns des clichés les plus remarquables sur le sujet. Avec les écrivains Jean-Claude Carrière et Erik Orsenna, il nous invite à une véritable promenade dans le cosmos.

LIVRE |

Climat et société.

Climats passés, passage de l'homme, climat futur : repères essentiels

Marie-Antoinette Mélières et Chloé Maréchal, CRDP de l'académie de Grenoble, coll. « Focus », 366 p. – 30 €

→ En s'appuyant sur les dernières publications scientifiques dans le domaine, cet ouvrage fait le tour de la question du changement climatique de façon claire et synthétique. Agrémenté de très nombreuses illustrations et riche en données basiques, il présente les causes de l'évolution du climat passé et actuel. Sa finalité : montrer que le fond du problème demeure l'impact du changement climatique sur la biosphère, et par conséquent sur notre société. Destiné au départ aux enseignants et aux étudiants, ce manuel pourra convenir à tout citoyen désireux de mettre à jour ses connaissances sur ce thème.

EXPOSITION |

Lapita. Ancêtres océaniens

© MUSÉE DU QUAI BRANLY/T. OLLIVIER, M. URTADO

→ En Océanie, les modèles de tatouage traditionnels s'inspireraient des graphismes ancestraux des Lapitas.

Jusqu'au 9 janvier 2011, musée du quai Branly, Paris (75). Tél. : 01 56 61 70 00 – www.quaibranly.fr

→ **En 1350 avant J.-C., des navigateurs originaires d'Asie débarquent dans les îles** de l'archipel Bismarck. Ils progressent ensuite vers les îles Salomon, le Vanuatu, la Nouvelle-Calédonie et les îles Fidji pour atteindre les îles Tonga et Samoa vers 950-850 avant J.-C. Ancêtre des groupes autochtones de cette partie du monde, ce peuple qu'on nomme aujourd'hui Lapita, du nom d'un site archéologique de Nouvelle-Calédonie, a laissé derrière lui de très nombreuses poteries que le musée du quai Branly a décidé de réunir. Vieilles de 3 000 ans, elles présentent des décors d'une extrême finesse. L'exposition présente aussi les fouilles plus récentes du cimetière de l'île d'Éfaté, au Vanuatu. L'étude des sépultures, à laquelle participe Frédérique Valentin, chercheuse au CNRS, offre pour la première fois un aperçu des pratiques rituelles et mortuaires des Lapitas.

LIVRE |

Dépasser Darwin.

L'évolution comme vous ne l'aviez jamais imaginée

Pr Didier Raoult, Plon, 168 p. – 18,90 €

→ **Obsolètes les idées de Darwin ? Aujourd'hui, les interactions entre les êtres vivants apparaissent bien plus nombreuses et complexes que ne l'avait énoncé le célèbre naturaliste. Selon Didier Raoult, directeur de l'Unité de recherche sur les maladies infectieuses et tropicales émergentes, à Marseille, la découverte des micro-organismes et la génétique sont passées par là. Les bactéries et les virus interagiraient avec notre génome ; les modifications de nos écosystèmes et de nos modes de vie provoqueraient des épidémies… Cette étude de la lutte pour la vie et de l'évolution de l'homme interroge notre futur proche : celui d'un environnement où les virus et les bactéries sont désormais nos locataires et influencent notre destinée.**

LIVRE ET EXPOSITION |

Sciences et science-fiction

Patrick Gyger, Roland Lehoucq, Clément Pieyre, Ugo Bellagamba, Universcience Éditions/Éditions de La Martinière, 234 p. – 29,90 €. Exposition jusqu'au 3 juillet 2011, Cité des sciences et de l'industrie, Paris (75). Tél. : 01 40 05 80 00 – www.cite-sciences.fr

→ **H.R. Giger, Philip K. Dick, H.G. Wells, Isaac Asimov, Jules Verne…** Tous ces auteurs cultes, et bien d'autres, sont au sommaire du catalogue de l'exposition « Science et fiction, aventures croisées » de la Cité des sciences et de l'industrie. Les monstres et les robots, les concepts d'espace-temps ou de cybersphère, les films *Le jour où la Terre s'arrêta* et *Avatar* sont décodés par des scientifiques de tous horizons : Roland Lehoucq, Guillaume Lecointre, Éric Picholle… Leur approche rationnelle des phénomènes imaginés fait autant rêver que la science-fiction elle-même qui, même en s'affranchissant des frontières du réel, révèle ici sa dimension pédagogique.

