

cnrs

le journal

n° 269
novembre-décembre 2012

INTERNET,
SCIENCE,
TECHNOLOGIES...

La déferlante des OCTETS

cnrs

dépasser les frontières

➤ **L'événement**

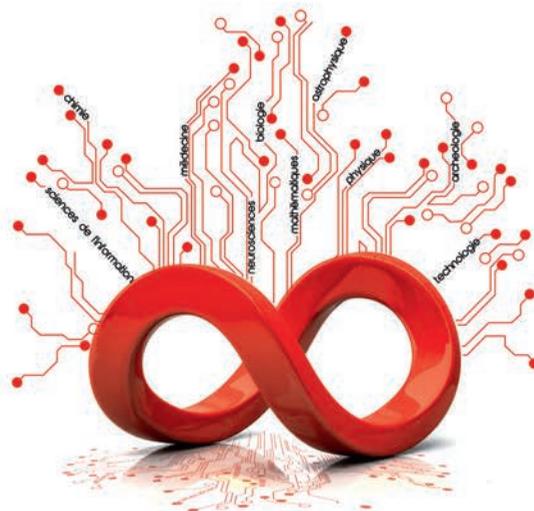
Philippe Descola,
Médaille d'or
du CNRS 2012

➤ **Le grand entretien**

Les cinquante ans
du Traité
franco-allemand

Le Prix **LA Recherche**

9^e édition 2012 La science en avance



La 9^e édition du Prix La Recherche
a eu lieu le **mardi 23 Octobre** dernier au musée du quai Branly.
Découvrez l'intégralité du palmarès 2012 sur www.leprixlarecherche.com



Le CNRS expose à Pollutec

Des spécialistes de l'ingénierie écologique
et de la chimie pour le développement durable

vous attendent sur leur stand

du 27 au 30 novembre 2012

pour vous présenter leurs dernières innovations

et proposer des contacts avec de nombreuses équipes de recherche



dépasser les frontières



Rendez-vous sur notre stand
Hall 5, Allée D, Stand 116
Plus d'informations et commande
de badge sur : www.pollutec.com



© IPR

PAR ANNE RENAULT, DIRECTRICE DE LA MISSION POUR L'INTERDISCIPLINARITÉ (MI) DU CNRS

Éditorial

Dans ce numéro, **CNRS Le journal se penche sur les masses de données, ou « Big Data »**, générées par nos sociétés, et en croissance exponentielle. Sur ce sujet, la Mission pour l'interdisciplinarité (MI) vient de lancer le Grand défi Mastodons. Il fait suite à une enquête qui a montré que la gestion des masses de données scientifiques constitue un verrou dans de nombreux champs de la recherche.

Comme les autres Grands défis en cours sur le nucléaire ou les nanos, celui-ci rassemble toutes les compétences concernées au sein du CNRS. Il résume bien l'un des principaux objectifs de la MI: produire des concepts et des solutions qui n'auraient pu être obtenus sans coopération entre les différentes disciplines du CNRS. Pour cela, la MI met en œuvre une politique impliquant tous les acteurs de l'interdisciplinarité, en particulier les Directeurs adjoints scientifiques (DAS) interdisciplinaires des instituts, réunis dans son comité de pilotage.

Anticipant les questions de demain, elle doit accompagner les frémissements d'idées nouvelles, nécessitant l'apport de plusieurs disciplines. Cela peut aboutir à des Grands défis ou bien à des projets plus souples à prises de risque (Projets exploratoires/ premier soutien (PEPS)). La MI soutient aussi les acteurs de cette coopération sur le terrain : une aide financière va ainsi être créée à destination des chercheurs et des unités interdisciplinaires. La MI sera également source de propositions et d'actions auprès des instances qui gèrent les parcours des chercheurs et des ITA.

Au niveau territorial, où les politiques de site mènent à des regroupements d'établissements, l'interdisciplinarité peut bien souvent être une source de structuration. Le CNRS peut être moteur de cette dynamique. Des PEPS de site ont ainsi été lancés par la MI en 2012. Une certitude : c'est à toutes les échelles de temps et de lieu que l'interdisciplinarité doit aujourd'hui être favorisée.

4 | 5 L'essentiel

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

9 | 13 Actualités

Des cellules qui obéissent au doigt et à l'œil ; des chasseurs d'orages en Méditerranée ; une molécule qui code un bit d'information ; un nouveau gène identifié dans le syndrome Cornelia de Lange...

14 | 16 En images

Voyage en Languedoc-Roussillon à la découverte des plafonds polissés du Moyen Âge.

17 | Décryptage

Gaz de schiste : faut-il poursuivre les recherches ?

Le géologue Bruno Goffé nous donne son point de vue.

18 | 19 Le grand entretien

L'historienne Corine Defrance revient sur l'acte qui a rapproché la France et son ancien ennemi allemand : le traité de l'Élysée.

28 | 29 Portrait

Gero Decher, l'inventeur du « millefeuille moléculaire » : une technologie toujours plus utilisée.

37 | Un jour avec...

Malika Hamitouche-Pares, chargée de valorisation.

38 | 42 Culture

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

43 | Sur le vif

Les coulisses étonnantes d'une photo de science.



© C. ANAVA-GAUTIER/CNRS PHOTO THEQUE

6 | 8 L'événement

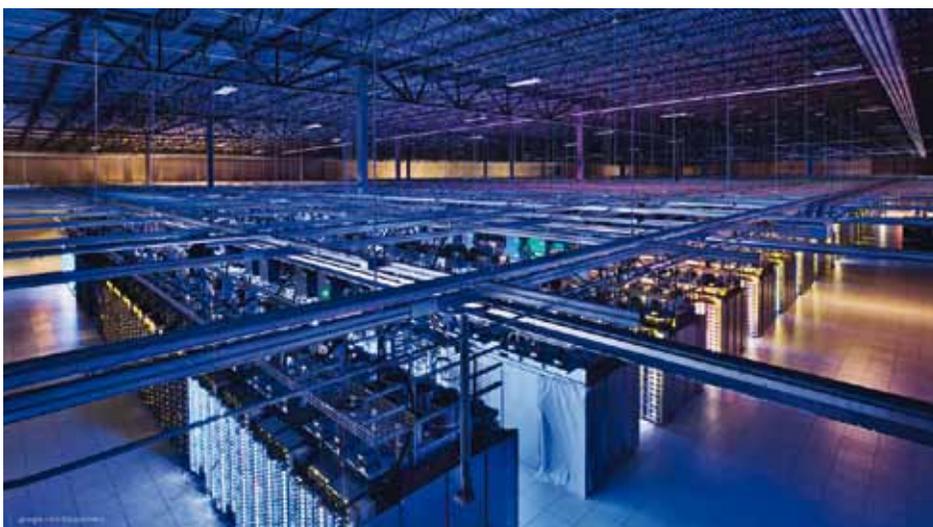
Le 19 décembre, l'anthropologue Philippe Descola recevra la plus haute distinction scientifique française : la médaille d'or du CNRS. Rencontre avec ce grand connaisseur de l'Amazonie, héritier de Claude Lévi-Strauss.

30 | 36 Stratégie

L'emploi, une priorité pour le CNRS ; les Axes stratégiques d'innovation ; Le Val-de-Marne, terre de partenariats ; Alto, fabricant de noyaux extraterrestres...



© E. PERRIN/CNRS PHOTO THEQUE



© GOOGLE

20 | 27 L'enquête

La déferlante des octets

20 | Des masses de données à donner le vertige

24 | Une jungle à défricher

26 | Le difficile stockage des données



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

À la une



À voir sur le journal
en ligne : d'autres
photos du physicien
Serge Haroche.

Serge Haroche reçoit le prix Nobel

Le prix Nobel de physique 2012 a été décerné au Français Serge Haroche et à l'Américain David Wineland pour leurs travaux en physique quantique.

Chercheur au Laboratoire Kastler-Brossel (LKB)¹, professeur au Collège de France, Serge Haroche, 68 ans, a également été le lauréat 2009 de la médaille d'or du CNRS, la plus haute récompense scientifique française.

Spécialiste de physique atomique et d'optique quantique, il est l'un des pionniers de l'électrodynamique quantique en cavité, qui consiste à étudier les interactions entre un atome unique et quelques photons contenus dans une « boîte » ou cavité. « Les lauréats du Nobel ont ouvert la voie à une nouvelle ère d'expérimentation de la physique quantique en faisant la démonstration de l'observation des particules quantiques individuelles sans les détruire, a indiqué le Comité Nobel. Grâce à leurs méthodes de laboratoire ingénieuses, Haroche et Wineland et leurs équipes de recherche sont parvenus à mesurer

et contrôler des états quantiques très fragiles qu'on pensait inaccessibles à l'observation directe. »

En 2009, le chercheur, modeste, expliquait² : « Malgré la complexité du dispositif, la théorie physique sous-jacente est finalement très simple. Mais il est vrai qu'elle est difficile à exprimer en dehors des équations. Il faut un minimum de maths. » En effet, la physique de ces systèmes microscopiques défie l'intuition classique et ne peut se comprendre que dans le cadre de la théorie quantique. Ces travaux ont ainsi permis de vérifier expérimentalement certains postulats de cette physique de l'infiniment petit, en s'inspirant des expériences de pensée imaginées par Albert Einstein et Niels Bohr, que Serge Haroche et son équipe ont réussi à réaliser grâce aux progrès de la technologie. Pour Alain Fuchs, président du CNRS, ce prix Nobel « récompense un travail de pionnier mené sur le long terme, alliant compréhension fondamentale et performance expérimentale. »

1. Laboratoire CNRS/ENS/Université Paris-VI.
2. Lire l'article « Le dompteur de photons », CNRS Le journal n° 239, pp. 30-33.

Le CNRS présent au STS Forum

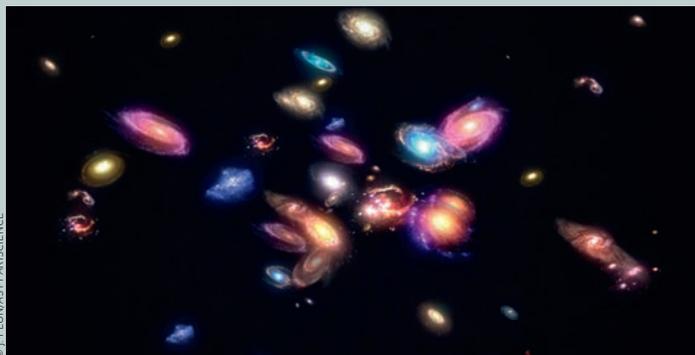
→ Du 7 au 9 octobre, la 9^e édition du STS Forum¹ a réuni à Kyoto, au Japon, près de 800 participants venus du monde entier pour discuter de l'influence de la science et de la technologie sur l'avenir de l'humanité. Une importante délégation française, conduite par la ministre Geneviève Fioraso, a participé à cet événement. Alain Fuchs, président du CNRS, y a ainsi dirigé une session plénière consacrée aux organismes de recherche. À l'issue de celle-ci, il a annoncé la création d'un sommet international des responsables d'organismes. Alain Fuchs, qui vient d'être nommé membre du Conseil du forum, présidera d'ailleurs la prochaine réunion sur ce sujet, prévue en octobre 2013 à Kyoto.

1. Science and Technology in Society Forum

UN NOUVEAU FONCTIONNAIRE DE SÉCURITÉ DE DÉFENSE

→ Philippe Gasnot, général de brigade aérienne, est le nouveau Fonctionnaire de sécurité de défense (FSD) du CNRS. Il succède à Joseph Illand à ce poste. Le FSD a pour mission la sauvegarde du patrimoine scientifique et technique, la sécurité de l'information, la défense et la sécurité publique.





Le palmarès de Pariscience

→ Cette année encore, Pariscience, festival international du film scientifique dont le CNRS est un partenaire historique, a rencontré un joli succès public. Le clap de fin a eu lieu le 9 octobre, avec la livraison du palmarès par le Grand jury, présidé par le physicien André Brahic. Le Grand Prix AST-Ville de Paris, qui récompense le meilleur film de la compétition, a été attribué au documentaire *La Magie du cosmos - Qu'est-ce que l'espace ?* de l'Américain Jonathan Sahula. Parmi les cinq autres récompenses, le prix Pierre-Gilles de Gennes a été remis par le CNRS à Agnès Moreau pour son film *Un nuage sur le toit du monde*, une enquête sur la pollution atmosphérique en Himalaya.

→ *La Magie du Cosmos - qu'est-ce que l'espace ?* a été élu meilleur film du festival.

EN LIGNE

> www.pariscience.fr

Une chercheuse honorée en Chine

→ Isabelle Magnin, directrice du Centre de recherche en acquisition et traitement d'images pour la santé (Creatis)¹,

s'est vu décerner le « Friendship Award » par le gouvernement chinois. Il s'agit de la plus haute distinction réservée à un expert étranger. A cette occasion, elle a été reçue le 28 septembre à Pékin par le Premier ministre Wen Jiabao. Elle est récompensée pour l'importante collaboration qu'elle développe depuis dix ans avec le Habrin Institute of Technology, dans le domaine de l'imagerie médicale.

1. Unité CNRS/Inserm/Université Lyon 1/INSA Lyon.



© E. BEGOUEN/INSERM

L'ESO CÉLÈBRE SES 50 ANS

→ Le 5 octobre, l'Observatoire européen austral (Eso) a fêté ses 50 ans. La France en est l'un des cinq pays fondateurs et aussi le 2^e contributeur, après l'Allemagne. Cette participation importante donne à la communauté scientifique de l'Hexagone un accès à des équipements astronomiques du plus haut niveau, comme le Very Large Telescope (VLT), l'observatoire Alma ou le futur European Extremely Large Telescope (EELT).

Tara est à Paris !

→ Au terme d'une formidable expédition de trois ans consacrée au plancton¹, la goélette *Tara* et ses scientifiques sont partis à la rencontre du public. Après avoir déjà jeté l'ancre dans différentes villes, dont celle de Londres, le bateau s'amarre au port des Champs-Élysées, à Paris, jusqu'à la fin du mois de janvier. Juste à côté, une exposition installée dans des containers maritimes permet de revenir sur les différentes aventures de *Tara*. Les escales suivantes la conduiront au Havre, puis à Lorient, Marseille, Monaco, Villefranche-sur-Mer, Bordeaux et Nantes. Pour les amateurs, il existe un autre moyen de revivre l'épopée Tara Océans : se plonger dans le beau livre qu'Éric Karsenti, biologiste au CNRS et codirecteur de l'expédition, et le journaliste Dino Di Meo, viennent de publier. Où l'on partage avec l'équipage la magie de certaines escales mais aussi la peur des pirates et des tempêtes, décrites dans leur journal de bord.

1. Lire CNRS Le journal n°265, mars-avril 2012, p.6-7

EN LIGNE

> <http://oceans.taraexpeditions.org>



À LIRE

Tara Océans - Chroniques d'une expédition scientifique, Eric Karsenti et Dino Di Meo, Ed. Tara Expéditions/ Actes Sud, 256 p., 29 €.

→ La goélette *Tara*, lors d'une précédente escale dans la capitale.



© TARA EXPÉDITIONS

Portrait Le 19 décembre, l'anthropologue Philippe Descola recevra la médaille d'or 2012 du CNRS, plus haute distinction scientifique française. Rencontre avec cet héritier de Claude Lévi-Strauss.

L'intelligence du monde



© C. ANAYA-GAUTIER/CNRS PHOTO THÈQUE

PHILIPPE DESCOLA EN 5 DATES

1949

Naît à Paris

1976

Part pour l'Amazonie afin d'étudier les Jivaros Achuar

1983

Obtient son doctorat en anthropologie sociale (EHESS)

2001

Deviens directeur du Laboratoire d'anthropologie sociale

2012

Reçoit la médaille d'or du CNRS



A voir sur le journal en ligne : toutes les **photos** du lauréat.

PAR STÉPHANIE ARC

La nouvelle Médaille d'or du CNRS, c'est lui ! En nous confiant sa grande joie, ce matin de septembre, Philippe Descola, le directeur du Laboratoire d'anthropologie sociale (LAS)¹ ne se départ ni de son calme ni de sa rigueur et se prépare, avec un amusement perceptible, au tourbillon médiatique qui s'approche. Collier de barbe blanche, yeux bleus pétillants et chemisette assortie, ce spécialiste des Indiens d'Amazonie, né en 1949, commente les photos qui ont jalonné sa carrière. « *Sur celle-ci, prise au Collège de France, c'est Claude Lévi-Strauss : à mes yeux, le grand penseur des sciences sociales du xx^e siècle. Et, sur cette autre, voici Maurice Godelier, grâce à qui j'ai compris que je pourrais exercer la profession d'anthropologue.* »

Dix-sept ans après la médaille d'argent du CNRS, c'est « avec étonnement » que ce directeur d'études à l'École des hautes études en sciences sociales (EHESS) va rejoindre le

01 Philippe Descola (à gauche), salue Claude Lévi-Strauss. Ils encadrent Françoise Héritier, autre éminente anthropologue du Collège de France.



panthéon de ces maîtres illustres, respectivement médaillés d'or en 1967 et en 2001². C'est avec une manifeste humilité qu'il confie : « *Je ne pensais pas que l'anthropologie serait de nouveau mise à l'honneur. Mais il faut dire qu'elle étudie l'homme dans toutes ses dimensions, culturelle, morale, psychique et physique, et qu'elle répond aux interrogations de notre société sur le destin de l'humanité.* »

Rien d'étonnant à ce que cet héritier de Claude Lévi-Strauss ait vu l'ensemble de ses recherches couronné de la plus haute distinction du CNRS. Ses travaux d'ethnologie, menés en séjournant chez les Jivaros Achuar, ont révolutionné (« un terme un peu grandiose ! », nuance-t-il) les études sur l'Amazonie, comme ceux de ses collègues brésiliens Eduardo Viveiros de Castro et Manuela Carneiro da Cunha. Philippe Descola a aussi renouvelé l'« anthropologie de la nature » : c'est d'ailleurs le titre exact de la chaire qu'il occupe au Collège de France depuis 2000.

LES QUATRE ONTOLOGIES DÉFINIES PAR PHILIPPE DESCOLA

Dans son essai *Par-delà nature et culture*³, Philippe Descola distingue quatre grands systèmes par lesquels les hommes envisagent leurs rapports avec leur environnement (objets, plantes, animaux, personnes) et distinguent « humains » et « non-humains ». Cette typologie se fonde sur l'opposition « intériorité » / « physicalité », repérée dans toutes les sociétés. Partout, constate-t-il, « on opère une distinction entre le plan de l'intériorité, qui désigne l'intentionnalité, la subjectivité, la réflexivité, les affects (que l'on appelle aussi l'esprit, l'âme ou la conscience), et le plan de la physicalité, qui évoque les états et processus physiques et corporels ». Ce clivage est aussi appliqué par les hommes aux éléments.

→ **Dans l'animisme**, les non-humains ont les mêmes attributs d'intériorité que les

humains (continuité morale), mais se distinguent par leurs caractères physiques (discontinuité physique). Chaque type de corps ouvre à un monde particulier. Ce système existe notamment chez les Indiens d'Amérique du Sud et ceux de l'Amérique du grand Nord, chez les Pygmées et chez certaines populations d'Asie du Sud-Est.

→ **Dans le totémisme**, pratiqué notamment chez les Aborigènes d'Australie, des humains et des non-humains sont regroupés au sein d'une même classe totémique : on considère qu'ils possèdent des qualités morales et physiques identiques (continuité morale et physique), issues d'un prototype ancestral. Ces qualités diffèrent en bloc de celles d'autres groupes totémiques.

→ **Dans les cultures analogiques**, tous les êtres sont vus comme singuliers, dissociés à

tous points de vue (discontinuité morale et physique). Ce sont les modèles des mondes chinois et indiens classiques, des Andes, d'une grande partie de l'Afrique occidentale ou de l'Europe jusqu'à la Renaissance.

→ **Enfin, le naturalisme**, qui structure notre culture occidentale, considère que seul l'homme a une âme, une intentionnalité, et la capacité de l'exprimer, mais qu'il partage ses caractéristiques physiques avec le reste des non-humains (discontinuité morale, mais continuité physique). Il n'existe toutefois pas de systèmes purs. De fait, si nous sommes naturalistes, nous avons parfois une appréhension animique, totémique ou analogique du monde. Comme le prouve l'intérêt que nous portons aux horoscopes ou le fait qu'on parle à... son chien !

1. Éditions Gallimard, 2005.

UNE VISION NOVATRICE

Au cœur de sa réflexion, une question : comment les sociétés humaines conçoivent-elles leurs relations avec les non-humains (plantes, animaux, objets) ? En étudiant ces relations dans différentes cultures, Philippe Descola a identifié quatre systèmes fondamentaux (« quatre ontologies », lire encadré), qui caractérisent des types de sociétés et remettent en question l'opposition traditionnelle entre « nature » et « culture ».

« *J'ai compris assez tôt que le métier d'anthropologue était fait pour moi, même si je ne savais pas comment le devenir ! À 17 ans, j'ai commencé à voyager seul, sac au dos, au Canada, en Turquie, en Iran, en Syrie, en Égypte et au Mexique. Et la lecture de Tristes Tropiques, la biographie intellectuelle de Lévi-Strauss, qui m'avait marqué par sa sensibilité, a conforté ma vocation.* » Pendant ses études de philosophie à l'École normale supérieure de Fontenay-Saint-Cloud (promotion 1970), féru de

02



© P. DESCOLA

02 Les travaux menés par Philippe Descola auprès des Indiens Jivaro Achuar ont révolutionné les études sur l'Amazonie.

Rousseau, il assiste au cours d'anthropologie de l'économie de Maurice Godelier, qui le convainc de choisir ce métier. Finalement, le brillant étudiant mène de front un double cursus, obtenant sa licence d'ethnologie (Paris-X, 1972), puis son Capes de philosophie (1974), jusqu'à son sujet de thèse sur l'Amazonie qu'il propose à... Claude Lévi-Strauss. « *Contrairement aux sociétés africaines que l'on décryptait bien, l'Amazonie m'attirait par son mystère : il était impossible de saisir ce qui faisait société chez ces Amérindiens vivant en petits groupes dispersés, sans chef, sans histoire apparente, et toujours en guerre.* » Grâce à des crédits de mission du CNRS, le jeune homme fait son terrain chez les Achuar de 1976 à 1978 avec son épouse, Anne-Christine Taylor, elle-même anthropologue³. « *Ce qui m'importait, poursuit le chercheur, c'était de saisir le rapport à la "nature" de ces peuples, perçus en Europe tantôt comme de "bons sauvages", tantôt comme des brutes.* »

LA RENCONTRE DES ACHUAR

Il conduit un minutieux travail ethnographique sur les Achuar. Incantations aux esprits, usage qu'ils font de leur jardin... il étudie de façon systématique les techniques et les représentations grâce auxquelles ce peuple s'insère dans son environnement. Et ses conclusions contrecarrent les interprétations qui prévalent à l'époque, notamment aux États-Unis, dans les études sur l'Amazonie. Selon ces théories, la culture de ces populations était entièrement déterminée par les facteurs environnementaux, comme la quantité et répartition du gibier, par exemple. « *Or, en travaillant sur le schème de la prédation chez les Achuar, après avoir observé leurs pratiques de chasse, j'ai établi le contraire : ils considèrent les animaux comme des parents par alliance, à la manière des autres groupes humains potentiellement ennemis. De même, ils se représentent les plantes cultivées comme des consanguins qu'ils choisent. Les Achuar entretiennent des relations avec les non-humains, plantes et animaux, dotés d'une âme, avec lesquels ils conversent dans les rêves ou par des incantations* », détaille le médaillé. Il déroule ses explications sous le regard approbateur (et la mâchoire menaçante !) d'une figure d'ours en bois : « *Un "esprit des animaux", dont le rôle est de veiller à ce qu'on ne leur nuise pas.* »

Ces résultats sont majeurs : ils remettent en cause l'opposition même entre « nature » et « culture », communément admise en Occident : « *Les Achuar y voient plutôt une continuité.* »

Ils ont d'autant plus d'influence qu'ils sont rapidement publiés (*La Nature domestique*), puis traduits en anglais.

