cnrs le journal

n° 272
mai-juin 2013

SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES

ÇA INNOVE !

dépasser les frontières

Événement
Planck, un peu plus près du Big Bang

Portrait
Jean Jouzel, l'as des glaces

★ MUSÉE DU **QUAI BRANLY**

là où dialoguent les cultures

★

Week-end gratuit

L'ETHNOLOGIE VA VOUS SURPRENDRE !

Deux jours pour explorer le XXIe siècle

Conférences | Débats | Projections
Concerts | Visites spéciales...

www.quaibranly.fr

29 et 30 juin 2013

#WEEKENDETHNO

Blue Demon, Lourdes Grobet © musée du quai Branly

14ème salon

Culture & Jeux Mathématiques

Sur le thème des

Mathématiques de la Planète Terre

Du 30 mai au 2 juin 2013 -
Parvis de la Cité des Sciences, Paris 19e

Entrée libre et gratuite (sur inscription pour les scolaires)

Plus d'informations : www.cijm.org

Cette année encore,
le CNRS, l'Institut Henri Poincaré et la Fondation Sciences Mathématiques de Paris partageront un stand.
Sous la conduite de chercheurs, les différents publics (de 3 à 99 ans) pourront découvrir à travers des animations scientifiques, des ateliers pédagogiques et des films, les liens qui unissent les mathématiques à la planète Terre.

fondation SCIENCES MATHÉMATIQUES de PARIS

ihp Institut Henri Poincaré

cnrs

Éditorial

© C. FRESILLON/CNRS PHOTOTHÈQUE

PAR PATRICE BOURDELAIS, DIRECTEUR DE L'INSTITUT DES SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES (INSHS)

La valorisation de la recherche en sciences humaines et sociales (SHS) affiche un large éventail de réussites. Certaines de ces réalisations, parmi les plus innovantes et les plus spectaculaires, seront exposées, les 16 et 17 mai, au salon Innovatives SHS. Sur environ 120 propositions que nous avons reçues, une quarantaine ont été sélectionnées, en privilégiant celles qui offrent un produit ou un objet spécifique au regard d'un public pas seulement académique. Il s'agit de logiciels, mais aussi de sites Web, d'outils multimédias, ou encore d'outils de reconstitution en 3D appliqués, en particulier, au patrimoine.

Tous ces projets, à découvrir au salon Innovatives SHS et dans les pages de ce numéro de *CNRS Le journal,* montrent à quel point la recherche fondamentale et les opérations de valorisation se nourrissent mutuellement dans une relation qui n'est pas simplement d'amont vers l'aval. Certains de ces produits se situent explicitement dans une perspective d'exploitation commerciale ; d'autres se développent dans une perspective d'aide à la détermination des politiques publiques, en particulier à l'échelle des collectivités locales, ou de diffusion des connaissances scientifiques vers les associations et le grand public.

Le visiteur pourra découvrir des opérations spécifiques de transfert de connaissances vers la société, présentées sur des posters ou en démonstration sur les stands animés par les chercheurs. Enfin, un ensemble de rencontres, notamment entre les alliances Allenvi et Athéna sur la valorisation dans le domaine de l'alimentation, ou de tables rondes prolongera la réflexion.

Innovatives SHS met en valeur les réalisations de nos collègues, les fait découvrir à l'ensemble de la communauté scientifique et les expose à un autre public, celui des mondes politique, économique ou associatif.

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

6 | 9 L'événement
Les scientifiques de la mission *Planck* ont annoncé plusieurs résultats importants qui nous éclairent sur les débuts de l'Univers.

14 | 16 En images
Après avoir mené huit missions de fouilles en Jordanie, la chercheuse Laïla Nehmé publie le tout premier *Atlas de Pétra.*

17 | Décryptage
Chassés illégalement pour leurs cornes, les rhinocéros d'Afrique sont menacés d'extinction. Pour les sauver, des chercheurs suggèrent d'autoriser ce commerce.

18 | 19 Le grand entretien
Jacques Martino, directeur de l'IN2P3, nous parle du rôle que compte tenir le CNRS lors du débat public qui s'ouvre sur le stockage des déchets radioactifs.

28 | 29 Portrait
Spécialiste mondial de l'évolution du climat, Jean Jouzel est le lauréat 2012 du prix Vetlesen, la plus prestigieuse distinction pour les sciences de la Terre.

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

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

© NASA/JPL-CALTECH/MSSS

10 | 13 Actualités
Vie sur Mars : l'enquête progresse ; une amnésie bien utile ; cancer : les vaccins ont du nez ; des chercheurs accros aux jeux vidéo...

30 | 37 Stratégie
Directeur d'unité : l'étoffe d'un héros ; de nouveaux services pour les labos ; à Toulouse, on jongle avec les atomes ; légitimer le débat entre science et citoyens...

© C. FRESILLON/CNRS PHOTOTHÈQUE

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

© WWW.GREGCIRADE.COM POUR CNRS LE JOURNAL

20 | 27 L'enquête

SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES : Ça innove !

22 | Le cube à remonter le temps
24 | Le logiciel pour simuler les situations de crise
26 | Les dessous de Paris se dévoilent

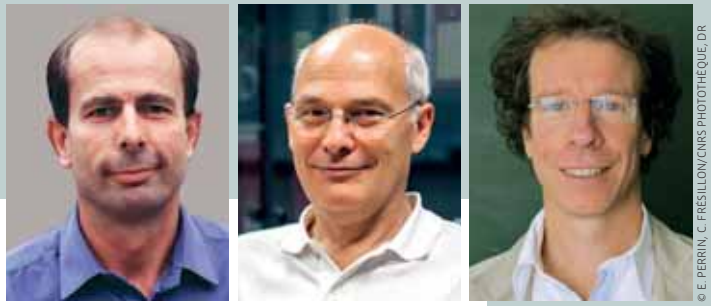
SOYEZ LES PREMIERS INFORMÉS !

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

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

À la une

Les trois médaillés de l'innovation 2013



© E. PERRIN, C. FRÉSILLON/CNRS PHOTOTHÈQUE, DR

→ De gauche à droite : Philippe Cinquin, Ludwig Leibler et Stéphane Mallat.

Le 12 juin, Geneviève Fioraso, ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, remettra la médaille de l'innovation du CNRS aux trois lauréats 2013. Parmi eux, **Philippe Cinquin,** 57 ans, est un pionnier de la recherche sur les gestes médico-chirurgicaux assistés par ordinateur. Directeur du laboratoire Techniques de l'ingénierie médicale et de la complexité-Informatique, mathématiques et applications de Grenoble[1], il est à l'origine du dépôt de 28 brevets et a contribué à la création de dix start-up. Ses recherches actuelles portent sur la micro-nano-robotique médicale et l'alimentation électrique des dispositifs médicaux implantés. De son côté, **Ludwik Leibler,** 61 ans, directeur du laboratoire Matière molle et chimie[2], est un spécialiste mondial des polymères. Il a su inventer des matériaux originaux et propices à une exploitation industrielle. Parmi eux, citons les caoutchoucs supramoléculaires capables de s'autoréparer par simple contact, ou encore les vitrimères, des matériaux organiques façonnables, comme le verre, de manière réversible et à volonté. Il a déposé 47 brevets. Enfin, le mathématicien **Stéphane Mallat,** 50 ans, est à l'origine d'algorithmes de représentation d'images. Ceux-ci ont mené au standard international de compression Jpeg-2000, ainsi qu'à la création d'une start-up dédiée à l'amélioration de la qualité des images, notamment pour la télévision haute définition. Aujourd'hui professeur à l'École normale supérieure de Paris, ses recherches portent sur la classification automatique pour la reconnaissance de paroles, musiques, images, données biomédicales ou des *big data* provenant d'Internet. Il a déposé dix brevets internationaux.

1. Unité CNRS/UJF.
2. Unité CNRS/ESPCI ParisTech.

La cérémonie du 12 juin est à écouter en direct ou à podcaster sur la Wikiradio du CNRS :
› http://wikiradio.cnrs.fr

BREVETS : le CNRS bien classé

→ **L'Institut national de la propriété industrielle (Inpi) vient de publier le palmarès 2012 des principaux déposants de brevets en France : le CNRS arrive en 5e position avec 414 brevets. Dans ce classement dominé par PSA Peugeot Citroën, il gagne une place par rapport à l'an dernier.** ***« La progression du CNRS en ce domaine est le fruit d'une politique de sensibilisation et d'encouragement de nos chercheurs à adopter une démarche entrepreneuriale plus dynamique,*** **a commenté Pierre Gohar, directeur de l'innovation et des relations avec les entreprises au CNRS.** ***Cela se traduit également par une forte croissance des partenariats industriels, et donc du transfert de l'innovation. »***

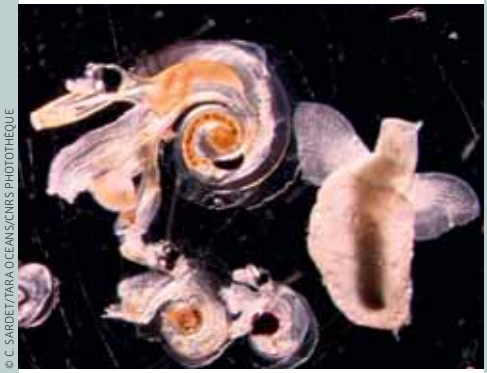
Un bâtiment pour les nanos

© INSTITUT NÉEL-CNRS, ALPES-SERVICE COMMUNICATION

→ **C'est un bâtiment aux propriétés exceptionnelles qui a été inauguré le 12 avril à Grenoble,** au sein de l'Institut Néel du CNRS, en présence de Geneviève Fioraso, ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche et de Joël Bertrand, directeur général délégué à la science du CNRS. Dédié aux recherches en nanosciences, celui-ci a été conçu pour limiter autant que possible l'influence des vibrations mécaniques et des perturbations électriques, acoustiques, thermiques, hygrométriques et magnétiques sur les expérimentations qui y seront réalisées. Unique en Europe, ce bâtiment, qui représente un investissement de 17 millions d'euros, est un atout de taille pour les recherches menées dans ce laboratoire dans des domaines aussi variés que l'information quantique, la cristallogenèse, la microscopie, l'optique et la nanofabrication.

→ Cérémonie d'inauguration du bâtiment Nanosciences le 12 avril, à l'Institut Néel.

Oceanomics prend la suite de Tara Oceans



© C. SARDET/TARA OCEANS/CNRS PHOTOTHEQUE

→ Mollusques récoltés lors de la mission Tara Oceans.

→ Le projet Oceanomics, coordonné par le laboratoire Adaptation et diversité en milieu marin[1], a été lancé en mars dernier. Il a pour objectif d'explorer l'immense collection de données sur le plancton recueillies par l'expédition Tara Oceans. Des connaissances approfondies sur la biodiversité planctonique seront ainsi accumulées grâce à des méthodes de séquençage ADN et d'imagerie à très haut débit. Elles serviront ensuite à des projets plus ciblés sur le fonctionnement des écosystèmes océaniques, à des recherches appliquées sur les molécules pharmaceutiques, les biocarburants, etc. Financé à hauteur de 7 millions d'euros pour sept ans dans le cadre du programme des Investissements d'avenir, Oceanomics réunit dix partenaires académiques et six partenaires privés.

1. Unité CNRS/UPMC.

Le CNRS se rapproche des écoles d'ingénieurs

→ Pour renforcer la coopération entre le CNRS et les écoles d'ingénieurs, un accord-cadre a été signé en février par Alain Fuchs, président du CNRS, et Christian Lerminiaux, président de la Conférence des directeurs des écoles françaises d'ingénieurs (CDEFI). Cet accord prévoit notamment des actions de recherche communes, le soutien aux unités mixtes, des actions d'enseignement, et une réflexion stratégique de site pour faciliter la communication scientifique et la valorisation. Il vise aussi à constituer des pôles d'enseignement et de recherche performants et visibles à l'international.

Futurapolis

© L. LECARPENTIER/RÉA

→ Plus de 16000 personnes ont assisté au sommet de l'innovation Futurapolis, du 11 au 13 avril, à Toulouse. Ici, une table ronde avec (de gauche à droite) l'astronome André Brahic, le neurobiologiste Jean-Pierre Changeux, le mathématicien Alain Connes, le généticien Axel Kahn et le physicien Étienne Klein.

wikiradio cnrs
La webradio participative du

Revivez le sommet de l'innovation Futurapolis sur la Wikiradio du CNRS : › http://wikiradio.cnrs.fr

Astronomie Les scientifiques de la mission *Planck* viennent d'annoncer plusieurs résultats importants qui nous éclairent sur les débuts de l'Univers.

Planck

UN PEU PLUS PRÈS du Big Bang

PAR VAHÉ TER MINASSIAN

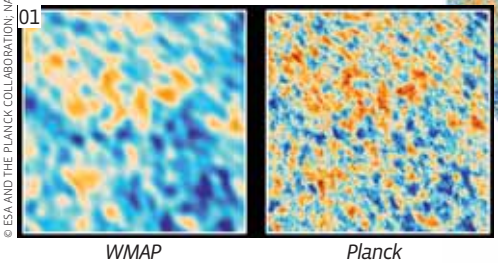
C'est peut-être une étape décisive vers la compréhension des origines du Cosmos que viennent de franchir les scientifiques de la mission *Planck*. Le 21 mars, l'Agence spatiale européenne (ESA) a annoncé, au cours d'une conférence de presse à Paris, que les données accumulées par ce satellite avaient confirmé de *« façon éclatante et avec une précision inégalée le modèle cosmologique standard »*, le plus simple d'entre tous. Entre autres découvertes majeures *(lire l'encadré p. 8)*, les chercheurs ont mis en évidence, et de manière incontestable, un phénomène prévu par les théories de l'inflation. Ce concept, imaginé au début des années 1980 pour décrire l'évolution de l'Univers dans les premiers instants qui ont suivi le Big Bang, n'avait jusqu'ici jamais réussi à convaincre l'ensemble des astrophysiciens. La découverte d'aujourd'hui renforce considérablement sa crédibilité.

01 02 Le satellite *Planck* a fourni des images du fond diffus cosmologique bien plus précises que ses prédécesseurs, notamment *WMAP*.

UN SUCCÈS RAYONNANT

Lancé en 2009, le satellite d'un demi-milliard d'euros a largement rempli sa mission : à savoir dresser une carte du rayonnement fossile sur l'ensemble du ciel avec une résolution et une sensibilité inédites. Produit "seulement" 380 000 ans après le Big Bang, ce rayonnement, également appelé fond diffus cosmologique, nous arrive quasi inchangé et permet aux scientifiques d'accéder à l'image de ce que fut le Cosmos, il y a environ 13,8 milliards d'années. Ce flux de photons – ou grains de lumière – est détectable sur l'ensemble du ciel dans le

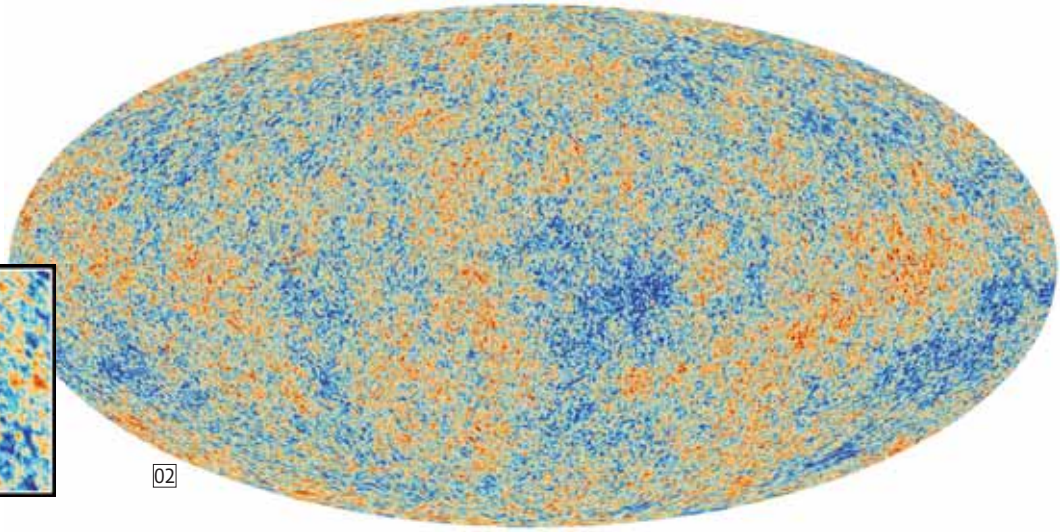
01



WMAP *Planck*

© ESA AND THE PLANCK COLLABORATION; NASA / WMAP SCIENCE TEAM

02



© ESA AND THE PLANCK COLLABORATION

03 C'est depuis un point de l'espace situé à 1,5 million de kilomètres de la Terre, appelé point de Lagrange L2, que le satellite *Planck* a cartographié le ciel.

domaine des ondes radio. À l'aide de deux instruments, dont l'un, l'instrument haute fréquence HFI, a été conçu et assemblé sous la direction de l'Institut d'astrophysique spatiale (IAS)[1] avec un financement du Centre national d'études spatiales (Cnes) et du CNRS, *Planck* a donc établi une carte complète de ce rayonnement. Il a révélé des zones sombres au milieu de régions brillantes.

Ces taches, dont l'existence avait été établie par les missions *Cobe* et *WMAP* de la Nasa dans les années 1990, sont les empreintes des germes des grandes structures actuelles du Cosmos. Les grumeaux qu'elles forment – on parle aussi de fluctuations – délimitent les endroits où la matière s'est plus tard assemblée, puis s'est effondrée sur elle-même, avant de donner naissance aux premières étoiles, aux galaxies et aux amas de galaxies. L'exploit de *Planck* est d'avoir réussi à montrer, avec une haute précision, que l'intensité lumineuse des fluctuations varie avec leur taille, comme prévu par la théorie de l'inflation. Un résultat essentiel pour espérer valider cette théorie qui permet d'appréhender les débuts de l'Univers.

NUCLÉOSYNTHÈSE PRIMORDIALE
Théorie selon laquelle les noyaux atomiques de faible masse ont été synthétisés à un moment où l'Univers devait être très dense et très chaud, quelques minutes après le Big Bang.

Dès 1929, les travaux d'Edwin Hubble l'avaient établi : l'Univers est en expansion. Au cours du temps, l'espace enfle, écartant de plus en plus les galaxies les unes des autres, sans qu'il soit possible d'affirmer si ce vaste mouvement s'arrêtera un jour. De cette observation, les astrophysiciens ont déduit que l'Univers a dû être plus chaud et plus dense par le passé. C'est le Big Bang. Une thèse qui, selon Jean-Loup Puget, directeur de recherche à l'IAS, à Orsay, et *Principal investigator* de l'instrument HFI de *Planck*, s'appuie sur deux autres preuves : *« la nucléosynthèse primordiale d'une part, le fameux rayonnement fossile d'autre part ».*

UNE THÉORIE À COMPLÉTER

Il reste qu'à elle seule l'idée d'un Big Bang n'apporte pas une réponse satisfaisante à toutes les questions. *« Par exemple, ce modèle peuple le Cosmos d'étranges particules appelées monopoles magnétiques, dont nous n'avons aucune trace,* remarque François Bouchet, directeur de recherche à l'Institut d'astrophysique de Paris[2]. *En outre, il n'explique pas une caractéristique essentielle de l'Univers : le fait qu'il soit homogène et isotrope. C'est-à-dire qu'il présente, à grande échelle et ce quel que soit l'endroit où nous pointons un télescope, les mêmes particularités en termes de densité de matière et de rayonnement. Plus précisément, les calculs de la théorie classique du Big Bang nous disent qu'à aucun moment dans l'histoire de l'Univers deux régions distantes de la voûte céleste n'ont été mises en relation de façon à pouvoir échanger de l'information. Ce qui laisse sans explication le fait qu'elles se ressemblent… »*

Introduit il y a une trentaine d'années, le concept d'inflation pallie ces manques. Il part du principe que la phase d'expansion actuelle, lente et longue, de l'Univers, qui dure depuis 13,8 milliards d'années, a été précédée d'une autre, rapide et violente. Durant cet épisode qui se serait déroulé bien avant la création des premiers atomes, environ 10^{-30} secondes après le Big Bang (le moment précis est incertain), l'Univers, chaud et dense, aurait grossi de manière considérable : de 10^{26} fois ou plus. Sous l'effet d'étranges entités appelées inflatons, il a ainsi fini par atteindre la taille… d'un pamplemousse ! Après cette phase d'expansion aussi brève que vertigineuse, l'Univers a repris un rythme plus modéré.

ENCORE UN PEU DE PATIENCE !

Si les observations de *Planck* viennent de consolider considérablement ce bel édifice théorique, les scientifiques ont encore du pain sur la planche. En poussant ce modèle jusqu'au bout, l'équipe a, en effet, découvert une anomalie : une valeur de l'intensité lumineuse des plus grandes de ces structures inférieure de 10 % à ce qui avait été prévu. Ce pour quoi elle ne dispose à ce jour d'aucune explication… *« L'observation actuelle nous donne des indications sur les propriétés de l'inflaton responsable de l'inflation,* poursuit Jean-Loup Puget. *Et jette, pour la première fois, un pont entre les sciences de l'infiniment grand et de l'infiniment petit que sont la cosmologie et la physique quantique. Mais d'autres prédictions de ce modèle dit cosmologique standard doivent être vérifiées. »* Telles l'existence d'un mystérieux phénomène d'ondes gravitationnelles primordiales ou d'absconses caractéristiques du rayonnement fossile. …

À LIRE
Big Bang et au-delà
Aurélien Barrau, Dunod, coll. « Quai des sciences », 160 p. – 14,50 €
→ Un ouvrage qui conte la naissance de l'Univers et de son évolution, émaillé de réflexions de l'auteur sur la cosmologie.