LIVRES |

La Recherche et l'Innovation en France
Jacques Lesourne et Denis Randet (dir.), Odile Jacob, coll. « Futuris », 464 p. – 27 €
Convoquées pour relancer une croissance durable, la recherche et l'innovation sont étudiées sous l'angle de la mutation des politiques publiques et industrielles depuis 2005. Elles sont également confrontées aux autres systèmes européens et aux nouveaux défis socio-économiques.

Sur la piste environnementale. Menaces sanitaires et mobilisations profanes
Madeleine Akrich, Yannick Barthe et Catherine Rémy, Presses des Mines, coll. « Sciences sociales », 308 p. – 19 €
Sur le terrain du risque environnemental et du principe de précaution, les experts ne sont plus les seuls à mener leurs enquêtes. Les profanes s'emparent également du sujet, créant des controverses. Une situation analysée au regard des travaux sociologiques anglo-saxons, pionniers en la matière.

L'animal est l'avenir de l'homme
Dominique Lestel, Fayard, coll. « Essais », 188 p. – 16 €
Un plaidoyer pour que l'homme considère l'animal non pas comme une machine mais comme un partenaire, dans une relation éthique et philosophique.

Israël-Palestine. Les enjeux d'un conflit
Esther Benbassa (dir.), CNRS Éditions, 304 p. – 22 €
Un état des lieux du conflit israélo-palestinien, dressé par des chercheurs, experts et journalistes, en une vingtaine de thèmes politiques, médiatiques, sociaux et historiques. Les auteurs s'attellent à rendre ce conflit intelligible pour que l'avenir ne se confonde pas seulement avec affect, discours convenus, propagande et idéologie…

LIVRE |

Faut-il croire au Père Noël ?

Idées reçues sur Noël

Martyne Perrot, Le Cavalier Bleu, coll. « Idées reçues », 156 p. – 12 €

→ **Mission accomplie pour ce nouvel opus de la collection qui pourfend les idées reçues** depuis une dizaine d'années. En une vingtaine de chapitres, chacun questionnant un préjugé sur Noël, tous les sujets sont décortiqués avec force références historiques, sociologiques et ethnologiques. On y trouvera donc une fine analyse des origines américaines du Père Noël, de son lieu de résidence supposé, le pôle Nord, ou même des terribles crises qui secoueraient généralement les familles à cette période fatidique de fin d'année. Ce petit livre, bien entendu adressé aux adultes, sera donc un très joli cadeau de… Noël !

EN LIGNE |

La nature en questions : regards et débats sur la biodiversité

Société française d'écologie – www.sfecologie.org/la-sfe-2/regards/

→ **Aujourd'hui, l'étude de la biodiversité fait appel à de multiples disciplines scientifiques : biologie et écologie, évidemment, mais aussi économie, sociologie, ethnobiologie, anthropologie… Comment transmettre au public les progrès de recherches aussi disparates ? La Société française d'écologie propose sa solution en ligne. Avec le soutien de l'Institut écologie et environnement du CNRS (Inee), elle a développé une plateforme multimédia dédiée au dialogue entre les scientifiques et les citoyens. Textes et interviews d'experts y sont publiés et servent de point de départ à des fils de discussion ouverts à tous.**

© O. DEHORTER ; © A. TEYSSEDRE ; © J.-C. ABADIE

→ Pour mieux comprendre les études sur la biodiversité, naturellement pluridisciplinaires, les échanges directs avec les experts s'avèrent précieux.