De retour en France, l'anthropologue pose son sac pour commencer à enseigner à l'EHESS où il est recruté comme maître assistant en 1984. « *C'est une activité formidable qui permet d'avancer dans ses recherches d'une autre manière que le terrain* », affirme-t-il. Et il poursuit : « *Le terrain vous transforme, car le détour par des façons si différentes de vivre et de penser la condition humaine vous apporte une distance critique par rapport à la vôtre : on est comme suspendu entre des mondes.* »

LES FRONTIÈRES DE L'HOMME

De cet effet de perspective naissent aussi des questions qui orientent ses futures recherches. « *J'avais compris que notre division du monde entre phénomènes "naturels" et conventions culturelles n'était pas, et de loin, la façon la plus commune de percevoir les continuités et discontinuités entre humains et non-humains.* »

Son travail ethnographique, associé à sa pratique d'un enseignement « libre » à l'EHESS, le mène « *à une réflexion*

comparatiste ». Il s'interroge : quelle forme de rapports les peuples entretiennent-ils avec leur environnement, d'abord en Amazonie, puis partout ailleurs ? Au fil de ses recherches, il développe sa réflexion sur les manières dont les hommes conçoivent ces relations. Dans *Par-delà nature et culture*⁴, il distingue ainsi les différentes cultures selon la manière dont les hommes envisagent les rapports entre humains et non-humains. C'est dans cet ouvrage qu'il définit ses quatre « ontologies », quatre manières d'envisager la limite entre soi et autrui caractéristiques des sociétés humaines : l'animisme, le totémisme, l'analogisme, le naturalisme. Il élabore aussi les « cosmologies » (représentations de l'organisation du monde) qui en découlent.

Aujourd'hui, tout en dirigeant le Laboratoire d'anthropologie sociale, Philippe Descola poursuit ses recherches. Il coordonne l'équipe « Les raisons de la pratique : invariants, universaux, diversité », un « lieu d'échanges avec mes collègues sur les cultures des cinq continents ». En parallèle, il est plongé dans la rédaction d'un ouvrage sur les images, « *qui, avant même les énoncés, manifestent les manières de concevoir les relations et les contrastes entre les hommes et les autres éléments de leur environnement*⁵ ». Enfin, il ne néglige pas l'enseignement. Dans son cycle de cours au Collège de France sur « les formes du paysage », il montre que oui, ce que l'on entend en Occident par « paysage » existe bel et bien ailleurs sous d'autres formes. Une belle leçon pour vivre... en meilleure intelligence avec le monde.

1. Unité CNRS/Collège de France/EHESS.

2. L'ethnologue André Leroi-Gourhan a aussi reçu la médaille d'or en 1973.

3. Aujourd'hui directrice de l'enseignement et de la recherche au musée du quai Branly.

4. Il est l'auteur de nombreux livres, dont *Les Lances du crépuscule*.

5. Il a organisé l'exposition « La Fabrique des images », au Quai-Branly.

CONTACTS :

Laboratoire d'anthropologie sociale,
Collège de France, Paris
Philippe Descola
> descola@ehess.fr

Biologie Des scientifiques sont parvenus à maîtriser en temps réel, à l'aide d'un ordinateur, l'expression des gènes dans des cellules de levure.

Des cellules qui obéissent au doigt et à l'œil

PAR SARAH ADIDA

C'est une première mondiale : des chercheurs ont réussi à contrôler en temps réel l'expression d'un gène dans une cellule, c'est-à-dire

la production de la protéine associée à ce gène. Réalisée par les scientifiques du laboratoire de Matière et systèmes complexes (MSC)¹ et l'équipe Contraintes de l'Inria Paris-Rocquencourt, cette découverte vient d'être publiée dans la revue *PNAS*². « Jusqu'ici, des chercheurs avaient seulement réussi à maintenir une valeur constante de l'expression génique des cellules de levure, précise Pascal Hersen, chercheur au laboratoire MSC. Pour la première fois, nous avons réussi à forcer ces cellules à exprimer un gène avec des variations dans le temps sur plus de quinze heures. Pour cela, nous avons dû surmonter plusieurs difficultés, dont des problèmes d'effet toxique de la lumière sur les cellules qui limitaient le nombre et la qualité des observations. »

Pour parvenir à commander les gènes des cellules et à faire varier, à la hausse ou à la baisse, la production de protéines, l'équipe de recherche s'est servie d'une boucle de rétroaction, pilotée par ordinateur. On commence par stresser la cellule de levure en la soumettant à un court choc « osmotique » : un sel ou un sucre est injecté dans son environnement, entraînant une perte en eau. En réponse à ce stress, la cellule produit alors du glycérol, élément essentiel lui permettant de rétablir son volume d'eau et de survivre au stress. Parallèlement à cette réaction, de nombreux gènes de la cellule s'expriment, afin de permettre son adaptation à la stimulation. Différentes protéines sont alors produites : protéines de la paroi cellulaire, protéines métabo-

→ **Cellules de levure exprimant une protéine fluorescente. L'ordinateur mesure l'intensité de cette fluorescence, puis stimule la cellule afin d'infléchir l'expression des gènes.**

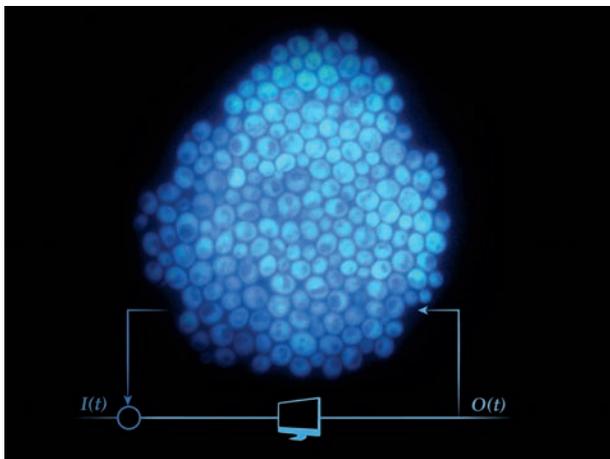
liques, etc. À cette étape, l'ordinateur, lié à un microscope, repère, l'expression des gènes et l'infléchit dans le sens prescrit par l'opérateur.

« Nous avons modifié l'un des gènes concernés pour qu'il code une protéine fluorescente ; il est ainsi devenu possible d'observer au microscope l'expression de fluorescence », explique Pascal

Hersen. En mesurant l'intensité de fluorescence produite par les protéines, l'ordinateur peut alors suivre l'évolution de l'expression du gène marqué. Selon les instructions qu'il a reçues, il procède alors à une nouvelle stimulation, entraînant à son tour la production de protéines fluorescentes, et ainsi de suite.

Cette avancée promet de nombreuses applications dans le domaine de la biologie synthétique : notamment, la production de molécules stratégiques comme des biocarburants. En attendant, le groupe de chercheurs projette d'explorer ce mode de contrôle de l'expression génique sur des cellules de bactéries et de mammifères.

1. Unité CNRS/ Université Paris-Diderot
2. *PNAS*, 28 août 2012, vol. 109, n° 35, pp. 14271-14276.



© P. HERSEN

CONTACT :

Matière et systèmes complexes, Paris
Pascal Hersen
> pascal.hersen@univ-paris-diderot.fr

Les levures : futurs gisements d'hydrocarbures ?

→ **La levure est au centre de bien des promesses.** Outre les travaux décrits ci-dessus, les scientifiques du Laboratoire de biogénèse membranaire³ ont fait, eux, une découverte qui pourrait conduire à la production de biocarburant, grâce à une levure génétiquement modifiée. Comment ? Ils ont tout d'abord répondu à une question : comment font les plantes pour synthétiser leur cuticule ? Cette pellicule (qui les protège de la sécheresse et des parasites) est en effet, en grande partie, composée d'alcane, des molécules hydrocarbures. Pour lever ce mystère, ils se sont intéressés à une plante mutée, incapable de

produire correctement ses alcanes. « Nous connaissons déjà, grâce à cette plante, l'implication de la protéine CER1 dans la production d'alcane. Nous avons démontré qu'elle s'associe à deux partenaires : la protéine CER3 et le cytochrome B5 », explique René Lessire, directeur du laboratoire. En introduisant les gènes de ces protéines dans une levure modifiée, les chercheurs sont alors parvenus à lui faire synthétiser des alcanes constitués de 27 à 31 atomes de carbone. Ces travaux², pourraient ouvrir la voie à de nouveaux biocarburants produits, non par des plantes, mais

par des levures. L'avantage ? Ne plus prendre la place de terres cultivables destinées à l'alimentation. « Ces travaux se situent pour l'instant très en amont de ces questions, et il reste de nombreux verrous à lever avant de penser à cela, tempère René Lessire. Par exemple, nous devons parvenir à synthétiser des alcanes plus courts, ayant huit à dix atomes de carbone. Il reste aussi à savoir si la productivité des levures sera intéressante. » **S. E.**

1. Unité CNRS/ Université Bordeaux-Segalen.
2. *The Plant Cell*, 6 juillet 2012, vol. 24, n° 7, pp. 3106-3118.

CONTACT :
René Lessire
> rene.lessire@biomemb.u-bordeaux2.fr

Météorologie Les scientifiques du programme Hymex ont lancé une vaste campagne pour mieux comprendre les « épisodes cévenols », ces orages violents et destructeurs.

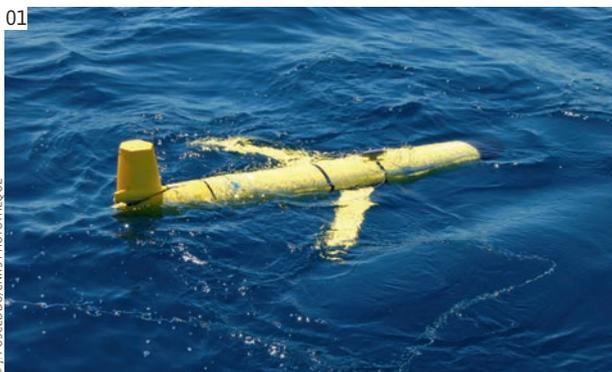
Chasseurs d'orages en Méditerranée

PAR VAHÉ TER MINASSIAN

Sur la piste de l'aéroport de Montpellier, un avion de recherche s'apprête à décoller. Sa destination ? Un orage qui vient d'être repéré dans les Cévennes. Jamais, de mémoire de météorologue, le ciel, la mer et les rivières de la Méditerranée n'avaient été scrutés avec autant d'attention. En ce début septembre, dans huit régions de France, d'Espagne et d'Italie, 300 scientifiques sont mobilisés, ainsi que trois avions de recherche, deux navires, des radars, des lidars et des ballons à profusion. Cette gigantesque campagne est menée dans le cadre du **programme Hymex**, initié par Véronique Ducrocq, chercheuse à Météo-France (au sein du Groupe d'étude de l'atmosphère météorologique)¹. Elle le coordonne au niveau international avec Philippe Drobinski, directeur de recherche au CNRS au Laboratoire de météorologie dynamique². Au centre de coordination, basé dans un camping de l'Hérault, à La Grande-Motte, ce dernier précise le but de cette vaste opération. Elle associe neuf pays autour d'un défi majeur : « Mieux comprendre le cycle de l'eau en Méditerranée afin d'améliorer la prévision des risques hydrométéorologiques tels que les pluies intenses, les crues rapides, les vents violents et les sécheresses. »

Car certains événements climatiques très localisés échappent encore aux prévisionnistes. Identifiés sous le nom d'« épisodes méditerranéens » ou d'« épisodes cévenols », ils peuvent avoir des conséquences dramatiques. En Algérie, en 2001, des inondations ont causé la mort de 800 personnes. En France aussi, les catastrophes qui ont touché Vaison-la-Romaine en 1992 (47 victimes), le Gard en 2002 (24 victimes) ou Draguignan en 2010 (25 victimes), demeurent encore trop imprévisibles.

Certes, les causes générales de ces épisodes survenant surtout à la fin de l'été et au début de l'hiver sont connues. À ce



01 © J. PUSCEDDU/CNRS PHOTOHÉQUE

PROGRAMME HYMEX
Coordonné par le CNRS et Météo-France, Hymex s'inscrit dans le programme interdisciplinaire Mistrals, dédié à la compréhension du fonctionnement du bassin Méditerranéen. Prévu pour une durée de dix ans (2010-2020), Hymex est déjà financé pour quatre années à hauteur de 8 millions d'euros.

moment de l'année, les eaux marines encore chaudes constituent un réservoir de vapeur et d'énergie, tandis que la région subit les premières arrivées d'air froid venu du nord. En atteignant les terres, ces flux se heurtent aux reliefs, créant des zones de convergence, constamment alimentées en masses d'air humide et instable en provenance du large. Cela déclenche alors des orages répétés en un même lieu, et de fortes accumulations de pluies pouvant atteindre, en quelques heures, 500 litres par mètre carré. À la clé, souvent : une brusque montée des eaux des rivières créant inondations, coulées de boue ou glissements de terrain.

Pourtant, le détail de ce mécanisme continue, en partie, d'embarrasser les chercheurs. « Malgré une précédente campagne conduite en 1999 dans les Alpes, nous manquons d'informations sur la microphysique des nuages responsables de ces orages, sur les cristaux de glace qu'ils contiennent et sur les conditions atmosphériques dans lesquels ils se forment », explique Véronique Ducrocq. Alors, tous les matins, lors du briefing réalisé en duplex avec Aquila (Italie), La Palma (Espagne), Mahon (Baléares) et San Giuliano (Corse), elle effectue avec ses collègues un point sur les prévisions. En



02 © A. LIEUVINC/NRS



03 © A. LIEUVINC/NRS

cas d'orage, l'ATR 42 et le Falcon 20, les avions de recherche du CNRS, de Météo-France et du Cnes, sont envoyés sur place pour approcher au plus près des nuages, avec des instruments scientifiques tels que lidar, radar ou échantillonneur d'air.

D'autres questions cruciales restent en suspens. Ainsi, comment évolueront les « épisodes cévenols » à l'avenir ? « On sait que le changement climatique aura des conséquences très importantes en Méditerranée, souligne Philippe Drobinski. Le bassin va s'assécher et ses ressources en eau vont diminuer, mais, dans le même temps, les événements hydrologiques extrêmes vont se multiplier. » Mais jusqu'à quel point ? Et avec quelles conséquences sur les réserves en eau ? Enfin, est-il possible de déterminer à l'avance le moment et le lieu exacts de ces événements ? « Actuellement, Météo-France est capable de prévoir, de 24 à 30 heures à l'avance, le déclenchement d'un orage dans un rayon de 50 km », constate Christophe Calas, de l'École



Électronique moléculaire

Une molécule capable de coder un bit d'information

PAR SEBASTIÁN ESCALÓN

→ **Miniaturiser les composants électroniques à l'échelle de la molécule** : c'est toute l'ambition de l'électronique moléculaire. Dans ce domaine, des chercheurs de l'Institut de physique et chimie des matériaux de Strasbourg (IPCMS)¹ viennent d'apporter leur pierre à l'édifice. Associés à une équipe internationale², ils sont parvenus à déposer, sur un support en cuivre, une molécule capable d'adopter, de façon stable, deux états : l'un ayant des propriétés magnétiques et l'autre pas. Cette molécule peut ainsi stocker un bit d'information : l'état magnétique représente un 1 et l'état non magnétique un 0.

Cela ouvre des perspectives, car la technologie actuelle est proche de ses limites. Dans nos disques durs, le support physique d'un bit d'information est constitué de plusieurs millions d'atomes. Mais lorsque les composants de stockage sont trop petits, survient un phénomène appelé superparamagnétisme : leur état magnétique peut basculer, spontanément, d'un état à l'autre. L'information ne peut donc être stockée de façon durable.

Afin de poursuivre la marche vers la miniaturisation, les chercheurs se sont penchés sur une **molécule métal-organique** qui possède un ion fer. « À l'aide d'un courant électrique, on peut faire commuter la molécule d'un état à

l'autre. Ensuite, grâce à la pointe d'un microscope à effet tunnel, on peut lire l'état, magnétique ou pas, de la molécule individuelle », explique Éric Beaufaire, chercheur à l'IPCMS. De cette façon, un bit d'information peut être stocké sur un support de 51 atomes seulement.

Mais il faudra encore patienter pour pouvoir utiliser un tel dispositif. Avant, plusieurs défis sont encore posés aux chercheurs. Notamment : réussir à positionner précisément des millions de ces molécules et à les interconnecter, par exemple avec des fils moléculaires. Néanmoins, ces travaux, publiés en juillet dans *Nature Communications*³ prouvent la validité du concept. La piste des molécules métal-organiques devrait se révéler très fertile.

1. Unité CNRS/ Université de Strasbourg.
2. Cette équipe réunit, aux côtés de l'IPCMS, l'Institut de technologie de Karlsruhe (Allemagne), l'Université Chiba (Japon) et le Synchrotron Soleil.
3. *Nature Communications*, 3 juillet 2012, vol. 3, article n°938 : « Robust Spin Crossover and Memristance Across a Single Molecule ».

CONTACT :

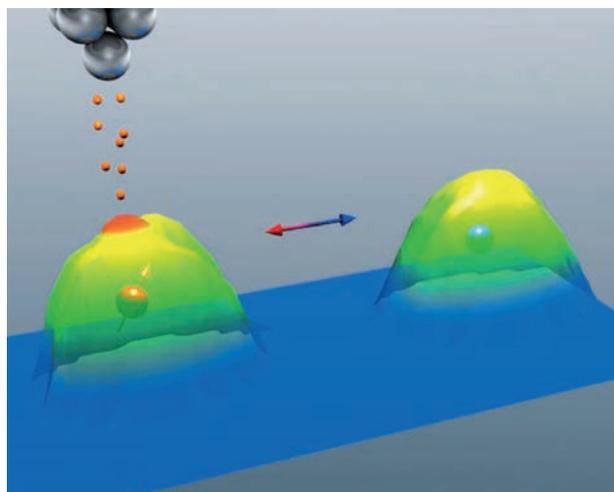
Institut de physique et chimie des matériaux, Strasbourg
Éric Beaufaire
 > eric.beaufaire@ipcms.unistra.fr

MOLÉCULE

MÉTAL-ORGANIQUE

Composé chimique comportant au moins un atome de carbone et un atome de fer.

→ **Illustration de la commutation de l'état magnétique d'une molécule possédant un ion fer. À l'aide d'un courant électrique, on peut la faire passer d'un état à l'autre.**



EN LIGNE

On peut suivre le détail, jour par jour, de la campagne Hymex sur :
 > www.ipsl/actualites/evenements/carnet-de-campagne-hymex



© T. CAROUI/SBR/CNRS PHOTO THEQUE

nationale de météorologie à Toulouse, l'œil rivé à l'écran où s'affichent en permanence les prévisions. « Mais dans la région de Montpellier, cela signifie que la pluie peut aussi bien tomber dans le bassin du Vidourle que dans celui du Gard et du Lez : des fleuves dont les débits n'augmenteront pas de la même façon... »

Ce sont de telles interrogations que vise à éclaircir l'opération menée jusqu'au 6 novembre, avant une seconde campagne de deux mois en février. Ses 200 instruments de mesure déployés en mer, sur terre et dans l'air, dissèquent les orages. Ils fournissent également des données complètes et en temps réel aux hydrologues, qui ont renforcé pour l'occasion leurs réseaux de surveillance. La campagne doit aussi permettre d'améliorer ou de tester des modèles climatiques et météorologiques expérimentaux. Comme le futur système de prévision d'ensemble Arome de Météo-France à résolution très fine. À partir de 2015, celui-ci devrait pouvoir calculer la probabilité d'un aléa en France avec une maille de 2,5 km.

1. Unité CNRS/Météo-France/CNRM-GAME.

2. Unité CNRS/ENS/UPMC/ Ecole polytechnique.

CONTACTS :

Laboratoire de météorologie dynamique, Palaiseau
Philippe Drobinski
 > philippe.drobinski@lmd.polytechnique.fr
 Groupe d'étude de l'atmosphère météorologique, Toulouse
Véronique Ducrocq
 > veronique.ducrocq@meteo.fr

LES NOYAUX AROMATIQUES LIVRENT LEURS SECRETS

→ Cette image est une prouesse : jamais on n'avait pu voir de si près les liaisons chimiques d'une molécule si complexe.

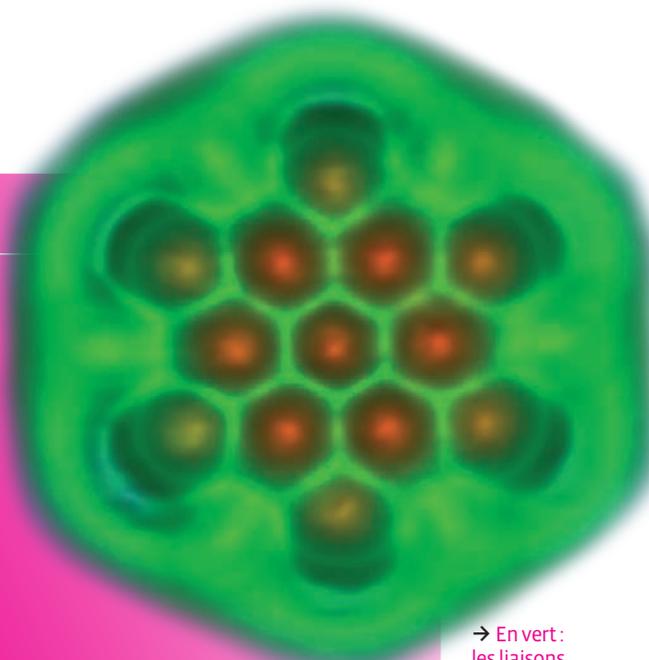
Celles-ci, représentées en vert, relient 13 noyaux «aromatiques», des cycles composés ici de 6 atomes de carbone formant des hexagones. Elles sont observées de si près qu'il a même été possible de déterminer les densités locales en électrons ! « Cet exploit technologique va permettre d'obtenir de nombreuses informations quant aux propriétés des molécules polyaromatiques. Notamment, celles des rubans de graphène qui, demain, pourraient équiper les processeurs

de nos ordinateurs », explique André Gourdon¹, coauteur de ces travaux publiés le 14 septembre dans la revue *Science*². Pour réaliser cette performance, l'équipe européenne a équipé la pointe d'un microscope d'un «mouchard»: une molécule de monoxyde de carbone dont l'atome d'oxygène est naturellement attiré par les électrons, mais aussi repoussé lorsqu'il s'en approche de trop près. Des «approches» réalisées à - 270 °C, afin d'obliger la molécule à ne pas bouger pendant la pose. **G.L.**

1. Du Centre d'élaboration de matériaux et d'études structurales (Cemes)/Unité CNRS.
2. *Science*, 14 septembre 2012, vol. 337, n° 6100, pp. 1326-1329.