… En apparence, la tâche paraît immense. Mais elle pourrait, avec un peu de chance, être accomplie finalement assez rapidement. Les résultats de *Planck* présentés le 21 mars ne portaient, de fait, que sur la moitié des données récoltées par le satellite. D'ici à un an, on saura ainsi si, dans les 500 milliards de mesures non encore dépouillées, se cachent les secrets de la genèse de nos origines. Ou s'il faudra compter sur d'autres missions pour les découvrir. À moins, évidemment que l'inflation n'ait jamais eu lieu… *« Mais, même dans ce cas, nous n'aurons pas perdu notre temps »,* rétorque Cécile Renault, chargée de recherche au Laboratoire de physique subatomique et de cosmologie[3], à Grenoble, et maître d'œuvre de l'analyse des séries temporelles de données de l'instrument HFI. *« La carte du rayonnement fossile produite par* Planck *ne relève pas de la spéculation. Elle correspond à une observation. Toute théorie alternative à l'inflation devra pouvoir l'expliquer. »*

1. Unité CNRS/Université Paris-Sud.
2. Unité CNRS/UPMC.
3. Unité CNRS/UJF/Grenoble INP.

LA MISSION en trois questions

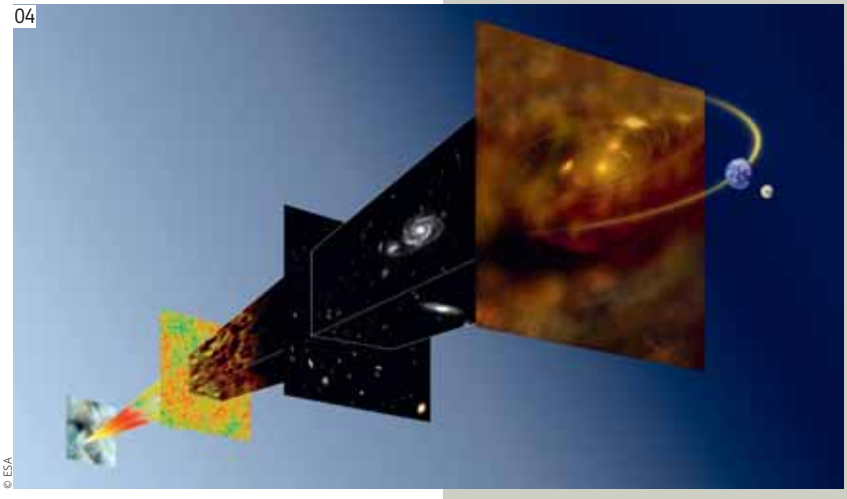
Le satellite *Planck* a récolté une moisson de renseignements sur l'évolution de l'Univers. Au total, ces découvertes devraient faire l'objet de 28 publications dans la revue *Astronomy & Astrophysics.*

QU'A MESURÉ LE SATELLITE ?

Planck a obtenu une image des fluctuations du rayonnement fossile sur l'ensemble du ciel avec une sensibilité et une résolution jamais atteintes jusqu'alors. Sur ce cliché de 50 millions de pixels sont perceptibles des variations de l'intensité lumineuse de quelques parties par million (le contraste nécessaire pour distinguer quelques cheveux au sommet de la tour Eiffel !) et des détails aussi fins qu'un sixième de la taille de la Lune.

Pour pouvoir élaborer cette carte, le satellite devait être en mesure de différencier le signal du rayonnement fossile de celui ayant pour origine d'autres sources : Voie lactée, galaxies, nuages de gaz, radiosources… *« C'est pourquoi,* explique Cécile Renault, du Laboratoire de physique subatomique et de cosmologie, *la mission a été conçue pour réaliser, durant un an et demi, des mesures de l'intensité et de la polarisation de la lumière en provenance de la voûte céleste dans neuf longueurs d'onde différentes, trois dans le domaine radio pour LFI, et six dans le submillimétrique et l'infrarouge lointain pour l'instrument HFI. »* À l'aide des 500 milliards de données récoltées au cours des deux premiers balayages de l'ensemble du ciel effectués, les astrophysiciens ont produit neuf cartes. Ils en ont tiré une particulièrement remarquable : celle du fonds diffus cosmologique.

04



© ESA

04 L'objectif de *Planck* est de remonter le temps pour capturer l'image de l'Univers tel qu'il était 380 000 ans seulement après sa naissance.

QU'A-T-IL DÉCOUVERT ?

De la carte du rayonnement fossile, les astrophysiciens ont extrait quantité d'informations sur l'évolution de l'Univers. Outre la découverte relatée précédemment, ils ont pu préciser certains paramètres cosmologiques. *Planck* confirme ainsi que l'Univers est plat, c'est-à-dire que la lumière s'y déplace en obéissant aux lois de la géométrie euclidienne et sans être déviée par autre chose que les masses. Il révise sensiblement à la baisse la constante de Hubble qui donne le taux d'expansion actuel de l'Univers, ce qui conduit également à revoir son âge à la baisse à 13,82 milliards d'années.

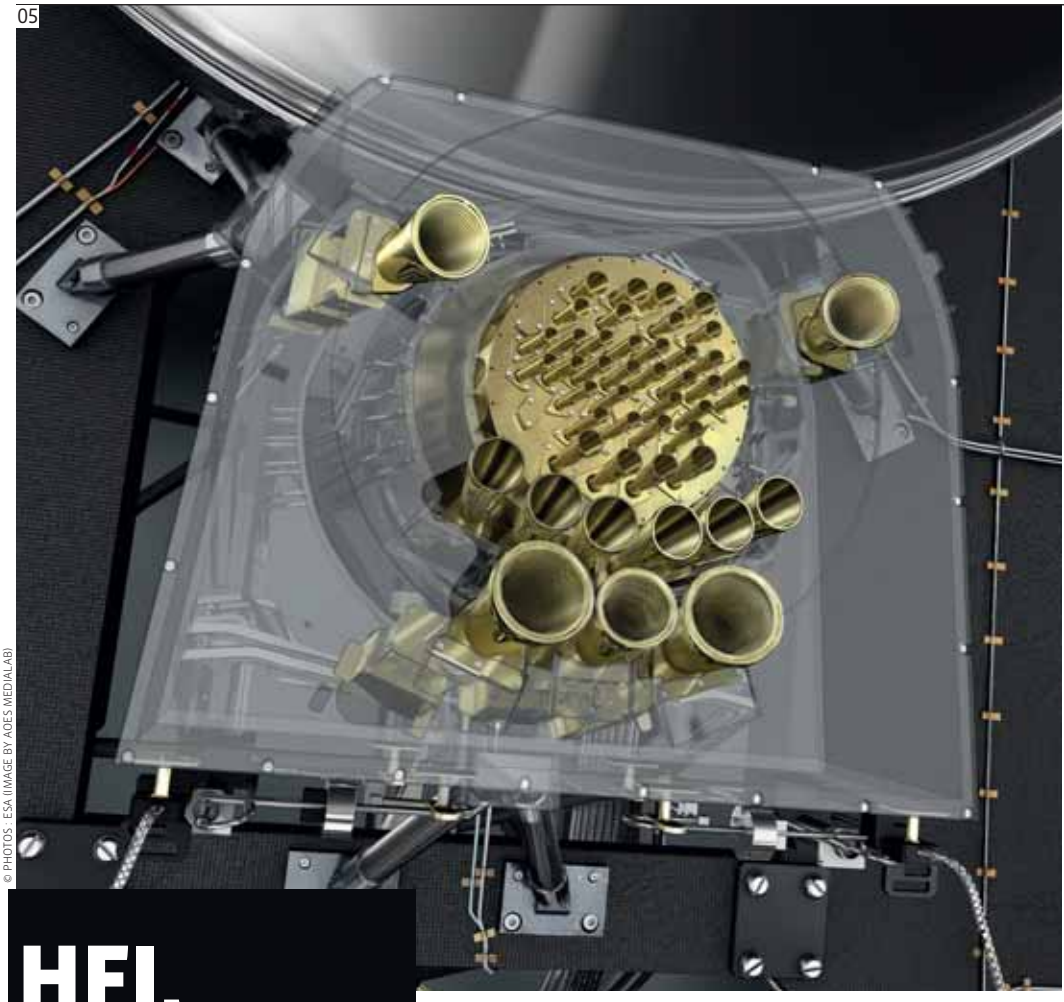
Autre réévaluation, celle de ses différents constituants : matière ordinaire, matière noire et énergie noire. La matière ordinaire est celle des objets que nous voyons : galaxies, étoiles ou nuages de gaz et de poussières. La matière noire est cette fameuse substance de nature inconnue dont l'existence a été déduite de l'observation de la masse des galaxies. Quant à l'énergie noire, elle correspond à une forme d'énergie d'origine, elle aussi, inconnue mais agissant à l'échelle de l'Univers comme une force répulsive. *« Les proportions de ces trois éléments, estimées à partir du seul rayonnement fossile par* Planck, *passent ainsi à 4,8 % contre 4,3 % auparavant, à 25,8 % contre 23 %, et à 69,4 % contre 72,8 % »,* indique Cécile Renault.

Le satellite a, par ailleurs, abouti à dresser un jeu inédit de cartes figurant la répartition de nombreux phénomènes sur la voûte céleste : taux de monoxyde de carbone (un traceur de la poussière des amas de galaxies), effet Sunyaev-Zeldovitch (produit par les interactions du rayonnement fossile avec le gaz chaud des amas de galaxies), masses additionnées de la matière ordinaire et de la matière noire (potentiel gravitationnel) et luminosité cumulée des galaxies (fonds diffus infrarouge).

QU'A-T-IL TROUVÉ D'INATTENDU ?

Avant tout, *Planck* a relevé cette différence actuellement inexpliquée de 10 % entre l'intensité de la lumière des grandes fluctuations observée et celle prévue par les modèles *(lire p. 7). « Mais aussi des anomalies déjà signalées par* WMAP *»,* explique Cécile Renault. La mission a ainsi confirmé qu'il existe une certaine asymétrie de l'intensité du rayonnement fossile entre les deux hémisphères de la sphère céleste. Et que celui-ci présente une tache froide dont la lumière s'échappe avec une plus faible intensité. Autant de points auxquels les scientifiques tentent désormais de trouver des explications.

05



© PHOTOS - ESA (IMAGE BY AOES MEDIALAB)

05 06 Vues d'artiste de HFI et LFI. Les deux instruments partagent un télescope commun : LFI détecte les micro-ondes basse fréquence tandis que HFI capte les micro-ondes haute fréquence.

À voir sur le journal en ligne : le **film** *Médaille de l'innovation CNRS 2012 : Alain Benoît.*

HFI, *l'instrument du succès*

Vingt années de travail, des centaines de millions d'euros dépensés. *Planck*, qui sera encore opérationnel quelques mois avant d'arriver en fin de vie, est un bijou de technologies innovantes. Lorsqu'il démarre, en 1993, le projet de ce satellite paraît pourtant extrêmement ambitieux. « *Pour être utile à la science, l'engin spatial devait travailler à des longueurs d'onde submillimétriques alors très peu explorées, mais aussi surpasser en sensibilité et en précision ses prédécesseurs de la Nasa,* Cobe et WMAP », se souvient Jean-Michel Lamarre, directeur de recherche émérite du CNRS à l'Observatoire de Paris et scientifique responsable de l'instrument haute fréquence HFI de *Planck*. « *Le rayonnement fossile a une température de 2,73 kelvins, soit – 270,42 °C, et notre but était de mesurer des variations de température de quelques millionièmes de degré !* »

BOLOMÈTRE Capteur qui absorbe le rayonnement et mesure les très faibles variations de température qui en résultent.

Les chercheurs imaginent alors un satellite doté de deux instruments travaillant sur des longueurs d'onde différentes dont l'un, le HFI, devrait être composé d'un ensemble de 52 bolomètres de type "toile d'araignée" fabriqués au Jet Propulsion Laboratory, aux États-Unis. Problème : pour fonctionner, ces capteurs doivent être refroidis jusqu'à 0,1 degré au-dessus du zéro absolu : – 273,05 °C ! Or, pour faire ce travail dans l'espace, aucun procédé n'était disponible.

La solution viendra de Grenoble. Au Centre de recherches sur les très basses températures, aujourd'hui Institut Néel, Alain Benoît, directeur de recherche au CNRS, propose une technologie nouvelle : un cryostat (système de refroidissement) à dilution hélium 3-hélium 4, qui constituera le troisième étage de la chaîne cryogénique de *Planck*. « *Le principe de ce dispositif est d'amener ces deux gaz dans le cryostat afin d'obtenir une dilution de l'hélium 3 dans l' hélium 4 à même de faire baisser la température de 1 kelvin à 0,1, puis de récupérer ce mélange pour refroidir, lors de la détente de ce liquide, l'enceinte extérieure de 4 kelvins à 1* », explique Alain Benoît, qui a obtenu en 2012 la médaille de l'innovation du CNRS pour cette invention. Une fois l'opération réalisée, les deux gaz sont simplement rejetés dans l'espace.

En tout, la construction et l'exploitation de HFI pour 140 millions d'euros ont mobilisé 200 chercheurs dans le monde. Un tiers d'entre eux œuvrent dans dix laboratoires du CNRS, du CEA et des universités[1].

1. Astroparticule et cosmologie ; Institut d'astrophysique de Paris ; Institut d'astrophysique spatiale ; Institut de planétologie et d'astrophysique de Grenoble ; Institut Néel ; Institut de recherche en astrophysique et planétologie ; Institut de recherche sur les lois fondamentales de l'Univers ; Laboratoire de l'accélérateur linéaire ; Laboratoire d'étude du rayonnement et de la matière en astrophysique ; Laboratoire de physique subatomique et de cosmologie.

06

CONTACTS :
Institut Néel, Grenoble
Alain Benoît
› alain.benoit@grenoble.cnrs.fr
Institut d'astrophysique de Paris
François Bouchet
› bouchet@iap.fr
Observatoire de Paris
Jean-Michel Lamarre
› jean-michel.lamarre@obspm.fr
Institut d'astrophysique spatiale, Orsay
Jean-Loup Puget
› jean-loup.puget@ias.u-psud.fr
Laboratoire de physique subatomique et de cosmologie, Grenoble
Cécile Renault
› cecile.renault@lpsc.in2p3.fr

Astronomie Depuis neuf mois, le rover *Curiosity* explore le sol de la planète rouge afin de savoir si elle a pu abriter la vie. Et il a déjà quelques belles trouvailles à son actif.

Vie sur Mars : l'enquête progresse

PAR MATHIEU GROUSSON

L'annonce a fait le tour du monde. Le 12 mars, la Nasa révèle que, selon les analyses effectuées par son rover *Curiosity*, la planète Mars a bien présenté autrefois des conditions propices à la vie microbienne. Une première étape importante pour ce super-laboratoire à roulettes, à pied d'œuvre sur la planète rouge depuis le 6 août, et dont l'objectif est de répondre à une question lancinante : dans un lointain passé, la jumelle de la Terre a-t-elle abrité une quelconque forme de vie, même rudimentaire ? Et l'occasion, alors que deux des dix instruments scientifiques à bord de *Curiosity* sont à forte participation française, de dresser un premier bilan d'une mission qui s'annonce riche en découvertes.

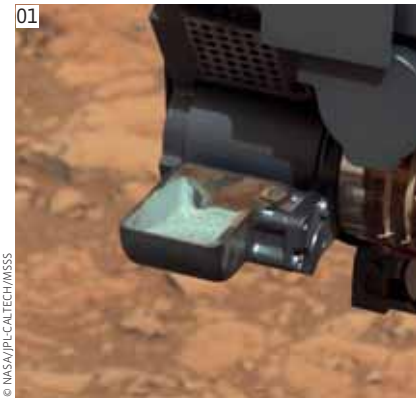
Une chose est sûre, avec son nouveau robot télécommandé depuis la Terre, la Nasa a mis les bouchées doubles. *Curiosity* est un mastodonte de 900 kilos transportant pas moins de 80 kilos de matériel scientifique. De quoi passer au peigne fin pendant au minimum deux ans le cratère Gale et ses environs, non loin de l'équateur martien, en parcourant au moins 20 kilomètres. « *Avec Curiosity, nous avons une mission surpuissante* », s'enthousiasme Sylvestre Maurice, de l'Institut de recherche en astrophysique et planétologie (Irap)[1], à Toulouse, et coresponsable scientifique de l'instrument Chemcam.

DES TRACES DE RIVIÈRE

Après l'arrivée du robot sur le sol de Mars, les 500 ingénieurs et scientifiques qui le couvent des yeux depuis la Terre, et notamment depuis Toulouse, ont entamé un programme de 90 jours de mise en route. Ainsi, le 10e jour, le laboratoire sur roues a livré son premier bulletin météo, indiquant une température variant entre –11 et –71 °C, une pression de 1,2 hectopascal et un vent de nord-ouest. Puis, le 14e jour, l'instrument Chemcam a analysé sa première roche. Pièce maîtresse du rover développée par le Centre national d'études spatiales (Cnes) et plusieurs laboratoires français sous la maîtrise d'œuvre de l'Irap, ce dernier peut déterminer la composition chimique des roches jusqu'à 7 mètres de distance. Comment ? En tirant au laser sur un échantillon avant de recueillir et d'analyser la lumière émise par le plasma qui en résulte, caractéristique des éléments qu'elles contiennent. « *À partir de là, on a commencé à faire de la science !* » annonce Sylvestre Maurice. Au matin du 27e jour, *Curiosity* s'est mis en route pour sa première destination, le site de Glenelg, à quelques centaines de mètres du point d'atterrissage. « *Ce site est en direction opposée du mont Sharp, objectif du rover, mais les premières images ont dévoilé des structures géologiques qui nous ont incités à faire un petit détour* », signale Sylvestre Maurice. Et les scientifiques n'ont

01 Poudre de roche martienne prélevée par le rover *Curiosity* le 20 février 2013. 02 Autoportrait du rover sur le site John Klein, où se déroulent les premières expériences de forage. 03 Le 9 février, l'instrument Chemcam a effectué dix tirs de laser (cercles numérotés) afin d'analyser la poudre de roche située autour du trou de forage de la veille (en bas de l'image).

01



© NASA/JPL-CALTECH/MSSS

02

03

© NASA/JPL-CALTECH/LANL/IRAP/CNES/LPGNANTES/IAS/CNRS/MSSS

pas été déçus ! « *Nous avons découvert des cailloux dont la forme indique qu'ils ont été roulés dans l'eau, preuve que* Curiosity *se trouvait alors dans un lit ancien de rivière ou de torrent* », explique Michel Cabane, du Laboratoire atmosphères, milieux, observations spatiales (Latmos)[2], à Paris et Guyancourt. Ce n'est pas la première fois que les scientifiques montrent que de l'eau a coulé sur Mars. Mais, comme le détaille le chercheur, « *à Glenelg, nous avons la preuve que de l'eau a coulé assez longtemps avec une vitesse et un flux importants, sur une profondeur d'au moins 10 centimètres. Ce qui est incompatible avec un écoulement engendré par un simple déséquilibre momentané.* »

DES ANALYSES PROMETTEUSES

Michel Cabane poursuit : « *Curiosity a ensuite étudié son premier caillou insolite, précisément une roche volcanique ressemblant à celles de l'éruption du mont Saint Helens, aux États-Unis, en 1980.* » Pas de quoi documenter l'habitabilité passée de Mars, mais assez pour montrer que les divers instruments peuvent fonctionner ensemble et se complètent. Un banc de sable a donné l'occasion aux spécialistes de tester la capacité de leur robot à utiliser sa pelle mécanique pour ramasser des échantillons avant de les distribuer aux instruments chargés d'en faire l'analyse *in situ*.

© NASA/JPL-CALTECH/MSSS

04 Au Fimoc (French Instrument Mars Operation Centre), à Toulouse, les données envoyées par l'instrument Chemcam sont analysées en temps réel.

© S. GIRARD/CNES

« *Ce furent les premières analyses de sol faites par SAM, histoire de tester les capacités de l'appareil* », indique Michel Cabane. Développé pour une partie par le Cnes, le Latmos et le Laboratoire interuniversitaire des systèmes atmosphériques[3], ce laboratoire portatif dispose d'un ensemble de fours capables de séparer les différentes molécules présentes dans une gangue rocheuse, en particulier les molécules carbonées associées à la vie, avant de les expédier vers trois instruments dédiés à leur caractérisation chimique et isotopique.

TOUS LES INDICES CONVERGENT

Mais le ravissement est venu à la fin du mois de janvier pour les scientifiques. *Curiosity* explore alors un site appelé Yellowknife Bay, composé de roches d'allure sédimentaire présentant des craquelures avec un dépôt blanc. « *Nous avons immédiatement pensé qu'il pouvait s'agir de sels laissés par de l'eau après évaporation* », se rappelle Michel Cabane. Les instruments Chemin, Chemcam et APXS, puis Chemin et SAM se mettent alors au travail, ces deux derniers analysant en particulier un échantillon issu d'un forage.

Conclusion : les chercheurs sont en présence de roches composées d'un mélange de boue et d'argiles contenant des sulfates et d'autres composés. Or le type d'argiles analysées se forme en présence d'eau relativement douce, et les sulfates de calcium sont le signe d'une eau au pH neutre ou à peine basique. De plus, les minéraux observés, présentant un niveau d'oxydation bas, auraient pu être oxydés par des micro-organismes pour en tirer de l'énergie, comme le font sur Terre, par exemple, les bactéries chimiolithotrophes.

Cela ne fait pas l'ombre d'un doute. Pour les chercheurs : *Curiosity* apporte la preuve que Mars a présenté des conditions permettant l'émergence de la vie. Certes, depuis dix ans, les indices s'accumulaient : anciens lits fluviaux, présence de carbonates, d'argiles, possibles écoulements d'eau saumâtre intermittents dans des ravines… La mission *Opportunity* avait même découvert des roches formées dans un milieu aqueux. Sauf qu'elles étaient le fruit d'un milieu très acide et pauvre en énergie. Si bien que, comme l'explique Sylvestre Maurice, « *c'est la première fois que l'ensemble des éléments nécessaires à l'émergence d'une chimie prébiotique* [qui a permis l'émergence de la vie] *sont observés en un même endroit sur Mars* ».

EN ROUTE VERS LE MONT SHARP

Mais attention, cela ne signifie pas encore que Mars a effectivement abrité la vie. « *On a la preuve de l'habitabilité,* souligne Sylvestre Maurice. *Il faut désormais s'atteler à découvrir une chimie complexe du carbone.* » De ce point de vue, les scientifiques placent leurs espoirs dans les mers de sulfates et d'argiles aperçues par les différentes sondes martiennes au sommet du mont Sharp, à l'assaut duquel *Curiosity* se lancera dans les prochains mois. « *Là-bas, cela va être l'explosion,* se réjouit le planétologue. *Si on y découvre des molécules très complexes, voire une vie élémentaire, ce sera la cerise sur le gâteau.* »

En attendant, *Curiosity* a marqué une pause dans son exploration. La faute d'abord à des soucis informatiques, puis à une conjonction planétaire – Mars se trouvait cachée de la Terre par le Soleil en avril – qui a obligé à cesser toute communication avec le rover. Mais, dès le 1er mai, l'aventure devait reprendre. Et visiblement, elle ne fait que commencer.