LIVRE ET EXPOSITION |

Les objets racontent Lattara

Lionel Pernet et Michel Py (dir.), Éditions Errance, 96 p. – 20 €. Exposition jusqu'au 30 avril 2011, musée Henri-Pradès, Lattes (34). Tél. : 04 67 99 77 20 – http://museearcheo.montpellier-agglo.com

→ **Gaulois, Étrusques, Grecs et Romains ont vécu depuis le v^e siècle avant notre ère** et pendant plus de 700 ans à Lattara. Les fouilles archéologiques menées à partir des années 1960, à Lattes, dans l'Hérault, ont permis de découvrir des milliers d'objets. Ils sont ici présentés dans le catalogue d'une exposition temporaire au musée Henri-Prades de Montpellier Agglomération. À travers les tessons de céramique, les fragments métalliques, osseux ou ligneux, photographiés comme des natures vivantes, c'est toute l'histoire de ce comptoir méditerranéen qui renaît.

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 :** Marie-Hélène Beauvais
Directeur adjoint de la rédaction : Fabrice Impériali

Rédacteur en chef adjoint : Matthieu Ravaud **Chefs de rubrique :** Fabrice Demarthon, Charline Zeitoun **Rédacteur :** Grégory Fléchet
Assistante de la rédaction et fabrication : Laurence Winter **Ont participé à ce numéro :** Nadège Ariu (culture), Émilie Badin, Julien Bourdet, Jean-Philippe Braly, Laure Caillloce, Christian Debraisne, Sebastián Escalón, Marie Lescroart, Xavier Müller, Vahé Ter Minassian, Philippe Testard-Vaillant, Géraldine Véron

Secrétaire de rédaction : Isabelle Grandrieux **Conception graphique :** Céline Hein **Iconographes :** Delphine Meyssard, Christelle Pineau, Cecilia Vignuzzi
Couverture : Getty Images/Sisse Brimberg ; F. Plas/CNRS Photothèque **Photogravure :** Scoop Communication **Impression :** Groupe CirclePrinters – 6, route de la Ferté-sous-Jouarre – 77440 Mary-sur-Marne **ISSN** 0994-7647 **AIP** 0001309 **Dépôt légal :** à parution

Photos CNRS disponibles à : phototheque@cnrs-bellevue.fr ; http://phototheque.cnrs.fr/
La reproduction intégrale ou partielle des textes et des illustrations doit faire obligatoirement l'objet d'une demande auprès de la rédaction.

© B. RAJAU/CNRS PHOTOTHÈQUE

« Cette fontaine laser est emblématique de la volonté des chercheurs de rendre la science accessible à tous.

Notre premier dispositif fut conçu en 2006 pour la Fête de la science. De plus en plus élaboré, il s'est taillé un beau succès dans les écoles et dans les musées où nous l'avons présenté, jusqu'à devenir cette année l'expérience phare de la manifestation célébrant les 50 ans du laser. Dans les trois verres tombent trois jets d'eau, dans lesquels se propagent trois lasers : un rouge, un vert et un bleu. La lumière est guidée dedans par réflexion totale, en suivant un zigzag dont on aperçoit le début en haut du jet bleu. On ne fait que deviner son trajet à cause de la turbulence du jet et parce que la photo a été prise en pose longue. La fontaine lumineuse, qui en réalité date de 150 ans, a connu récemment un renouveau avec le laser. Elle nous permet notamment d'illustrer les lois fondamentales de l'optique ainsi que le guidage de la lumière dans les fibres optiques. Ce dispositif plaît beaucoup au grand public. »

PAUL-ERIC POTTIE, CHERCHEUR AU LABORATOIRE DE PHYSIQUE DES LASERS (UNITÉ CNRS/ UNIVERSITÉ PARIS-XIII).

Une sélection de **photos** sur les lasers est à voir sur le journal feuilletable en ligne
› www2.cnrs.fr/journal

En 2011, le **CNRS** recrute

377 chercheur-e-s

dans tous les domaines scientifiques

cnrs

dépasser les frontières

Inscription en ligne sur le site www.**cnrs**.fr
à partir du **1er décembre 2010**

Clôture des inscriptions : **6 janvier 2011**