CONTACT :
Centre d'élaboration de matériaux et d'études structurales, Toulouse
André Gourdon
> andre.gourdon@cemes.fr

→ En vert : les liaisons chimiques d'une molécule aromatique de nanographène.



© IBM RESEARCH - ZÜRICH

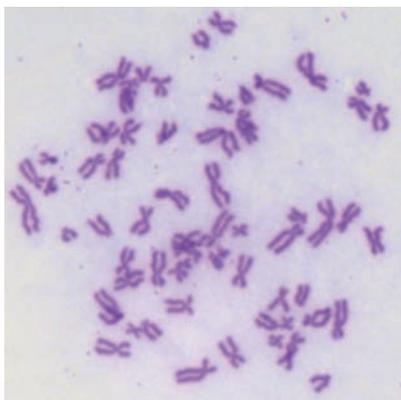
Génétique

Syndrome Cornelia de Lange : un nouveau gène identifié

PAR SEBASTIÁN ESCALÓN

→ Une nouvelle étape est franchie dans la compréhension du syndrome Cornelia de Lange, cette maladie génétique rare qui affecte, en moyenne, une naissance sur 30 000 en Europe. Peu connue, elle se caractérise par de sévères anomalies du développement entraînant des malformations de la face, du crâne, des extrémités supérieures et du cœur, ainsi que des retards de croissance et des atteintes neurologiques. Grâce à une collaboration internationale à laquelle ont pris part des chercheurs de l'Institut génétique et développement de Rennes (IGDR)¹, un nouveau gène responsable de ce syndrome vient d'être découvert.

Appelé HDAC8, il code une enzyme qui régule l'activité d'un complexe protéique essentiel au processus de développement : la cohésine. En effet, lors de la division cellulaire, la cohésine permet à la cellule mère de transmettre de manière fidèle les chromosomes aux deux futures cellules filles.



© E. WATRIN/IGDR

→ Le gène découvert a des effets sur la cohésine. Celle-ci joue un rôle lors de la division cellulaire pour que les chromosomes (visibles ici) de la cellule mère soient fidèlement transmis aux cellules filles.

Elle est aussi indispensable pour réparer les dommages de l'ADN et intervient dans la régulation de nombreux gènes.

Cette découverte² est une avancée majeure pour la génétique associée au syndrome de Cornelia de Lange. Car HDAC8 est le cinquième gène identifié dont les mutations causent cette maladie. Il constitue un nouveau marqueur génétique à analyser chez les populations à risque. Il permet ainsi de dépister

le syndrome lors du diagnostic préimplantatoire réalisé pour les procréations médicalement assistées. Néanmoins, les chercheurs ont encore du pain sur la planche : chez 40% des individus atteints, on ne connaît toujours pas l'origine génétique de la maladie.

Mais ces travaux dépassent largement le cadre de cette pathologie. « D'un point de vue fondamental, ces recherches nous permettent d'en savoir plus sur les mécanismes moléculaires qui sous-tendent les fonctions de la cohésine, explique Erwan Watrin, chercheur à l'IGDR. Cette dernière est nécessaire au maintien de la stabilité du génome : son dysfonctionnement entraîne une instabilité génétique et peut causer des cancers. »

1. Unité CNRS/Université Rennes-I.
2. *Nature*, août 2012, vol. 489, n° 7415, pp. 313-317.

CONTACT :
Institut de génétique et développement, Rennes
Erwan Watrin
> erwan.watrin@univ-rennes1.fr

Changement climatique

Les nuages qui troublent les tropiques

PAR GAËLLE LAHOREAU

→ **Avec le changement climatique, canicules, cyclones et tempêtes sont amenés à être plus fréquents.** Cela pourrait aussi être le cas de phénomènes moins connus : les « overshoots » qui surviennent dans les tropiques. De quoi s'agit-il ? De pénétrations de nuages chargés d'humidité dans la stratosphère, c'est-à-dire au-delà de 16,5 km d'altitude. Si ces mouvements ne nous touchent pas directement, ils pourraient dérégler encore plus le climat de notre planète. Les scientifiques du programme Tro-Pico¹ tentent actuellement d'en savoir plus.

En effet, outre son statut de gaz à effet de serre, la vapeur d'eau a un rôle central dans la chimie de la stratosphère. Elle peut par exemple réduire l'épaisseur de la couche d'ozone aux pôles. « *Localement, on estime qu'un overshoot peut injecter dans la stratosphère entre 100 et 1000 tonnes de vapeur d'eau. Mais le rôle de ces phénomènes dans l'humidification de la stratosphère à l'échelle globale est encore très débattu* », explique Emmanuel Rivière, du Groupe de spectrométrie moléculaire et atmosphérique (GSMA)², le coordinateur de Tro-Pico.

Les satellites étant inadéquats pour détecter les overshoots, c'est avec des dizaines de petits ballons stratosphériques que l'équipe de Tro-Pico est partie les chasser, en mars dernier, dans l'État de São Paulo au Brésil. Des ballons de 500 à 1500 m³ équipés d'instruments légers

comme des spectromètres, capables de mesurer la concentration en vapeur d'eau mais aussi en méthane, ozone... « *Deux de nos 13 lancers ont sondé le même jour trois signatures d'overshoots, entre 17 et 19 km d'altitude* », raconte le chercheur. Ce mois de novembre, une nouvelle mission commence pour la saison humide. « *Avec nos collègues brésiliens, nous avons prévu de réaliser un lancer tous les dix jours jusqu'à la fin de l'année, puis tous les deux à trois jours, entre janvier et février, période la plus propice aux overshoots* », précise Emmanuel Rivière. Viendra ensuite le temps de l'analyse des mesures effectuées sous ballon ou issues de radars météorologiques et satellites, en s'appuyant sur des simulations de modèles atmosphériques. Histoire d'avoir une vraie idée de l'impact potentiel des overshoots sur notre climat.

1. La campagne Tro-Pico associe des laboratoires du CNRS (Latmos, LMD, CNRM-GAME, LA, DT-INSU, LPC2E), Météo-France, l'université Paul-Sabatier-Toulouse-III, et l'Institut de recherche météorologique (Ipmet) au Brésil.
2. Unité CNRS/Université de Reims-Champagne-Ardenne.



Avoir sur le journal en ligne : la série complète des **photos** sur ce sujet.

CONTACT :

Groupe de spectrométrie moléculaire et atmosphérique, Reims
Emmanuel Rivière
 > emmanuel.riviere@univ-reims.fr

→ **Gonflage d'un ballon stratosphérique de 1500 m³, le 19 mars.**



© M. VICOMTEZ/LATMOS/CNRS, PHOTOTHÈQUE

LES MÉDIAS EN PARLENT



→ **Une planète extrasolaire, de masse similaire à la Terre, a été détectée**

autour d'Alpha Centauri B. Elle a attiré l'attention de la presse car il s'agit de la plus proche de notre système solaire jamais découverte. Elle est également la plus légère trouvée autour d'une étoile comparable au Soleil. Cette découverte a été publiée dans *Nature* par des astronomes européens, dont François Bouchy.

→ **On sait maintenant comment le bisphénol A, perturbateur endocrinien, interagit avec le récepteur des œstrogènes. Comme l'ont relevé de nombreux journalistes, ces travaux de l'Inserm et du CNRS pourraient permettre de créer de nouveaux composés possédant les mêmes propriétés que le BPA, mais non toxiques.**



© AFRICA STUDIO/FOTOLIA

→ **Vu au journal de 20 heures de France 2 : un reportage sur la start-up McPhy Energy et sa technologie, issue de l'Institut Néel du CNRS, permettant de stocker l'hydrogène sous forme de galette solide. Un chroniqueur a ensuite souligné le rôle capital de la recherche publique en matière d'innovation.**



→ **Les médias ont aussi relayé les encourageants résultats de l'équipe de Matteo Negroni dans la lutte contre le cancer. Ceux-ci consistent à utiliser l'implacable machinerie de réplication du virus VIH pour améliorer l'efficacité des médicaments anticancéreux.**





© C. DELHAYE

01

Histoire Nombreux en Languedoc-Roussillon, les plafonds peints de grandes demeures médiévales sont tirés de l'oubli, voire sauvés de la destruction, grâce à une poignée d'historiens. Zoom sur ces peintures, parfois étonnamment coquines, qui constituent une source inattendue d'informations sur la vie au Moyen Âge.



02

Les plafonds polissons du Moyen Âge

07



© J.-L. TISSEYRE

PAR CHARLINE ZEITOUN

Des peintures inédites du **xv^e siècle**, sauvées *in extremis* de la décharge, sont sur le point de révéler leurs secrets. Ces saynètes ont été peintes au plafond d'une maison située à Puisserguier, près de Béziers. « Elles étaient jusqu'à l'an dernier dissimulées par un faux plafond », explique Pierre-Olivier Dittmar du Centre de recherches historiques¹, impatient de les étudier. La maison devait être détruite quand le maire de la ville a donné l'alerte. Derrière les lattes récentes, il devine en effet un plafond à la française, avec poutres et solives, propre à abriter des **cloisoirs**

CLOISOIR
Petit panneau peint, placé entre les solives des charpentes.



© P.-O. DITTMAR

**EN LIGNE**

Le site de l'association :
> www.rcppm.org

01 Noircie par la suie, cette planche est ornée d'une saynète peinte au Moyen Âge. C'est l'un des closoirs découverts, l'an dernier, au plafond d'une maison à Puisseguier.

02 Dans ce château restauré, à Capestang, on distingue bien les closoirs, logés entre les solives, juste au-dessus des massives poutres aux frises bariolées.

03 et 04 Sur les closoirs de Capestang, on trouve des images grivoises. Ces deux panneaux, voisins sur le plafond, se répondent : un fou à grelot libère un vent que le trompettiste contrecarre en lui soufflant dans les fesses.



03 04



05 06



du Moyen Âge, dont il a vu de splendides exemples dans la ville voisine de Capestang. Bingo ! Le maire a vu juste. Les travaux de démolition sont stoppés, et le plafond peint, préservé.

En Languedoc-Roussillon, ces dernières années, de nombreuses peintures médiévales ont été retrouvées sous des faux plafonds ou des badigeonnages de peinture blanche appliqués au XVIII^e ou au XIX^e siècle. Comme ces dernières, la découverte de Puisseguier doit beaucoup à la renommée toute récente de Capestang. « Il y a dix ans encore, le plafond peint de son château n'était connu que d'un petit nombre d'érudits et de la municipalité, qui peinaient à intéresser la communauté scientifique,

explique Pierre-Olivier Dittmar. Jusqu'à ce que Monique Bourin, du Laboratoire de médiévistique occidentale de Paris², organise un colloque où elle m'a invité à commenter ces images. » En 2008, elle impulse aussi la création de la RCPPM (association internationale de recherche sur les charpentes et plafonds peints médiévaux), qui donne une nouvelle dynamique à ce champ de recherche et contribue au sauvetage de nombreux plafonds peints.

Comment expliquer que ces œuvres aient été victimes d'un tel dédain jusqu'à une date si récente ? « Ces peintures étaient considérées comme l'expression d'un art populaire jugé peu digne de considération », explique Pierre-Olivier Dittmar, devenu

05 et 06 Toujours à Capestang, ce lapin couronné par un lévrier n'est pas seulement une image de chasse, sport préféré de la noblesse. C'est une métaphore de la conquête sexuelle, car en vieux français « lapin » se dit « conin », terme qui désigne aussi le sexe de la femme et a donné l'argotique « con ».

07 Plusieurs scènes d'amour courtois, comme celle-ci, ornent les boiseries du château de Capestang.



Avoir sur le journal en ligne :
le documentaire Pierre-Olivier Dittmar, historien.



08

© J.-L. TISSEYRE

spécialiste du sujet. De fait, à Capestang, en plus de scènes d'amour courtois et de symboles évoquant la richesse, on trouve notamment un fou à grelot exhibant son anus, une caricature de moine, et autres figures grimaçantes. Plutôt singulier quand on sait que le propriétaire de l'époque n'était autre que l'archevêque de Narbonne... Tandis que dans le presbytère du village de Lagrasse, ce sont tout simplement des scènes de bordels où les moines sont d'assidus clients, qui ornent l'ancienne demeure du curé. S'agit-il de jugements moralisateurs portés sur les moines, que les curés d'alors détestent cordialement ? Ou plutôt du plaisir de posséder dans les recoins de son intérieur des images licencieuses et comiques ? Le sens de ces peintures reste encore un mystère.

« C'est en tout cas une vraie manne de nouvelles images issues de cette période, dont on croyait pourtant bien connaître l'iconographie », s'enthousiasme le chercheur. Les plans qu'il a établis battent déjà en brèche l'idée qu'il s'agissait d'un art purement décoratif, fait de motifs identiques qui se répètent. « Les

images sont toutes différentes, organisées précisément dans l'espace pour se répondre », insiste-t-il. Plus d'une centaine de plafonds peints médiévaux, appartenant à d'anciennes tavernes, à des maisons de marchands ou de bourgeois, sont maintenant connus en France. Après analyse, ils donneront de précieuses informations sur la vie quotidienne du xv^e siècle, en marge des témoignages aristocratiques et religieux des manuscrits et de l'architecture, jusqu'alors principales références du Moyen Âge. « Nous avons maintenant accès aux images de l'univers domestique de toute une frange de la société qui cherche à représenter ses valeurs et son identité dans ses grandes maisons, et qui aime de plus en plus vivre entourée d'images », conclut Pierre-Olivier Dittmar.

- 1. Unité CNRS/EHESS, qui fait partie du futur Campus Condorcet-Paris-Aubervilliers.
- 2. Unité CNRS/Université Paris-I-Panthéon-Sorbonne.

CONTACT :

Centre de recherches historiques (GAHOM), Paris
Pierre-Olivier Dittmar
 > pierre-olivier.dittmar@ehess.fr

08 Caricature de moine à grosses lèvres et à grandes oreilles, à Capestang.

09 Monique Bourin, du Laboratoire de médiévistique occidentale de Paris, et Pierre-Olivier Dittmar, du Centre de recherches historiques, observant des cloisoirs. Sur celui tenu par Pierre-Olivier Dittmar, un être hybride, corps de félin à visage humain, représente l'animalité qui existe en l'homme.

10 Cette scène d'épilation d'une prostituée à la lumière d'une chandelle, trouvée au presbytère de Lagrasse, n'a aucun équivalent au Moyen Âge et demeure un mystère.

11 Sur ce cloisoir du presbytère de Lagrasse, un fou se tient derrière un soldat bandant son arbalète avec un bien étrange projectile !

12 et 13 Les images des cloisoirs sont comparées à celles des manuscrits médiévaux. En repérant les correspondances, l'historien cherche ainsi des interprétations.



09

© C. DELHAYE

A LIRE

Images oubliées du Moyen Âge, les plafonds peints du Languedoc-Roussillon, DRAC du Languedoc-Roussillon, septembre 2011. Cet ouvrage est téléchargeable gratuitement sur : www.rccpm.org (dans la rubrique « Un patrimoine à découvrir »).



10

© ARCHIVES DÉPARTEMENTALES DE LAUDE



11

© ARCHIVES DÉPARTEMENTALES DE LAUDE



12

© J.-L. TISSEYRE



13

© BNF

Géologie Certains experts, tel le géologue Bruno Goffé, souhaitent que la recherche publique poursuive l'évaluation des techniques liées à l'exploitation des gaz de schiste.

Gaz de schiste : faut-il poursuivre les recherches ?

PAR CHARLINE ZEITOUN

Le chef de l'État a tranché le 14 septembre dernier, lors de la conférence environnementale. « Dans l'état actuel de nos connaissances, personne ne peut affirmer que l'exploitation des gaz et huiles de schiste par fracturation hydraulique est exempte de risques lourds pour la santé et l'environnement », a déclaré François Hollande. Cette technique, la seule aujourd'hui connue et utilisée, est donc désormais interdite en France, et toutes les récentes demandes de permis ont été rejetées. Pour autant, au sein de la communauté scientifique, des voix s'élèvent pour dire qu'il est souhaitable de poursuivre les recherches sur cette potentielle ressource énergétique, en prenant bien sûr toutes les précautions nécessaires. Le but : disposer à terme d'une expertise publique transparente sur l'étendue réelle de cette ressource, les techniques d'exploitation envisageables et leurs risques potentiels. Le géologue Bruno Goffé nous livre son point de vue sur ce sujet controversé.

COMMENT ÇA MARCHÉ

« Ces gaz sont prisonniers de roches peu poreuses, appelées roches-mères, situées à une profondeur de 2000 à 3000 mètres, et ne remontent pas tout seuls vers la surface, à la différence du gaz naturel couramment exploité », résume le chercheur. Pour les extraire, une solution consiste à fracturer la roche-mère pour qu'elle laisse échapper le gaz. Pour y parvenir, on fore celle-ci, on introduit un tube dans le puits, puis on provoque de petites



→ Couches sédimentaires datant de plus de 300 millions d'années et recelant du gaz de schiste. (Ici, en Oklahoma).

explosions destinées à percer la paroi de ce tube. On injecte ensuite à haute pression des centaines de mètres cubes d'eau mélangée à du sable et à des produits chimiques de type gélifiants, pour que se créent puis se propagent dans la roche des fissures et qu'elles restent ouvertes. « Par décompression, le gaz est alors entraîné vers la surface, avec l'eau d'injection et l'eau de la roche », explique le chercheur.

CE QUI FAIT PEUR

D'importantes pollutions de la nappe phréatique par le gaz, les produits chimiques ou des dissolvants, se sont déjà produites. Mais pour le chercheur, ces accidents ne doivent pas condamner a priori la technique de fracturation : « Ils résultent de mauvaises pratiques, notamment aux États-Unis où les exploitants, non contraints par des normes publiques aussi strictes qu'en France, ont pu réaliser des forages mal étanchéifiés ou utiliser improprement des produits dangereux, parfois déversés directement dans les cours d'eau. » Autre menace : « la fracturation a déjà causé des séismes de faible magnitude, notamment en Suisse, en France et en Angleterre. Je pense cependant que ces risques sont contrôlables car ils dépendent fortement de la mise en

œuvre de la technique, par exemple de la vitesse de pompage de l'eau », commente Bruno Goffé. Autrement dit, selon lui, ces risques inhérents à la fracturation ne seraient pas insurmontables.

CE QUE PEUT LA RECHERCHE

Pour le géologue, plusieurs voies pourraient être explorées. « Tout d'abord, on peut remplacer les produits chimiques utilisés pour la fracturation hydraulique par des produits compatibles avec l'environnement, comme par exemple des gélifiants agroalimentaires. En s'inspirant des zéolithes, minéraux microporeux, on peut aussi imaginer de nouveaux mélanges qui, une fois injectés, se cristallisent en un matériau poreux laissant passer le gaz, mais bloquant les substances polluantes. » D'autres techniques sont potentiellement utilisables selon lui, mais n'ont encore jamais été testées. Parmi elles : la méthode thermique, qui consiste à chauffer la roche pour en faire remonter l'eau, et avec elle les fameux gaz. « Quoi qu'il en soit, il est indispensable d'améliorer dès maintenant la connaissance du sous-sol, en mobilisant la recherche fondamentale. C'est le devoir de la recherche publique. Cela permettrait d'identifier et d'anticiper les problèmes, d'adapter les réglementations et d'assurer la surveillance et l'observation sur le long terme », poursuit Bruno Goffé. Cela permettrait aussi de faire progresser la connaissance et l'estimation des ressources, renouvelables et non renouvelables, du sous-sol français.

BRUNO GOFFÉ

Ce spécialiste des ressources géologiques est délégué scientifique à l'Institut national des sciences de l'univers (Insu) du CNRS et directeur de recherche au Cerege (CNRS/Université Aix-Marseille/IRD/Collège de France).



CONTACT :

Centre européen de recherche et d'enseignement des géosciences de l'environnement (Cerege), Aix-en-Provence
Bruno Goffé
 > goffe@cerege.fr

Histoire Le 22 janvier 2013, on fêtera le 50^e anniversaire du traité de l'Élysée. L'historienne Corine Defrance revient sur cet acte majeur de rapprochement.

Cinquante ans d'amitié franco-allemande

PAR LAURE CAILLOCE

Le 22 janvier 1963, le chancelier allemand Konrad Adenauer et le général de Gaulle officialisaient la réconciliation franco-allemande en signant le traité de l'Élysée. Comment l'idée d'un traité est-elle née ? Comment a-t-il été conçu et rédigé ?

Corine Defrance : Le traité de l'Élysée est un traité bilatéral de rapprochement entre la France et l'Allemagne, qui fixe les objectifs d'une coopération accrue entre les deux pays. Le terme de réconciliation n'apparaît pas dans le texte lui-même, mais il figure dans la déclaration commune d'Adenauer et de Gaulle. Il faut dire qu'après presque un siècle de rivalité et trois guerres, la haine entre les deux pays n'avait jamais été aussi forte qu'en 1945, et le stéréotype de l'« ennemi héréditaire » s'était répandu. Pour assurer une paix durable à l'Europe, il fallait définitivement casser cette image. Mais pour cela, il fallait préparer les opinions publiques des deux pays. Ce n'est qu'après les visites d'État d'Adenauer à Reims, en juillet 1962, et de de Gaulle en Allemagne, en septembre 1962, que naît l'idée d'un projet de coopération entre les deux pays. La tournée de de Gaulle outre-Rhin a été un triomphe, et ses discours en allemand (naguère la « langue de l'ennemi » apprise à l'école des officiers !) ont fait forte impression. Des mémorandums sont échangés durant l'automne 1962. Trois jours à peine avant la signature du document final, Adenauer propose à de Gaulle d'en faire un traité diplomatique à part entière : c'est un acte beaucoup plus engageant, car il demande la ratification par les Parlements des deux pays.

Rien ne s'était donc passé entre Français et Allemands avant 1963 ?