1. Unité CNRS/Université Paul-Sabatier.
2. Unité CNRS/UVSQ/UPMC.
3. Unité CNRS/Upec/Université Paris-Diderot.

CONTACTS :
Laboratoire atmosphères, milieux, observations spatiales, Paris et Guyancourt
Michel Cabane
› michel.cabane@latmos.ipsl.fr
Institut de recherche en astrophysique et planétologie, Toulouse
Sylvestre Maurice
› sylvestre.maurice@cesr.fr

Neurobiologie

Une amnésie bien utile

PAR KHEIRA BETTAYEB

→ Le cerveau ne serait pas aussi individualiste que prévu. Certes, lorsque la famine sévit, et selon la théorie du cerveau égoïste, il s'accapare en priorité les éléments nutritifs dont il a besoin, au détriment des autres organes. Mais une nouvelle étude, menée par Thomas Preat et Pierre-Yves Plaçais, du Laboratoire de neurobiologie[1], à Paris, suggère qu'en cas de disette il diminuerait aussi sa propre consommation en cessant une de ses fonctions très énergivores : la capacité à mémoriser durablement, ou mémoire à long terme (MLT). Ces résultats ont été publiés dans la revue *Science*[2] en janvier.

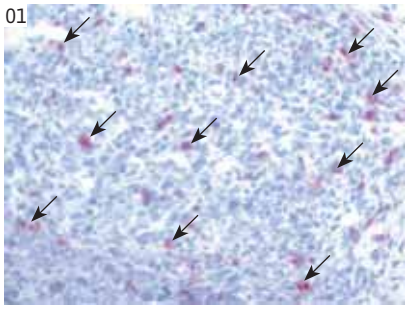
Plus précisément, les deux scientifiques ont noté chez la mouche du vinaigre, la drosophile, que la MLT ne fonctionnait plus en cas de famine, ce qui permettait à l'insecte de rester vivant 30 % plus longtemps. Autant de temps gagné pour partir en quête de nourriture… *« Notre étude indique que, dans un environnement hostile, le cerveau met en œuvre une stratégie d'adaptation pour augmenter les chances de survie de l'individu »,* souligne Thomas Preat.

Pour parvenir à leurs résultats, les chercheurs se sont intéressés aux neurones dopaminergiques – qui libèrent la molécule de dopamine – impliqués dans la formation de la MLT. Normalement, la formation de la MLT s'accompagne d'activations périodiques, ou oscillations, de ces neurones, comme l'a montré la même équipe en 2012. Or, chez des mouches affamées depuis vingt-quatre heures, les chercheurs ont observé que ces oscillations n'existaient plus. Ils les ont alors rétablies artificiellement. Et il est apparu que les mouches pouvaient former de nouveau de la MLT, mais au prix d'une diminution de leur durée de vie. *« Il est possible que ce mécanisme, mis en évidence chez la drosophile, existe aussi chez les mammifères. Car, chez ces derniers, la MLT implique aussi des mécanismes neuronaux similaires à ceux de la drosophile »,* conclut Thomas Preat.

1. Unité CNRS/ESPCI ParisTech.
2. *Science*, 25 janvier 2013, vol. 339, n° 6118, pp. 440-442.

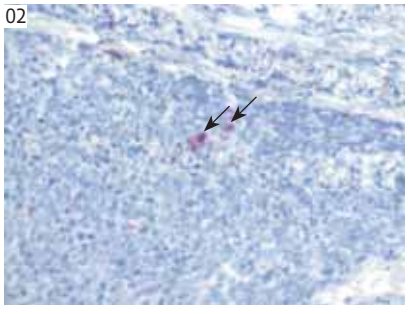
CONTACT :
Laboratoire de neurobiologie, Paris
Thomas Preat
› thomas.preat@espci.fr

01



VACCINATION PAR VOIE NASALE

02



VACCINATION PAR VOIE INTRAMUSCULAIRE

Dans cet exemple, la vaccination par voie nasale (01) recrute bien plus de lymphocytes tueurs (en rose) contre les cellules tumorales (en bleu) que la vaccination intramusculaire (02).

© PHOTOS : INSERM U970, UNIVERSITÉ PARIS-DESCARTES

Biologie

Cancer : les vaccins ont du nez

PAR ÉLOÏSE LAYAN

→ Certains vaccins anticancers seraient plus efficaces quand on les administre par le nez. C'est le résultat d'une étude menée chez la souris et publiée en février dans *Science Translational Medicine*[1] par l'équipe d'Éric Tartour, du Paris-Centre de recherche cardiovasculaire, en collaboration avec des chercheurs du CNRS[2]. Les travaux portent sur les cancers dits muqueux, qui touchent le poumon ou les voies ORL (nez, oreilles, bouche). Ils ont permis de comparer deux modes d'administration : la voie intramusculaire et la voie intranasale. Résultat : vaccinés par voie intramusculaire, seuls 10 % des rongeurs ont vu leur tumeur régresser. Tandis que, par voie intranasale, ils étaient 50 % pour ceux qui avaient une tumeur pulmonaire, et même 90 % pour ceux qui avaient une tumeur ORL.

Les vaccins anticancers visent à stimuler certaines cellules du système immunitaire, notamment les lymphocytes T-CD8, afin de faire régresser la tumeur. *« Jusqu'à il y a peu, ces vaccins relevaient de l'utopie »,* rappelle Éric Tartour. Il y a deux ans, un vaccin efficace chez l'homme a bien été commercialisé contre le cancer de la prostate. Mais très peu d'essais concernaient les cancers muqueux, et les derniers tests, avec injection par voie intramusculaire, s'étaient soldés par un échec. Le mode d'administration apparaît ainsi comme un paramètre clé pour la réussite du vaccin.

Dans leur étude prouvant l'efficacité de la voie intranasale, les chercheurs sont aussi parvenus à expliquer le mécanisme à l'œuvre. Ils ont montré que vacciner dans la muqueuse du nez induit l'expression de certaines protéines, les intégrines CD49a. Ce sont elles qui favorisent la migration des lymphocytes T-CD8 vers la tumeur muqueuse où ils peuvent détruire les cellules cancéreuses. À l'inverse, le blocage de ces protéines réduit la pénétration des lymphocytes dans la tumeur muqueuse ainsi que leur activité antitumorale. *« Nous avons aussi mis en évidence la présence de ces intégrines dans les tumeurs muqueuses de patients atteints de cancer du poumon »,* se réjouit le chercheur. Prochaine étape : un essai clinique sur l'homme.

1. *Science Translational Medicine*, 13 février 2013, vol. 5, n° 172.
2. Unité de pharmacologie chimique et génétique et d'imagerie (CNRS/Université Paris-Descartes/Inserm/Chimie ParisTech) et unité Compartimentation et dynamique cellulaires (CNRS/Institut Curie/UPMC).

CONTACT :
Paris-Centre de recherche cardiovasculaire
Éric Tartour
› eric.tartour@egp.aphp.fr

LES MÉDIAS EN PARLENT

© NASA

→ Les pérégrinations du rover *Curiosity* sur Mars et la carte de l'Univers révélée par le satellite *Planck* ont accaparé la presse, mais un autre satellite, *AMS,* s'est aussi taillé un franc succès en mesurant un excès d'antimatière dans l'espace. Cet excès pourrait être dû à l'hypothétique matière noire censée constituer un quart de l'Univers.

© N. GOMPEL, B. PRUD'HOMME/CNRS PHOTOTHÈQUE

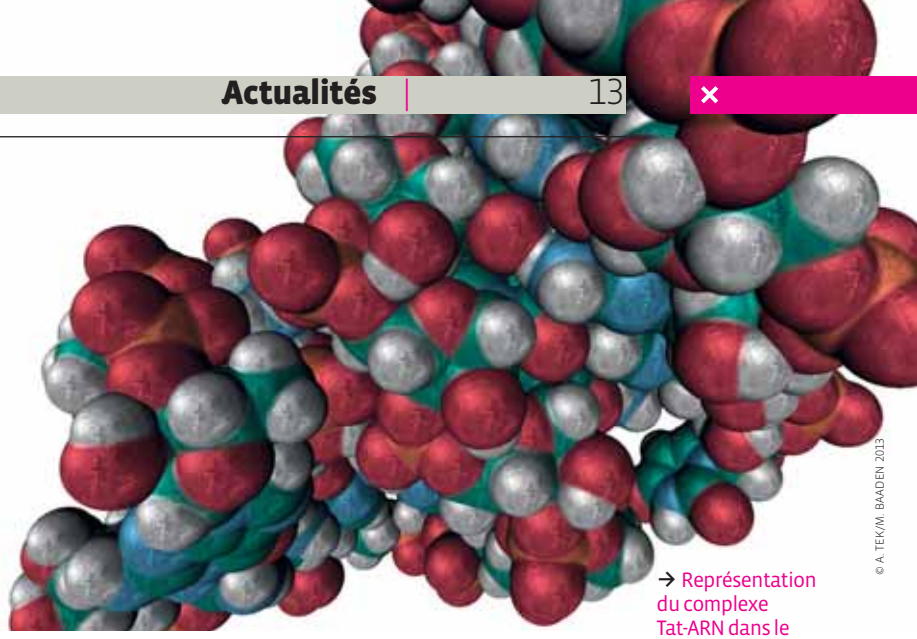
→ Taches, rayures et autres motifs dont s'habillent les animaux ont marqué leur empreinte dans les médias grâce aux résultats d'une équipe de l'Institut de biologie du développement de Marseille-Luminy. Celle-ci propose un modèle génétique qui explique l'apparition des motifs au fil de l'évolution et qui pourrait s'appliquer à d'autres traits physiques.

→ Vu dans les colonnes également, un groupe de robots fourmis "dressés" par une équipe internationale impliquant des chercheurs du CNRS. Ces microrobots, qui miment le dépôt de phéromones des fourmis, sont utilisés pour mieux comprendre les stratégies collectives de ces insectes sociaux.

© S. GARNIER/CRCA TOULOUSE/CNRS PHOTOTHÈQUE

→ Les journalistes ont aussi relayé un inquiétant résultat de l'Institut Pasteur et du CNRS sur les antibiotiques : de faibles doses suffiraient à favoriser l'apparition de bactéries multirésistantes susceptibles de mettre en échec le traitement des infections. Des doses que l'on peut, par exemple, trouver dans les eaux usées.

© LEPOINT.FR



© A. TEK/M. BAADEN 2013

→ Représentation du complexe Tat-ARN dans le virus BIV (virus d'immunodéficience bovine) à l'aide du logiciel UnityMol.

Chimie

Des chercheurs accros aux jeux vidéo

PAR ÉLOÏSE LAYAN

→ À l'écran, les molécules changent d'apparence, les atomes adoptent une forme sphérique, les liens apparaissent, s'allongent. En détournant un logiciel de création de jeux vidéo, Unity3D, l'équipe de Marc Baaden, du Laboratoire de biochimie théorique du CNRS, à Paris, a créé UnityMol, une application de visualisation moléculaire. Ce nouvel outil a fait l'objet d'une publication en ligne dans *Plos One* en mars dernier.

Marc Baaden souligne qu'il n'est *« ni informaticien ni graphiste, mais physico-chimiste. »* Pour lui, *« la visualisation de données est indispensable »* afin de tester des hypothèses scientifiques. Mais, faute de temps, de compétences et d'argent, son équipe ne pouvait développer l'ensemble des logiciels de modélisation dont elle avait besoin en interne. Les chercheurs ont donc opté pour Unity3D, un logiciel ouvert supporté par la majorité des systèmes d'exploitation et les tablettes. Et auquel pouvait être intégré du code préparé en amont.

« UnityMol est un premier jet, un outil de prototypage », souligne Marc Baaden. Le code étant ouvert, l'application peut en effet être améliorée par d'autres équipes. Le physico-chimiste envisage aussi une possible visée éducative. *« Un étudiant pourrait,* imagine-t-il, *visualiser deux molécules, les manipuler graphiquement et, lorsqu'il aurait trouvé le bon agencement permettant la réaction, celle-ci se déroulerait à l'écran sous ses yeux. »*

L'industrie du jeu est une opportunité à saisir pour la recherche : *« Une armée de développeurs travaille sur des jeux, pourquoi s'en priver ? »,* remarque Jean-Marc Victor, du Laboratoire de physique théorique de la matière condensée[1], à Paris, qui a publié avec son équipe en 2007 une étude remarquée dans *Plos One. « Dans les jeux vidéo, lorsqu'un personnage saisit un objet, il met en œuvre ce qu'on appelle la cinématique inverse,* explique le chercheur. *Ce type d'algorithme calcule les angles des articulations – épaule, coude, poignet – qui permettent le déplacement de la main vers l'objet. Nous, nous l'avons utilisé pour étirer l'ADN, pour le tordre. »*

Les chercheurs travaillent à l'heure actuelle sur des moteurs physiques, c'est-à-dire des logiciels qui s'inspirent de la physique, en particulier des théories de mécanique classique. Ils utilisent ces outils afin de simuler la dynamique de l'ADN et même de chromosomes entiers.

1. Unité CNRS/UPMC.

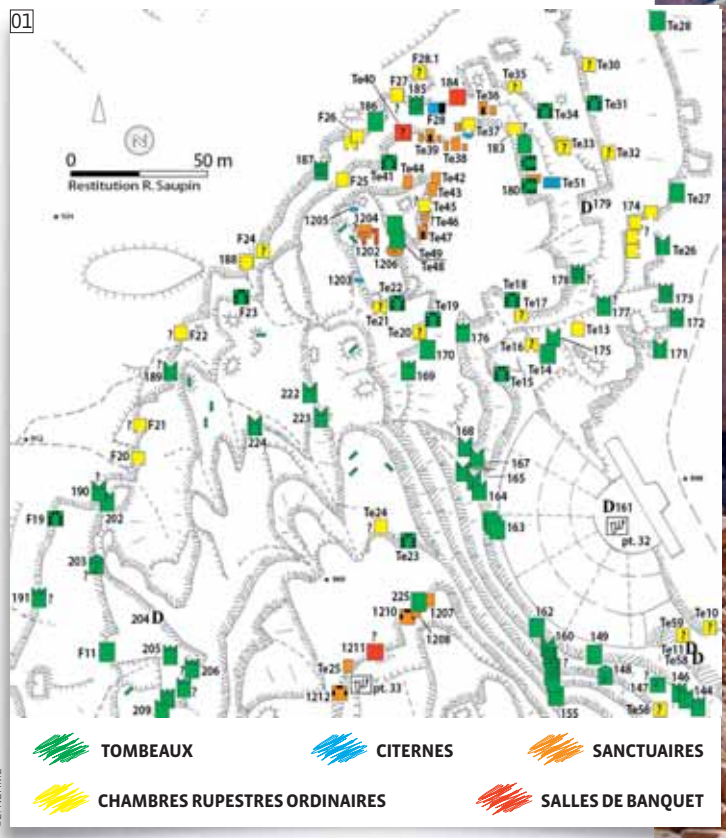
EN LIGNE

Les travaux de Marc Baaden :
› www.youtube.com/watch?v=C8c047brpyw

Les travaux de Jean-Marc Victor :
› http://vimeo.com/52072568

CONTACTS :
Laboratoire de biochimie théorique, Paris
Marc Baaden
› marc.baaden@ibpc.fr
Laboratoire de physique théorique de la matière condensée, Paris
Jean-Marc Victor
› victor@lptmc.jussieu.fr

01



©L. NEHMÉ

01 Extrait de l'une des cartes de *l'Atlas de Pétra*, la carte n° 4, dans le secteur dit du Théâtre (n° 161, à droite).

02

Archéologie La chercheuse Laïla Nehmé vient de publier le tout premier *Atlas archéologique et épigraphique de Pétra*. Pour confectionner ce précieux outil de gestion et de conservation du site jordanien, elle a mené huit missions de terrain, mettant au jour 600 inscriptions nouvelles et un millier de monuments.

Pétra
Le dessous des cartes

03

© L. NEHMÉ/CNRS PHOTOTHÈQUE

04

02 Pétra s'organise autour d'un espace central traversé par une voie pavée et bordé par une série de colonnes (à gauche). Celui-ci ouvre sur le téménos (aire sacrée) du plus grand sanctuaire de la ville, le Qasr al-Bint (derrière les dromadaires).

03 Cette *nefesh,* petit monument commémoratif en forme de pyramide, symbolise l'âme d'un défunt. L'inscription gravée en bas indique qu'il s'agit de celle de Yaqûm, fils de Zaydqawmû.

05

© PHOTOS 02-04-05 : H. RAGUET/CNRS PHOTOTHÈQUE

04 En effectuant le relevé systématique des inscriptions figurant sur les sanctuaires (ici le nom d'un certain Qayyamat, en nabatéen), les chercheurs établissent à quelles divinités ils étaient dédiés, mais aussi la liste des personnes qui les fréquentaient.

05 Creusée dans la roche, la Khazneh est sans doute le monument le plus connu de Pétra. Ce tombeau royal, peut-être celui du roi Arétas IV, mesure 40 mètres de haut sur 28 mètres de large.

PAR ÉMILIE BADIN

Que l'on évoque Pétra, et l'on pense immédiatement à la Khazneh, cet immense monument à colonnes creusé dans la roche, photographié des millions de fois par les voyageurs de passage en Jordanie. Mais l'ancienne capitale du royaume des Nabatéens ne se réduit pas à ce tombeau royal, loin de là. Le site comprend quelque trois mille monuments, ainsi qu'un millier d'inscriptions. C'est que ce peuple du désert, qui s'est enrichi grâce au commerce de l'encens et des aromates, y avait bâti une immense cité entre le IVe siècle avant J.-C. et le IIe siècle après J.-C.

Dès le début du XXe siècle, plusieurs savants ont entrepris de dessiner la carte du site et de dresser l'inventaire des tombeaux, sanctuaires et autres monuments dont celui-ci est constellé. Plusieurs projets de cartographie archéologique ont ainsi été développés depuis cent ans, mais aucun d'entre eux n'était complet ni suffisamment précis pour rendre compte de l'extraordinaire richesse de Pétra.

Laïla Nehmé, du laboratoire Orient et Méditerranée[1], à Ivry-sur-Seine, a comblé cette lacune en publiant, à l'Académie des inscriptions et belles-lettres, le premier *Atlas archéologique et épigraphique de Pétra*[2]. Cet outil, fruit d'un travail de fourmi, permet de mettre en évidence la place respective sur le site des monuments funéraires, domestiques et religieux, d'examiner la manière

ÉPIGRAPHIE
Science étudiant les inscriptions, généralement anciennes, gravées ou peintes sur des supports durables.

06

07

© 06-07 - H. RAGUET/CNRS PHOTOTHÈQUE

dont la ville a évolué ou encore de comprendre comment elle était alimentée en eau.

Pour la chercheuse, l'aventure a commencé alors qu'elle était encore étudiante. Dans le cadre de sa maîtrise à l'université Paris-I, elle a élaboré une base de données sur les monuments et les inscriptions de Pétra à partir des éléments collectés lors de missions d'exploration plus anciennes, notamment celles de l'Institut géographique national (IGN). Rapidement, elle s'est aperçue que de nombreuses informations manquaient et que des missions de reconnaissance supplémentaires seraient nécessaires.

En compagnie de René Saupin, alors ingénieur cartographe à l'IGN, elle a donc mené huit missions de terrain, entre 1988 et 1997, financées en partie par la Mission archéologique française en Syrie du Sud. « *Durant chacune de ces campagnes d'un mois, nous arpentions chaque vallée, fouillions chaque recoin,* se souvient-elle. *À l'époque, nous ne disposions pas de GPS. Nous notions la position des monuments sur les photographies aériennes au 1/5 000 prises par l'IGN en 1974. Le paysage de Pétra est accidenté, fractionné par des cours d'eau temporaires. Les altitudes relatives et les relations entre les différentes zones étaient donc souvent difficiles à apprécier.* »

Heureusement, les vestiges, creusés dans la roche, sont remarquablement conservés et, sauf exception, ne sont pas enfouis. Ils sont donc aisément repérables. Au fil de leurs voyages, les deux explorateurs s'aperçoivent que l'échelle de leur carte est trop petite pour y reporter la totalité des vestiges qu'ils ne

08

© H. RAGUET

cessent de découvrir. René Saupin redessine donc à la main une nouvelle carte, cette fois au 1/2 500.

À la fois archéologue et épigraphiste, Laïla Nehmé est une rareté dans sa communauté. « *Il n'a pas été évident de naviguer dans le milieu académique avec cette double casquette,* constate-t-elle, *mais, aujourd'hui, les choses ont évolué. Pour publier l'*Atlas, *l'Académie a créé une nouvelle collection intitulée "Épigraphie et archéologie". C'est le signe que cette interdisciplinarité est désormais reconnue. Rien de plus normal : le sens d'une inscription est souvent éclairé par son contexte archéologique et par la place qu'elle occupe dans un espace.* »

L'ouvrage, paru en décembre 2012, est le premier d'une série de trois fascicules. Avec la publication des deux suivants, Laïla Nehmé et son équipe offriront une cartographie exhaustive de Pétra, un outil précieux pour comprendre et préserver ce site exceptionnel, inscrit depuis 1985 au Patrimoine mondial de l'humanité.

1. Unité CNRS/Université Paris-Sorbonne/Université Paris-I/EPHE/Musée du Louvre.
2. Cet ouvrage a bénéficié du soutien de Suez Environnement et de l'Agence nationale de la recherche (ANR).

CONTACT :
Orient et Méditerranée, Ivry-sur-Seine
Laïla Nehmé
› laila.nehme@ivry.cnrs.fr

06 La vasque circulaire visible au premier plan sur cette photo appartient à l'un des principaux sanctuaires à ciel ouvert du site, le Haut lieu du sacrifice, Jabal al-Madhbah en arabe.

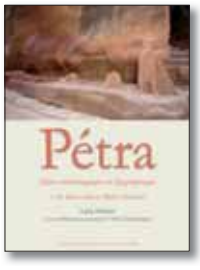
07 Ces tombeaux font partie de la nécropole du Théâtre. La plupart sont petits et relativement simples, comparés au tombeau à droite de la rangée, plus grand et plus élaboré.

08 De nombreuses équipes de plusieurs pays travaillent à Pétra, contribuant chaque année à lever des pans de voile. Ici, des étudiants de l'université américaine Brown fouillent un sanctuaire et découvrent un sol de l'époque nabatéenne.

À voir sur le journal en ligne : la série complète des **photos**.

À LIRE

› ***Atlas archéologique et épigraphique de Pétra. Fasc. 1 : De Bab as-Siq au Wadi al-Farasah,*** **Académie des inscriptions et belles-lettres, coll. « Épigraphie et archéologie », 320 p.**



Écologie Chassés illégalement pour leurs cornes, les rhinocéros d'Afrique sont menacés d'extinction. Pour les sauver, des chercheurs suggèrent d'autoriser ce commerce.

Comment sauver **les rhinocéros d'Afrique ?**

PAR GAËLLE LAHOREAU

Exploiter des animaux menacés de disparition est un concept qui ne l'enchante guère. Mais n'est-ce pas la seule solution pour que cesse le massacre des rhinocéros en Afrique ? Franck Courchamp en est convaincu. Dans une tribune publiée le 1er mars dans *Science*[1], coécrite avec deux chercheurs australiens et un zimbabwéen, cet écologue argumente en faveur d'une légalisation du commerce des cornes de rhinocéros.

LA SITUATION ACTUELLE

Près de 90 % des rhinocéros d'Afrique ont disparu depuis les années 1970. Il n'en reste aujourd'hui plus que 25 000. Avec une population de 20 000 individus, dont 90 % pâturent en Afrique du Sud, le rhinocéros blanc est l'espèce qui se porte le mieux. Mais il doit faire face à l'explosion du braconnage. « *Depuis 2007, le nombre de rhinocéros tués double tous les ans* », indique Franck Courchamp. En 2012, 667 rhinocéros ont été braconnés en Afrique du Sud, contre 15 par an en moyenne entre 2000 et 2007.

Pourquoi un tel boom ? Parce que le prix de la corne de rhinocéros s'est envolé : il se monnayait 65 000 dollars le kilo sur le marché noir en 2012. Plus cher que l'or, le diamant ou la cocaïne. « *Les pays asiatiques, la Chine et le Vietnam surtout, sont très demandeurs de ces cornes,* précise le chercheur. *Or cette demande n'est pas satisfaite par un marché légal et, plus la ressource devient rare, plus sa valeur augmente.* » Ingérée en infusion ou avec de l'alcool, la corne râpée est en effet parée dans ces pays de vertus médicinales et aphrodisiaques. « *Elle préviendrait la gueule de bois comme le cancer. Or elle n'a certainement aucune valeur médicinale. Ce n'est que de la kératine, comme nos ongles* », signale Franck Courchamp.

LES MESURES DÉJÀ PRISES

Depuis 1977, le commerce mondial des cornes de rhinocéros est prohibé. Cette interdiction a été réaffirmée lors de la dernière conférence de la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (Cites), qui s'est tenue à Bangkok en mars dernier. « *Mais cette interdiction ne marche pas : même avec des rangers, et parfois le déploiement de l'armée, l'Afrique du Sud ne parvient pas à protéger ses rhinocéros* », déplore l'écologue.

Il faut dire que, peu contrôlé et peu sanctionné, ce trafic se révèle plus lucratif et moins risqué que celui des armes ou de la drogue. Et il implique désormais le crime organisé. Certains braconniers viendraient en hélicoptère du Mozambique voisin. Du côté des pays consommateurs, les campagnes pour sensibiliser les populations ont montré leurs limites face au poids des croyances traditionnelles et aussi des rumeurs sur les supposées vertus des cornes de rhinocéros, qui se propagent à grande vitesse à l'ère du numérique.

LA SOLUTION PROPOSÉE

« *Il serait possible de satisfaire la demande actuelle en prélevant les cornes sur 5 000 rhinocéros vivant dans les parcs. Et ce, sans impact sur leur comportement ou leur système social, comme l'ont montré différentes études,* explique Franck Courchamp. *Les cornes poussant de manière continue, le marché pourrait être régulièrement approvisionné sans qu'un seul rhinocéros soit tué, contrairement aux méthodes des braconniers.* »

Cette légalisation sera-t-elle discutée lors de la prochaine conférence de la Cites en 2017, qui se déroulera justement en Afrique du Sud ? Pour exemple, la légalisation du commerce des peaux de crocodiles a permis de sauver plusieurs espèces menacées d'extinction. D'ici là, le nombre de rhinocéros braconnés risque de nouveau d'atteindre de tristes records…

1. *Science*, 1er mars 2013, vol. 339, n° 6123, pp. 1038-1039.

© REUTERS STAFF/REUTERS

→ La corne de rhinocéros repousse vite. Elle pourrait être exploitée de manière durable et éthique.

FRANCK COURCHAMP

© C. FRÉSILLON/CNRS PHOTOTHÈQUE

Basé au laboratoire Écologie, systématique et évolution (Unité CNRS/Université Paris-Sud/AgroParisTech), à Orsay, ce médaillé d'argent 2011 du CNRS mène des travaux sur les invasions biologiques, la surexploitation des espèces rares et les effets du changement climatique. Il est l'auteur de *L'Écologie pour les nuls,* paru en 2009 aux Éditions First.

CONTACT :
Écologie, systématique et évolution, Orsay
Franck Courchamp
› franck.courchamp@u-psud.fr

Nucléaire Jacques Martino, directeur de l'IN2P3, nous parle du rôle que compte tenir le CNRS lors du débat public qui s'ouvre sur le stockage des déchets radioactifs.

Le CNRS et le débat public sur les déchets radioactifs

PROPOS RECUEILLIS PAR FABRICE IMPÉRIALI

Du 15 mai au 15 octobre doit se tenir un débat public sur la création d'un site profond de déchets radioactifs, à Bure, dans la Meuse. Ce projet, nommé Cigéo[1], prévoit à partir de 2025 le confinement à 500 mètres sous terre des déchets les plus radioactifs de l'industrie nucléaire : les déchets de haute activité (HA) et les déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL)[2]. Une majorité de citoyens français considère la question de la gestion des déchets radioactifs comme une véritable urgence. Jacques Martino, directeur de l'Institut national de physique nucléaire et de physique des particules (IN2P3), estime que le CNRS doit participer au débat public, mais s'en tenir strictement à son rôle d'informateur scientifique. Explications.

© N. TIGET/CNRS PHOTOTHÈQUE

Le CNRS est l'un des acteurs français de la recherche sur le thème du stockage des déchets radioactifs. Comment ses scientifiques peuvent-ils s'inscrire dans ce débat public ?

Jacques Martino : Il est important d'abord de faire savoir que le CNRS travaille sur le sujet, et nous nous y employons. Il faut clairement rappeler que nos recherches se font aussi en collaboration avec tous les organismes et établissements français impliqués, l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) et le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) plus principalement. Dans ce débat public, notre organisme doit être essentiellement un pourvoyeur d'informations et d'éclairages scientifiques. Son rôle est d'apporter les connaissances acquises par ses chercheurs et non de proposer une solution, car il n'est pas dans les attributions des chercheurs de faire des choix politiques pour les citoyens. Enfin, il s'agira de contribuer à ce que ce débat public sur la question des déchets radioactifs ne soit pas le prétexte d'une discussion centrée sur la poursuite ou non du nucléaire, la question du stockage des déchets se posant dans tous les cas de figure. Mais il s'agira surtout d'affirmer la nécessité de maintenir l'avenir de la recherche scientifique ouvert dans ce domaine très important.

Justement, quelles sont les compétences du CNRS sur la question des déchets radioactifs ?

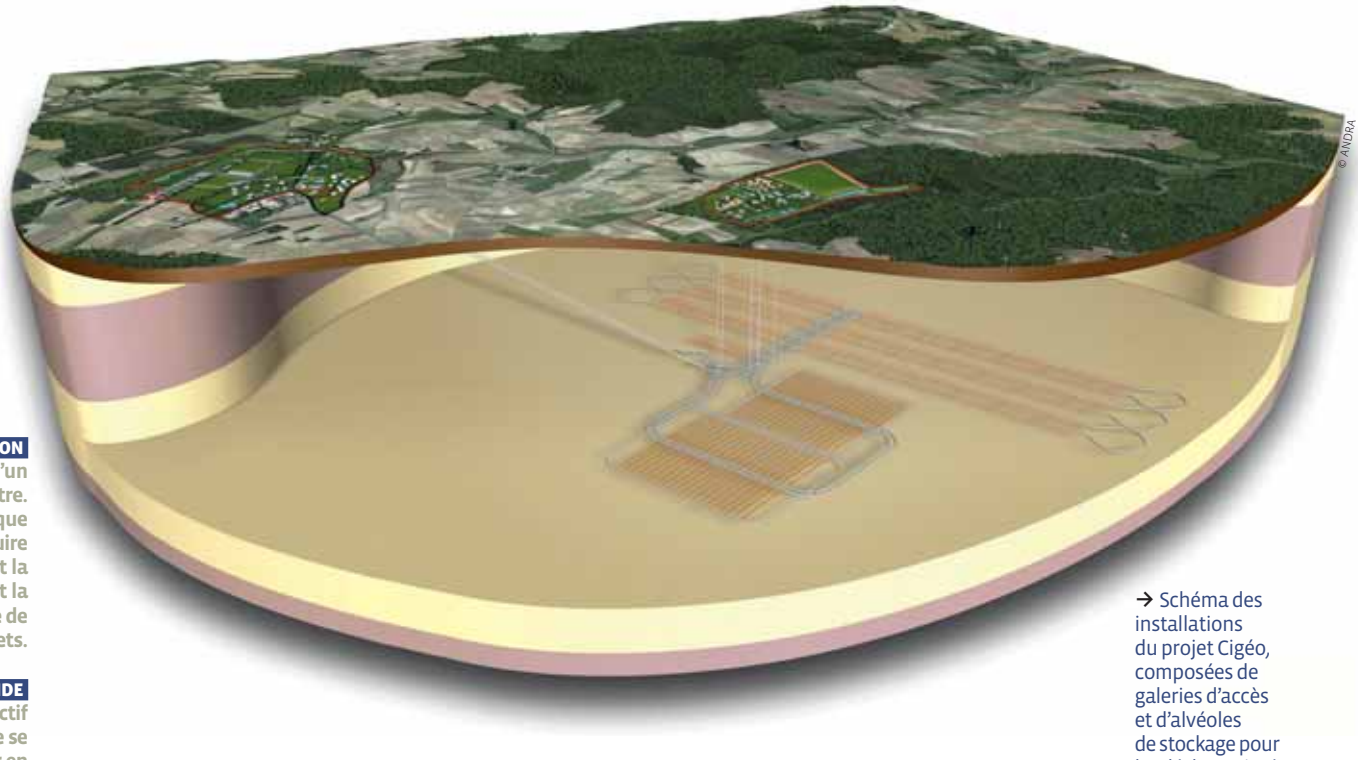
J. M. : Les compétences acquises par notre organisme reposent sur un engagement de plus de vingt ans dans une très large gamme de disciplines scientifiques. Le CNRS a ainsi développé des connaissances et une compétence avérée sur les nombreuses questions que pose la gestion à long terme des déchets radioactifs, qu'il s'agisse des matériaux et ouvrages pour un site de stockage en couche géologique profonde, des techniques de transmutation, du comportement des déchets, ou encore de la capacité du milieu géologique, mise en évidence notamment au CNRS, à isoler les radionucléides de la biosphère sur de très longues durées. Les recherches menées au CNRS dans ces domaines se caractérisent donc par une forte interdisciplinarité : de la physique nucléaire à la chimie en passant par les géosciences, les sciences des matériaux, la métrologie ou les sciences humaines et sociales qui ont clairement des questions à faire valoir et des données à fournir sur nos responsabilités à très long terme, nombreuses sont les disciplines qui ont été impliquées dans les travaux produits sur ces questions, notamment dans le cadre du programme interdisciplinaire Needs[3].

Pouvez-vous nous citer des exemples d'informations scientifiques que vous pouvez porter au cœur du débat ?

J. M. : Nos travaux ont montré que les verres destinés au stockage géologique pourront résister à la corrosion complète plus de 100 000 ans. En outre, nous savons que l'irradiation n'a que peu d'influence sur la capacité des verres à immobiliser les radionucléides qu'ils contiennent. Nos chercheurs ont aussi contribué à prouver que les radionucléides les plus radiotoxiques, les actinides, sont ceux qui présentent la plus faible mobilité dans la roche argileuse d'un site de stockage. D'une façon générale, le CNRS a étudié la migration de tous les types de radionucléides avec une attention accrue. Selon nos études, le milieu géologique a une capacité à les isoler de la biosphère pour plus de 100 000 ans. Nous pouvons également expliquer nos recherches sur les techniques de transmutation des actinides comme procédé de réduction de la toxicité à long terme des déchets, tout en précisant que de telles techniques ne résolvent pas la question du stockage, car il restera des quantités non négligeables de radionucléides, comme certains fragments de fission, difficiles à transmuter, du moins selon nos méthodes actuelles. Enfin, nous pouvons apporter notre expertise sur le concept même de stockage géologique profond, sur ses améliorations possibles, sur la notion de réversibilité, etc.

Parlons-en. Que savons-nous sur le stockage profond ?

J. M. : Ce concept est la solution de référence préconisée par la loi pour la gestion des déchets hautement radioactifs. C'est nécessairement un point qu'il nous faudra éclairer lors de la discussion publique. Les connaissances actuelles sont suffisamment abouties pour permettre à l'Andra de proposer un centre de stockage. Il s'agira donc de souligner les atouts, mais aussi les possibilités encore ouvertes de cette solution de gestion à long terme. Et, en particulier, de mettre en évidence les acquis de



→ Schéma des installations du projet Cigéo, composées de galeries d'accès et d'alvéoles de stockage pour les déchets, situées à 500 mètres de profondeur.

TRANSMUTATION
Transformation d'un nucléide en un autre. Cette technique peut servir à réduire fortement la radiotoxicité et la charge thermique de certains déchets.

RADIONUCLÉIDE
Atome radioactif capable de se transformer en un autre.

la recherche et de préciser les thèmes qui font encore l'objet d'études. On pourra s'appuyer sur ce bilan scientifique pour questionner la manière dont le concept de stockage permet d'augmenter la sûreté des populations et des territoires, en comparaison avec les solutions temporaires d'entreposage. L'autre point à aborder est la nécessité de prendre une décision rapide concernant la construction d'un site de stockage géologique, alors qu'il n'accueillera les déchets les plus radioactifs que plusieurs dizaines d'années après son ouverture prévue en 2025, et dont l'exploitation durera une centaine d'années. Cette discussion amènera nécessairement à débattre des différentes options envisageables. La question du manque de retour d'expérience du stockage géologique sera discutée, et des stratégies différentes pourront aussi être envisagées, comme un stockage géologique de quelques décennies d'une partie des déchets couplé à un entreposage provisoire en surface. Enfin, la transmutation, thème de recherche important au CNRS, qui nécessitera également de trouver des solutions pour des déchets ultimes, pourra aussi être examinée comme une gestion complémentaire permettant l'optimisation des options de stockage.

La réversibilité du stockage des déchets radioactifs sera également au centre du débat…

J. M. : Effectivement, il convient de s'interroger sur l'importance à accorder au caractère réversible du stockage des déchets HA et MA-VL en profondeur et sur l'irréversibilité de fait impliquée par certaines contraintes des pratiques engagées aujourd'hui en amont du stockage géologique, liées au retraitement des combustibles irradiés et à la vitrification des déchets. Les inventaires des déchets déjà accumulés, l'évolution du milieu géologique et la chronologie des processus d'installation des déchets sont ici des paramètres également très importants. À la lumière de ces réflexions, la stratégie de retraitement et de vitrification des déchets pourrait alors évoluer dans la mesure où des solutions comme la transmutation, ou d'autres qui seraient encore à inventer, pourraient être éventuellement envisagées.

Le CNRS peut-il rester neutre mais écouté dans ce type de débat forcément partisan ?

J. M. : Oui, il le peut et le sera grâce à ses apports originaux sur le plan scientifique, que ce soit par exemple sur la migration des radionucléides, la technique de transmutation ou encore les enjeux sociétaux. Ses chercheurs de toutes disciplines qui entendent nourrir le débat sauront se montrer à l'écoute de la pluralité des arguments et de la diversité des compétences. Encore une fois, le rôle de l'organisme est de mettre à disposition de tous les acteurs et de tous les intéressés des éléments scientifiques, afin d'alimenter des discussions et d'améliorer la qualité des débats. Il est néanmoins clair et sain que des opinions plus personnelles soient aussi exprimées, du moment qu'elles sont étayées par des recherches. Dans un contexte de connaissances qui progressent encore, et face à une demande démocratique accrue et légitime, la science a une responsabilité vis-à-vis du public, défini comme l'ensemble de celles et ceux qui, générations présentes et futures, sont affectés par les décisions qu'elle oriente.

1. Centre industriel de stockage géologique.
2. Cette solution est proposée par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs. Elle fait partie des pistes explorées pour trouver des solutions à plus long terme. Actuellement, en effet, les déchets radioactifs sont entreposés dans des installations prévues pour quelques dizaines d'années, alors qu'ils vont rester radioactifs plusieurs milliers d'années.
3. Dirigé par Bernd Grambow, Needs (Nucléaire : énergie, environnement, déchets, société) est un programme de la Mission pour l'interdisciplinarité du CNRS. Il comprend, entre autres, le projet Nucléaire, risques et société, piloté par Yannick Barthe et Romain Garcier.

CONTACT :
Institut national de physique nucléaire et de physique des particules, Paris
Jacques Martino
› jacques.martino@admin.in2p3.fr

Un logiciel qui simule la progression des épidémies, une base de données pour repérer les meilleurs footballeurs, des *serious games,* un programme qui teste les politiques d'urbanisme… Les sciences humaines et sociales regorgent de créations bien concrètes, et il est temps de le faire savoir ! C'est le but d'Innovatives SHS, premier salon de la valorisation des connaissances et de l'innovation dans ces disciplines, organisé par le CNRS et l'alliance Athéna les 16 et 17 mai, à Paris. *CNRS Le journal* vous propose un éventail des projets présentés.

UNE ENQUÊTE D'ALEXANDRA DEJEAN ET DE CHARLINE ZEITOUN

SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES ÇA INNOVE !

Sus aux idées reçues ! Les sciences humaines et sociales (SHS) représentent bien sûr un apport culturel à la société, mais elles sont aussi de grandes pourvoyeuses d'innovations bien concrètes (logiciels, produits multimédias, etc.) et de services qui se vendent ou s'utilisent. C'est ce que compte montrer Innovatives SHS *(lire l'encadré ci-contre),* premier salon de la valorisation et de l'innovation dans ces disciplines, organisé par le CNRS et l'alliance Athéna les 16 et 17 mai.

L'occasion de découvrir, par exemple, Freturb[1], un logiciel de modélisation du transport urbain de marchandises qui permet de fluidifier le trafic d'une quarantaine de villes en France et de deux villes en Suisse. Ou bien Les Éonautes, un jeu éducatif destiné à l'apprentissage des langues, à l'origine de la création d'une start-up. « *La majorité des projets présentés sont très avancés dans leur réalisation, voire sont en voie de commercialisation, mais certains chercheurs viennent au salon aussi pour trouver des partenaires ou de nouveaux débouchés* », commente François-Joseph Ruggiu, directeur adjoint scientifique de l'Institut des sciences humaines et sociales (INSHS).

DES PARTENARIATS VARIÉS

En ligne de mire, peut-être, la création de nouvelles start-up issues de laboratoires de SHS. Elles viendront s'ajouter à la quinzaine déjà recensées – réparties en linguistique, en géographie et en sociologie – d'après l'étude réalisée en janvier par Nane Pehuet, responsable valorisation à l'INSHS. Le salon, ouvert à tout public, attend donc de nombreux industriels, entrepreneurs, décideurs politiques et économiques, avec lesquels pourront interagir les chercheurs.

Le cube à remonter le temps **22** |
Le logiciel pour simuler les situations de crise **24** |
Les dessous de Paris se dévoilent **26** |

© WWW.GREGCIRADE.COM POUR CNRS LE JOURNAL
MOSART PROJECT/N. OVTRACHT, A. MERCIER, V.THIÉBAUT, G. CHAUMET

La commercialisation n'est en rien la seule perspective. « *Plusieurs projets sont ainsi tournés vers l'aide à la détermination des politiques publiques, ou encore vers les collectivités territoriales, avec lesquelles de nombreux contrats ou partenariats sont établis, dans les transports ou le patrimoine* », poursuit François-Joseph Ruggiu. C'est le cas du projet Les caves à Paris, reconstitution en 3D d'un patrimoine médiéval unique caché dans les souterrains de la capitale *(lire pp. 26-27)*.

De son côté, Pierre-Yves Saillant, commissaire du salon, insiste sur la création d'emplois liés aux SHS. « *Quand on monte un projet tel que Prôtis*[2] [programme d'archéologie destiné à construire une réplique d'un navire grec du VI^e^ siècle avant J.-C.], *il faut embaucher, entre autres, toute une équipe de charpentiers de marine. Songez également que tous les musées de site, issus de l'exploitation de chantiers archéologiques par exemple, naissent directement des retombées de la recherche : c'est appréciable en matière de développement économique local et d'emploi.* »

TRANSFÉRER LES CONNAISSANCES

« *Pour nombre de nos chercheurs, valoriser consiste souvent à publier leurs résultats dans une revue scientifique ou bien à écrire un ouvrage* », indique pour sa part François-Joseph Ruggiu. De fait, ces sciences représentent une manne pour le secteur de l'édition en France : en 2011, pas moins de 350 livres et 2 200 chapitres dans des ouvrages collectifs ont été écrits par les chercheurs en SHS du CNRS[3]. « *Mais nous tenions à saluer aussi tous ceux qui travaillent au transfert des connaissances de la recherche publique vers les entreprises et la société civile, sous la forme de la réalisation d'un produit ou d'un objet spécifique* », souligne François-Joseph Ruggiu. **C.Z.**

1. Lire *CNRS Le journal*, n° 262, novembre 2011, p. 32.
2. Lire *CNRS Le journal*, n° 270, janvier-février 2013, pp. 6-7.
3. Chiffres Ribac 2011.