C. D. : Cela fait partie du « mythe de Gaulle » d'alléguer que tout a découlé du traité de l'Élysée. En réalité, diverses initiatives ont été prises dès l'immédiat après-guerre. Le gouvernement mili-



taire français en Allemagne s'est notamment engagé dans des programmes de rencontres destinées à accélérer le changement de mentalité de part et d'autre du Rhin. Dès 1950, le « plan Schuman¹ » marque, au niveau politique et économique, une étape fondamentale dans le rapprochement entre la France et la jeune République fédérale d'Allemagne (RFA), comme dans la construction européenne. Au niveau de la société civile, aussi, des actions sont entreprises par des médiateurs qui veulent œuvrer à la compréhension du voisin. Parmi eux, on trouve beaucoup d'anciens résistants déportés dans les camps où ils ont fait la connaissance de démocrates allemands. À travers des associations comme le Comité français d'échanges

→ Quelques mois avant la signature du Traité, la visite d'État de de Gaulle en Allemagne, en septembre 1962, a été un triomphe. Ici, le président de Gaulle (à g.) et le chancelier Adenauer (à d.), à Bonn, le 4 septembre 1962.

À LIRE
La France, l'Allemagne et le traité de l'Élysée, 1963-2013, sous la direction de Corine Defrance et Ulrich Pfeil, CNRS Éditions, 2012.



avec l'Allemagne nouvelle, ou le Bureau international de liaison et de documentation, ils éditent des revues, organisent des conférences qui parlent du pays de l'autre. Les jumelages franco-allemands non plus n'ont pas attendu le traité de l'Élysée : le premier date de 1950, et est conclu entre Montbéliard et la ville allemande de Ludwigsburg où de Gaulle fera son fameux discours à la jeunesse allemande le 9 septembre 1962.

Quelques mois plus tard, le Traité est signé. Quels domaines de coopération vise-t-il précisément ?

C. D. : Le traité en lui-même est un document court. Dans une première partie, il pose le principe d'une consultation régulière, avec l'organisation de sommets franco-allemands deux fois par an. Leur cercle sera sans cesse élargi : d'abord, il ne concernera que les chefs d'État et de gouvernement, puis certains ministres, et enfin, les gouvernements tout entiers. La coopération, abordée dans la deuxième partie, est limitée à trois secteurs : la politique étrangère, la défense et la sécurité, et enfin, l'éducation et la jeunesse. Dans un premier temps, la jeunesse est le seul domaine dans lequel les résultats sont visibles. L'Office franco-allemand pour la jeunesse (Ofaj), créé lors du premier sommet de juillet 1963, fait se rencontrer plus d'un million de jeunes en à peine cinq ans. C'est une action énorme et massive ! À ce jour, huit millions de jeunes, issus de toutes les catégories sociales, ont profité de ces programmes.

Et en dehors des rencontres de jeunes ?

C D : Après une première décennie difficile, les tandems Giscard-Schmidt, et surtout Mitterrand-Kohl, inaugurent une phase de relations intenses. Ils font véritablement décoller la coopération dans l'éducation, mais aussi dans la culture, initialement omise du traité. L'idée d'une chaîne franco-allemande, Arte, est lancée en 1986, pour une première diffusion en 1992. Dans l'enseignement supérieur et la recherche, la coopération s'accélère en 1988. Les cursus intégrés franco-allemands se développent (ils concernent aujourd'hui 180 établissements des deux pays et plus de 5 000 étudiants), et des organismes de recherche communs sont fondés, comme le Centre Marc-Bloch², à Berlin. Pour l'enseignement secondaire, on crée au début des années 1990 les classes Abibac, dans les deux pays, préparant à l'obtention simultanée du baccalauréat et de l'Abitur (son équivalent allemand), mais aussi les classes européennes où des disciplines comme l'histoire ou la géographie sont enseignées dans la langue du partenaire.

Les domaines de la défense et des relations internationales semblent nettement moins actifs...

C D : Ce démarrage laborieux est dû à des divergences de fond. Pendant la guerre froide, la RFA est très liée aux États-Unis et à l'Otan, alors que la France se montre plus indépendante.



→ Corine Defrance, historienne au laboratoire Irice³.

« Cela fait partie du "mythe de Gaulle" d'alléguer que tout a découlé du traité de l'Élysée. »

Cependant, des coopérations ont été développées en matière d'armement ou d'exercices communs. Certaines initiatives ont d'ailleurs une forte charge symbolique : pour la défense, on peut citer, en 1989, la création de la brigade franco-allemande qui compte près de 5 000 hommes. L'année 2003 marque un tournant, quand les deux pays expriment leur opposition à l'intervention en Irak. Ce rapprochement décide la France et l'Allemagne à fêter en grande pompe les 40 ans du traité de l'Élysée, cette même année : les deux Parlements français et allemand sont réunis à Versailles pour une session exceptionnelle. À défaut d'une véritable diplomatie commune, on décide la création du Fonds de l'Élysée, qui finance des projets culturels communs dans des pays tiers. Bien que cela ne relève pas du Traité au sens strict, il faut également mentionner le rôle moteur du binôme franco-allemand dans la construction européenne à partir des années 1970. C'est à celui-ci que l'on doit notamment le Système monétaire européen, initié par le tandem Giscard-Schmidt, et la création de l'euro, fortement poussée par le duo Mitterrand-Kohl. Pour mémoire, Mitterrand avait fait de la monnaie commune la condition à la réunification de l'Allemagne.

Et aujourd'hui ? Quel avenir se profile pour le couple franco-allemand dans l'Europe des Vingt-Sept ?

C D : On est face à un vrai paradoxe. D'un côté, il y a un risque de banalisation des relations franco-allemandes, les jeunes générations, pour qui cette bonne entente va de soi, ne voyant pas plus de raisons de privilégier les liens avec l'Allemagne qu'avec la Grèce ou l'Italie... De l'autre, le moteur franco-allemand n'a jamais été aussi essentiel à la bonne marche de l'Europe. En ces temps de crise, je ne vois pas d'autres pays susceptibles de prendre la relève.

1. Robert Schuman était alors le ministre français des Affaires étrangères.
2. Le Centre Marc-Bloch a le statut d'unité mixte des instituts français de recherche à l'étranger (Umifre) : il s'agit d'une structure commune au CNRS et au ministère des Affaires étrangères et européennes.
3. Le laboratoire Identités, relations internationales et civilisations de l'Europe (Unité CNRS/Université Paris-1/Université Paris-Sorbonne).

CONTACT :

Identités, relations internationales et civilisations de l'Europe (Irice), Paris
Corine Defrance
 > corine.defrance@wanadoo.fr



© ARND BRONKHORST/STEIN BILD

INTERNET,
SCIENCE,
TECHNOLOGIES...



Sur Wikipedia

9 000

nouveaux articles créés

La déferlante des OCTETS



Sur Youtube

104 000

heures de vidéos
mises en ligne



D'Internet aux grands instruments de recherche, le volume de données numériques générées par nos sociétés ne cesse d'augmenter. Un vrai déluge auquel doivent faire face les producteurs de ces données aussi bien que leurs utilisateurs. Comment les classer, les stocker, leur donner un sens? À l'occasion du colloque sur les grandes masses de données organisé par le CNRS le 5 décembre, *CNRS Le journal* se plonge dans l'effervescence du phénomène du « *Big Data* ».

UNE ENQUÊTE DE FABRICE DEMARTHON, DENIS DELBECQ ET GRÉGORI FLÉCHET

Des masses de données à donner le vertige **20** |
Une jungle à défricher **24** |
Le difficile stockage des données **26** |

Des masses

« **Tous les deux jours, nous produisons autant d'informations que nous en avons générées depuis l'aube de la civilisation jusqu'en 2003** »,

estimait Eric Schmidt, le patron de Google, lors d'une conférence donnée aux États-Unis en 2010. Une déclaration choc sur le grand sujet qui agite les mondes scientifique et économique aujourd'hui : les très grands volumes de données. « *Nous sommes confrontés à un véritable déluge d'informations* », constate Christine Collet, chercheur au Laboratoire d'informatique de Grenoble¹ et professeur à l'Institut polytechnique de Grenoble. Les chiffres parlent d'eux-



540 millions

de SMS envoyés



145 milliards

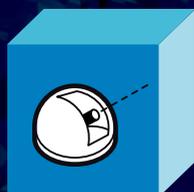
d'e-mails échangés



Sur Google

4,5 milliards

de recherches lancées



Very Large Telescope (VLT)

30 000

mégaoctets de données collectées

Le grand collisionneur de hadrons (LHC)

40 000

gigaoctets de données collectées



Sur Twitter

400 millions

de tweets envoyés



552 millions

d'utilisateurs connectés à Facebook



UNE JOURNÉE DANS LE MONDE NUMÉRIQUE



SOURCES : THE RADICATI GROUP, YOUTUBE, TWITTER, ITU, CERN, ESO, WIKIPEDIA, FACEBOOK, GOOGLE.

de données à donner le vertige

mêmes. Chaque seconde, plus d'une heure de vidéo est mise en ligne sur Youtube, et plus de 1,5 million d'e-mails sont envoyés². Les scientifiques ne sont pas en reste. En huit ans (2000-2008), Le Sloan Digital Sky Survey, un grand programme d'observation astronomique, a enregistré 140 téraoctets d'images (voir le schéma « L'échelle des données », p. 22). Mais il ne faudra que cinq jours à son successeur, le LSST (« *Large Synoptic Survey Telescope* »), auquel participent des équipes de l'IN2P3 du CNRS, pour acquérir ce volume ! Le grand collisionneur de hadrons (LHC), lui, amasse chaque année près de 15 pétaoctets de données, l'équivalent de plus de 3 millions

de DVD. Finalement, l'humanité produirait aujourd'hui, par an, un volume de l'ordre du zettaoctet d'informations : presque autant d'octets qu'il existe d'étoiles dans l'Univers³ !

UN ENJEU ÉCONOMIQUE MAJEUR

Avec le succès de l'économie numérique, la généralisation des appareils mobiles, le boom des réseaux sociaux, l'ouverture au public de certaines bases de données (« l'Open Data ») ou encore le développement de grands programmes scientifiques internationaux, le phénomène du « Big Data » va en s'amplifiant. « On assiste actuellement à une véritable démocratisation des données, précise

BIG DATA

C'est l'appellation couramment utilisée par les spécialistes pour évoquer les grandes masses de données numériques.

MASTODONS : LE CNRS RELÈVE LE DÉFI

Mastodons est l'un des défis lancés par la Mission pour l'interdisciplinarité du CNRS. Ces défis « ont été développés afin de soutenir des sujets de recherche qui ne pourraient pas aboutir sans mettre en commun les connaissances de plusieurs disciplines. Mastodons fait partie de ceux qui impliquent le plus d'instituts du CNRS », explique Mokrane Bouzgehou, directeur adjoint scientifique de l'Institut des sciences de l'information et de leurs interactions du CNRS (INS2I), qui coordonne Mastodons. Lancé en mai 2012, celui-ci a rencontré un franc succès. En à peine trois semaines, **37 projets** ont été présentés. Dix projets fédérateurs, cinq projets ciblés et un projet d'animation (sur la préservation des données) ont été retenus. Leur financement s'élève à **700 000 euros en 2012**. « L'objectif majeur est de favoriser l'émergence d'une communauté scientifique interdisciplinaire autour de la science des données », précise Mokrane Bouzgehou. Chaque projet de Mastodons pourrait durer quatre ou cinq ans. **Le premier colloque consacré au défi Mastodons se tiendra le 5 décembre 2012, à Paris**. L'occasion pour les chercheurs de faire le point sur l'avancement de leurs projets.

LA RÉVOLUTION DU **BIG DATA** DANS LES SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES

01



01 L'ère numérique a facilité pour les chercheurs l'accès à l'information, autrefois dispersée dans les bibliothèques.

Christine Collet. *Elles sont partout et sont élaborées, commercialisées et consommées comme n'importe quel produit manufacturé.* » Ces grandes masses de données sont devenues un tel enjeu économique, industriel et scientifique que les gouvernements et les entreprises investissent massivement dans le domaine. Aux États-Unis, le président Barack Obama a dévoilé en mars un plan *Big Data* allouant 200 millions de dollars à la recherche dans ce domaine (« *Big Data Research and Development Initiative* »). De son côté, l'Europe a inscrit la gestion des contenus numériques dans ses priorités pour la fin du 7^e programme-cadre de recherche et de développement technologique. En France,

« Les grandes masses de données ont révolutionné le travail des spécialistes des sciences humaines et sociales. » Bertrand Jouve, mathématicien et directeur adjoint scientifique à l'Institut des sciences humaines et sociales du CNRS (INSHS), voit dans le *Big Data* une belle opportunité pour ses pairs. « Grâce aux bases de données en ligne, nous avons désormais aisément accès à une somme de connaissances qu'il nous fallait trouver dans les bibliothèques souvent dispersées... Et les enquêtes sur Internet ont facilité le travail, des sociologues par exemple. » Mais son enthousiasme ne lui fait pas oublier les difficultés auxquelles sont confrontés les utilisateurs. « Le problème réside le plus souvent dans le traitement des informations brutes,

explique-t-il. Si ces dernières n'ont pas été récoltées par le chercheur lui-même, comment savoir ce qu'elles ont subi avant d'être intégrées à la base de données? » Pour Sihem Amer-Yahia, il s'agit là d'un gros écueil du *Big Data*. « Le traitement des données brutes constitue souvent une boîte noire à laquelle personne n'a vraiment accès. Or on sait déjà que certaines manipulations assez courantes dans ce domaine peuvent supprimer une grosse partie des informations. » L'avènement des grandes masses de données et du tout-numérique soulève d'autres interrogations moins techniques. « Le *Big Data* implique nécessairement des réflexions épistémologiques, note Sandra Laugier, directrice adjointe

scientifique à l'INSHS. Qu'est-ce que cela signifie d'avoir accès à plus de connaissances qu'un esprit humain ne peut en concevoir? Quelles conséquences cette exhaustivité qu'on ne contrôle pas a-t-elle sur notre rapport au savoir? » Se posent également les questions de la propriété des données, des droits d'utilisation, du droit à l'oubli, de l'éthique... Autant de sujets auxquels les chercheurs en sciences humaines et sociales doivent s'atteler, en coopération avec d'autres disciplines, pour le bénéfice des citoyens et, peut-être, contre la mainmise des intérêts privés.

CONTACTS :

Bertrand Jouve
> Bertrand.jouve@cnrs-dir.fr
Sandra Laugier
> sandra.laugier@cnrs-dir.fr

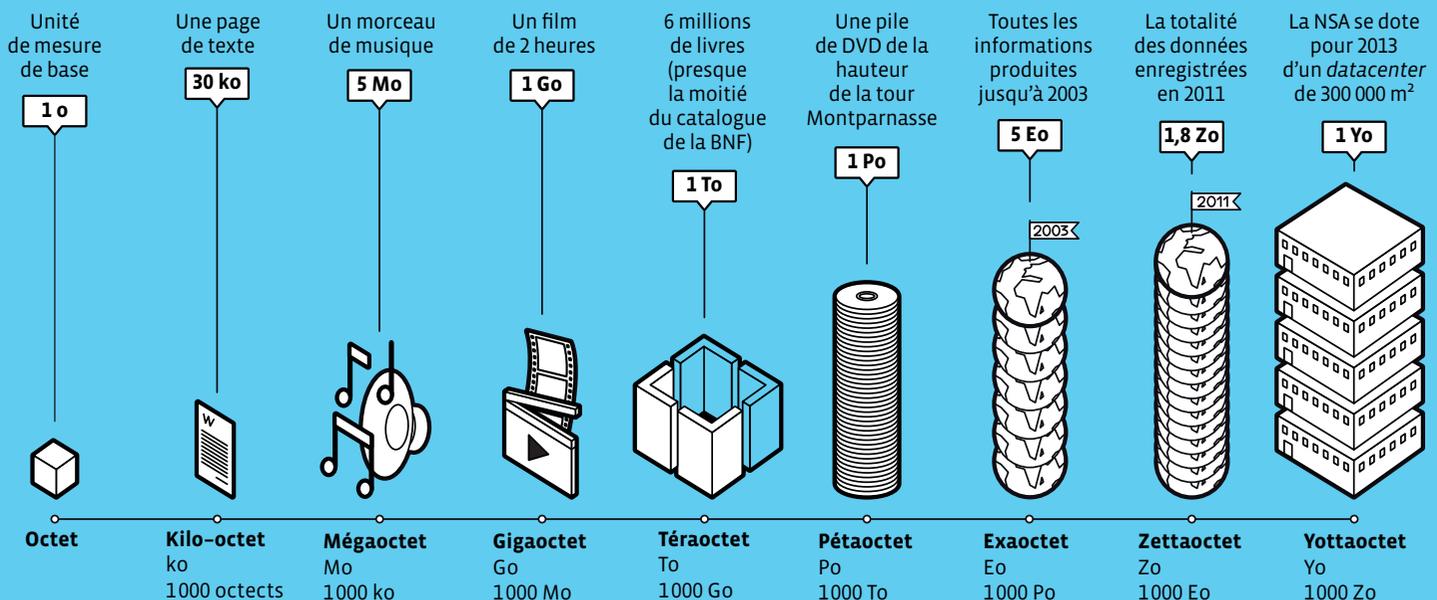
les Investissements d'avenir se sont aussi emparés du sujet. Un programme de 25 millions d'euros est consacré aux technologies d'exploitation des très grands volumes de données.

UN DÉFI POUR LES SCIENTIFIQUES

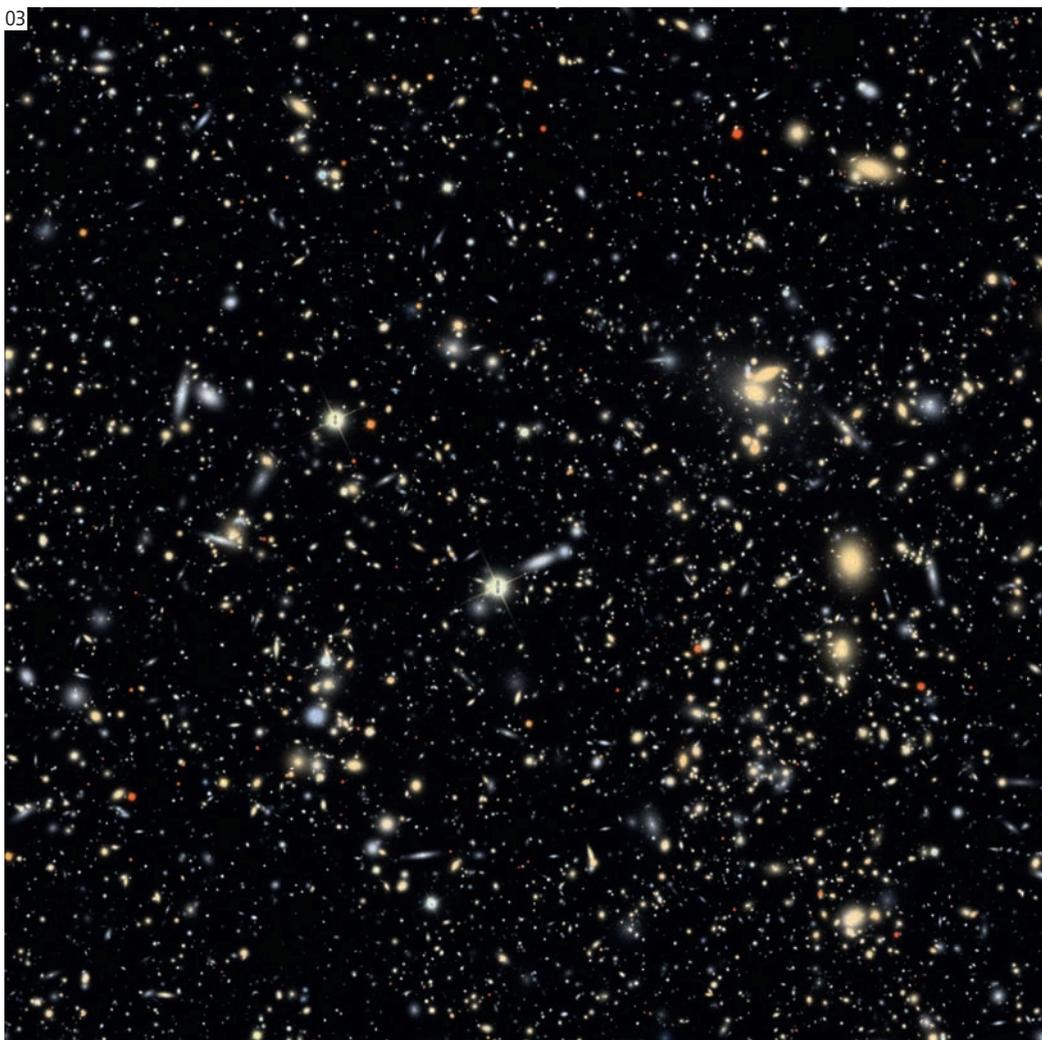
« Le *Big Data* constitue un défi scientifique considérable qui nécessite des travaux aussi bien en ingénierie que dans les sciences fondamentales », explique Mark

Asch, chargé de mission pour les mathématiques et le calcul numérique à la Direction générale pour la recherche et l'innovation du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. Face à ce constat, la Mission pour l'interdisciplinarité du CNRS a lancé cette année le défi Mastodons (lire encadré p. 21). L'idée est de soutenir des projets interdisciplinaires afin d'identifier où sont les verrous dans la gestion des grandes masses de données

L'ÉCHELLE DES OCTETS



02 Le futur télescope LSST sera installé sur le Cerro Pachon, au Chili (vue d'artiste). 03 Doté de 189 capteurs, il enregistrera des images du ciel d'une taille inégalée. Ici : une simulation d'une photo prise par un seul capteur.



scientifiques. « Comment stocker les données et les pérenniser ? Comment les traiter, les analyser, les visualiser, leur donner du sens ? Comment les protéger, empêcher leur usage abusif et aussi les supprimer ? Autant de questions qui se posent aujourd'hui et dont nous sommes encore loin d'avoir les réponses, détaille Mokrane Bouzeghoub, directeur adjoint scientifique de l'Institut des sciences de l'information et de leurs interactions du CNRS (INS2I), qui coordonne Mastodons. Ces questions concernent autant les aspects **algorithmiques** que **méthodologiques**, sans oublier les infrastructures. »

DES QUESTIONS SANS RÉPONSES

Une analyse que partage Farouk Toumani, chercheur au Laboratoire d'informatique, de modélisation et d'optimisation des systèmes⁴ et porteur du projet Petasky dans le cadre de Mastodons. « Prenez le LSST, suggère-t-il. Ce télescope, qui doit être mis en service en 2020, sera capable d'enregistrer des images du ciel de 3 milliards de pixels toutes les 17 secondes. À la fin du programme, les astronomes disposeront ainsi d'une base de données de 140 pétaoctets, avec des centaines de caractéristiques pour chaque objet du ciel. » Or, aujourd'hui, les algorithmes de fouille de données les plus efficaces mettraient des dizaines d'années pour explorer la base et répondre à certaines questions des chercheurs. Les scientifiques engagés dans le programme du LSST savent donc déjà que certaines de leurs interrogations les plus complexes resteront sans réponse. Cependant, une telle base de données constitue le champ