CONTACTS :
Nane Pehuet
› nane.pehuet@cnrs-dir.fr
François-Joseph Ruggiu
› francois-joseph.ruggiu@cnrs-dir.fr
Pierre-Yves Saillant
› pierre-yves.saillant@cnrs-dir.fr

INNOVATIVES SHS, DEMANDEZ LE PROGRAMME…

Les 16 et 17 mai 2013 – Entrée libre après inscription sur le site – Espace Charenton – 327, rue de Charenton – 75012 Paris
› www.cnrs.fr/inshs/innovatives-shs2013/presentation.htm

À voir sur le journal en ligne : des **photos** du salon Innovatives SHS.

Ce sont 48 stands et 23 posters, répartis en quatre domaines (aménagement des territoires, mise en valeur du patrimoine, pédagogie et éducation, expertises sociétales), qui prennent possession de l'espace Charenton, à Paris. En plus de présenter cette centaine de créations au service de la valorisation, le salon propose des ateliers, des tables rondes et, le 16 mai, une rencontre sur les enjeux de l'alimentation. Deux expositions occupent aussi une place de choix : Immersive Virtual Cities, application de réalité virtuelle racontant l'histoire de différentes villes, déjà présentée à l'Exposition universelle Shanghai 2010 ; et le Cubiculum musicae, expérience visuelle et sonore de la Renaissance *(lire pp. 22-23)* à découvrir dans ces pages, parmi un florilège de dix projets innovants.

© ALMEDIA

→ Les subtilités de la langue française deviennent un jeu d'enfant grâce aux Éonautes.

Le jeu pour apprendre le français

→ Avec Les Éonautes, on apprend le français en voyageant à travers les époques de l'histoire de France et en discutant avec des personnages. Vendu en ligne, ce jeu sérieux – c'est-à-dire qui prend une forme ludique dans un but sérieux – a été conçu par deux passionnés des communautés virtuelles, une professeure de français et un anthropologue du laboratoire Cultures et sociétés en Europe[1]. Financé par le ministère de l'Éducation nationale, Les Éonautes est déjà utilisé par les enseignants et permet aux classes d'un même établissement de jouer en réseau local. À l'avenir, le but est d'en faire un jeu massivement multijoueurs, à l'image du célèbre Second Life, où les joueurs forment une communauté et incarnent eux-mêmes les personnages virtuels.

1. Unité CNRS/Université de Strasbourg.

CONTACT :
Patrick Schmoll, patrick.schmoll@misha.fr

EN LIGNE
› www.eonautes.com

Le cube à remonter le temps

Vous êtes au château de Blois, en décembre 1501. La cour de France reçoit l'archiduc d'Autriche, Philippe le Beau. Pour cette grande occasion, le roi Louis XII et l'archiduc sont accompagnés de leurs chapelles respectives qui comptent les plus célèbres musiciens du temps. C'est ici, à Blois, que, pour la première fois, ces artistes vont interpréter la bouleversante partition de Josquin, le compositeur que toutes les cours d'Europe s'arrachent : *Nymphes des bois,* dont les notes résonnent maintenant à vos oreilles… Ce saisissant voyage est celui offert, en réalité virtuelle, au visiteur qui entre dans le Cubiculum musicae, ou chambre musicale, présenté au salon Innovatives SHS.

FAIRE REVIVRE LA MUSIQUE ANCIENNE

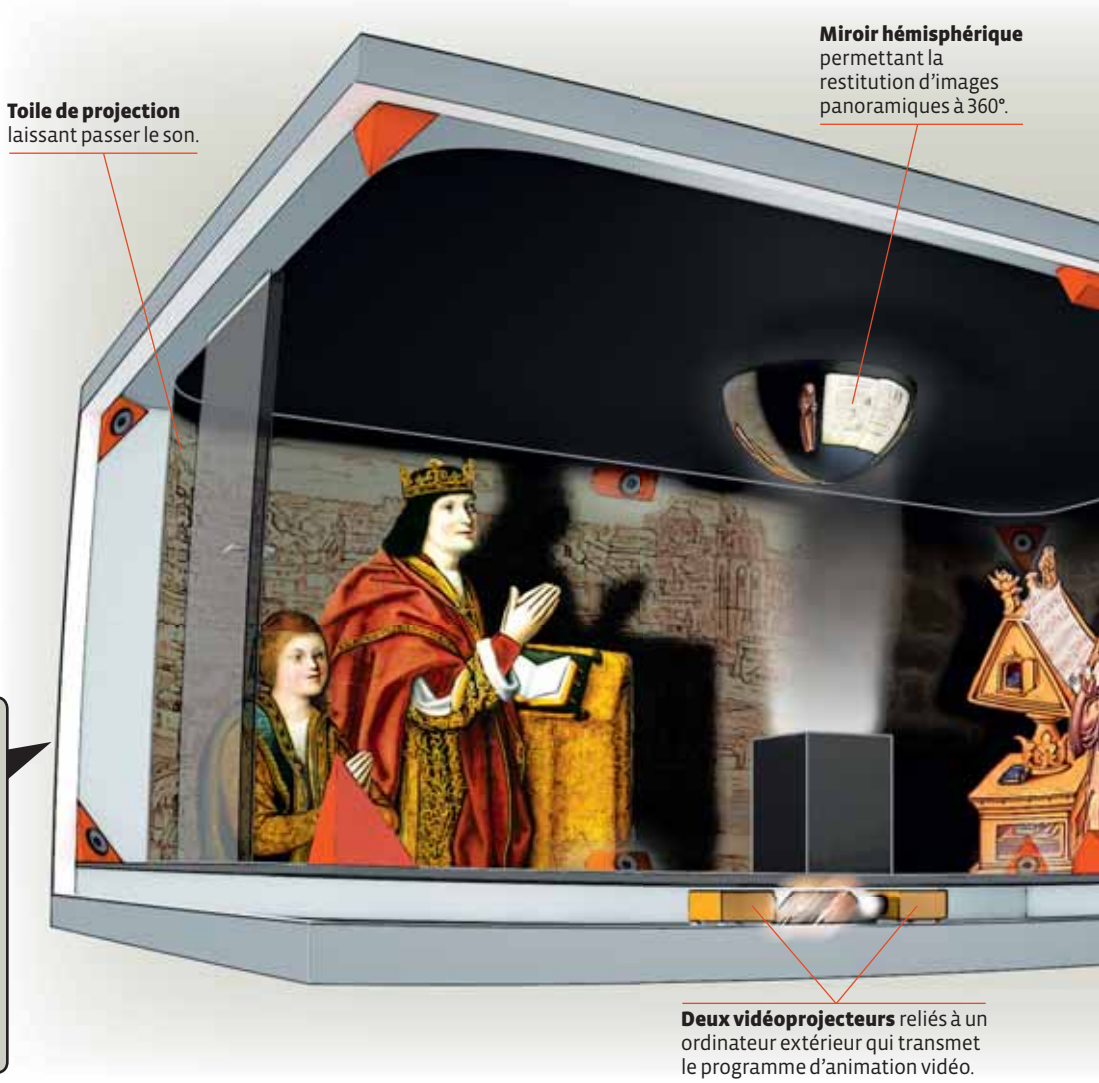
Aussi ludique soit-il, cet équipement est avant tout une innovation scientifique. En effet, la restitution visuelle et sonore (10 minutes au total) proposée dans cette petite pièce close (9 mètres de long, 3 mètres de large et 3 mètres de haut) met en scène des résultats de recherche en musicologie. Les enregistrements n'existaient évidemment pas à la Renaissance. Les chercheurs doivent donc transcrire les partitions d'époque, dont la notation diffère de celle d'aujourd'hui, pour qu'elles soient jouées le plus fidèlement possible. Dans le Cubiculum, *Nymphes des bois* est interprété par l'ensemble vocal Doulce Mémoire, spécialiste de la Renaissance. « *La musicologie est un domaine assez mal connu du grand public, le Cubiculum est un formidable vecteur pour expliquer ce qu'elle est et à quoi elle sert* », souligne Philippe Vendrix, directeur du Centre d'études supérieures de la Renaissance (CESR)[1], à Tours, qui a initié le projet.

Les visiteurs du Cubiculum auront aussi accès à des tablettes numériques qui leur donneront les détails du travail de recherche et de reconstitution : quelles sont les spécificités de la notation musicale de la Renaissance ? À quels choix les chercheurs et les interprètes d'aujourd'hui ont-ils été confrontés ? Comment le compositeur Josquin a-t-il échafaudé son œuvre ?

« *Depuis longtemps, je cherchais une façon originale de donner à voir et à entendre les résultats d'une recherche musicologique en sortant des sentiers battus tels que les publications, les enregistrements ou les concerts* », précise Philippe Vendrix. L'idée a germé en 2009 alors qu'il rédigeait un article sur les collectionneurs de musique du XVIe siècle. « *Je les imaginais réunis dans des lieux analogues aux cabinets de curiosités où se retrouvaient les collectionneurs d'objets rares,* ajoute le chercheur. *Avec le terme* cubiculum, *qui désignait à l'époque une petite pièce, j'ai alors forgé ce néologisme de Cubiculum musicae.* »

LE PATRIMOINE VALORISÉ

Quelque temps plus tard, Philippe Vendrix a initié la construction de ce Cubiculum. La Région Centre, séduite par l'intérêt de cet équipement pour valoriser son patrimoine, l'a financé à hauteur de 160 000 euros. « *Le Val de Loire concentre en effet quelque 28 000 emplois liés au tourisme et près de 800 châteaux* », rappelle Philippe Vendrix. Deux de ces sites se sont immédiatement associés au projet, avec la Mission Val de Loire. D'abord le château de Blois, qui présentera le Cubiculum dès l'été 2013. Puis aussi le château de



La boîte à musique

→ Le Cubiculum musicae est l'étape ultime du travail minutieux de reconstitution effectué par les chercheurs en musicologie : faire entendre une partition de la Renaissance dans les conditions exactes où elle a été entendue au XVIe siècle. Une immersion visuelle et sonore dans un moment précis de l'histoire de France, permise grâce à la technique de restitution haute résolution de la société Catopsys et à la MSH Val de Loire, qui a assuré la réalisation technique du Cubiculum.

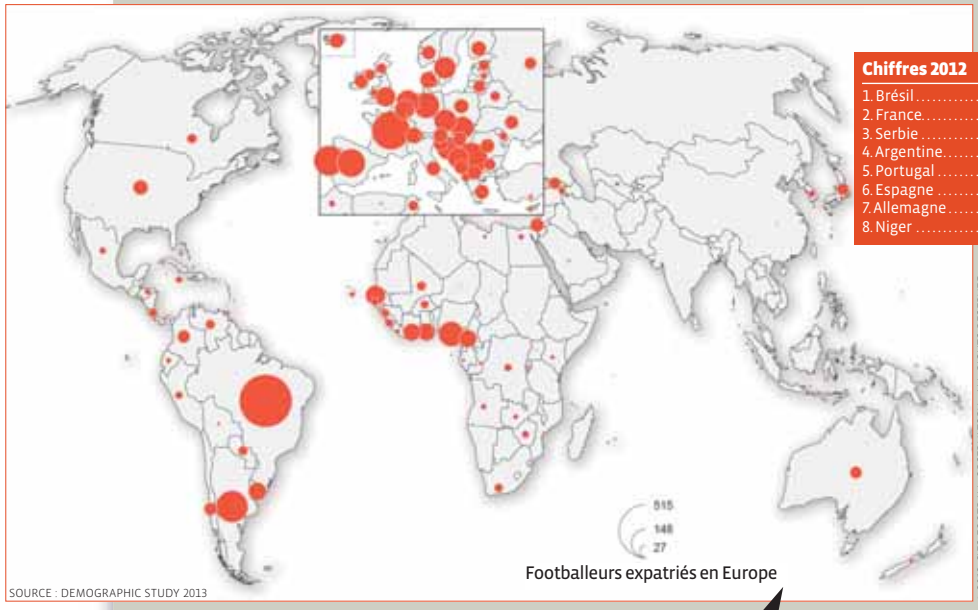
Chaumont-sur-Loire, qui accueillera à son tour l'équipement à partir du printemps 2014, avec une nouvelle animation visuelle et sonore en lien avec son site. Ne restait plus qu'à trouver le partenaire capable de fournir la technique de visualisation immersive. Philippe Vendrix s'est tourné vers la société Catopsys, repérée sur un salon de start-up, dont la technologie est notamment employée pour des simulations dans le secteur aéronautique. Par la suite, d'autres lieux de patrimoine pourront louer le Cubiculum. Une négociation est actuellement en cours avec la ville de Mons, en Belgique, qui sera Capitale européenne de la culture en 2015. **A.D.**

1. Unité CNRS/Université François-Rabelais de Tours/MCC.

CONTACT :
Philippe Vendrix
› vendrix@univ-tours.fr

© WWW.GREGCRADE.COM POUR CNRS LE JOURNAL, BNF/MSH VAL DE LOIRE

Système d'enceintes (cachées derrière les parois) diffusant la musique.



SOURCE : DEMOGRAPHIC STUDY 2013

Footballeurs expatriés en Europe

Chiffres 2012

1. Brésil	515
2. France	269
3. Serbie	205
4. Argentine	188
5. Portugal	171
6. Espagne	148
7. Allemagne	125
8. Niger	117

© 2013 CIES FOOTBALL OBSERVATORY - ALL RIGHTS RESERVED

→ Réalisée par l'Observatoire des footballeurs, cette carte indique l'origine des joueurs expatriés qui évoluent dans les clubs européens : 515 d'entre eux sont, par exemple, originaires du Brésil.

L'Observatoire des footballeurs

→ **Trois questions à Loïc Ravenel,** géographe au Centre international d'étude du sport (Cies), à Neuchâtel, en Suisse

Quels services proposez-vous et qui vous sollicite ?

Notre base de données, en ligne sur Internet, répertorie les trajectoires de carrière des footballeurs des cinq meilleures ligues européennes. Ainsi que les principales caractéristiques des joueurs de ligue 1 de trente-six pays de l'Union européenne des associations de football (UEFA). Des fédérations (Fifa…) nous demandent des informations sur l'âge de recrutement des joueurs, sur les transferts, etc. Et quelques clubs nous demandent des conseils pour recruter les meilleurs joueurs ou les plus prometteurs.

Sur quoi repose votre expertise ?

Nous ne nous contentons pas des performances sportives, comme le nombre de buts. Nous tenons compte de l'expérience des joueurs, de leur trajectoire dans les clubs, du nombre d'années passées dans une équipe, du niveau de celle-ci, etc. Et, pour faire connaître notre expertise, nous nous amusons à prédire les résultats des championnats au début de chaque saison : la presse adore !

Ce sont des recherches sur les migrations qui ont inspiré ce projet…

Oui, une thèse[1] en géographie de mon collègue Raffaele Poli avait pris l'exemple des migrations des joueurs africains dans le contexte de la mondialisation des échanges. Ces travaux, d'abord académiques, nous ont amenés à construire et à structurer nos informations tirées des fédérations et des médias. Et maintenant, ce sont les fédérations, les clubs ou des investisseurs qui achètent des conseils à notre organisme de rattachement, le Cies. Nous faisons désormais plus un travail de statisticien que de géographe.

Propos recueillis par C. Z.

1. Réalisée en cotutelle entre le laboratoire Théoriser et modéliser pour aménager (Unité CNRS/Université de Bourgogne) et l'université de Neuchâtel.

CONTACT : **Loïc Ravenel,** loic.ravenel@cies.ch

EN LIGNE
› www.football-observatory.com

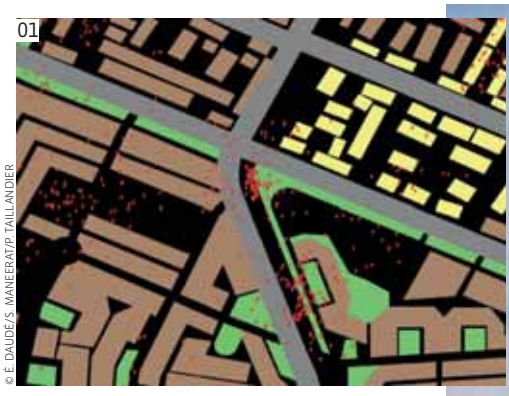
→ Lionel Messi ou Cristiano Ronaldo : lequel des deux joueurs est le plus performant ? La base de données du Cies donne l'avantage à Messi.

© A. KUDACKI/AP/SIPA

Le logiciel pour simuler **les situations de crise**

Simuler la progression d'une épidémie ou l'évacuation d'une ville en cas d'accident technologique majeur, voilà ce que permet le logiciel Magéo[1], outil intuitif et facile à manipuler, conçu par le laboratoire Identité et différenciation de l'espace, de l'environnement et des sociétés (Idees)[2]. Si ce genre de simulation était déjà possible, *« il exigeait des compétences en programmation informatique que beaucoup de chercheurs, notamment en SHS, ne possèdent pas »*, souligne Éric Daudé, géographe et spécialiste de géosimulation au laboratoire Idees, responsable du programme Magéo. Ce logiciel, téléchargeable gratuitement, lève ce verrou et met la géosimulation à la portée de tous. Avec Magéo, l'essentiel de la modélisation passe par la manipulation d'objets graphiques. À partir de données géographiques, tout chercheur peut bâtir un modèle dynamique permettant d'étudier les interactions entre une variété d'agents (insectes, individus, portions de territoire…). Et peut visualiser les effets de ces interactions à différents niveaux d'observation. *« Chacun peut ainsi exploiter facilement ses banques de données en lien avec un territoire particulier »*, résume Éric Daudé.

01



© E. DAUDE/S. MANEERAT/P. TAILLANDIER

02

01 Modélisation d'un quartier de Delhi, en Inde, réalisée grâce à Magéo : les points rouges représentent les foyers de moustiques.
02 Dans cette ville, on procède souvent à la fumigation de ces insectes, qui sont vecteurs d'épidémies de dengue.

LA DENGUE SOUS HAUTE SURVEILLANCE

Magéo est l'outil actuellement utilisé pour modéliser les épidémies de dengue à Delhi et à Bangkok, dans le cadre des projets Aedess[3] et Denfree[4]. *« La progression de cette maladie transmise par les moustiques résulte d'une combinaison de multiples facteurs : statut immunitaire des individus, mesures de protection prises contre les moustiques, lieux fréquentés par les personnes, etc.*, explique Éric Daudé. *L'étude géographique de ces interactions est déterminante pour trouver les moyens de prévenir ou d'enrayer l'épidémie, car les concentrations de moustiques varient énormément en fonction des caractéristiques locales, comme la présence d'eau, favorable à la multiplication des ces insectes, par exemple dans les eaux de condensation des climatiseurs. »*

TESTER DES SCÉNARIOS

Magéo permet ainsi de repérer et de cartographier les zones à risque (où les concentrations de moustiques et d'humains sont les plus importantes) et de tester divers scénarios ou les effets de mesures ciblées : couvrir les réservoirs d'eau dans les quartiers résidentiels de Delhi influe-t-il sur la densité de moustiques ou bien ces derniers vont-ils s'adapter en trouvant d'autres gîtes de ponte ? *« Les simulations servent en particulier à rechercher les effets de seuils : voir à partir de quelle proportion de destruction de moustiques, et en quels lieux (marché, gare, résidence…), on endigue la progression de l'épidémie »*, précise Éric Daudé.

L'autre intérêt de Magéo est méthodologique. *« Le logiciel crée un langage commun qui est très utile dans les projets*

03

© G. CZURA/E. DAUDE/P. LANGLOIS/P. TRANOUEZ

03 Magéo modélise les conséquences d'une catastrophe à Rouen.

UN ACCIDENT INDUSTRIEL À LA LOUPE

Le logiciel Magéo a été utilisé dans le projet Mosaiic[1] afin d'étudier les répercussions qu'aurait, sur le réseau routier de la ville de Rouen, un accident industriel (incendie, explosion…) sur un site où sont stockés des produits dangereux. Il permet de visualiser les perturbations que créerait ce type d'accident, selon l'heure à laquelle il interviendrait et l'état du trafic. La progression du nuage de fumée, perçu comme toxique, entraîne en effet des réactions imprévues des automobilistes : fuite, abandon du véhicule, etc. Ces perturbations de trafic se propagent par contagion dans une grande partie du réseau routier. Anticiper ces problèmes permet d'imaginer, à l'avance, les réponses à apporter.

1. Projet financé par la Région Haute-Normandie (GRR SER).

EN LIGNE
Le logiciel est téléchargeable sur :
› http://code.google.com/p/mageo/

© TSERING TOPGYAL/AP/SIPA

interdisciplinaires. De plus, il familiarise tous les chercheurs avec les contraintes et les méthodes de modélisation informatique », note Patrick Taillandier, géographe et informaticien au laboratoire Idees. Dès lors, si la complexité des données à traiter les contraint à migrer vers une application plus sophistiquée, ils sont plus aptes à dialoguer avec des informaticiens et à garder la main sur le développement de leur modèle. **A.D.**

1. Projet financé par l'Agence nationale de la recherche (ANR) et l'Union européenne (Feder).
2. Unité CNRS/Université de Rouen/Université du Havre/Université de Caen-Basse-Normandie.
3. Projet financé par l'ANR.
4. Projet financé par l'Europe (FP7).

CONTACTS :
Éric Daudé
› eric.daude@univ-rouen.fr
Patrick Taillandier
› patrick.taillandier@univ-rouen.fr

→ Ce jeu de simulation, dans lequel il faut organiser des fouilles archéologiques, sera l'une des prochaines créations de la gamme Truelles et pixels.

© TRUELLES & PIXELS (MSH MOM), DESSIN F. LALIBERTÉ

Le site des archéologues en herbe

→ **3 questions à Jean-Pierre Girard,** chef de projet à la Maison de l'Orient et de la Méditerranée (MOM)[1]

Vous avez créé Truelles et pixels, un site d'information ludique sur l'archéologie. Comment en est venue l'idée ?

Elle vient de Séverine Sanz, qui était alors assistante ingénieure chez nous. Elle avait envie de transmettre la passion qui anime les professionnels des métiers de l'archéologie même sans jouer les Indiana Jones ! Son idée a beaucoup plu, et la MOM a mis tout en œuvre pour la développer. À présent, nos documentaires en ligne, très illustrés et scénarisés, accompagnés de petits jeux ou de quiz, connaissent une bonne fréquentation.

Fort de ce succès, vous avez obtenu des financements extérieurs[2] pour créer bientôt d'autres produits…

Oui, notamment un simulateur de fouilles dans lequel il faudra enrôler une équipe, choisir un terrain, obtenir les autorisations, etc. Ce produit sera à mi-chemin entre les jeux de gestion avec paramètres, tel Sim City, et les simulateurs, comme ceux de vol ou de conduite. Et, dès cet été, nous aurons le prototype de notre futur jeu sérieux, c'est-à-dire un jeu dans lequel on ne peut progresser que si on acquiert certaines connaissances.

Vous vous adressez aux jeunes internautes, mais pas seulement…

Nous voulons sensibiliser le grand public à la conservation du patrimoine, à la science et à sa démarche, offrir aux enseignants des ressources pédagogiques fiables, et même fournir aux institutions culturelles des outils d'informations scientifiques pour des expositions ou des bornes interactives. À plus long terme, nos projets pourraient prendre place dans le mouvement émergent de la science participative.

Propos recueillis par C. Z.

1. Unité CNRS/Université Lumière Lyon-II.
2. Notamment MCC et Union européenne.

CONTACT : **Jean-Pierre Girard,** jean-pierre.girard@mom.fr

EN LIGNE
› www.truelles-pixels.mom.fr

→ Le logiciel Eye and Pen, déjà breveté, analyse le processus d'écriture.

© Y. ALMECIJA/CERCA/CNRS

Le logiciel qui prédit vos erreurs

→ En mesurant les mouvements des yeux et du stylo pendant l'écriture, Eye and Pen devrait fournir une aide précieuse aux élèves en difficulté. Mis au point à partir de travaux en psychologie du développement menés au Centre de recherches sur la cognition et l'apprentissage[1] et grâce à la Maison des sciences de l'homme et de la société de l'université de Poitiers, ce logiciel, déjà breveté, analyse la vitesse et les pauses d'écriture. Et il traque en même temps le regard. Grâce à ces paramètres, la prochaine version de Eye and Pen réalisera le tour de force de prévoir nos erreurs de grammaire et d'orthographe, juste avant qu'on ne les fasse, en fonction des hésitations du crayon ou du regard. Rien n'empêchera alors d'équiper une future tablette graphique d'une véritable assistance interactive à l'écriture, affichant une aide contextuelle (par exemple un rappel de grammaire) à chaque prédiction d'erreur.
En attendant, le logiciel est déjà très utile aux chercheurs qui étudient les stratégies cognitives à l'œuvre lors de l'écriture, et il devrait aider très bientôt les orthophonistes à évaluer les troubles de l'écriture.

1. Unité CNRS/Université de Poitiers/Université François-Rabelais de Tours.

CONTACT : **Denis Alamargot,** denis.alamargot@u-pec.fr

Les dessous de Paris se dévoilent

© C. MIGNOT/CENTRE CHASTEL

PROPOS RECUEILLIS PAR CHARLINE ZEITOUN

Numériser les caves anciennes de Paris pour les préserver et permettre au grand public de les admirer, c'est le projet présenté par Dany Sandron, directeur du Centre André-Chastel[1], à Paris.

En quoi consiste le projet Les caves de Paris[2] ?

Dany Sandron : Il s'agit de reconstituer en images numériques animées et en 3D une vingtaine de caves de Paris datant du XII^e^ au XIX^e^ siècle et sélectionnées pour l'intérêt de leur architecture. Pour ce faire, nous utilisons des photos, des mesures laser, etc. Cette mémoire d'un Paris méconnu est inestimable. Les caves anciennes sont les vestiges les plus nombreux du Paris médiéval, elles se comptent par centaines voire par milliers. Celles du XIII^e^ siècle, témoignent de l'époque de la plus grande extension qu'a connue Paris, quand la ville passe de 50 000 à 200 000 habitants en un siècle pour devenir la première ville d'Occident.

En dehors du monde académique, à qui ce type de reconstitutions virtuelles sert-il ?

D. S. : Ces reconstitutions participent à une meilleure connaissance de ces caves anciennes. Et celle-ci aidera la prise de décision des élus et des responsables du patrimoine. Ils pourront, par exemple, décider d'en protéger certaines. Et, dans le cas où ils accordent des permis de travaux de rénovation, nos images permettront de garder une trace de l'architecture originelle. Notre projet, lauréat en 2011 de l'appel à projets Paris 2030, est d'ailleurs soutenu par la ville de Paris.

Connaître seulement une vingtaine de caves ne suffit pas dans cette optique…

D. S. : En effet. Mais mener un inventaire exhaustif du corpus immense que représentent ces caves anciennes réclame des délais conséquents. Il nous a donc semblé prioritaire de nous doter d'abord rapidement d'un outil d'évaluation de ce patrimoine en travaillant sur un échantillon représentatif d'une vingtaine de caves.

04

© M. LELIÈVRE/DHAAP

Une fois que celui-ci nous aura fourni des repères fiables, nous espérons élargir l'enquête à l'ensemble de Paris.

Les résultats alimenteront une base de données qui sera aussi accessible au grand public…

D. S. : Oui, le public intéressé par l'histoire de Paris, comme les scolaires, les touristes ou les amateurs d'architecture, sera à plus long terme une autre cible de la valorisation de nos travaux. Nos reconstitutions sont disponibles sur une base de données couplée à un Système d'information géographique (SIG). En cliquant sur le plan de Paris, on pourra faire défiler animations en 3D, photos et plans.

05

© G. CHAUMET

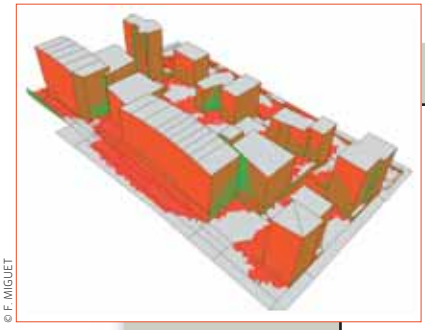
04 Avant de numériser une cave de Paris, les chercheurs effectuent des relevés archéologiques, comme ici, au 10, rue de l'Abbaye dans le VI^e^ arrondissement.
05 Caves de la Maison d'Ourscamp, au 42, rue François-Miron dans le IV^e^ arrondissement (à gauche), et sa numérisation en 3D (à droite).

Et, du point de vue de la recherche en histoire, qu'apportent ces reconstitutions ?

D.S. : Elles représentent un témoignage sur les dimensions des immeubles de l'époque en révélant leur emprise au sol. Cela donne des informations sur les rues d'alors et sert à confirmer ou non ce que l'on sait de la configuration de la ville médiévale. Plus tard, le projet sera enrichi. Nous ferons des prélèvements d'éventuels résidus de matériaux ayant pu être utilisés par le passé (denrées alimentaires, production artisanale, etc.). L'analyse physico-chimique de ces résidus donnera des informations d'ordre socio-économique, à savoir si les caves ont servi d'entrepôts, d'ateliers, etc. Cela permettra de reconstituer les différents états de transformation de Paris et de ses fonctions sociales et économiques.

1. Unité CNRS/Université Paris-Sorbonne/MCC.
2. En partenariat avec le département Histoire de l'architecture et archéologie de Paris, le service Patrimoines et inventaire du conseil régional d'Île-de-France et le Centre de topographie historique parisienne.

CONTACT :
Dany Sandron
› lescavesdeparis@gmail.com



© F. MIGUET

→ Solene simule les conditions d'éclairement et les échanges thermiques des bâtiments selon l'heure et la saison.

Le simulateur d'ambiance

→ Lumière, sons, odeurs… Comment nos sens interagissent-ils avec le milieu urbain où nous vivons ? Et comment les ambiances influencent-elles nos relations sociales, notre moral, notre efficacité ? À partir des recherches fondamentales de sociologues, géographes, philosophes…, en collaboration avec des ingénieurs et des architectes des Écoles nationales supérieures d'architecture de Nantes et de Grenoble, le laboratoire Ambiances architecturales et urbaines[1] met au point des outils d'aide à la conception et à l'analyse des espaces contemporains. Par exemple, la plateforme Cartophonies permet de reconstituer les ambiances sonores passées et présentes de certains lieux. Tandis que le logiciel Solene simule les conditions d'éclairement et les échanges thermiques des bâtiments, au fil des heures, des jours et des saisons. Dans les deux cas, un même but : mieux concevoir et aménager de futurs espaces.

1. Unité CNRS/MCC/Centrale Nantes/Ensa Grenoble/Ensa Nantes.

CONTACT : **Henry Torgue,** henry.torgue@grenoble.archi.fr

EN LIGNE
› www.cartophonies.fr

© MSHS POITIERS

→ Pilou, logiciel interactif, permet d'étudier la compréhension orale chez les enfants.

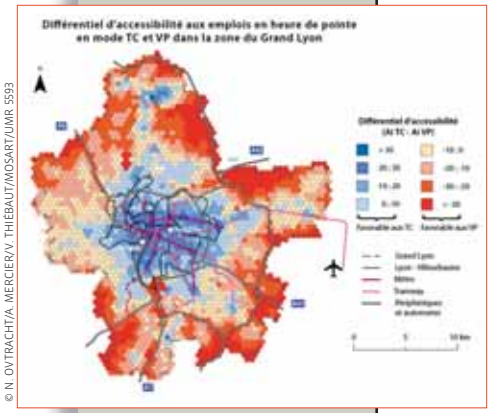
L'application dédiée aux troubles du langage

→ Maîtriser le langage oral, ce n'est pas seulement une affaire de grammaire et de vocabulaire. Contexte et ton de la voix (prosodie) notamment sont importants, mais beaucoup moins évalués. Grâce à Pilou, logiciel interactif développé pour les recherches de Virginie Laval au Centre de recherches sur la cognition et l'apprentissage[1], on en sait plus. Une bande dessinée sonore met en scène Pilou le lapin qu'on entend s'exprimer dans une langue inconnue. Pour se faire une idée de ce qu'il dit, restent le ton de Pilou et le contexte de l'histoire, que le logiciel s'ingénie souvent à opposer. Résultat : alors que, chez les bébés et les adultes, on savait que la prosodie l'emportait, c'est le contexte qui prime chez les 3-7 ans ne présentant pas de troubles du langage. Pour les autres, Pilou, mis entre les mains de psychologues et d'orthophonistes, pourrait servir d'outil de dépistage, voire plus tard d'aide à la rééducation.

1. Unité CNRS/Université de Poitiers/Université François-Rabelais de Tours.

CONTACT : **Virginie Laval,** virginie.laval@univ-poitiers.fr

→ Cette carte du Grand Lyon aide les décideurs publics dans leur politique des transports.



© N. OVTRACHT/A. MERCIER/V. THIÉBAUT/MOSART/UMR 5593

Le programme pour mieux aménager la ville

→ Par où faire passer de futures lignes de tramway ? Dans quelle zone créer une nouvelle gare ? Voilà les questions auxquelles aide à répondre Mosart, plateforme numérique imaginée par deux chercheurs et un ingénieur du Laboratoire d'économie des transports[1]. Leur outil de modélisation et de simulation permet par exemple de générer des cartes d'accessibilité de la ville. L'accessibilité étant ici un indicateur qui évalue le coût, en temps et en argent, des déplacements des habitants pour se rendre dans les points clés de la ville (lieux de travail, écoles, commerces, etc.). Déjà utilisé par l'agglomération du Grand Lyon, Mosart sert aux décideurs à visualiser les impacts des différents scénarios de leur future politique de transport.

1. Unité CNRS/Université Lyon-II/ENTPE.

CONTACT : **Yves Crozet,** yves.crozet@let.ish-lyon.cnrs.fr

Climatologie Spécialiste mondial de l'évolution du climat, il est le premier Français à recevoir le prix Vetlesen, la plus prestigieuse distinction pour les sciences de la Terre.

Jean Jouzel, l'as des glaces

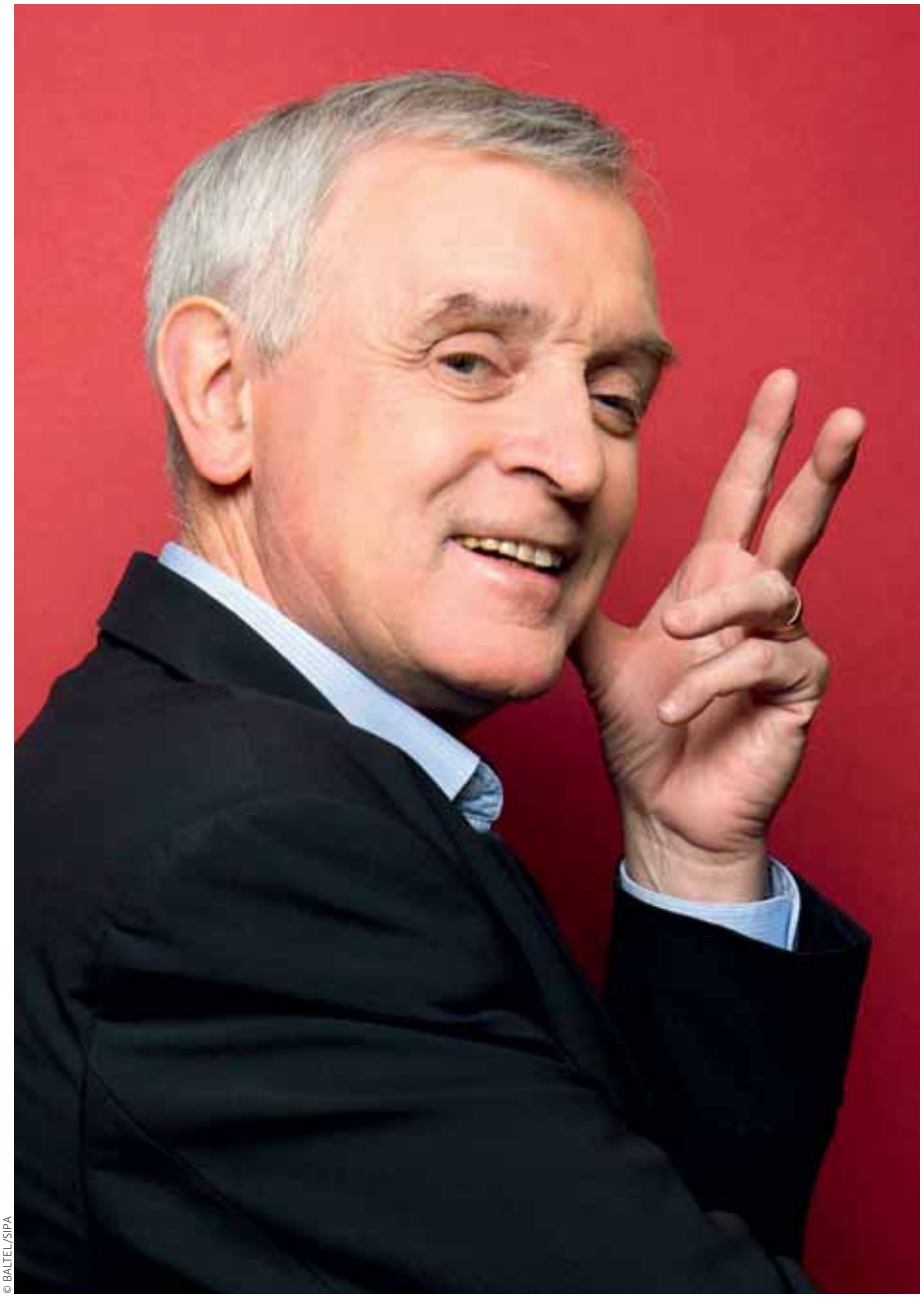
PAR DENIS DELBECQ

Lors de ma sortie de l'École supérieure de chimie industrielle de Lyon, en 1968, *un industriel m'a fait une proposition. Si j'avais accepté, je serais peut-être en train de fabriquer des savonnettes »,* s'amuse Jean Jouzel. Heureusement, il a préféré la recherche. Ses travaux lui valent une renommée internationale et font de lui, à 66 ans, le premier Français à décrocher le prix Vetlesen, le "Nobel" des sciences de la Terre. L'enthousiasme de ce chercheur au Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE)[1], à Gif-sur-Yvette, n'a jamais faibli. Ce qui l'anime depuis toujours ? Mener l'enquête afin de découvrir le climat qui régnait autrefois sur Terre, et remonter toujours plus loin. C'était justement l'objectif du projet européen Epica qu'il a dirigé entre 1995 et 2001 : en forant la calotte glaciaire jusqu'à 3 270 mètres de profondeur, il s'agissait de reconstituer quelque 800 000 ans d'histoire climatique de l'Antarctique. *« C'est cette collaboration, dont les résultats ont été publiés en 2007, que la fondation Vetlesen a récompensée en me décernant son prix cette année »,* explique-t-il, dans un sourire radieux.

LA RECHERCHE DES TEMPS PERDUS

Jean Jouzel s'était déjà illustré en la matière… Avec la complicité du glaciologue Claude Lorius, il était le scientifique qui était remonté le plus loin dans l'histoire du climat, grâce à des carottes glaciaires forées sur la base soviétique de Vostok, en Antarctique. *« Alors que les précédents forages ne remontaient pas au-delà de la dernière époque glaciaire, il y a moins de 100 000 ans, nous avions en 1985 les archives de 150 000 ans de climat, étendues ensuite à 420 000 ans ! »,* commente-t-il. Un travail pour lequel les deux hommes ont reçu la médaille d'or du CNRS en 2002.

Leur rencontre remonte au temps où Jean Jouzel venait à Saclay préparer sa thèse, consacrée à l'étude de la formation des grêlons (grâce à des mesures de différentes formes d'hydrogène). Lorsqu'en 1974, doctorat en poche, Jean Jouzel est recruté comme ingénieur de recherche au CEA de Saclay, les deux hommes commencent à travailler ensemble : *« Comme Claude n'avait pas de laboratoire, il venait faire ses mesures à Saclay. »* Il étudiait alors la composition en isotopes de l'oxygène et de l'hydrogène d'échantillons de glace rapportés d'Antarctique. Par la suite, Claude Lorius a rejoint le Laboratoire de glaciologie du CNRS à Grenoble, ce qui a marqué le début d'une collaboration fructueuse entre les équipes de Saclay et de Grenoble.



© BALTEL/SIPA

L'analyse des carottes de glace fait, à cette période, des progrès spectaculaires. À partir des isotopes d'oxygène et de deutérium, les scientifiques sont désormais capables de déduire la température qui régnait lors de la formation de la neige qui s'est déposée, année après année, pour former les calottes du Groenland et de l'Antarctique. En étudiant les bulles d'air emprisonnées dans la glace, ils peuvent aussi déterminer la teneur en gaz carbonique et en méthane de l'atmosphère de l'époque. Les carottes glaciaires se révèlent ainsi d'extraordinaires archives des climats passés. Et Jean Jouzel est l'un des premiers à les déchiffrer. En 1978, lorsque le premier forage glaciaire français est réalisé, il fait en effet partie de l'équipe qui l'analyse. Ce prélèvement est effectué en Antarctique, à Dôme C, là où a été installée la base franco-italienne de Concordia en 2005. S'il n'est allé qu'une fois en Antarctique, le paléo-climatologue a souvent arpenté les glaces du Groenland, et il continue de se rendre régulièrement en Sibérie, où il collabore avec une équipe russe.

ISOTOPE
Élément chimique possédant le même numéro atomique, (même nombre de protons), mais de masse atomique différente (nombre différent de neutrons).

« Il faut tout faire pour aller très vite vers une société sobre en carbone. »

EAU LOURDE
Eau dont les atomes d'hydrogène sont des isotopes plus lourds que dans l'eau normale.

LE MÉTIER DONT IL RÊVAIT

Directeur de recherche depuis 1995, Jean Jouzel est toujours basé à Saclay. « *J'y travaille encore comme simple chercheur, mais toujours actif.* » Car c'est le métier dont il a toujours rêvé : « *Quand j'étais gamin, j'ai entendu parler à la radio du CEA de Saclay. Je me suis dit que c'est là que j'irais travailler quand je serais grand* », raconte-t-il, d'une voix douce.

Et c'est bien là que ce fils d'agriculteurs bretons arrive en 1968 pour préparer sa thèse, sous la houlette du physicien Étienne Roth. « *Dans un laboratoire chargé du suivi de la fabrication de l'eau lourde destinée aux réacteurs nucléaires de l'époque,* complète le chercheur. *Il s'agissait de mesurer, au spectromètre de masse, sa teneur en deutérium, un isotope lourd de l'hydrogène. Étienne Roth était un homme très curieux, qui s'intéressait beaucoup aux proportions de deutérium dans la nature, dans les plantes et les précipitations : l'eau porte en effet des traces de son histoire.* »

L'AVOCAT DE LA PLANÈTE BLEUE

Jean Jouzel n'est pas seulement un mémorialiste du climat, il est aussi l'un de ses plus ardents défenseurs. L'infatigable chercheur ne ménage pas ses efforts pour convaincre de l'urgence d'agir pour préserver la Terre. L'an dernier, le prix Changement climatique de la fondation Prince-Albert-II-de-Monaco lui a été décerné, « *pour avoir contribué à mettre la question du réchauffement sur la place publique* », précise-t-il. Il connaît bien le sujet puisqu'il a dirigé pendant huit ans l'Institut Pierre-Simon-Laplace[2], qui conçoit l'un des deux modèles de prévision climatique français. Il fait également partie, depuis 1994, du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat de l'ONU (Giec).