ALGORITHME
Suite d'opérations et d'instructions qui permet de résoudre un problème.

d'application rêvé pour qui veut faire avancer la recherche fondamentale dans le domaine du *Big Data* : c'est précisément le cas des chercheurs du projet Petasky. « Pour contourner les obstacles rencontrés dans la gestion des grandes masses de données, il faudra certes améliorer les technologies de stockage et de calcul, mais aussi inventer de nouvelles manières de manipuler les données », annonce Farouk Toumani. C'est aussi l'avis de Sihem Amer-Yahia, spécialiste des réseaux sociaux au Laboratoire d'informatique de Grenoble. Elle confirme : « La révolution des grandes masses de données, portée notamment par l'explosion du Web social où les citoyens produisent eux-mêmes l'information, bouleverse l'architecture classique des bases de données et de leur traitement. »

UN BOULEVERSEMENT RADICAL

Tout le monde est concerné. Des biologistes aux astrophysiciens, de Facebook au fisc... plus personne n'échappe au phénomène du *Big Data* et aux problèmes

qu'il engendre. Et l'urgence est là : désormais, le volume d'informations produites dans le monde numérique double tous les deux ans et le rythme s'accélère. « Les données sont au cœur de l'économie numérique et de la société du savoir, conclut Christine Collet. Elles représentent une matière première à forte valeur ajoutée, sans laquelle rien ne pourra se passer. » **F.D.**

1. Unité CNRS/Université Grenoble-I/Institut Polytechnique de Grenoble/Université Grenoble-II/Université Grenoble-III
2. Sources : Youtube, Instagram, The Radicati Group
3. Source : IDC
4. Unité CNRS/Université Clermont-Ferrand-II/Université Clermont-Ferrand-I/École des Mines de Saint-Étienne/Institut français de mécanique avancée de Clermont-Ferrand

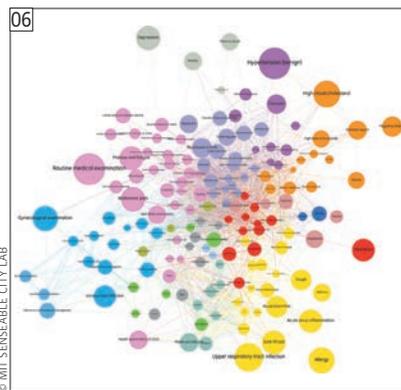
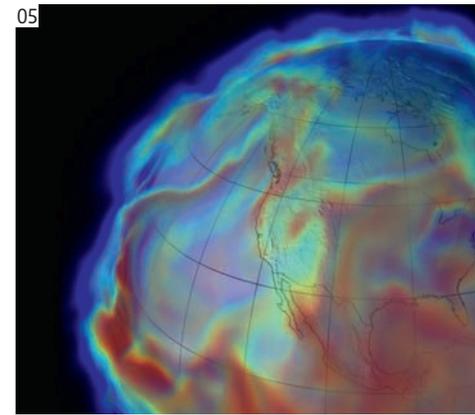
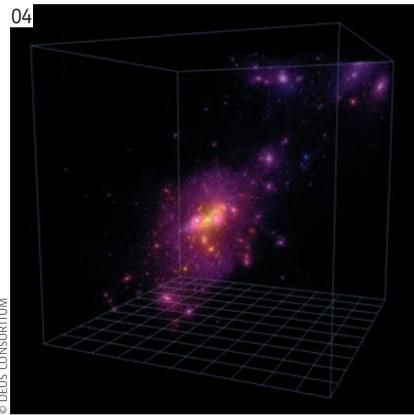
CONTACTS :

Sihem Amer-Yahia
> sihem.amer-yahia@imag.fr
Mokrane Bouzeghoub
> mokrane.bouzeghoub@cnrs-dir.fr
Christine Collet
> christine.collet@grenoble-inp.fr
Farouk Toumani
> farouk.toumani@isima.fr

Une jungle à défricher

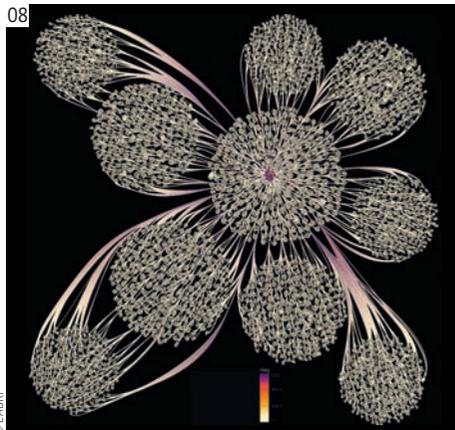
Aujourd'hui, si les chiffres correspondant aux informations numériques disponibles ont de quoi donner le tournis, ils soulèvent aussi une question essentielle : celle de la difficile analyse de ces masses de données considérables et en perpétuelle expansion. Professeur d'informatique et membre du Laboratoire d'informatique de Grenoble (LIG)¹, Marie-Christine Rousset appartient à cette communauté de scientifiques qui tente de structurer le flot ininterrompu de données circulant sur la Toile : « Les pages que nous consultons tous les jours appartiennent au Web textuel qui regroupe des milliards de documents reliés entre eux, explique-t-elle. Pour autant ces pages ne peuvent pas être exploitées comme une véritable base de connaissances car elles ont été conçues pour être lisibles par des êtres humains et non par des machines. » Autrement dit, un moteur de recherche comme Google, dans lequel nous formulons une requête, se contente de proposer une liste de milliers de documents correspondant à cette demande. Il laisse ensuite à l'utilisateur le fastidieux travail d'investigation destiné à identifier la réponse la plus pertinente à sa requête.

Or face à l'accroissement vertigineux des documents disponibles sur le Net, de tels modèles risquent d'être rapidement submergés par le flot d'informations à gérer. Quelle est l'alternative ? Faire évoluer le réseau actuel vers un Web des données : « Cette approche se fonde sur l'association de métadonnées aux adresses URL qui identifient les pages Web. Elle vise à casser la complexité du Web actuel, en structurant l'information sur Internet de



URL

Signe de Uniform Resource Locator : il s'agit d'une chaîne de caractères qui permet de localiser une page ou un site sur le Web.



08 Une cartographie des communications entre 20.000 ordinateurs réalisée au Labri.

LA VISUALISATION, SOURCE D'INTERPRÉTATION

La profusion de données dont disposent les chercheurs n'est pas toujours un avantage. En effet, plus les données disponibles sont nombreuses, plus il devient compliqué de les interpréter. Au Laboratoire bordelais de recherche en informatique (Labri)², David Auber et son équipe s'efforcent donc d'améliorer la lisibilité de ces masses de données grâce à des méthodes de visualisation analytique. « La démarche consiste à appliquer des outils mathématiques de type algorithmes sur ces données brutes pour faire ressortir les informations les plus pertinentes », explique le chercheur. Les données provenant des cours de la Bourse, de systèmes de communications, des processus chimiques du métabolisme cellulaire, de réseaux géographiques ou sociaux peuvent ainsi être traduites sous forme de métaphores visuelles. Ces représentations doivent permettre aux chercheurs d'analyser de manière

rapide et efficace la structure de ces masses d'informations. Car si l'évolution exponentielle des capacités de calcul numérique a permis de générer des quantités de données considérables au cours des dix dernières années, les facultés d'analyse de notre cerveau n'ont pas suivi la même évolution. « Notre mémoire à court terme ne nous permet pas d'analyser simultanément plus de sept éléments distincts », souligne David Auber. Moyen efficace de résoudre cette contradiction, le principe de la visualisation analytique – via des interfaces d'aides à l'analyse de données – pourrait ainsi rapidement devenir incontournable.

1. Unité CNRS/Université Bordeaux-1/ Université Bordeaux-Segalen/IPG

CONTACT :
David Auber
> david.auber@labri.fr



LE CALCUL INTENSIF À LIVRE OUVERT

Dans le domaine du calcul haute performance ou HPC (« *High performance computing* »), les États-Unis restent le leader incontesté. Sur les 500 supercalculateurs les plus puissants existant sur la planète en 2012, ils en concentrent en effet 252, soit près de la moitié de la puissance réelle disponible, qui atteint désormais 120 pétaflops (PFlops)¹. La France regroupe, elle, 22 de ces 500 supercalculateurs, pour une puissance totale de 6,4 PFlops. L'Hexagone se classe ainsi au 6^e rang mondial en termes de puissance dédiée au calcul intensif. Au sein du CNRS, le Centre de calcul de l'IN2P3 est un acteur majeur du calcul intensif via le développement de grilles informatiques destinées aux expériences du LHC ainsi qu'à des applications biomédicales

et industrielles. De son côté, le Comité d'orientation pour le calcul intensif (Cocin) du CNRS a publié, en 2012, un livre blanc dressant une cartographie des pratiques de l'institution scientifique dans ce domaine. « *Au CNRS le calcul intensif concerne plus de 2500 chercheurs et enseignants-chercheurs, ce qui en fait l'une des plus importantes communautés pluridisciplinaires en Europe* », souligne Michel Daydé, directeur du Cocin et coauteur de ce rapport. Or les besoins grandissants de cette communauté en matière de HPC ne sont pas toujours satisfaits par les allocations d'heures, que ce soit sur les centres nationaux ou via sur les appels à projets européens. « *Pour répondre à cette demande, la poursuite de la montée en puissance des supercalculateurs*



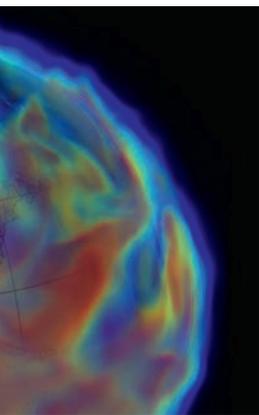
© C. FRESILLON/CNRS PHOTOGRAPHE

implantés sur le territoire devra être couplée à une urbanisation des infrastructures de calcul et de données, intégrant à la fois HPC, grilles de calcul, cloud et grands centres de données », analyse Michel Daydé. Une stratégie que le Cocin préconise de mettre en place tant à l'échelon national qu'europpéen.

1. Un superordinateur « pétafloppique » est capable de réaliser un million de milliards d'opérations en virgule flottante par seconde.

CONTACT :
Michel Daydé
> michel.dayde@cnrs-dir.fr

09 Le supercalculateur Curie est capable d'effectuer jusqu'à 2 millions de milliards d'opérations à la seconde et de stocker l'équivalent de 7600 ans de fichiers de musique. Il est situé à Bruyères-le-Châtel dans l'Essonne.



© M. BIERECKER, M. SAMBETZ, R. GELARDO, J. BRACHESTER, R. TODDING, L. TAKACS, E. LIU, S. PAWSON, M. BOSILVICH, S. SCHUBERT, GHONG KIM, NASA/GODDARD, VISUALIZATION, T. SCHINDLER, NASA/GODDARD/UMBC



manière à pouvoir accéder plus simplement à la connaissance », résume Marie-Christine Rousset.

UN WEB PLUS PERFORMANT

Cette évolution est déjà en marche au travers du W3C, le consortium international qui veille au respect des normes sur le Web. Certains embryons de ce Web, qualifié de « sémantique » car il permet aux machines de comprendre la signification de l'information circulant sur la Toile, existent déjà. Mais, faire du Web sémantique un modèle universel reste une tâche ardue. « *Greffer des algorithmes d'interrogation sur une base de données centralisée est une chose, commente la scientifique du LIG, mais y parvenir à l'échelle de cette gigantesque*

04 La simulation de l'Univers dans le cadre du projet Deus générera plus de 150 Po de données

05 L'étude du climat (ici, l'humidité atmosphérique le 17 juin 1993) nécessite de manipuler des masses de données colossales qui devraient atteindre le yettaoctet en 2020.

06 Représentation des maladies de 7,2 millions d'Américains et de leurs relations entre elles, issue du Massachusetts Institute of Technology.
07 Cette carte, réalisée par Olivier Beauchesne, représente des collaborations scientifiques entre 2005 et 2009.

entité décentralisée qu'est le web ne relève pas d'un simple problème d'amélioration technologique ! »

Ces dernières années, un domaine scientifique a vu ses pratiques complètement bouleversées par les avancées technologiques : la recherche biomédicale. « *Le volume d'information provenant de l'imagerie biomédicale s'est considérablement accru, avec le passage au tout-numérique, au cours des dix dernières années* », témoigne Johan Montagnat, directeur de recherche CNRS au laboratoire Informatique, signaux systèmes de Sophia Antipolis (I3S)² et coordonnateur, dans le cadre de Mastodons, du projet Credible, destiné à fédérer les données et les connaissances en imagerie biomédicale éparpillées au sein de plusieurs établissements hospitaliers sur le territoire français.

FÉDÉRER LES DONNÉES

« *La stratégie consistant à centraliser des masses de données médicales sera tôt ou tard limitée par les capacités de stockage disponible, justifie Johan Montagnat. De plus, la multiplication des instruments d'acquisition de données au sein des établissements hospitaliers rend inévitable la distribution de celles-ci sur différents sites de stockage.* » Mais cette logique fédérative se heurte à des difficultés techniques.

En effet, il s'agit de faire converger deux types de données : des données brutes (images, résultats de traitements...) et des données dites « symboliques », provenant de la description des premières : contexte d'acquisition des données brutes, caractéristiques anatomiques ou pathologiques extraites d'une image, etc. « *Lun des principaux défis du projet Credible consiste à mettre au point une représentation sémantique de ces données symboliques dans le but de leur attribuer une signification scientifique* », poursuit le chercheur. Ainsi harmonisées, ces bases de données, d'ordinaire très hétérogènes, pourraient alors être regroupées dans une même étude clinique, d'envergure nationale voire internationale. L'analyse, à une telle échelle, des ressources biomédicales fournirait aux chercheurs un moyen inédit pour répondre aux défis de santé auxquels ils se heurtent encore aujourd'hui.

Pour éviter la noyade dans l'océan numérique des grandes masses de données, il faut recourir à des experts : les spécialistes en fouille de données. Partant des bases de données à l'état brut, ils sont chargés de faire remonter à la surface les connaissances qu'elles renferment. « *Ce travail algorithmiquement difficile revient à parcourir un damier constitué de millions de lignes et de colonnes pour y repérer une poignée de motifs répétés* », explique

Le difficile stockage des données

Jean-François Boulicaut, chercheur du Laboratoire d'informatique en images et systèmes d'information (Liris)³ de Villeurbanne.

DES DONNÉES CONVOITÉES

Avec son équipe, cet expert met à contribution son savoir-faire dans le cadre du projet Mastodons sur l'analyse de masse de données de l'urbain et de l'environnement (projet Amadou). Il s'agit ici d'explorer les bases de données de l'agglomération lyonnaise pour y recueillir les informations sur la pollution environnementale et le flux de circulation automobile. Le traitement de ces données doit aider à élaborer une nouvelle politique des transports en centre-ville. À l'aide de simulations mathématiques, l'objectif est de concevoir un modèle dans lequel la voiture n'aurait plus qu'une place limitée. Revers de la médaille : ce type de données intéresse de très près certains groupes industriels qui souhaitent se les approprier à des fins commerciales, parfois au détriment de la communauté scientifique. « Il y a une vingtaine d'années, une société a voulu racheter les droits sur les photos numériques détenues par les Musées de France, rappelle Jean-François Boulicaut. Or, comme la qualité du procédé était, à l'époque, loin d'égaliser celle de l'argentique, le ministère de la Culture avait failli signer cet accord, avant de faire machine arrière. » Espérons que les décideurs politiques sauront faire preuve de la même clairvoyance dans l'eldorado de la recherche sur des grandes masses de données.

G. F.

1. Unité CNRS/Université Pierre-Mendès-France/ Université Joseph Fourier/ Université Stendhal/ INPG.
2. Unité CNRS/Inria/Université de Nice Sophia Antipolis.
3. Unité CNRS/Université Claude Bernard/ Université Lyon 2/Insa/Ecole centrale de Lyon

Nos sociétés produisent un déluge de données et il faut bien les stocker quelque part. La solution la plus évidente est bien sûr de multiplier des unités de stockage, comme les disques durs qui équipent les ordinateurs ou les puces à mémoire flash de nos appareils mobiles (lire l'encadré p. 27). Mais si ce principe général est valable pour les masses de données, sa réalisation ne coule pas de source. « Comparez le stockage à un chantier, explique Patrick Valduriez, directeur de recherches Inria au Laboratoire d'informatique, de robotique et de microélectronique de Montpellier (Lirmm)¹. Plus vous voulez aller vite, plus vous embauchez d'ouvriers, mais plus leur coordination devient complexe. » En d'autres termes, empiler – les spécialistes disent « paralléliser » – les systèmes de stockage ne suffit pas, il faut aussi optimiser la façon dont ils travaillent ensemble. Cette tâche est d'autant plus épineuse que les données sont non seulement très nombreuses, mais aussi hétérogènes et dynamiques.

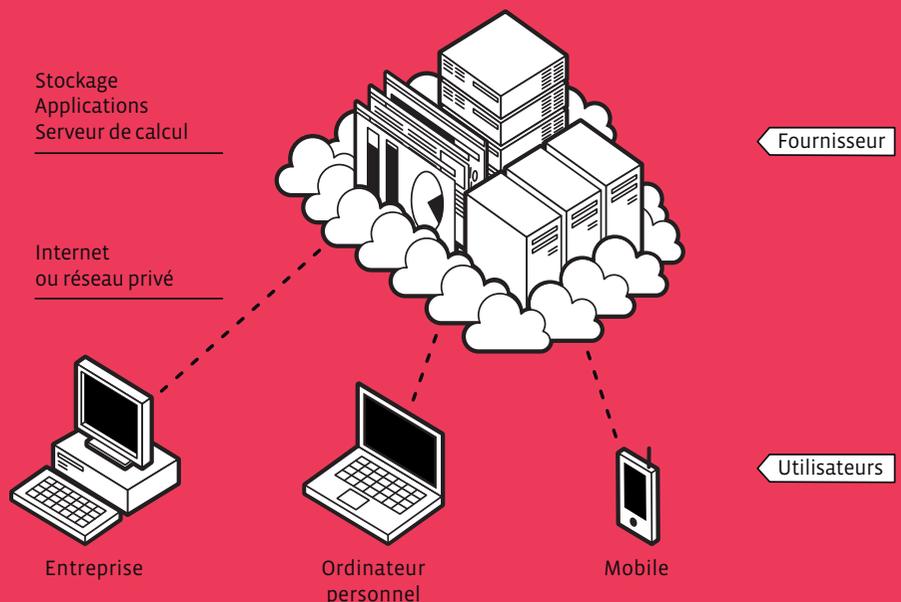
C'est pourquoi de nouvelles manières de stocker l'information ont vu le jour,

notamment sous l'impulsion des géants de l'Internet comme Google, qui doit conserver la trace de milliards de pages Web. « Avec les grandes masses de données, on a vu apparaître des solutions spécifiques qui exploitent le parallélisme massif, avec de nouveaux modèles de programmation de cette parallélisation », indique Patrick Valduriez.

FLORAISON DE DATACENTERS

Un peu partout sur la planète fleurissent ainsi des centres de données, les *datacenters*, où sont installés de tels systèmes de calcul et de stockage massivement parallèles. « Surtout dans les pays du Nord, précise Patrick Valduriez. Car toutes ces machines doivent être constamment refroidies, et cela coûte moins cher de le faire sous un climat froid ! » L'accès à ces centres se fait par un réseau privé ou Internet. C'est ce dispositif que l'on désigne sous le nom de « *cloud computing* » : ce fameux « nuage » (*cloud* en anglais) qui permet de

LE CLOUD COMPUTING



CONTACTS :

Marie-Christine Rousset
> marie-christine.rousset@imag.fr
Johan Montagnat
> johan@i3s.unice.fr
Jean-François Boulicaut
> jean-francois.boulicaut@insa-lyon.fr

LES SOLUTIONS POUR STOCKER

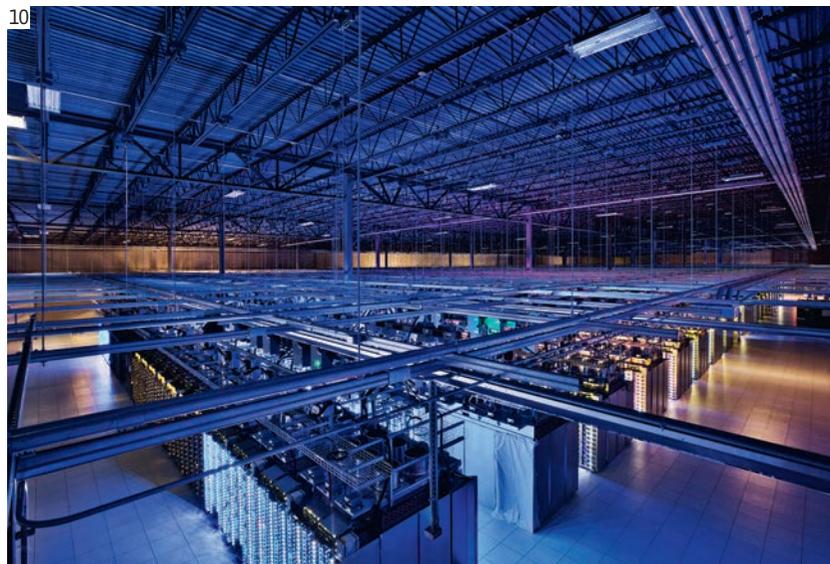
Pour stocker les flux de données dont la croissance est exponentielle, le disque dur magnétique reste à ce jour le principal support employé. C'est un ensemble de plateaux de verre ou de métal qui tournent à vive allure (120 tours par seconde, le plus souvent) à l'intérieur d'un boîtier étanche. Chaque plateau est recouvert d'une couche magnétique où sont enregistrées les données. Aujourd'hui, les disques durs du commerce stockent environ 15 gigaoctets par centimètre carré de plateau, un chiffre qui pourrait doubler d'ici à 2016. En plus de cette haute densité de stockage, ses performances sont très supérieures à celles des disques optiques (CD, DVD), comme à celles des mémoires dites « optiques holographiques », qui peinent à s'industrialiser. Parallèlement, le prix des disques durs a chuté de manière vertigineuse. En 1956, quand IBM a présenté son premier disque dur, stocker 1 gigaoctet coûtait 8 millions d'euros. Aujourd'hui, cela ne coûte plus que quelques centimes ! De fait, seule la bande magnétique, dix fois moins chère, peut rivaliser en terme de coût. Mais celle-ci a un gros inconvénient : sa lenteur, qui la réserve à l'archivage de données peu fréquemment utilisées. Quant à la mémoire flash, qui équipe le plus souvent les appareils mobiles, elle acquiert peu à peu ses lettres de noblesse : plus rapide pour la lecture des données que le disque dur, elle voit son rapport coût/performance baisser à vue d'œil.