« *Il est dans notre rôle d'informer,* souligne Jean Jouzel. *Cela passe par des conférences, des interventions dans les médias, mais aussi par l'appui aux politiques qui négocient les accords sur le climat au sein de l'ONU.* » Pour cet engagement, il s'est vu récompenser du prix Nobel de la paix avec le Giec en 2007. Après s'être impliqué dans le Grenelle de l'environnement, toujours en 2007, le paléo-climatologue siège au Conseil économique, social et environnemental, depuis 2010. Il fait actuellement partie du comité de pilotage du débat national sur la transition énergétique, qui doit déboucher dans quelques mois sur un projet de loi. « *Les médias ne se sont pas emparés du débat, et l'homme de la rue n'a pas envie d'en entendre parler,* constate le chercheur. *Mais cet automne, le prochain rapport de l'ONU confirmera l'ampleur du réchauffement climatique. Il faut tout faire pour aller très vite vers une société sobre en carbone. Mais hélas nous n'en prenons pas le chemin.* »

1. Unité CNRS/CEA/UVSQ.
2. Institut CNRS/UPMC/UVSQ/CEA/IRD/Cnes/ENS/École polytechnique.

CONTACT :
Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement, Gif-sur-Yvette
Jean Jouzel
› jean.jouzel@lsce.ipsl.fr

JEAN JOUZEL EN 5 DATES

1947
Naissance le 5 mars, à Janzé, en Ille-et-Vilaine

1994
Nommé expert du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat de l'ONU (Giec), dont il est l'un des vice-présidents du groupe scientifique depuis 2002

2002
Lauréat de la médaille d'or du CNRS

2007
Colauréat, avec le Giec et l'ancien vice-président américain Al Gore, du prix Nobel de la paix

2012
Lauréat du prix Vetlesen

Encadrement Le CNRS met en place un dispositif global dédié aux directeurs d'unité de recherche afin de les accompagner dans leurs nombreuses missions. Revue de détail.

Directeur d'unité : l'étoffe d'un héros

PAR FABRICE DEMARTHON

Les directeurs d'unité ont un peu le *« blues »*, selon le mot du président du CNRS, Alain Fuchs. Lourdes responsabilités, environnement de travail de plus en plus complexe nécessitant une grande technicité, faible reconnaissance des compétences managériales dans l'évaluation de la carrière scientifique… Être à la tête d'un laboratoire n'a rien d'une sinécure, et les vocations se tarissent. *« Depuis une dizaine d'années, on constate une baisse de l'attractivité de la fonction de directeur d'unité,* regrette Alain Fuchs. *Les candidatures sont moins nombreuses, et les mandats moins renouvelés. Certains sont parfois interrompus avant leur terme. »* Pourtant, à l'heure où le rôle de l'Unité mixte de recherche (UMR) comme brique de base de la recherche française est réaffirmé, la fonction de directeur d'unité, le DU dans le jargon, apparaît stratégique. C'est pourquoi le président du CNRS a souhaité revaloriser cette fonction devenue un véritable métier.

PLUSIEURS TUTELLES, UN SEUL CAP

En 2012, un comité de pilotage, présidé par François-Joseph Ruggiu, directeur adjoint scientifique de l'Institut des sciences humaines et sociales du CNRS, et composé de plusieurs groupes de travail, a construit un dispositif d'accompagnement global du DU pour redonner du sens à sa fonction et le remettre à la place essentielle qui est la sienne. *« La réflexion de notre organisme s'appuie sur le constat que le pilotage d'une unité de recherche se fait moins qu'autrefois par les ressources, mais plus par l'accompagnement et la mise en cohérence du projet scientifique de l'unité,* indique Alain Fuchs. *Nous devons aider le DU à trouver de nouvelles marges de manœuvre. »*

QU'EST-CE QU'UN DIRECTEUR D'UNITÉ ?

Le directeur d'unité est nommé pour quatre ans par les responsables des tutelles de son laboratoire (CNRS, universités, autres établissements…), en même temps que celui-ci est créé ou renouvelé. Ses missions couvrent un large périmètre. Porteur du projet scientifique de l'unité, il est aussi responsable de la gestion de son personnel (évolution de carrière, formations…) et de l'allocation des ressources à ses équipes. Garant de la bonne marche de son unité, il est entouré d'un conseil de laboratoire (dont les membres sont élus et nommés) et parfois d'un conseil scientifique ou d'un conseil des équipes.

Concrètement, les groupes de travail ont abordé quatre domaines : la détection d'un candidat potentiel, la lettre de mission du DU, son parcours professionnel et, enfin, l'évaluation et la valorisation de son mandat. 2013 est une année charnière, au cours de laquelle certains éléments de ce dispositif seront déployés pour la première fois. Dès cette année, *« les DU recevront leur lettre de mission,* signale Liliane Flabbée, directrice déléguée aux cadres supérieurs (DDCS) du CNRS. *Même si des courriers de ce type existaient, leur systématisation et leur généralisation constituent une innovation importante renforcée par leur caractère partenarial ».* Préparée par le directeur adjoint scientifique en étroite concertation avec le DU, et signée par les tutelles dont dépend l'unité, cette lettre rappelle les objectifs à atteindre. Elle marque *« la reconnaissance forte de la légitimité du DU. Les tutelles lui accordent ainsi leur confiance, le confortent dans son rôle et montrent qu'elles partagent la vision scientifique de l'unité et le cap à tenir »,* explique Liliane Flabbée.

DES FORMATIONS À LA CARTE

Ce cap, le directeur d'unité doit le maintenir pendant toute la durée de son mandat. Jusqu'à présent, la plupart des aides qui lui étaient proposées, telles les formations, étaient concentrées en début de mandat, puis diminuaient rapidement. Les choses vont changer avec la construction d'un parcours professionnel qui vise à *« mettre en cohérence ce qui existait déjà et qui fonctionnait bien, et à inventer ce qui manquait »,* indique Carole Alzapiedi, chargée d'ingénierie de formation à la DDCS.

Cette année, ce parcours a débuté par deux journées d'accueil nationales, organisées les 4 et 5 février, conjointement avec la Conférence des présidents d'université et l'Agence de mutualisation des universités et établissements. Réservées aux nouveaux DU, elles ont été l'occasion de leur présenter ce qui les attend lors de leur première année d'exercice. *« Nous allons ensuite privilégier des modules de formation courts au plus près des laboratoires, et les répartir tout au long du mandat,* informe Carole Alzapiedi. *Bien sûr, la première année restera la plus dense, mais le DU bénéficiera par la suite d'un éventail de formations, selon ses besoins propres. »*

UN ENTRETIEN À MI-MANDAT

Au long du mandat, le directeur pourra également participer à des séminaires de travail avec ses pairs qui permettront les échanges d'expériences et de bonnes pratiques. Et, à mi-parcours, il sera invité à un entretien avec son directeur adjoint scientifique, conduit en lien avec son homologue de l'université. *« Le directeur adjoint scientifique est l'interlocuteur privilégié du directeur d'unité,* précise Liliane Flabbée. *Cet entretien de mi-mandat est une autre innovation. Il permettra d'aborder la question du pilotage scientifique de l'unité, et pas seulement celle des moyens alloués, et pourra donner lieu à un avenant à la lettre de mission si les objectifs évoluent. »*

Que pensent les directeurs d'unité de ces changements ? Les premiers retours semblent positifs. *« C'est une bonne chose que le CNRS se penche sur une fonction stratégique, passionnante mais très prenante, et dont certains sortent lessivés,* remarque Vincent Laudet, directeur de l'Institut de génomique fonctionnelle de Lyon[1]. *Pour la mener à bien, nous sommes obligés de sacrifier beaucoup de temps normalement consacré à la recherche. Après quatre, voire huit ans de mandat, certains d'entre nous se retrouvent sur le carreau. »* Conscients de cette réalité, les membres du comité de pilotage ont

LA DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX CADRES SUPÉRIEURS (DDCS)

Conscient qu'une politique dynamique envers ses cadres supérieurs est une nécessité pour l'organisme, le directoire du CNRS a créé en 2011 la DDCS au sein de la Direction des ressources humaines. Regroupant six personnes, elle a pour principales missions de détecter les futurs cadres supérieurs, tant scientifiques qu'administratifs, de les former et de les accompagner dans leur carrière.

© J. MCDERMOTT-AGENCE MARIE BASTILLE POUR CNRS LE JOURNAL

poussé leur réflexion sur l'après-mandat, tant à travers l'évaluation de la fonction de DU que sa valorisation. « *Il y a beaucoup de travail à faire de ce côté-là,* admet Liliane Flabbée. *Aujourd'hui, l'évaluation de la carrière d'un chercheur ne se fonde que sur son travail scientifique. Ceux qui le sacrifient pour des responsabilités de gestion et de pilotage sont donc pénalisés.* »

De surcroît, le profil des directeurs d'unité a changé au fil des ans. Accédant de plus en plus tôt à ce type de responsabilité, il leur reste souvent de nombreuses années de carrière après leur mandat. Il faut donc, non seulement les évaluer de manière équitable, mais aussi les accompagner lorsqu'ils raccrochent leur casquette de directeur. « *Certains veulent retourner à la paillasse, d'autres ont pris goût au management et souhaitent se réorienter* », note Liliane Flabbée. Le CNRS doit pouvoir leur donner des clés pour réussir leur retour aux sources ou leur reconversion et tirer profit de leur expérience acquise.

« *Tous ces outils que nous mettons en place seront amenés à évoluer,* ajoute Liliane Flabbée. *Nous allons les déployer progressivement et évaluer au fur et à mesure leur pertinence.* » Les premières lettres de mission ont ainsi été envoyées à certains directeurs nommés au 1er janvier 2013. Quant aux entretiens de mi-parcours, les premiers pourront avoir lieu dès 2014. Pour le président, Alain Fuchs, « *l'unité de recherche doit être plus que la somme des équipes qui la composent, et le DU en est le garant. C'est pourquoi la revalorisation de cette fonction et l'accompagnement qu'elle implique sont des objectifs importants pour le CNRS et ses partenaires* ».

1. Unité CNRS/UCBL/ENS de Lyon/Inra.

CONTACTS :
Direction déléguée aux cadres supérieurs, Paris
Carole Alzapiedi
› carole.alzapiedi@cnrs-dir.fr
Liliane Flabbée
› liliane.flabbee@cnrs-dir.fr
Institut de génomique fonctionnelle de Lyon
Vincent Laudet
› vincent.laudet@ens-lyon.fr
Institut des sciences humaines et sociales, Paris
François-Joseph Ruggiu
› francois-joseph.ruggiu@cnrs-dir.fr

Informatique Jean-Marc Voltini, directeur des systèmes d'information du CNRS, présente les nouveautés proposées en 2013 aux laboratoires.

De nouveaux services pour les labos

PROPOS RECUEILLIS PAR ÉRIC DUMOULIN

La Direction des systèmes d'information (DSI) vient de lancer de nouveaux services à destination des unités. Pouvez-vous nous en dire plus ?

Jean-Marc Voltini : En effet, la DSI, avec le soutien des équipes SI des délégations régionales (DR), est mobilisée par le lancement des offres de services laboratoires qui a eu lieu fin 2012. Le principal objectif de ces offres est de simplifier le quotidien des unités, à la fois en les déchargeant au besoin des contraintes d'hébergement, d'exploitation et de sécurisation de leurs infrastructures informatiques – un vrai plus pour celles qui ont peu ou pas d'informaticiens –, mais aussi en mettant à leur disposition des outils réellement adaptés à leurs activités de recherche.

→ Le portail Core permet à ses utilisateurs de gérer et de partager tout un ensemble d'informations au sein d'une communauté scientifique ou d'un réseau professionnel.

Quels sont ces outils ?

J.-M. V. : Ces offres de services s'articulent autour de trois volets. Tout d'abord, un *cloud* privé, baptisé Cloud Recherche, qui met à disposition de la communauté scientifique de l'énergie informatique à la demande et sur mesure (capacités de traitement et de stockage), en lieu et place de l'achat traditionnel de serveurs. Ce *cloud* offre également des services d'hébergement et d'exploitation sécurisés de sites Internet. Le portail collaboratif Core constitue la deuxième grande nouveauté. Il a pour but de faciliter la communication et le partage sécurisé d'informations au sein des communautés scientifiques et des réseaux sociaux professionnels, y compris avec des partenaires externes. Au-delà des services de base que sont la gestion de projets scientifiques et celle d'appels à projets, il apporte aussi des outils destinés à faciliter l'administration au quotidien d'un laboratoire et à gérer de façon pratique les informations personnelles (CV Internet, publications, nouveaux mots clés, recherche de compétences, rapports…). En troisième lieu, nous proposons à l'ensemble des laboratoires demandeurs les services de notre messagerie unifiée. Moderne (agendas partagés, réservation de ressources, contacts, gestion des tâches), multidomaine (chaque unité peut choisir son nom de domaine) et sécurisée, elle s'enrichira durant l'année 2013 de plusieurs services complémentaires : présentiel, *Webconferencing,* messagerie instantanée. Cerise sur le gâteau, son intégration native avec la plateforme collaborative Core et avec la suite bureautique Office permet d'offrir un environnement d'utilisation vraiment simplifié et e fficace. Précisons que toutes ces offres haute disponibilité sont gérées 24 heures sur 24, 7 jours sur 7.

Où en est le déploiement de ces nouveaux outils ?

J.-M. V. : La montée en charge de certains services a démarré sur les chapeaux de roue, et il faut avouer que nous avons parfois du mal à suivre la cadence. Pour être plus réactifs, nous procédons actuellement à certains ajustements de nos process et travaillons sur les relations entre les laboratoires et les équipes SI des DR qui sont nos relais opérationnels en région. Les premières remontées d'information des utilisateurs au travers de ces équipes régionales nous permettent de mieux cibler les progrès à accomplir, dans une logique d'amélioration continue. Il conviendra à ce titre de renforcer notre communication tout au long de l'année 2013 afin d'irriguer plus efficacement l'ensemble des laboratoires. Ces derniers – et principalement les unités qui possèdent peu ou pas de moyens informatiques – doivent pouvoir facilement s'adresser à leur délégation régionale pour la mise en œuvre de l'une de nos solutions à la carte, et au besoin leur demander d'en assurer la gestion dans la mesure de leurs disponibilités…

Quid des aspects budgétaires de ces offres ?

J.-M. V. : Afin de pouvoir continuer à investir malgré des budgets contraints, nous cherchons globalement à ratio-

© C. FRÉSILLON/CNRS PHOTOTHÈQUE

naliser les dépenses par le biais d'une mutualisation des infrastructures et des outils. Dans ce cadre, la DSI refacture ses services au coût réel au -delà d'un forfait de base gratuit. Cela vaut pour la messagerie et le portail Core, mais aussi pour le Cloud Recherche qui représente de réelles perspectives d'économies pour les unités (la DSI n'a pas vocation à devenir un centre de profit, elle doit juste être en mesure de couvrir ses charges). Certains tarifs du Cloud pourront paraître chers, mais il ne faut pas oublier qu'il s'agit de systèmes hautement sécurisés, le CNRS ne pouvant, compte tenu de la nature de ses activités, utiliser des serveurs partagés avec d'autres pour réduire ses coûts, confidentialité oblige. Pour autant, nous nous attachons à réduire au minimum l'impact financier lié à ces diverses exigences en négociant au mieux avec nos prestataires.

Et dans le domaine de la sécurité ?

J.-M. V. : Le challenge majeur reste, bien sûr, de renforcer la sécurisation des données et des infrastructures de nos laboratoires contre toutes les formes de danger potentiel : attaque virale, violation des accès, *hacking*, vols… Pour ce faire, nous avons commencé par réécrire les fondamentaux de notre politique de sécurité pour chaque volet du système d'information avec comme leitmotiv : éviter des directives trop générales pour au contraire proposer des solutions pragmatiques, directement opérationnelles, et qui soient le moins contraignantes possible pour les utilisateurs. C'est dans ce même état d'esprit que nous travaillons en bonne intelligence avec le nouveau fonctionnaire de sécurité défense.

Un dernier mot sur l'arrivée de l'outil Geslab ?

J.-M. V. : Avec Geslab, l'ambition est d'avoir *in fine* un outil de gestion financière unique dans un laboratoire, interfacé avec les principaux systèmes de gestion des différentes tutelles. Il constitue donc une simplification du fonctionnement d'un laboratoire au quotidien. Concernant son déploiement, le passage de 1 400 bases à une seule a été douloureux. Pour des raisons exogènes, il a dû être réalisé à un rythme très soutenu, et dans des conditions d'hétérogénéité des environnements relativement complexes. Toutefois, les perspectives sont bonnes : la prochaine version, prévue pour le mois de juin, devrait permettre une amélioration sensible des performances, et nous allons pouvoir passer progressivement à l'élargissement fonctionnel de l'outil (achats en ligne, aide au pilotage, *reporting* multiservice…).

EN LIGNE
Vous trouverez tous les détails de ces offres et la liste des contacts régionaux sur le site :
› www.offres-de-services-labos.net

CONTACT :
Direction des systèmes d'information, Meudon
Jean-Marc Voltini
› jean-marc.voltini@dsi.cnrs.fr

PROSPECTIVE | Une journée de prospective sur le thème Des matériaux aux patrimoines aura lieu le 14 juin, à Meudon. Organisée par le CNRS et articulée en trois ateliers, elle a pour objectif de faire émerger des approches interdisciplinaires novatrices dans les recherches sur les matériaux des patrimoines (restes de la flore et de la faune, artefacts archéologiques, archives sédimentaires, etc.) et d'identifier de nouveaux objets d'investigation. Programme et inscription sur le site de la Mission interdisciplinarité du CNRS.
› www.cnrs.fr/mi

PUBLICATION | *Euroscientist* consacre en avril une édition spéciale aux conséquences de l'austérité sur la recherche en Europe, en particulier dans les pays du Sud. Ce magazine est publié par Euroscience, association européenne formée de chercheurs, du CNRS notamment, mais aussi d'enseignants, d'étudiants, de décideurs politiques, de citoyens intéressés, etc.
› www.euroscience.org

OUTIL | La Bibliothèque virtuelle des manuscrits médiévaux (BVMM) vient d'ouvrir sur Internet. Consacrée aux reproductions de livres datant du Moyen Âge et jusqu'au début de la Renaissance, elle donne accès à 1600 manuscrits et 4 200 décors de manuscrits enluminés et d'incunables (livres imprimés antérieurs au XVIe siècle). Soixante-dix bibliothèques ont contribué au fonds actuel, qui s'élargira au fil des accords donnés par de nouvelles bibliothèques à l'Institut de recherche et d'histoire des textes, initiateur de la BVMM.
› http//bvmm.irht.cnrs.fr

© CLICHÉ CNRS - IRHT

Instruments Le Centre d'élaboration de matériaux et d'études structurales inaugure le 18 juin Picolab et I2TEM, deux équipements travaillant à l'échelle atomique.

04

03

À Toulouse, **on jongle avec les atomes**

PAR JEAN-FRANÇOIS HAÏT

Le long du canal du Midi, à Toulouse, se dresse la "boule", sphère métallique brillante haute comme un petit immeuble. En 1958, elle accueillait déjà le plus puissant microscope électronique au monde. Aujourd'hui, une autre innovation majeure y a pris place : le microscope électronique en transmission I2TEM (In situ Interferometry Transmission Electron Microscope). Tout près de là trône Picolab : le nouveau bâtiment consacré aux picotechnologies, notamment aux *molecule-machines* – des molécules capables de remplir seules une fonction (calcul, engrenage, moteur…) – et aux circuits électroniques construits atome par atome. I2TEM et Picolab comptent parmi les fleurons du Centre d'élaboration de matériaux et d'études structurales (Cemes) du CNRS, leader dans les domaines de la microscopie électronique et de l'électronique moléculaire[1].

01

02

01 La "boule" abrite le microscope I2TEM. 02 Le bâtiment Picolab a été rénové pour accueillir une micro-usine en ultravide.

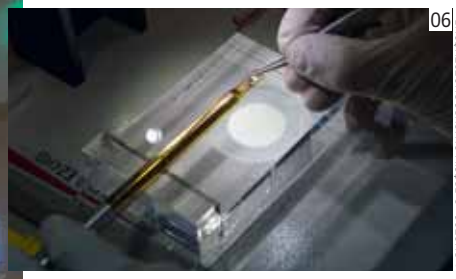
UNE RÉVOLUTION AU MICROSCOPE

« *Nous sommes connus pour l'étude des nanomatériaux, la conception, la synthèse et l'observation des premières* molecule-machines, explique Alain Claverie, le directeur du Cemes. *Il faut aller plus loin, que nous soyons capables de connecter une seule de ces* molecule-machines *à un dispositif plus grand pour la faire fonctionner. Picolab répond à cet objectif. Quant au microscope électronique, il n'est plus une simple loupe qui observe des colonnes d'atomes. Il permet aussi de visualiser et de mesurer les champs magnétiques et électriques ainsi que les déformations à une échelle nanoscopique. Avec I2TEM et Picolab, nous avons souhaité replacer la microscopie et les* molecule-machines *au cœur de la physique.* »

Le microscope électronique I2TEM a été conçu en étroite collaboration avec l'industriel japonais Hitachi[2]. « *I2TEM utilise des faisceaux d'électrons bien plus cohérents que ceux des instruments classiques, un peu comme un laser,* explique Étienne Snoeck, le porteur du projet. *Nous pouvons ainsi non seulement étudier les colonnes atomiques d'un matériau, mais aussi, par des techniques dites d'interférométrie, les champs électromagnétiques qu'elles génèrent. Et ce avec une résolution spatiale dix fois meilleure.* » De plus, I2TEM offre la possibilité de mener des études dynamiques nouvelles dans les nanotechnologies, par exemple d'observer la modification des caractéristiques magnétiques ou électriques d'un échantillon soumis à une contrainte (mécanique, thermique, etc.).

L'industriel STMicroelectronics ne s'y est pas trompé et a noué un partenariat avec le Cemes afin d'utiliser le nouveau microscope pour étudier les contraintes subies par les nanotransistors. L'I2TEM est « *un formidable instrument de recherche avec des applications possibles sur le long terme* », souligne Étienne Snoeck. L'outil a la particularité d'être très flexible, beaucoup plus que les microscopes

05



06

© PHOTOS : C. FRÉSILLON/CNRS PHOTOTHÈQUE

03 04 Dans la salle blanche de Picolab a été construite une micro-usine afin de réaliser, entre autres, des circuits électroniques atome par atome. 05 06 Développé avec l'industriel Hitachi, I2TEM permet l'étude *in situ* des matériaux et des champs électromagnétiques.

standard du commerce. « *C'est pour cela qu'il ouvre d'innombrables portes pour de futurs projets scientifiques* », souligne Florent Houdellier, l'ingénieur responsable de l'instrument.