louer, de manière temporaire ou durable, un espace de stockage et même du temps de calcul (voir l'infographie p.26). C'est sur ce modèle que fonctionne le « nuage élastique de calcul » d'Amazon, service visant surtout les entreprises, ou des services plus grand public comme les Google Apps et l'iCloud d'Apple, destinés aux utilisateurs d'ordinateurs, de tablettes et de téléphones. Avantage de cette solution informatique : elle peut s'avérer rentable pour les utilisateurs, qui ne paient que ce dont ils ont réellement besoin. Patrick Valduriez pointe cependant un inconvénient : « Ces services peuvent intéresser les entreprises pour des données non stratégiques, mais il est difficile d'avoir confiance dans ce système. Amazon a déjà connu une panne telle que des données n'ont pas pu être récupérées. »

L'IMPÉRATIF DE SÉCURITÉ

De fait, le développement des nuages se heurte encore à de nombreuses réticences. « Beaucoup d'entreprises hésitent à les utiliser pour des raisons de confidentialité, analyse Véronique Cortier, du Laboratoire lorrain de recherche en informatique et ses applications (Loria)². La plupart du temps, les serveurs stockent les données de manière lisible, et les gens qui gèrent ces

10 Ici, l'un des centres de données de Google, à Council Bluffs (Iowa) : il s'étend sur 10 000 m².



11 Facebook va implanter l'un de ses datacenters en Suède afin d'optimiser son refroidissement (vue d'artiste).

serveurs ont accès aux informations de leurs clients. » Pour résoudre ce problème, il suffirait, par exemple, de chiffrer les données chez le client, avant l'envoi dans le nuage. « Il y a des recherches en cours pour mettre au point ce type de solution. Mais cela rend plus complexe l'accès aux données, cela augmente les temps de calcul, et donc les coûts. »

Autre point faible : les nuages offrent un point d'entrée centralisé qui les rend vulnérables aux attaques de pirates informatiques. « Et comme de nombreux sites proposent un contrôle d'accès unique pour tous leurs services, par exemple une messagerie électronique, un calendrier, et l'accès aux documents, une attaque réussie peut faire de gros dégâts », souligne de son côté Hubert Comon-Lundh, qui travaille sur la sécurité des protocoles informatiques au Laboratoire spécification et vérification³ à l'École normale supérieure de Cachan. Pour parer ce genre de menaces, les recherches se concentrent sur la détection des attaques avant qu'elles survien-

nent et sur le cloisonnement des données. En Europe, la question de la sécurité et de la confidentialité des données se pose d'autant plus que la plupart des fournisseurs de cloud, à l'image d'Amazon ou de Google, sont sous pavillon américain. Ils sont donc soumis au *Patriot Act*. Cette loi, adoptée par les États-Unis au lendemain des attentats du 11 septembre 2001, donne tout pouvoir au gouvernement fédéral pour accéder aux données hébergées sur le serveur d'une société de droit américain, quel que soit le pays où ce serveur est installé. Un droit de regard extraterritorial qui inquiète et semble freiner les utilisateurs européens. À l'opposé de cette logique, « l'Union européenne vient, elle, de s'engager dans une réforme des textes pour renforcer la protection des données de ses entreprises et de ses citoyens », se félicite Patrick Valduriez. Un choix politique qui pourrait bien permettre à l'Europe, à la traîne des Américains dans le cloud, de regagner du terrain. **F.D. et D.D.**

1. Unité CNRS/Université Montpellier-II
2. Unité CNRS/Université de Lorraine/Inria
3. Unité CNRS/ENS Cachan

CONTACTS :

Hubert Comon-Lundh
> comon@lsv.ens-cachan.fr
Véronique Cortier
> veronique.cortier@loria.fr
Patrick Valduriez
> patrick.valduriez@lirmm.fr



Chimie De l'agroalimentaire à la médecine, la technologie découverte par ce chercheur connaît des applications toujours plus nombreuses.

GERO DECHER EN 5 DATES

- | | |
|------|---|
| 1956 | Naissance à Marburg, en Allemagne |
| 1986 | Doctorat en chimie « systèmes supra-moléculaires » à l'université Johannes-Gutenberg de Mayence, en Allemagne |
| 1994 | Professeur associé à l'université Louis-Pasteur, à Strasbourg |
| 1997 | Publication de l'article « Fuzzy Nanoassemblies : Toward Layered Polymeric Multicomposites » dans la revue <i>Science</i> |
| 2009 | Prix Emilia Valori de l'Académie des sciences |

Gero Decher, inventeur du millefeuille moléculaire

PAR LAURE CAILLOCE

Gero Decher figure dans le Top 10 des publications les plus citées en chimie ces dix dernières années. Son article

« *Fuzzy Nanoassemblies : Toward Layered Polymeric Multicomposites*¹ », publié en 1997 dans la revue *Science*, vient de passer la barre des 5000 citations. Il faut dire que l'Allemand de 56 ans, professeur à l'université de Strasbourg et chercheur à l'institut Charles-Sadron du CNRS, est à l'origine d'une petite révolution dans le domaine des matériaux : les multicouches de polyélectrolytes. Appliqués sur des matériaux, ces films, véritables « millefeuilles moléculaires », sont capables de donner des propriétés nouvelles aux surfaces qu'ils recouvrent : catalytiques, anticorrosives, antisalissures, ignifuges, antibactériennes, anticoagulantes...

S'AFFRANCHIR DES IDÉES REÇUES

La découverte de Gero Decher part d'un principe connu des manuels de chimie depuis longtemps : la plupart des matériaux portant à leur surface des charges électriques, des molécules de charge opposée peuvent venir s'y fixer. Les films multicouches décrits par Gero Decher empilent ainsi les couches : positive, puis négative, puis positive... et ainsi de suite ! Mais alors, où est l'innovation ? « *Jusqu'au début des années 1990, on s'était contenté de créer une seule couche, sans voir l'intérêt de poursuivre*, explique le chimiste. *Ce n'était écrit nulle part, mais le sens commun voulait que la deuxième couche, si elle parvenait à se créer, décrocherait la première.* »

Gero Decher, alors jeune chercheur à la faculté de Mayence, en Allemagne, ne s'arrête pas à cette idée. Deux années durant, il mène des essais, et réussit alors ce que nul n'avait jusque-là songé à réaliser. Ses résultats se heurtent tout d'abord au scepticisme de ses pairs, qui pensent qu'il s'agit là d'un cas particulier. « *Pourtant, en refaisant l'expérience, tous obtenaient le même effet* », raconte le chimiste, qui a toujours mis un point d'honneur à décrire dans ses articles les procédures expérimentales dans leurs moindres détails, afin d'en faciliter la reproduction. Dès lors, la technologie fait l'objet d'un brevet, déposé avec un consortium d'industriels allemands. Le chercheur n'est pas étranger au monde de l'industrie : c'est chez Ciba Geigy (aujourd'hui Novartis) qu'il a effectué son post-doc, en 1987. « *Je suis passionné de recherche*

« Je suis passionné de recherche fondamentale, mais je ne perds jamais de vue les applications sur lesquelles mes découvertes peuvent déboucher. »

fondamentale, mais je ne perds jamais de vue les applications sur lesquelles mes découvertes peuvent déboucher », témoigne Gero Decher.

TECHNIQUE À FORT POTENTIEL

À la fin de son contrat à Mayence, il se met en quête d'un poste permanent. Et pose finalement ses béchers, en 1995, à l'université Louis-Pasteur de Strasbourg. « *J'étais prêt à aller travailler n'importe où sur la planète. Ma femme m'a suivi en Alsace. La biculturalité de la région, si proche de l'Allemagne, nous a séduits. Aujourd'hui, mes enfants sont bilingues !* » se réjouit-il. C'est au sein de cette faculté, à l'institut Charles-Sadron, qu'il lance l'équipe « multicouches de polyélectrolytes ». Son fameux article fondateur paraît dans *Science* deux ans plus tard. Il concerne le dépôt couche par couche (appelé aussi « LbL » pour « *Layer by Layer* ») et décrit tout le potentiel de cette technique : fait notable, elle peut être utilisée avec des couches biofonctionnelles, comme des protéines ou de l'ADN, ce qui ouvre la voie à des applications en biologie et en médecine. De cette façon, on peut rendre biocompatibles des implants ou organiser le relargage de médicaments en intégrant des molécules actives au cœur même du « millefeuille moléculaire ». L'inclusion de cellules vivantes permet même d'envisager la construction de tissus artificiels !

La portée de cette publication est immense, et l'intérêt de la communauté scientifique, immédiat. Quinze ans plus tard, il est toujours aussi vivace : 1 000 articles sont parus en 2010, et pas moins de 300 laboratoires dans le monde travaillent

sur le sujet. Les industriels ne sont pas en reste. Les premiers produits utilisant la technique LbL apparaissent au début des années 2000 : les lentilles de contact avec revêtement LbL hydrophile, ou encore les films pour prolonger la conservation des fruits et légumes (grâce à la capture de l'éthylène qui accélère leur mûrissement). Gero Decher ne s'en tient pas là et peaufine la technique. Il cherche notamment à accélérer le processus de fabrication, encore trop long à son goût. En effet, chaque couche exige plusieurs minutes de trempage dans un bain, et il faut donc une journée entière pour obtenir un revêtement d'une cinquantaine de couches. En 2005, il publie un article collectif dans lequel il décrit une nouvelle technique, la pulvérisation, et la compare au trempage. Ce faisant, il pulvérise... des records de vitesse ! « *Utiliser un spray permet d'aller cent fois plus vite que par trempage* », souligne-t-il. Mieux, cela autorise l'application de films multicouches sur de grandes surfaces : des voitures, par exemple, ou des vitres sur lesquelles on voudrait construire un film de blindage.

ALLER 100 FOIS PLUS VITE

En 2010, la pulvérisation simultanée de deux substances accélère encore le processus, de 5 à 100 fois selon les matériaux utilisés ! Aujourd'hui, s'il est toujours soucieux d'améliorer le dispositif, Gero Decher explore avec son équipe l'étendue des applications possibles du LbL : membranes de nanofiltration, couches conductrices, ou encore dispositifs magnétiques. Les films n'ont pas livré tous leurs secrets.

1. *Science*, 29 août 1997, vol. 277, n° 5330, pp. 1232-1237.
2. Unité CNRS/Université de Strasbourg.

CONTACT :
Institut Charles-Sadron, Strasbourg
Gero Decher
> decher@ics.u-strasbg.fr

Ressources humaines CDI, charte pour les CDD, niveau d'emploi, fonctions supports... Christophe Coudroy, DRH du CNRS, fait le point sur les actions engagées.

L'emploi, une priorité pour le CNRS

PROPOS RECUEILLIS PAR FABRICE IMPERIALI

La loi Sauvadet du 12 mars 2012 prévoit des dispositifs pour lutter contre la précarité et améliorer les conditions des emplois contractuels dans la fonction publique.

Qu'avez-vous prévu pour le CNRS ?

Christophe Coudroy : Le CNRS emploie environ 10 000 contractuels sur 35 000 agents. Pour la direction du CNRS, cette catégorie est importante car ces personnes sont une grande richesse pour l'organisme. La loi Sauvadet conduit à transformer automatiquement, si la personne accepte, un CDD en CDI si les conditions prévues sont remplies. Très concrètement, cette loi a été mise en application dès sa publication. Sur l'année 2012 une cinquantaine d'agents en auront bénéficié.



© DUTOT PHOTO

« La méthode de l'Équivalent temps plein travaillé (ETPT) donne aux instituts une meilleure maîtrise de leurs ressources. »

Quel régime va être appliqué aux CDI du CNRS ?

C. C. : Nous avons engagé, avant l'été, une concertation avec les syndicats pour avoir une discussion de fond sur le régime applicable aux CDI. Par exemple, un chercheur en CDI doit-il être évalué par le Comité national ? Nous discutons également sur l'équilibre à trouver entre, d'une part, le recrutement par la voie nouvelle de CDIisation et, d'autre part, le mode normal de recrutement au CNRS qui reste le concours comme dans toute la fonction publique. Cette réflexion aboutira à une circulaire que nous discutons avec les syndicats. Ce sujet est complexe et sensible car les ressources allouées au CNRS sont limitatives. La cinquantaine de CDI conclus en 2012 a réduit d'autant le nombre de postes ouverts aux concours la même année.

Pouvez-vous préciser quelle est exactement la différence entre « CDIisation » et « titularisation » ?

C. C. : La CDIisation, même si elle stabilise la situation de l'agent, ne lui confère pas le statut de fonctionnaire. C'est ce que fait le dispositif de « titularisation ». Pour celui-ci, la loi prévoit un concours réservé : pour se porter candidat, il faut

appartenir à un vivier de personnes CDIisées ou en CDD qui remplissent certaines conditions. La CDIisation, je le rappelle, est automatique dès lors que les critères fixés par la loi sont remplis. En revanche, le nombre de postes aux concours réservés est déterminé par le ministère de tutelle. Ce nombre ne nous a pas encore été communiqué.

Parallèlement vous annoncez des mesures pour les CDD...

C. C. : Avant même la publication de la loi Sauvadet, le président du CNRS a pris l'initiative d'une charte sur l'emploi des CDD. Elle fait suite à un recensement des bonnes pratiques dans l'ensemble des délégations régionales. Il s'agit d'en tirer le meilleur pour formaliser un certain nombre d'engagements. On peut citer, par exemple, le principe d'un entretien en fin de contrat ou encore l'accès à l'action sociale. Cette charte a déjà été discutée avec les organisations syndicales et elle vient d'être présentée au Comité technique. Nous allons la diffuser dans l'ensemble des unités. Par ailleurs, nous avons engagé une collaboration avec Pôle emploi, inspirée d'une convention de partenariat signée par la délégation Alpes. Elle prévoit, pour cette région, un dispositif d'accompagnement et de reclassement des agents en fin de contrat, avec la mise à disposition d'une conseillère de Pôle emploi.

Autre actualité importante pour la DRH : la gestion en Équivalent temps plein travaillé (ETPT). Quelles en sont les conséquences pratiques au quotidien ?

C. C. : Jusqu'à présent, l'arbitrage des ressources au CNRS s'exprimait en flux de recrutement. Dans une période de contraintes budgétaires, cette logique présente des inconvénients. Par exemple, un institut qui subit plus de départs que prévu ne pourra pas recruter davantage en compensation, et sera donc pénalisé. L'enjeu de l'ETPT n'est autre que la traduction fidèle et effective des priorités scientifiques fixées en Collège de direction. Avec ce type de gestion, l'arbitrage n'est plus exprimé en flux d'entrées, mais en niveau d'emploi. Cela donne aux instituts une meilleure visibilité et une meilleure maîtrise de leurs ressources. Ainsi, ils peuvent réellement les piloter : davantage de recrutements en cas de départs imprévus, équilibre entre fonctionnaires et contractuels, entre chercheurs et ingénieurs... Ces marges de manœuvre s'inscrivent bien sûr dans le cadre d'une régulation d'ensemble à l'échelle du CNRS.



Dans quel calendrier vous inscrivez-vous pour la mise en œuvre de cette réforme ?

C. C. : La méthode des ETPT a été utilisée dans le dialogue de gestion que la DRH a conduit avec les instituts au printemps 2012. Au lieu de se focaliser sur le flux d'entrées, nous avons amené les instituts à raisonner en niveau de ressources. C'est très important dans un contexte où le volume des départs à la retraite est en baisse : 760 départs à la retraite prévus en 2012, contre 685 en 2013. À partir du budget alloué au CNRS pour 2013, le Collège de direction a ensuite attribué à chaque institut un niveau d'emploi, à partir duquel est calculée la campagne de recrutement. Le dialogue de gestion se poursuit avec les délégations régionales.

Passons au plan d'action sur les fonctions supports : où en êtes-vous côté RH ?

C. C. : Ce plan d'action est la feuille de route de l'ensemble de la Direction générale déléguée aux ressources (DGDR). Il comprend quatre thématiques plus particulièrement portées par la DRH. La première concerne le rééquilibrage des ressources entre les délégations régionales. La situation actuelle fait apparaître une certaine hétérogénéité; notre objectif est de parvenir à la diminuer. Il se réalisera dans la concertation, sur une période de trois ans, et sans mobilité forcée. La deuxième thématique porte sur l'organisation des concours qui mobilise le Service opérateur des concours (SOC) et un certain nombre de délégations régionales en fonction du type de concours (chercheurs, ITA, interne ou externe). L'objectif, ici, est de mutualiser certaines tâches du SOC qui gère déjà l'ensemble des concours pour l'Île-de-France. Le SOC a ainsi vocation à devenir l'opérateur national des concours en 2014. Le troisième chantier est celui de la restauration. Pour cette prestation, l'objectif est d'allouer un marché unique, au lieu d'une dizaine de marchés actuellement. Les procédures et les actes juridiques seront pris en charge par la Direction déléguée aux achats et à l'innovation. Celle-ci détient une véritable expertise dans la passation de marchés publics de cette ampleur. Les spécificités locales continueront à être prises en compte au niveau régional via l'allotissement. Le quatrième sujet que nous portons touche la formation. Certaines actions sont bien avancées, concernant les Écoles thématiques, par exemple, avec la centralisation des financements autour du porteur de projet. Autre exemple : une note précise désormais ce qu'est un formateur interne, ce qui est attendu de lui et les procédures à respecter pour garantir la qualité de la formation qu'il est amené à donner. D'autres chantiers progressent. C'est le cas, notamment, de la mutualisation d'actions nationales pour les prestations de formation standard.

Toutes ces actions de mutualisation ne se font-elles pas au détriment de l'action régionale ?

C. C. : Bien au contraire. D'abord, elles ne retirent rien aux DR de ce qui fait leur force. Ensuite, elles évitent la répétition de procédures identiques dans les délégations. Nous souhaitons en fait décharger les délégations des aspects administratifs pour les recentrer sur des tâches de gestion de proximité.



© NINI LA CAILLE POUR CNRS LE JOURNAL

Une vaste réflexion a aussi été engagée, à la demande du président, sur la fonction de directeur d'unité...

C. C. : Effectivement, la Direction déléguée aux cadres supérieurs pilote ce chantier majeur. L'objectif est de prendre en compte toute la problématique du positionnement du directeur d'unité : depuis son recrutement jusqu'à son accompagnement en fin de mandat, en passant par l'aide à la prise de fonctions ou la formation.

Pour terminer, un mot sur une étude en cours concernant l'interdisciplinarité...

C. C. : Il s'agit de mieux cerner l'interdisciplinarité, quantitativement et qualitativement. Ce travail est mené par l'Observatoire des métiers avec les instituts, la Mission pour l'interdisciplinarité et les sections du Comité national. Aujourd'hui, notre ambition est que 20 % des chercheurs recrutés possèdent un profil interdisciplinaire. Ce levier est-il suffisant ? Ne pas travailler dans le cœur d'une thématique pénalise-t-il la carrière ? Voici des exemples de la variété des questions abordées dans cette étude.

CONTACT :

Direction des ressources humaines du CNRS, Paris
Christophe Coudroy
 > christophe.coudroy@cnrs-dir.fr

Valorisation La Direction de l'innovation et des relations avec les entreprises (Dire) vient de dévoiler 45 thèmes de recherche à fort potentiel économique pour le CNRS.

Les Axes stratégiques d'innovation du CNRS

PAR JEAN-PHILIPPE BRALY

Plus de 4 400 brevets, 743 accords de copropriété, plusieurs dizaines d'accords-cadres avec des entreprises, 670 spin-off créés depuis 2001... Autant de chiffres qui témoignent du dynamisme du CNRS en matière de valorisation. Mais sa Direction de l'innovation et des relations avec les entreprises (Dire) ne compte pas s'arrêter en si bon chemin. Pour susciter de nouveaux partenariats industriels, elle vient de dévoiler 45 Axes stratégiques d'innovation (ASI) : des thèmes de recherche à fort potentiel économique existant au sein de l'organisme. L'éventail est large : réalité virtuelle, thérapie génique, dépollution, finance, spintronique, imagerie, ou encore captage du CO₂. Pour chacun d'entre eux, la Dire a répertorié les chercheurs leaders et leurs laboratoires, le nombre de brevets, de contrats et de publications de ces unités, leurs compétences particulières, etc.

Démarré début 2011, ce chantier a été réalisé avec les 40 directeurs adjoints scientifiques et les responsables de valorisation des 10 instituts du CNRS. Première étape : identifier les thèmes de recherche pour lesquels le CNRS dispose d'actifs solides en termes humains (équipes de renommée internationale), matériels (équipements de pointe) et immatériels (brevets, publications, savoir-faire...). Avec la filiale du CNRS France innovation scientifique et transfert (FIST), ces thèmes ont ensuite été regroupés par grands marchés stratégiques pour la France. Puis, la Dire les a croisés avec les besoins exprimés par les entreprises. En juin 2012, tout ce travail a abouti à l'élaboration des ASI, parmi lesquels on trouve aussi les maladies neurodégénératives et psychiatriques, le calcul intensif, les piles à



→ Parmi les 45 Axes stratégiques du CNRS figurent les recherches sur les maladies infectieuses (01) et neurodégénératives (ici, modélisation en 3D d'une structure impliquée dans ces maladies) (04). Autres thèmes prioritaires : les nanotechnologies (02) et le stockage d'énergie, avec notamment les piles à combustible (03).

combustible, les matériaux composites ou encore les nanotechnologies. « Ces ASI sont susceptibles d'engendrer des collaborations industrielles majeures et de lever des verrous technologiques importants... le tout sur des marchés prometteurs pour lesquels le CNRS souhaite se rapprocher du monde économique », synthétise Pierre Gohar, le directeur de la Dire.

En pratique, les ASI dépendent de plusieurs instituts du CNRS et de diverses directions régionales. « Ceci reflète la transdisciplinarité de l'organisme et sa très bonne couverture du territoire national, indique Pierre Gohar. Bien évidemment, les ASI sont évolutifs et seront réactualisés régulièrement en fonction des orientations stratégiques du CNRS, et de la veille menée par la Dire, les Instituts, les délégations régionales et FIST. » Déjà, les ASI sont utilisés comme base de discussions scienti-



ques pour les accords-cadres que le CNRS est en train de conclure avec de grands groupes tels Air Liquide, EADS ou Renault. Ces industriels ont ainsi une vision beaucoup plus détaillée des éléments d'attractivité des unités de recherche. Cela leur permet aussi de découvrir certaines compétences de l'organisme. « C'est notamment le cas dans le domaine des sciences humaines et sociales pour lesquelles les demandes de collaborations vont croissant », note Pierre Gohar.

Autre rôle des ASI : consolider les relations du CNRS avec les PME. Ils s'inscrivent ainsi dans le sillage du Partenariat renforcé PME recherche (PR²) lancé en 2011 par la Dire. Celui-ci permet à l'organisme de céder, sous conditions, des brevets non exploités à des PME-PMI françaises¹. En parallèle, les ASI s'accompagnent de divers services pour les chercheurs du CNRS.



© F. JANNIN/CNRS PHOTO THÈQUE

La Dire peut, par exemple, les mettre en relation avec des entreprises ou d'autres laboratoires travaillant sur le même axe et accompagner le montage de collaborations. Les instituts et les délégations régionales du CNRS peuvent aussi proposer des formations de sensibilisation à la valorisation et à l'innovation. De son côté, FIST peut mettre à leur disposition des études sectorielles.

La mise en place des ASI présente d'autres avantages pour le CNRS. Tout d'abord, une meilleure visibilité dans le paysage de l'innovation. Celui-ci a en effet vu apparaître récemment de nombreuses structures : sociétés d'accélération du transfert de technologie, instituts de recherche technologique, instituts d'excellence sur les énergies décarbonées,...

« Nous voulions rendre nos atouts plus lisibles et plus attractifs pour tous les acteurs de ces nouveaux écosystèmes, en particulier pour les acteurs industriels, explique Pierre Gohar. Une exigence également dictée par l'essor de l'open innovation, autrement dit la nécessité croissante pour les entreprises d'établir des partenariats pour mener à bien leurs recherches. »

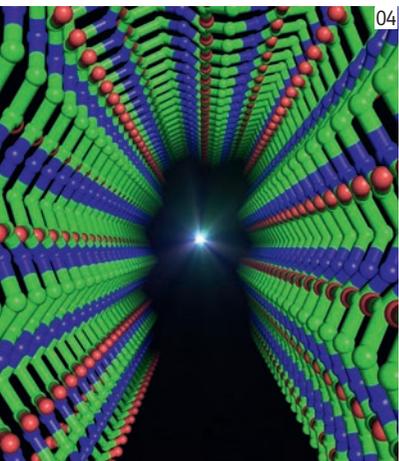
Enfin, le CNRS souhaitait reconfigurer la gestion de son portefeuille de brevets, en constituant des grappes autour de

thématiques de recherche à très haut potentiel de valorisation. De cette façon, certains brevets « dormants » sont mieux mis en valeur. Autre avantage : cela permet de rationaliser les coûts importants liés au dépôt et au maintien des brevets. Un objectif déjà atteint en partie : « Combiné au PR² et à une gestion rigoureuse, le travail effectué sur les ASI a permis de limiter le coût de gestion des brevets à 16,5 millions d'euros pour 2011, contre les 21,9 millions d'euros initialement prévus », conclut Pierre Gohar.

1. Lire l'article paru dans *CNRS Le journal* n° 264, pp. 32-33.

CONTACT :

Direction de l'innovation et des relations avec les entreprises (Dire), Paris
Karine Wecker-Blanda
 > dire-communication@cnrs-dir.fr



© A. KAJAVA/CNRS PHOTO THÈQUE

Coopération industrielle

Le Val-de-Marne, terre de partenariats

PAR CHARLINE ZEITOUN

→ **Le 22 novembre, à l'aéroport de Paris-Orly, la 8^e édition de Meet Innov** réunira plus de 600 start-up, PME, grands comptes, investisseurs etc. Le CNRS fait partie des partenaires de cette convention d'affaires internationale sur l'innovation, organisée par l'Agence de développement du Val-de-Marne. « *Le CNRS affirme ainsi sa volonté de favoriser les transferts de technologie entre ses laboratoires et les industriels. Il est d'ailleurs l'instigateur de plusieurs autres dispositifs dans la région, dans la même optique* », commente Brice Kerber, délégué régional pour l'Île-de-France Est. En témoignent deux conventions signées durant l'été par cette délégation. La première, conclue avec la CCIP (chambre de commerce et d'industrie de Paris) Val-de-Marne, vise à pérenniser différents événements rapprochant le monde scientifique et celui des entreprises. Les Rencontres CNRS de l'innovation en Val-de-Marne en font partie. Sont aussi visés les séminaires et ateliers organisés pour favoriser l'échange d'expertise et de savoir-faire entre laboratoires et entreprises. Un autre

carrefour majeur pour encourager l'innovation est ainsi soutenu : Techinnov, où plus de 4000 rendez-vous d'affaires entre laboratoires et entreprises auront lieu le 14 février 2013 à l'aéroport d'Orly.

La seconde convention, signée avec le conseil général du Val-de-Marne, s'articule autour de trois priorités. La première : valoriser les résultats de la recherche (par exemple, au sein de programmes de type PR³, voir ci-dessus). La deuxième : soutenir la recherche et l'innovation (en finançant l'organisation ou la participation à des colloques, l'acquisition d'équipement, etc.). Enfin : promouvoir la diffusion de la culture scientifique. En ligne de mire, un seul et même but : « *ancrer la recherche et le CNRS dans le territoire au niveau local et toujours améliorer le rayonnement de l'organisme* », conclut Brice Kerber.

CONTACT :

Délégation régionale Île-de-France Est, Thiais
Brice Kerber
 > brice.kerber@iledefrance-est.cnrs.fr

Reportage. À Pessac, la soixantaine de scientifiques du Laboratoire du futur, commun au CNRS et à Rhodia, met en œuvre une chimie miniaturisée et à haut débit.

Dans la ruche de la chimie du futur

01 et 03 Les chercheurs du LOF étudient certaines réactions chimiques dans des systèmes miniaturisés, tels que ces dispositifs microfluidiques. 02 Vue extérieure du Laboratoire du Futur.



01

© PHOTO THÉOQUE SOLVAY

PAR CLAUDIA COURTOIS

À Pessac, sur le campus universitaire bordelais, une soixantaine de scientifiques s'activent derrière des murs vitrés couleur vert d'eau. Seul indice de la nature du lieu : sur la façade, le logo Rhodia. Bienvenue au Laboratoire du futur, le « Lof » comme tout le monde l'appelle, un laboratoire de pointe spécialisé, notamment, dans la miniaturisation et le haut débit en matière d'expériences et d'analyses. Depuis sa création en 2004, cette unité mixte de recherche est commune au CNRS, à l'université de Bordeaux-I et à l'industriel Rhodia, racheté début 2012, par un autre groupe mondial de chimie, Solvay¹. « *L'histoire de la collabo-*

ration entre Rhodia et le CNRS est longue : elle a même commencé en 1975, date du premier accord-cadre », rappelle Patrick Maestro, l'actuel directeur du Lof. Dans ce cadre général, quatre unités mixtes de recherche ont été créées, dont celle-ci (lire l'encadré).

UN VIVIER DE MATIÈRE GRISE

Pour le groupe industriel, cet établissement est stratégique. Son rôle : renforcer l'innovation et gagner du temps dans les process pour rester ultracompetitif vis-à-

vis de la concurrence. Le Lof permet ainsi d'accélérer le « *time to market* », cette phase entre l'invention sur la paillasse et la mise sur le marché d'un produit ou d'un procédé. Tout cela, grâce à un équipement très performant : outils miniaturisés, robots permettant des mesures nombreuses, simultanées et sûres, et outils informatiques et statistiques pour le traitement des données.

En 2004, le laboratoire s'est implanté tout près des salles de cours de l'université Bordeaux-I, des écoles d'ingénieurs du



campus et des autres laboratoires de recherche du CNRS. Le choix de Bordeaux n'est pas anodin : au-delà de cette proximité avec la pépinière de chercheurs et d'étudiants, Rhodia avait repéré des laboratoires partenaires et des entreprises de haute technologie pour la microfabrication d'outils. « *Nous avons aussi senti une grande envie et unité de la part des collectivités pour notre installation ici* », se souvient le directeur du Lof.

Huit ans plus tard, l'établissement est devenu une référence dans le haut débit, la miniaturisation et l'étude de ses effets sur la physique d'écoulement de fluides complexes, dans des outils de microfluidique. Par exemple, le laboratoire a mis au point des méthodes permettant d'évaluer les performances potentielles de formulations en quelques heures au lieu de plusieurs semaines. Il permet également l'acquisition rapide de données en utilisant les gouttes micrométriques générées en grand nombre par la microfluidique comme autant de réacteurs.

TESTS PERFORMANTS ET GAIN DE PRODUCTIVITÉ

De grandes enseignes de la cosmétique internationale sont venues frapper à la porte du Lof pour améliorer des formulations de shampoings et autres crèmes de soin. Dans le même esprit, depuis quatre ans, une équipe travaille sur la récupération assistée du pétrole, le projet EOR (« *Enhanced Oil Recovery* » ou « *récupération assistée d'hydrocarbures* »). Objectif : étendre la productivité et la durée de vie de champs de pétrole grâce à des additifs chimiques appelés surfactants. Avantage du laboratoire ? « *Il permet de tester un grand nombre de combinaisons et de repérer quelques formulations avec un vrai gain de productivité*, souligne Mikel Morvan, directeur technique du projet

EOR. *Les robots peuvent travailler la nuit, avec une robustesse du process et une justesse des résultats.* »

Dans cette équipe culminant à 32 ans de moyenne d'âge, on se croise, on échange, on partage. Les recherches académiques alimentent les travaux industriels et réciproquement. « *On rencontre les chercheurs impliqués dans leurs travaux en cours mais aussi d'autres chercheurs du groupe, des visiteurs scientifiques, certains de nos clients aussi qui viennent monter des projets communs avec les GBU (Global Business Units) du groupe* », explique Patrick Maestro. Quant aux thésards et post-docs, ils sont régulièrement envoyés dans des conférences ou d'autres centres du groupe. « *C'est une vraie ruche et un endroit extraordinaire de formation* », reconnaît le directeur scientifique de Rhodia.

Les sujets de recherche peuvent durer de quelques mois à cinq ans : « *En moyenne, une quarantaine de projets sont traités chaque année*, explique Patrick Maestro. *C'est constamment en évolution. Jamais on ne s'installe dans la routine. C'est lié à la nature même du labo.* » Ce fonctionnement convient bien à Julien Beaumont, 26 ans, depuis trois ans dans

TROIS AUTRES LABOS COMMUNS

Dans le cadre de l'accord-cadre général, trois autres unités mixtes entre le CNRS et Rhodia existent : le **Complex Assembly of Soft Matter Laboratory** créé en 1996 à Bristol, aux États-Unis, et consacré aux recherches sur la physico-chimie des fluides et surfaces ; le **Laboratoire polymères et matériaux avancés** à Lyon, France, créé en 2006, qui travaille sur les matériaux innovants à base de polymères et élastomères, dotés de meilleures propriétés mécaniques, thermiques, ou d'imperméabilité aux gaz ; et enfin le **Laboratory of Eco-Environmentally Products and Processes (E2P2L)**, également associé à l'École normale supérieure de Lyon (ENSL) et à l'East China Normal University (ECNU), créé en 2010 dans le domaine de la chimie « verte » et des produits biosourcés.

cette « ruche » et en fin de thèse sur le projet EOR : « *En tant qu'étudiant, ça me permet de faire un choix fondé entre recherche académique et industrielle car il y a une vraie interaction entre les deux. Ça nous permet de bien voir les objectifs donnés. Nous sommes dans le concret.* »

1. L'industriel a fait son entrée au CAC 40 en septembre dernier.



Le reportage complet dans ce laboratoire est à voir sur le journal en ligne

CONTACT :

Laboratoire du futur
Patrick Maestro
> patrick.maestro@eu.rhodia.com

En bref...

PHOTOVOLTAÏQUE |

Du 11 au 14 décembre aura lieu, à Chantilly, la 2^e édition des Journées nationales du photovoltaïque (JNPV). Organisé par la Fédération de recherche photovoltaïque du CNRS (FedPV), l'événement réunira les acteurs français du domaine autour de conférences sur les nouveautés allant des recherches les plus académiques aux développements industriels. À cette occasion sera également présentée l'action Énergie du CNRS dont le thème du solaire, photovoltaïque et concentré, est l'un des axes majeurs.

PRIX | L'Institut technologique du Massachusetts (MIT)

recherche les 10 jeunes innovateurs les plus remarquables de France afin de leur remettre les prix TR35. C'est la première fois que le MIT décline dans notre pays ce concours réservé à des personnes de moins de 35 ans travaillant sur un projet pionnier en matière de technologie et d'innovation. Les inscriptions sont ouvertes du 22 novembre au 31 décembre.

CONTACT :
> tr35.france@technologyreview.com

Instrument

Alto, la machine à fabriquer des noyaux extraterrestres

PAR VAHÉ TER MINASSIAN

→ Dans la chambre blindée qui lui est réservée dans le bâtiment du vénérable accélérateur Tandem de l'Institut de physique nucléaire d'Orsay¹, l'instrument Alto est déjà au travail. Devant deux pupitres de commandes, des techniciens contrôlent, jour et nuit, la fabrication de ses premiers noyaux extraterrestres. En l'occurrence, ce matin-là, de l'argent 128, un isotope « très riche en neutrons » qui, précise David Verney, le responsable scientifique d'Alto, « apparaît dans certains processus stellaires ».

Quasiment unique en son genre, cet accélérateur préfigure ce que sera demain la physique des noyaux exotiques, ces noyaux trop instables (ou radioactifs) pour exister spontanément sur Terre, mais pourtant présents dans les étoiles ou les supernovae. Financée à hauteur de 1 million d'euros par la région Île-de-France, le département de l'Essonne, le ministère de la Recherche et le CNRS, la machine sera inaugurée en mars 2013. Elle va servir aux physiciens non seulement à obtenir une moisson de résultats très attendus, mais également à se former aux techniques qui seront utilisées dans des dispositifs de la

prochaine génération, comme Spiral2, en cours de construction au Laboratoire Ganil de Caen.

Longtemps, l'étude des « noyaux exotiques » a été limitée par la quantité d'isotopes qu'il était possible de produire. Avec Alto une partie de ce problème trouverait sa solution. En précipitant à l'aide d'un « injecteur » des flux d'électrons sur des pastilles d'uranium 238, chauffées à plus de 2000 °C, cet accélérateur est capable de générer ces corpuscules sous la forme d'un faisceau d'ions radioactifs. En quantité suffisante, en tout cas, pour permettre aux spécialistes de déterminer, à l'aide de deux lignes d'instruments d'analyse, les propriétés fondamentales de noyaux atomiques : structure, durée de vie ou autres caractéristiques telles que les « probabilités d'émission de neutrons retardés ».

Dans le laboratoire dirigé par Faïçal Azaiez, une cinquantaine de physiciens et d'astrophysiciens viendront donc chaque année pour faire avancer les connaissances. Notamment, celles sur les « noyaux riches en neutrons » dont quelques dizaines de nouveaux spécimens seront étudiés par Alto pour la toute première fois.

1. Unité CNRS/IN2P3/Université Paris-Sud.

→ Alto va permettre d'étudier les noyaux « exotiques », qui n'existent pas spontanément sur Terre.

CONTACT :

David Verney
> verney@ipno.in2p3.fr



© L. PETIZON/IN2P3/CNRS

En bref...

INTERNATIONAL | Les deuxièmes journées de la fédération Aur@ (réseau des unités mixtes internationales d'Asie, traitant de sciences et technologies de l'information et de la communication) ont eu lieu à Singapour en septembre. Ce réseau a pour objectif de favoriser la mobilité de chercheurs et d'étudiants entre laboratoires et de permettre l'émergence de nouvelles collaborations.

INSTANCES | Un nouveau Comité national de la recherche scientifique (CoNRS) s'installe. Sur ses 1 358 membres experts nationaux et internationaux, 966 vont prendre leurs fonctions entre septembre 2012 et janvier 2013. Grâce au travail de ses instances (environ 20 000 dossiers traités par an), le CoNRS contribue à l'élaboration de la politique scientifique du CNRS et participe au recrutement et au suivi de la carrière des chercheurs et de l'activité des unités de recherche.

PARTENARIAT | Le 17 septembre, le projet Probio3 a été officiellement lancé. Doté d'un budget de plus de 24 millions d'euros, il a pour objectif de développer des solutions de production de biocarburants pour le transport aérien. Le CNRS fait partie des 16 partenaires académiques et industriels (dont EADS et Airbus) de ce projet, prévu sur une durée de huit ans et porté par l'Inra.



SA MISSION

> Sensibiliser les chercheurs de l'Institut de pharmacologie et de biologie structurale (IPBS) aux enjeux de la valorisation de leurs découvertes.
> Détecter les innovations et accompagner tout le processus de transfert des résultats scientifiques vers le monde économique.



Malika Hamitouche-Pares

Chargée de valorisation

PAR JEAN-FRANÇOIS HAÏT

9H00 BONNES PRATIQUES

Bienvenue à l'Institut de pharmacologie et de biologie structurale de Toulouse (IPBS) ! Ce matin de septembre, Malika Hamitouche-Pares a réuni les nouvelles recrues du laboratoire, étudiants en thèse, post-doctorants ou chercheurs, pour les informer sur les « bonnes pratiques ». « *Mon premier rôle en tant que chargée de valorisation, c'est de sensibiliser les chercheurs à l'intérêt de protéger et de valoriser les résultats et les savoir-faire scientifiques* », précise-t-elle. Elle tire d'une étagère un cahier de laboratoire, outil qu'elle a mis en place à l'IPBS : « *On y consigne toutes les manipulations, afin de disposer d'un élément de preuve pour démontrer, le cas échéant, la paternité d'une invention.* » Elle assiste aussi les chercheurs pour signer des accords de confidentialité avec les industriels, et formalise les contrats. « *Mon métier exige des connaissances juridiques.* » Elle les a même renforcées par une formation, en 2008, pour obtenir le « certificat d'animateur propriété intellectuelle », délivré par l'INPI (Institut national de la propriété industrielle).

12H30 À LA CHASSE AUX INNOVATIONS

Direction la cantine, pour le déjeuner. Malika Hamitouche-Pares y retrouve les chercheurs et s'informe de l'actualité de leurs travaux. Objectif : détecter les découvertes valorisables. Elle indique alors aux scientifiques ce qui est brevetable et ce qui ne l'est pas, et les aide à monter une déclaration d'invention.

→ En contact quotidien avec les chercheurs, elle repère les découvertes valorisables.

« *Un exercice de rédaction délicat* », commente-t-elle, car il prépare au dépôt du brevet, et sera soumis aux comités d'évaluation du CNRS. « *En termes de brevets, je suis aussi la mémoire du labo. En effet, nous en avons déposé plus de 50 depuis que je suis arrivée, en 1999 !* »

14H00 NÉGOCIATION À PRÉPARER

Retour au bureau, après avoir traversé les bâtiments modernes de l'IPBS, bardés de bois et reliés par des coursives vitrées. C'est le moment de préparer une importante réunion programmée à Paris la semaine suivante. Six grands groupes pharmaceutiques, cinq PME et 13 laboratoires publics sont impliqués dans le projet Imodi, sélectionné dans le cadre des Investissements d'avenir. Ce projet vise à créer des modèles expérimentaux de cancers à partir de prélèvements de tumeurs greffés sur des souris. Une filière industrielle sera constituée pour les développer. « *Dans ces négociations, nous devons notamment trouver un accord sur la part respective qui reviendra au laboratoire et à l'industriel, par exemple, pour les redevances issues de brevets. Mon rôle est de représenter les intérêts du CNRS, en liaison avec le Service partenariat et valorisation de la délégation Midi-Pyrénées, et dans le cadre de la*

politique portée par la Direction innovation et relations avec les entreprises (Dire) de l'organisme. Il importe que l'accord conclu soit gagnant-gagnant. »

16H30 CONTRAT SIGNÉ !

Un contrat de collaboration est sur le point d'être signé avec une entreprise. En effet, en 2010, l'IPBS avait breveté une méthode de production d'anticorps très spécifiques ciblant les cancers et les maladies inflammatoires. Peu après, au congrès Biofit, à Lille, Malika Hamitouche-Pares avait rencontré les responsables de Biotem, une PME de Grenoble spécialiste de la production d'anticorps. Aujourd'hui, en lien avec la filiale de valorisation du CNRS (FIST), elle finalise le contrat entre cette entreprise et le CNRS. « *Sur chaque dossier, je suis l'ensemble du processus, conclut Malika Hamitouche-Pares. J'essaie en permanence d'harmoniser les partitions des chercheurs et des industriels, dont les contraintes et les tempos sont très différents !* »

1. Unité CNRS/Université Paul-Sabatier-Toulouse-III.

CONTACT :

Institut de pharmacologie et de biologie structurale, Toulouse
Malika Hamitouche-Pares
 > malika.pares@ipbs.fr

Événement

Edgar Morin, chapitres d'une vie



© C. FRÉLILLON/CNRS PHOTOTHÈQUE

Le journal tenu par le philosophe pendant cinquante ans est publié aux Éditions du Seuil.

Ces deux tomes¹ rassemblent des textes inédits et déjà parus.

Avez-vous tenu des carnets personnels toute votre vie ?

Edgar Morin : J'ai commencé adolescent pour y consigner mes états d'esprit, mes pensées, mes lectures... J'étais fils unique, très solitaire, et ma mère est morte quand j'avais 10 ans. Je me suis interrompu en 1942, quand je suis entré dans la Résistance. Vingt années sans journal se sont alors écoulées. Puis, en 1962, j'ai été hospitalisé pour une grave hépatite qui m'a plongé quinze jours dans le coma. Pendant ma convalescence

dans le Midi, j'ai eu besoin de faire le point sur ce qui était essentiel pour moi. Quand j'ai entrepris cette réflexion, je sortais de la vie végétative, je me promenais au soleil... Cela a donné un journal de renaissance et de rencontres, publié sous le titre *Le Vif du sujet*². Depuis, j'ai continué, par intermittence, dans des moments particuliers ou stimulants.

Cela vous a-t-il aidé dans votre travail d'intellectuel ?

E. M. : En 1965, j'ai tenu un journal d'enquête sociologique, le *Journal de Plozévet*³, qui était un véritable instrument de travail. Relevant d'une autre approche, le *Journal de Californie*⁴, écrit pendant l'année que j'ai passée dans cet État, en 1969-1970, relate à la fois les expériences

existentielles que j'ai vécues auprès de la jeunesse américaine, ce moment d'ébullition, mais aussi la découverte d'auteurs qui ont véritablement changé ma pensée. La plupart de mes journaux sont comme ça : un mélange d'événements de ma vie quotidienne et de réflexions plus ou moins profondes. Il y a aussi les épreuves personnelles, comme la maladie puis le décès de mon épouse... Je trouve très utile de prendre de la distance avec moi-même, d'objectiver en quelque sorte ma subjectivité.

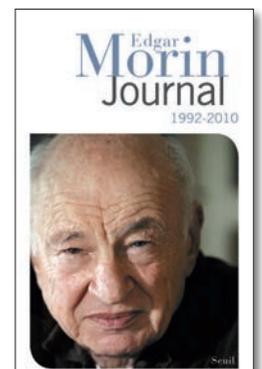
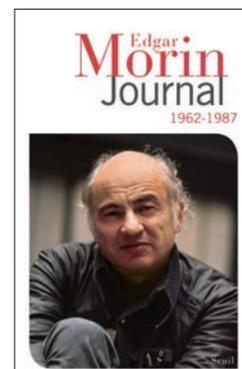
Considérez-vous que ces journaux sont un moyen plus accessible pour le lecteur de vous découvrir ?

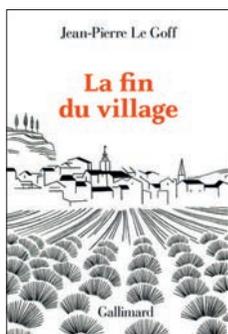
E. M. : Sûrement, même si je les ai écrits avant tout pour moi, et avec d'autant plus de plaisir que je suis quelqu'un qui aime jouer avec les mots et les formules. Ainsi, même mes ouvrages « sérieux » comme *La Méthode*⁵ sont pénétrés de subjectivité littéraire. Je ne suis pas mécontent qu'avec cette parution, mon aspect « écrivain » ressorte également.

PROPOS RECUEILLIS PAR LAURE CAILLOCE

1. *Journal, 1962-1987* (t. 1, 1200 p.), et *Journal 1992-2010* (t. 2, 1296 p.), Seuil, 29,50 € chaque tome.
2. *Le Vif du sujet*, Seuil, 1969, rééd. Points Seuil, 1982.
3. *Journal de Plozévet*, Éd. de l'Aube, 2001.
4. *Journal de Californie*, Seuil, 1970.
5. *La Méthode*, coffret 6 tomes, Seuil, 2008.

→ Permettant d'approcher le grand penseur de plus près, ce texte mêle histoires personnelles et réflexion philosophique.





LIVRE |
La Fin du village
Une histoire française
 Jean-Pierre Le Goff,
 Gallimard, 578 p. – 26 €
 → **Entrée dans**
la mondialisation

et nostalgie de la France d'autrefois : est-ce un paradoxe ? Dans ce livre, Jean-Pierre Le Goff, sociologue au CNRS, mène l'enquête dans un vieux village provençal. Il décrit et analyse la vie quotidienne des habitants, leur mentalité, leur style de vie... Il souligne les bouleversements qu'ils ont connus sur plus d'un demi-siècle, entre 1945 et 2000. De la communauté villageoise au monde nouveau, quelle mutation ! À travers cette réflexion, l'auteur nous amène subtilement à faire la différence entre modernité et modernisme.

MANIFESTATION |

Nourrir le monde : la parole aux citoyens



© PROGRAMME LASCAUX

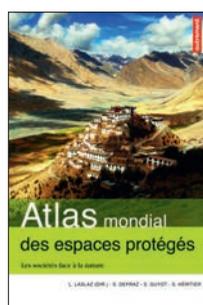
Jusqu'au 30 novembre, Nantes – www.droit-aliments-terre.eu
 → **Comment le droit peut-il aider à garantir la sécurité alimentaire mondiale** et à préserver les ressources ? C'est sur cette question que planchent depuis 2009 la centaine de juristes, économistes, historiens ou anthropologues réunis dans le programme européen Lascaux. Ce mois de novembre, ils livrent leurs réflexions au grand public, à travers différentes manifestations organisées à Nantes : projections de documentaires dans le cadre du festival AlimenTerre, conférences, ateliers scientifiques... Un nouvel éclairage sur des questions qui nous concernent tous.

LIVRE |
Atlas mondial
des espaces protégés

L. Laslaz (dir.), Autrement, 96 p. – 19 €

→ **Quel est l'impact des hommes sur la nature** un peu partout sur la planète ?

Cet ouvrage collectif fait le point. Ses auteurs sont des géographes qui, tous, travaillent sur des espaces protégés, dans différentes régions du monde. Ils en dressent un large panorama, sans rien négliger du sujet : liens entre sociétés et environnement, enjeux, difficultés, préservation de la nature et ses limites... Un atlas agréable à



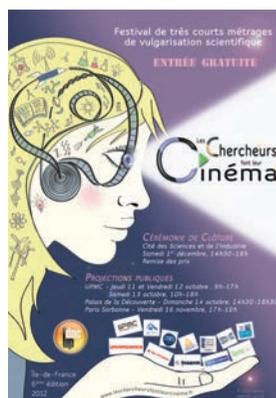
feuilleter, illustré de très belles cartes réalisées par Alexandre Nicolas.

FESTIVAL |
Les chercheurs
font leur cinéma

Jusqu'au 1^{er} décembre – Entrée libre – www.leschercheursfontleurcinema.fr

→ **Les doctorants prennent la caméra pour expliquer leur recherche sous forme de fiction. Nucléaire, pureté de l'eau, débris spatiaux figurent parmi les thèmes de ces neuf films courts (5 min) où priment l'humour et la créativité. Ils sont projetés dans certains lycées et divers lieux à Paris (La Sorbonne, le 16 novembre) et en région parisienne. Dernière séance : samedi 1^{er} décembre, à la Cité des sciences et de l'industrie.**

Elle sera suivie de la remise des prix qui clôturera ce festival. Le CNRS est partenaire de l'événement.



LIVRE |

Parents après 40 ans

Marc Bessin, Hervé Levilain, Autrement, coll. « Mutations », 192 p. – 19 €

Partant de récits biographiques, cette enquête conjointe de deux sociologues analyse les réalités de la parenté tardive. L'ouvrage décode les raisons qui expliquent ce phénomène, en lien avec son époque. Il passe en revue les évolutions qui ont modifié notre société : notamment celles des études, des carrières et de la famille.

Coll. « Les Essentiels d'Hermès »

Dominique Wolton (dir.), CNRS Éditions, env. 200 p. – 8 € le volume

Voici trois nouveaux Essentiels d'Hermès, sélections d'articles parus dans la revue *Hermès*.

Les réseaux, coordonné par Éric Letonturier, démêle les fils enchevêtrés de cette notion, omniprésente dans nos sociétés.

La rhétorique, coordonné par Manuel Maria Carrilho, analyse les ficelles de cet art ancien de la persuasion. Enfin, **Art et science**, coordonné par Jean-Paul Fourmentraux, interroge l'avenir de la relation entre ces deux domaines.

Chinoises au XXI^e siècle
Ruptures et continuités

Tania Angeloff, Marylène Lieber (dir.), La Découverte, coll. « Recherches », 284 p. – 26 €
 Des chercheurs en sciences sociales explorent la grande variété de situations dans lesquelles se trouvent les femmes en Chine. Dans ce pays en profonde mutation, entre tradition et modernité, comment les rapports sociaux se construisent-ils ?

L'Épopée Logan
Nouvelles trajectoires
pour l'innovation

Bernard Jullien, Yannick Lung, Christophe Midler, Dunod, 272 p. – 28 €

Le lancement des voitures Logan par Renault a rencontré un vrai succès. Les économistes et spécialistes de l'industrie automobile décortiquent cette performance. Préfacé par Carlos Ghosn, le PDG du constructeur, ce livre a décroché le prix du « meilleur ouvrage de recherche en sciences de gestion ».



© ARCHIVES HENRI POINCARÉ

MANIFESTATION |

Hommage à Henri Poincaré

Jusqu'au 30 décembre, Paris et Nancy (54) – Entrée libre – www.poincare.fr

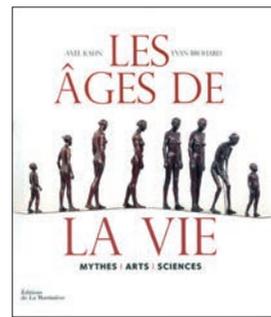
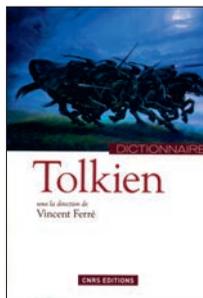
→ **Les événements en mémoire du centenaire de la disparition du savant se poursuivent.** L'exposition itinérante « Henri Poincaré, du mathématicien au philosophe », est présentée du 12 au 30 novembre à la mairie du V^e arrondissement de Paris, avant de rejoindre la bibliothèque de la Cité des sciences. Largement illustrée et très documentée, elle évoque le Poincaré méconnu, l'importance de ses réseaux familiaux et académiques, et ses différents engagements. Le 17 novembre, rendez-vous à la Sorbonne pour la journée « Dix heures avec Henri Poincaré » (inscription conseillée). Ciblante à la fois les jeunes et les adultes, elle est ponctuée de conférences dont celle du mathématicien Étienne Ghys, de démonstrations scientifiques, pédagogiques et ludiques, d'un film... De quoi explorer l'œuvre plurielle du savant et son influence sur la recherche actuelle. L'Institut Henri-Poincaré accueille, lui, du 19 au 24 novembre, un colloque scientifique international. Il réunit mathématiciens, historiens et philosophes des sciences.

LIVRE |

Dictionnaire Tolkien

Vincent Ferré (dir.), CNRS éditions, 750 p. – 39 €

→ **Qui sont Bilbo le Hobbit, Gandalf ou Sauron ? Où se situe le royaume de Gondor ? Quel peuple parle le sindarin ?** Les réponses à ces questions, et bien d'autres, se trouvent dans le passionnant *Dictionnaire Tolkien*. Cette encyclopédie, première du genre en français, fourmille de détails sur l'œuvre de J.R.R. Tolkien, auteur du très fameux *Seigneur des anneaux*. Personnages, lieux, histoires, langues, objets, religions, sources d'inspiration... Tout y est !



LIVRE |

Les Âges de la vie

Axel Kahn, Yvan Brohard, Éd. de la Martinière, 240 p. – 39 €

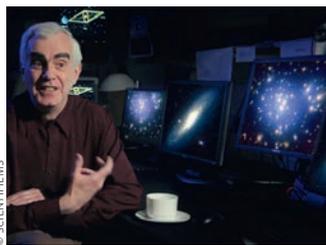
→ **Le célèbre généticien Axel Khan dévoile** dans ce beau livre ses réflexions sur les mystères de l'existence humaine. Il y aborde les transformations physiques et psychiques au cours de la vie, vues sous l'angle des mythes, de l'art et des sciences. Cette vaste fresque est servie par une superbe iconographie décryptée par l'historien d'art Yvan Brohard.

FESTIVAL |

Le 31^e Festival Jean Rouch célèbre le film ethnographique

Du 10 au 28 novembre, Paris – Entrée libre – <http://comitedufilmethnographique.com>

→ **Changer notre vision du monde grâce à des images : voici l'objectif de ce festival international dont le CNRS est partenaire.** Depuis trente et un ans, c'est le rendez-vous du film documentaire sur l'homme, les sociétés et les cultures. Des projections et des rencontres avec les réalisateurs sont organisées en divers lieux de la capitale (EHESS, Maison des cultures du monde, Muséum d'histoire naturelle...). Cette année, l'ample programmation s'enrichit d'un volet « Regards comparés » consacré à « La Chine des grands travaux ».



© SCIENTIFILMS



Avoir sur le journal en ligne : un extrait de ce documentaire.

TÉLÉVISION - DOCUMENTAIRE |

Les mystères de la matière noire

Le 13 décembre, à 22 h 45 sur Arte. Réalisé par Cécile Denjean. Produit par Arte France, Scientifilms, CNRS Images, CEA Énergies alternatives, 55 min.

→ **De quoi est constituée la matière noire présente dans le cosmos ?** D'ailleurs, existe-t-elle réellement ? Ce film, traité sous la forme d'une enquête pleine de rebondissements, emmène le spectateur dans la trépidante quête de ce Graal des astrophysiciens.

EXPOSITION |

Chypre entre Byzance et l'Occident – IV^e – XVI^e siècle

Jusqu'au 28 janvier 2013 – Plein tarif : 11 € – www.louvre.fr

→ Cette exposition du Louvre réunit 180 objets précieux (céramique, orfèvrerie, icônes...) illustrant l'histoire artistique de Chypre, des premiers siècles chrétiens jusqu'à la prise de l'île par les Turcs. À signaler, le 21 novembre : un colloque à l'auditorium du Louvre (entrée libre) sur la Chypre byzantine et les découvertes archéologiques récentes.



© NICOSIE, ARCHBISHOP MAKARIOS III FOUNDATION CULTURAL CENTER

→ Cette icône (Saint Nicolas) figure parmi les 180 trésors de l'art chypriote présentés au Louvre.



LIVRE |

Les Paysans Récits, témoignages et archives de la France agricole (1870-1970)

Philippe Madeline et
Jean-Marc Moriceau,
Les Arènes, coll.
« L'Histoire entre nos
mains », 112 p. – 29,90 €
→ **Paysans ?
Certains, désormais,
revendiquent** cette

dénomination, écrivent les auteurs de cet ouvrage original. Pourtant, en un siècle, « leur effondrement a été inexorable ». Cette histoire revit à l'aide de textes clairs et précis, de photos historiques et d'une abondante documentation. Une formidable plongée dans un monde trop souvent ignoré.

LIVRE |

Le Syndrome de Babylone. Géofictions de l'apocalypse

Alain Musset, Éditions Armand Colin, 320 p. – 22,50 €

→ On ne compte plus les fictions, romans ou jeux vidéo sur la fin du monde, avec des villes condamnées à la destruction par une catastrophe. Féru de science-fiction, le géographe Alain Musset nous fait partager sa connaissance encyclopédique de ce sujet apocalyptique. Un thème révélateur de nos peurs secrètes : « L'imagination est sans limite, mais elle se façonne au miroir du monde réel, où l'homme se sent de plus en plus vulnérable », explique l'auteur.



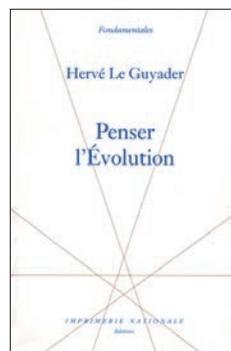
LIVRE |

Penser l'évolution

Hervé Le Guyader, Actes Sud/
Imprimerie nationale, coll.

« Fondamentales », 544 p. – 30 €

→ Dans cet essai sur la biologie évolutive, Hervé Le Guyader fait référence aux grands penseurs du XIX^e siècle et aux scientifiques de renom qui ont contribué à son élaboration. Quantité de thèmes sont abordés : complexité du cheminement, interactions entre les disciplines scientifiques, mais aussi rapports de la science avec la religion, la nature, la culture... Chapitre après chapitre, l'auteur essaie de trouver des réponses à une foule d'interrogations qui impliquent des domaines de recherche différents, mais tous en lien avec ce monde foisonnant du « vivant ».



LIVRE |

Comment nous sommes devenus bipèdes

Le mythe des enfants-loups

Christine Tardieu, Odile Jacob, coll. « Sciences », 224 p. – 23,90 €
Sommes-nous adaptés à la bipédie ? Dans ce livre clair et abordable, la biologiste de l'évolution Christine Tardieu revient notamment sur la part de l'héritage et le rôle de l'apprentissage.

La Bureaucratiation du monde à l'ère néolibérale

Béatrice Hibou, La Découverte, 224 p. – 17 €

Ancrée dans le réel, cette enquête sociologique restitue le labyrinthe bureaucratique dans lequel le citoyen baigne régulièrement. Quels en sont les ressorts ? Est-ce une forme d'exercice du pouvoir ?

La Vie des formes et les Formes de la vie

Jean-Pierre Changeux (dir.), Odile Jacob, coll. « Collège de France », 312 p. – 27,90 €

Fruit d'un colloque qui s'est tenu au Collège de France, l'ouvrage restitue des débats sur la notion de forme : de la pensée, des sciences, de l'art...

De grandes figures, représentant des disciplines très variées, nous entraînent dans leurs échanges : Jean-Pierre Changeux (neurobiologie), Philippe Descola (anthropologie), Stanislas Dehaene (psychologie), Antoine Compagnon (littérature)...

Créationnismes

Mirages et contrevérités

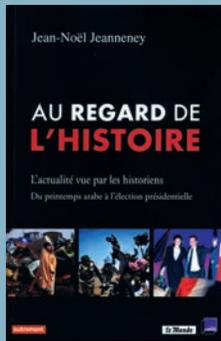
Cédric Grimoult, CNRS Éditions, 222 p. – 20 €

Qui sont les créationnistes ? Quels sont leurs stratégies et leurs arguments ? Opposer des thèses scientifiques pour contrer l'obscurantisme et la manipulation constitue le fil conducteur de ce livre instructif.

Un siècle de travail des femmes en France 1901 – 2011

Margaret Maruani, Monique Meron, La Découverte, 232 p. – 24 €

Un panorama très documenté sur le travail des femmes au XX^e siècle. Cette recherche de grande ampleur est menée à partir des statistiques du travail, de l'emploi et du chômage.



LIVRE |
Au regard de l'histoire
L'actualité vue par les historiens. Du printemps arabe à l'élection présidentielle
 Jean-Noël Jeanneney (dir.), Autrement/Le Monde, 220 p. - 21 €

→ **De la révolution dans certains pays arabes à l'élection présidentielle française**, en passant par le tremblement de terre du Japon, plusieurs événements marquants se sont succédé en quelques mois. Mais, qu'en retiendra vraiment l'histoire ?

Ce recueil, réalisé en partenariat avec *Le Monde* et publié dans le cadre du festival de Blois « Les rendez-vous de l'histoire », nous apporte l'éclairage de dix spécialistes, réunis autour de Jean-Noël Jeanneney. Ils livrent leur analyse sur dix moments forts de l'actualité, situés entre mars 2011 et avril 2012. Ce livre est aussi un plaidoyer : redonnons aux historiens la place qu'ils méritent pour commenter l'actualité !

LIVRES |
Cinq ouvrages pour lutter contre les idées reçues

Le Cavalier bleu, coll. « Idées reçues » - de 18,50 € à 24 €

→ **Les éditions du Cavalier bleu viennent de publier cinq volumes auxquels ont participé des chercheurs du CNRS.**

Dans *L'Hôpital en sursis*, le psychiatre Bernard Granger et le sociologue Frédéric Pierru analysent les lieux communs sur notre système hospitalier, sa gestion, ses gaspillages, la crise qu'il traverse, etc. On reste dans le domaine médical avec *Les phobies : faut-il en avoir peur ?* Écrit par Antoine Pelissolo, professeur de psychiatrie, ce livre décrypte ces angoisses à la lumière des connaissances scientifiques et cliniques, passant en revue des idées toutes faites telles que « il faut se confronter à sa peur » ou encore « les phobies cachent souvent une dépression ». L'historienne Christine Bard, elle aussi, passe au crible les préjugés. *Le féminisme au-delà des idées reçues* s'attaque aux stéréotypes sur ce thème, qui s'avèrent souvent virulents et péjoratifs. L'auteur restitue

le contexte historique pour rectifier des erreurs et montrer les féministes dans leur diversité, au plus près de leur réalité. De son côté, le paléontologue Éric Buffetaut signe *Sommes-nous tous voués à disparaître ?* Cette réflexion sur l'extinction des espèces part des dinosaures pour arriver à la crise actuelle et poser l'ultime question : l'espèce humaine pourrait-elle être anéantie ? Enfin, l'ouvrage collectif *Idées reçues sur le monde arabe*, dirigé par l'historien Pierre Vermeren, décode près de 70 préjugés, souvent plus récents qu'on ne pourrait le croire, circulant fréquemment à propos de l'histoire, de la culture et de la diversité des sociétés arabes.



© H. A. KJER

CONFÉRENCES |
Les mardis de l'Espace des sciences

En novembre et décembre, à 20h30, à l'Espace des sciences de Rennes (35) – Entrée libre – www.espace-sciences.org

→ **Forages au Groenland, problématique des terres rares, réseaux électriques du futur... Les conférences de l'Espace des sciences de Rennes seront fort instructives en cette fin d'année. Un lieu foisonnant d'activités où petits et grands expérimentent la science, et qui bénéficie du conseil scientifique de plusieurs organismes, dont le CNRS.**



© C. FRÉSILLON

cnrs
 le journal

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

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

Rédacteur en chef adjoint : Matthieu Ravaud **Chefs de rubrique :** Fabrice Demarthon, Frédérique Laubenheimer, Charline Zeitoun
Assistante de la rédaction et fabrication : Laurence Winter **Ont participé à ce numéro :** Sarah Adida, Stéphanie Arc, Jean-Philippe Braly, Laure Cailloce, Claudia Courtois, Denis Delbecq, Sebastián Escalón, Christian Debraine, Grégory Fléchet, Jean-François Hait, Gaëlle Lahoreau, Vahé Ter Minassian
Secrétaires de rédaction : Alexandra Dejean, Isabelle Grandrieux **Conception graphique :** Céline Hein **Iconographe :** Stéphanie Tritz
Couverture : P. Mari/www.defetto.com ; Datagif/CNRS ; Picol/CC-Licence BY-SA ; C. Hein **Photogravure :** Scoop Communication
Impression : Groupe Morault, Imprimerie de Compiègne - 2, avenue Berthelot - Zac de Mercières - BP 60524 - 60205 Compiègne Cedex
ISSN version imprimée : 2261-6446, version en ligne : 2261-6470 **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.



« Je cherche la molécule qui est responsable des propriétés anticancéreuses

de *Litsea humboldtiana*, une plante de Nouvelle-Calédonie. Pour cela, je suis en train

de réaliser le fractionnement d'un extrait d'écorce déposé sur une colonne de silice. En fonction des solvants que j'y fais passer, seules certaines molécules sont entraînées vers le bas. C'est ainsi que, ce jour de mai 2012, je finis par isoler huit molécules dont deux se révéleront posséder une activité anticancéreuse. Malheureusement, elles sont déjà connues, et ne feront pas l'objet d'un nouveau médicament. Depuis sept ans que je suis en mission en Nouvelle-Calédonie, une zone de biodiversité exceptionnelle, j'ai déjà récolté 360 espèces de plantes. Pour chacune, une batterie de tests biologiques a été menée à l'Institut de chimie des substances naturelles de Gif-sur-Yvette. Objectif ? Déterminer leurs propriétés éventuelles (anticancer, anti-paludéennes, agrochimiques, etc.) et décider si l'on poursuit ou pas les analyses. C'est un travail de fourmi : ce n'est pas tous les jours qu'on trouve une molécule nouvelle. »

CYRIL POUILLAIN, INGÉNIEUR DE RECHERCHE AU SEIN DU LABORATOIRE DES PLANTES MÉDICINALES DE L'INSTITUT DE CHIMIE DES SUBSTANCES NATURELLES (UNITÉ CNRS/ UNIVERSITÉ PARIS-SUD).



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



Vous êtes

créatif
audacieux
innovant



devenez chercheur-e
au CNRS



**En 2013, le CNRS recrute dans
tous les domaines scientifiques**



cnrs

dépasser les frontières

© CNRS Photothèque/LGGE - Grégory Teste / © CNRS Photothèque - Cyril Frésillon / © CNRS Photothèque/EDYTEM - Stéphane Jalliet

Inscription en ligne sur le site www.cnrs.fr
à partir du **3 décembre 2012**
Clôture des inscriptions : **7 janvier 2013**