À côté d'I2TEM niché dans la boule, le bâtiment Picolab[3] accueille une salle blanche. Y sont installés une micro-usine qui permet la construction, atome par atome, de circuits électroniques à la surface d'un semi-conducteur ainsi qu'un ensemble de machines pour la fabrication et l'adressage de nano-objets. En parallèle, un instrument, dans l'ultravide et à basse température, constitué de quatre microscopes interchangeables, à effet tunnel ou à force atomique, pourra mettre en action une *molecule-machine* complexe. Baptisé LT Nanoprobe, il est en cours de conception et sera construit sur mesure par l'industriel allemand Omicron et livré en 2014.

SALLE BLANCHE Pièce soumise à des conditions précises d'hygiène (poussières par m³, température, humidité…).

ADRESSAGE Méthode qui permet de relier un nano-objet à notre monde macroscopique afin d'interagir avec lui.

REPENSER LES MODES DE FABRICATION

Mener ces expériences dans une salle blanche est une petite révolution pour le Cemes. Depuis de nombreuses années déjà, le centre est passé maître dans la conception, la synthèse et le fonctionnement de petites *molecule-machines*. Une molécule-moteur de 1,2 nanomètre (10^{-9} mètre) de diamètre a notamment été synthétisée. « *Mais si on souhaite mesurer son couple moteur par exemple, il faut construire un système constitué d'un engrenage intermédiaire de moins de 10 nanomètres de diamètre, lui-même connecté à une nanopoutre plane. Toutes ces opérations ne peuvent s'effectuer que dans un vide très poussé et dans les conditions de propreté d'une salle blanche* », explique Christian Joachim, porteur du projet Picolab. Les chercheurs doivent donc repenser tous leurs procédés de nanofabrication pour les adapter aux conditions de l'ultravide.

« *Que ce soit I2TEM ou Picolab, deux années de rodage au moins seront nécessaires avant d'en connaître vraiment les potentialités*, conclut Alain Claverie. *Nous vivons un changement culturel profond, tout en conservant ce qui rend le Cemes unique : un triangle de compétences constitué de théoriciens, de physiciens expérimentaux et de spécialistes de la chimie de synthèse.* »

1. En microscopie, le Cemes a fondé le réseau français Metsa (Microscopie électronique en transmission et sonde atomique) et coordonne le réseau européen Esteem2 (European Network of Transmission Electron Microscopy 2). En électronique moléculaire, il coordonne le projet européen Atmol (Atomic Scale & Single Molecule Logic Gate Technologies), qui vise à fabriquer des puces constituées d'une seule molécule.
2. I2TEM a été financé par le CNRS, le contrat de projets État-Région MET ultime et le projet d'Équipement d'excellence Mimetis, pour en tout 5,6 millions d'euros.
3. Picolab a été financé à hauteur de 9 millions d'euros par le CNRS, le Feder et Toulouse-Métropole dans un contrat de projets État-Région (Campus Gaston-Dupouy) signé avec la Région Midi-Pyrénées.

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

CONTACTS :
Centre d'élaboration de matériaux et d'études structurales, Toulouse
Alain Claverie
› alain.claverie@cemes.fr
Florent Houdellier
› florent.houdellier@cemes.fr
Christian Joachim
› christian.joachim@cemes.fr
Étienne Snoeck
› etienne.snoeck@cemes.fr

RÉSEAU I

Anaee-Services,

un réseau national dédié à l'étude des écosystèmes, a été lancé par le CNRS, l'Inra et l'université Joseph-Fourier de Grenoble. Son objectif : fournir aux chercheurs trois types de plateformes d'expérimentation pour étudier le fonctionnement des écosystèmes – en milieu naturel, semi-naturel (une vingtaine de sites en France et en Guyane) et en conditions contrôlées – ainsi que des moyens analytiques en microbiologie. Anaee-Services est financé à hauteur de 14 millions d'euros jusqu'en 2020 dans le cadre des Investissements d'avenir.

ÉTHIQUE I **Après un premier avis publié l'an dernier, le Comité d'éthique du CNRS** (Comets) réaffirme son engagement en faveur de l'accès libre et gratuit aux publications scientifiques de la recherche publique. Il précise aujourd'hui ses recommandations concernant HAL (Hyper articles en ligne), archives ouvertes mises en place par le CNRS.

› www.cnrs.fr/comets

ENQUÊTE I **Le CNRS va mener une enquête auprès de ses unités de recherche sur leur activité dans le domaine de l'énergie. Le questionnaire, qui doit être renseigné en ligne avant le 31 mai, a pour objectif d'évaluer la contribution directe des laboratoires à l'effort national et international de recherche en énergie, de préciser leurs domaines d'expertise et les cadres collaboratifs dans lesquels leurs recherches sont effectuées. Le bilan complet de l'enquête sera communiqué aux unités en juillet.**

Mission Dominique Wolton, directeur de l'Institut des sciences de la communication du CNRS (ISCC), revient sur la nouvelle mission Sciences citoyennes, confiée à Marc Lipinski.

« Légitimons le débat entre scientifiques et citoyens »

PROPOS RECUEILLIS PAR DENIS DELBECQ

© ISCC/CNRS

Quel est l'objectif de la mission Sciences citoyennes ?

Dominique Wolton : Cette mission s'inscrit dans la tradition du CNRS *(lire l'encadré ci-contre)*. Elle est rattachée à notre institut, dont deux des cinq grands domaines de recherche portent justement sur la question des relations entre les sciences et techniques et la société, ainsi que sur l'expertise et les controverses. Marc Lipinski va recenser les initiatives actuelles visant à rapprocher scientifiques et citoyens. Il s'agit de comprendre les raisons de leurs succès et de leurs échecs. Il s'agit aussi d'analyser dans quelle mesure les associations de chercheurs ou de citoyens peuvent participer à la création de connaissances. Cette question des débats et des relations entre la science et les citoyens n'est pas nouvelle, puisqu'elle remonte au XIXe siècle. Mais il est vrai que la problématique a changé depuis.

Pour quelle raison ?

D. W. : Jusqu'à la Première Guerre mondiale, la société baignait dans le positivisme avec l'horizon du progrès par la science et la technique. Mais la guerre de 1914-1918, puis celle de 1939-1945, ont provoqué une véritable fracture. Lors de ces deux conflits, science et technique ont directement servi à la guerre, et l'idée de progrès a été mise en cause. Il y a notamment eu la question de l'atome. Sont apparues depuis toutes sortes de controverses qui portent par exemple sur le génie génétique, les OGM, les nanotechnologies, les ondes électromagnétiques, le changement climatique… On assiste désormais à une remise en cause des sciences et techniques. Non pas de leurs valeurs, mais de leur responsabilité sociale. Cette contestation n'est pas limitée à la sphère scientifique. Elle concerne de nombreux autres domaines, comme la justice, la médecine ou l'enseignement.

Quelles sont les racines de cette remise en cause ?

D. W. : La démocratisation des sociétés fait que les citoyens n'acceptent plus que le progrès soit imposé de haut en bas. D'autant que certains progrès sont discutables. Il y a aussi les conséquences de la spécialisation des sciences qui aboutit à l'absence de vision d'ensemble. De plus, les scientifiques, depuis une cinquantaine d'années, n'ont pas toujours fourni suffisamment d'efforts pour expliquer leur travail. La vulgarisation est pourtant une vieille et belle tradition. À quelques exceptions près, ils n'ont pas fait beaucoup pour participer aux débats sciences-société. D'autant plus qu'ils assimilent, souvent, les critiques à un refus du progrès. Plus généralement, la science et la technique sont sorties des grands enjeux de la culture

À lire sur le journal en ligne : l'**entretien** avec Marc Lipinski dans *CNRS Hebdo* du 1er mars.

contemporaine pour se rapprocher de l'économie. Les chercheurs, et le monde académique en général, ont donc leur part de responsabilité dans la dégradation des rapports entre science et citoyens. À la critique croissante du progrès scientifique n'a pas répondu une volonté de débattre, si ce n'est, souvent, de manière trop hiérarchique…

→ Chaque année, les Rencontres CNRS Jeunes « Sciences et citoyens » (ici l'édition 2012) sont l'occasion de riches débats.

Sur quoi porte le débat ?

D. W. : Deux visions très contradictoires s'opposent sur la place donnée aux citoyens. On trouve, d'un côté, des scientistes qui se réfugient derrière leur savoir et la toute-puissance de la science pour limiter le débat ou le réduire à une opposition entre le savoir et l'ignorance, l'objectivité et la subjectivité. De l'autre côté, d'autres nient la spécificité de la science et considèrent qu'elle n'est qu'une question de rapports sociaux, et donc que la société peut discuter de tous les choix. Cette posture rencontre un certain succès auprès du public. Mais une société n'est pas faite que de rapports sociaux et de pouvoir. La science, comme l'art, la religion ou la médecine, existe aussi en elle-même. Face à ces deux visions extrêmes, je défends une troisième voie, qui consiste à reconnaître la légitimité de points de vue contradictoires. Et c'est là où la nouvelle communication joue un rôle essentiel. Moins comme partage ou comme transmission que comme processus de négociation entre points de vue opposés. La démocratie, c'est d'ailleurs la négociation destinée à faire cohabiter pacifiquement des points de vue contradictoires. Un magistrat ne pense pas comme un épicier, qui ne pense pas comme un militaire ou un chercheur. Et pourtant, il faut bien que tout le monde vive ensemble, ce qui suppose concessions, négociations, cohabitation et surtout respect des différences légitimes.

© PHOTOS : C. FRÉSILLON/CNRS PHOTOTHÈQUE

Comment peut-on améliorer cette cohabitation entre science et société ?

D. W. : On peut reprendre les dispositifs qui ont déjà été testés : des conférences citoyennes, des débats. Ou en inventer d'autres. Peu importe les outils. L'essentiel est que la discussion soit possible et qu'à la fin personne n'en sorte avec le sentiment qu'il y a un gagnant et un perdant. Organiser la cohabitation des logiques et des légitimités. Pour la recherche, cela veut dire garantir l'autonomie et la logique de connaissances. Cohabiter implique toujours de respecter la pluralité des légitimités.

Dans quelle mesure les citoyens peuvent-ils contribuer à la quête de connaissances ?

D. W. : Le cas le plus simple est ce que l'on appelle les sciences participatives. Chacun peut participer à la collecte de données dans certains domaines. Et même, dans une certaine mesure, à la construction de l'information que l'on en tire. Cette participation peut parfois aller plus loin, jusqu'à une coconstruction de la connaissance. On parle alors de sciences collaboratives. Mais il ne s'agit pas de substituer les citoyens aux scientifiques ; chacun doit rester à sa place. Être chercheur, c'est l'engagement d'une vie consacrée à un métier avec des règles et des valeurs, pour la production de connaissances scientifiques. Le citoyen doit aussi accepter qu'il n'y a pas d'égalité en tout. Les scientifiques doivent admettre qu'il leur faut descendre dans l'arène et accepter le débat contradictoire. En un mot, apprendre à cohabiter, et à débattre dans le respect de l'autre.

LE CNRS ET LES CITOYENS, UNE LONGUE HISTOIRE

La mission lancée en 2013 s'inscrit dans une longue tradition au CNRS. Parmi les grandes initiatives de l'organisme pour impliquer les citoyens : le lancement, en 1980, du programme Science, technologie, société, dirigé par Dominique Wolton. Plus de cent projets sont alors financés durant six ans pour analyser le rôle de la science et de la technologie dans la société. Les années 1990 voient le lancement des clubs Sciences et citoyens, que l'on compte aujourd'hui par dizaines sur l'ensemble du territoire et à l'étranger, et des Rencontres CNRS Jeunes « Sciences et citoyens ». Cet événement annuel, dont la 23e édition aura lieu en octobre prochain au Futuroscope à Poitiers, fait partie des actions phares menées dans cette voie par la Direction de la communication. Dans les années 2000, l'unité mixte de service Science et décision ou encore la mission Science en société ont apporté leur pierre à l'édifice. Notons enfin que les relations entre science, technique, politique et société, ainsi que les liens entre expertise et controverses font partie des axes de recherche principaux de l'Institut des sciences de la communication du CNRS créé en 2007.

CONTACT :
Institut des sciences de la communication du CNRS, Paris
Dominique Wolton
› dominique.wolton@iscc.cnrs.fr

© L. PHALLY

→ Projection du film *Une question de couleur*, de Franco di Chiera, en présence des chercheurs Alain Froment et Évelyne Heyer, lors de l'édition 2012 du Festival du film de chercheur.

© LILLY BELLOLE

Événement

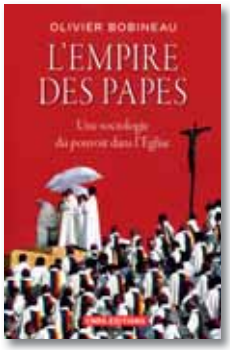
La recherche fait son cinéma !

Festival du film de chercheur. Une manifestation à suivre en Lorraine durant toute l'année 2013 – Entrée libre – www.filmdechercheur.eu – contact@filmdechercheur.eu

→ **Année après année, le succès du Festival du film de chercheur ne se dément pas.** En 2012, 5000 visiteurs ont ainsi été accueillis. L'image pour expliquer la démarche scientifique et la rencontre entre les chercheurs et le grand public sont au cœur de cet événement, organisé conjointement par le CNRS et l'université de Lorraine. Connu pour sa compétition récompensant le meilleur film auquel un chercheur a participé activement, dans son écriture, sa réalisation ou sa production, la manifestation est devenue un rendez-vous très attendu, en témoignent les 120 films en lice en 2012. Cette année, pour sa 14e édition, le festival innove avec des projections aux quatre coins de la Lorraine, loin des grands centres de recherche. *« Cette irrigation du territoire permet d'emmener la science au plus près du citoyen »,* explique Céline Delalex-Bindner, responsable de la communication de la délégation Centre-Est du CNRS. L'équipe de permanents – Véronique Bronner, chef de projet CNRS pour le festival, Jacqueline Ries, secrétaire générale, et Sabah El Gharbaoui, coordinatrice – s'appuie pour cela sur la participation de nombreux acteurs locaux.

Lancée en février avec la projection, à Nancy, du film *Henri Poincaré : l'harmonie et le chaos,* l'édition 2013 se poursuit toute l'année. Pas moins de 40 rencontres et projections-débats gratuites sont proposées dans les collèges, lycées, villes et villages lorrains. Et, le talent n'ayant pas d'âge, le Concours des chercheurs en herbe invite les classes de maternelle et de primaire à réaliser un film scientifique de 4 minutes en rapport avec leur programme scolaire.

La prochaine compétition de films aura lieu, elle, l'année prochaine. Un appel à projets sera lancé à l'automne 2013 sur le site Internet du festival. Le palmarès sera dévoilé en juin 2014, durant les cinq jours d'animations et de projections-débats sous des chapiteaux de cirque installés pour l'occasion au parc de la Pépinière, à Nancy. *« Nous aidons aussi les chercheurs à concrétiser leurs projets de films à travers les Rencontres professionnelles, grâce au soutien et à l'expertise de CNRS Images »,* indique Véronique Bronner. Alors, que vous ayez ou non déjà fixé vos travaux sur la pellicule, chercheurs, pensez-y et à vos caméras… **V.P.**



LIVRE |

L'Empire des papes

Une sociologie du pouvoir dans l'Église

Olivier Bobineau, CNRS Éditions, 258 p. – 22 €

→ **Comment le don de soi désintéressé, l'agapè, idéal d'amour prôné par le Christ, se combine-t-il avec l'Église en tant qu'institution hiérarchisée, organe de pouvoir centralisateur placé sous l'autorité d'un homme, le pape? C'est l'angle d'analyse original choisi par cet ouvrage de sociologie historique. L'auteur y évoque la genèse de cette dualité au temps des premiers chrétiens et étudie en profondeur l'opposition entre les notions d'amour et de pouvoir. Soulignant les spécificités de l'Église catholique romaine par rapport aux Églises orthodoxe et protestante, il explicite avec précision ses divers rouages tels que la liturgie de la messe, la confession, l'élection des membres du clergé ou encore le processus de canonisation. Un éclairage brillant sur les ressorts du pouvoir.**

LIVRE |

Les sciences, ça nous regarde

Histoires surprenantes de nos rapports aux sciences et aux techniques

Lionel Larqué et Dominique Pestre (dir.), La Découverte, coll. « Les Empêcheurs de penser en rond », 336 p. – 19,50 €

→ **Voilà une somme d'érudition plaisante à lire, qui ouvre l'appétit de science.** Sur un ton enlevé, 52 auteurs traitent, chacun leur tour, d'un sujet scientifique en quatre à cinq pages. Soit 52 questions, tout aussi variées que passionnantes, du climat aux pesticides en passant par la bombe H, la vivisection ou les brevets. Que savent les animaux? Combien vaut l'environnement? La course aux performances scientifiques a-t-elle un sens? Comment ont été inventées les normes de sécurité? Quel avenir pour une recherche soumise à la finance?... L'ouvrage, toujours accessible, balaie l'histoire des découvertes et aborde les théories scientifiques ainsi que la bioéthique avec pédagogie et enthousiasme. Vivifiant!

FILM |

Maladie de Parkinson, de la cellule à l'homme

Réalisé par Marcel Dalaise, produit par CNRS Images et l'Inserm, 26 min – 15 € le DVD (usage privé) – http://videotheque.cnrs.fr

→ **La maladie de Parkinson, dont l'origine est mal connue,** touche 150 000 personnes en France. Au fil du temps, certains neurones disparaissent, et le patient perd la maîtrise de ses mouvements. À l'Institut des maladies neurodégénératives de Bordeaux, les scientifiques associent les recherches fondamentales, précliniques et cliniques pour décrypter les mécanismes de la maladie et mettre au point des traitements.

© PHOTOS : CNRS IMAGES

Ce **film** est à voir sur le journal en ligne.

LIVRES |

La Montagne refuge. Accueil et sauvetage des Juifs autour du Chambon-sur-Lignon
Patrick Cabanel, Philippe Joutard, Jacques Sémelin et Annette Wieviorka, Albin Michel, 400 p. – 25 €
Durant la Seconde Guerre mondiale, les habitants du plateau du Vivarais-Lignon, en Auvergne, ont accueilli, caché et souvent exfiltré vers la Suisse des centaines de réfugiés juifs. Les auteurs reviennent sur cette histoire profondément humaine.

Alfred Kastler. Portrait d'un physicien engagé
Bernard Cagnac, Éditions Rue d'Ulm, 76 p. – 7,50 €
Cette biographie revient sur le parcours d'Alfred Kastler, l'un des grands physiciens français du XX[e] siècle. À la fois poète germanophone et scientifique, il reçut le prix Nobel en 1966 pour des travaux qui ont eu un retentissement international.

La Cage d'acier. Max Weber et le marxisme wébérien
Michael Löwy, Stock, coll. « Un ordre d'idées », 200 p. – 18 €
Une analyse érudite de l'œuvre du grand sociologue allemand Max Weber, certes libéral, mais aussi analyste critique du capitalisme et de sa course effrénée au profit.

Une contre-histoire de la III[e] République
Marion Fontaine, Frédéric Monier, Christophe Prochasson (dir.), La Découverte, coll. « Cahiers libres, » 408 p. – 26,50 €
Des spécialistes de la III[e] République française déconstruisent le double mythe selon lequel elle serait soit un modèle à suivre pour les uns, soit à refuser en bloc pour les autres.

5 crises. 11 nouvelles questions d'économie contemporaine
Philippe Askenazy et Daniel Cohen (dir.), Albin Michel, coll. « Économique », 766 p. – 24 €
On trouve, pêle-mêle, dans cet ouvrage érudit, une fresque sur le néolibéralisme, une analyse des salaires des patrons, une évaluation du logement ou encore du cumul des mandats.

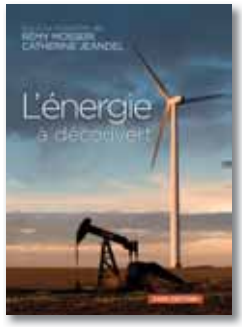
FESTIVAL |

7e art et sciences

Du 7 au 11 mai, à Noirmoutier-en-l'Île (85) – Entrée libre – cap.sciences.free.fr

→ Pour son dixième anniversaire, le festival 7e art et sciences explore les liens entre l'homme et la musique. Musiciens, chercheurs et cinéastes entraîneront les festivaliers dans un voyage sonore, à la découverte des musiques : des plus ancestrales aux plus contemporaines, des plus universelles aux plus insolites. En plus des traditionnelles projections de films seront également proposés des concerts, des conférences et une exposition.

À voir sur le journal en ligne : le **film** *Le Chant des harmoniques,* présenté au festival.



LIVRE |

L'Énergie à découvert

Catherine Jeandel et Rémy Mosseri (dir.), CNRS Éditions, 350 p. – 39 €

→ Solaire, gaz naturel, éolien, hydrolien, biomasse, hydraulique… Quelle sera l'énergie dominante de demain ? Cette question est une des préoccupations majeures des citoyens que nous sommes et fait partie des problématiques environnementales prioritaires pour les parlementaires, décideurs d'orientations devenues urgentes tant les mouvements sont rapides dans ce secteur. Réalisé sous la direction de Catherine Jeandel et de Rémy Mosseri, cet ouvrage collectif, qui compte 130 articles de chercheurs (physiciens, chimistes, géographes, économistes…), aide le lecteur, à partir de données scientifiques complètes et simples, à se forger une opinion objective.

LIVRE |

La Démocratie des crédules

Gérald Bronner, PUF, 344 p. – 19 €

→ Cet essai sans concessions se lit comme un roman policier. Thèse du complot lors des attentats du 11-Septembre, plages radioactives en Camargue… Alors que nos sociétés sont de plus en plus informées, pourquoi les croyances irrationnelles et les thèses farfelues prospèrent-elles ? Si Internet a libéralisé la connaissance, il la menace aussi en favorisant l'invasion du faux dans l'espace public, dénonce l'auteur, professeur de sociologie. Expliquant les raisons qui nous portent vers ces illusions, Gérald Bronner donne des solutions pour préserver la démocratie de nos néfastes penchants à la crédulité.

LIVRE |

De la science et des rêves

Mémoires d'un onirologue

Michel Jouvet, Odile Jacob, coll. « Sciences », 312 p. – 24,90 €

→ Durant cinquante ans, de 1959 à 2009, Michel Jouvet a travaillé à décrypter les mécanismes et les fonctions des rêves. Dans ce récit passionnant à la première personne, on le suit de son enfance à ses études de médecine, puis à travers son parcours professionnel. Le neurobiologiste retrace ses questionnements, ses hypothèses, ses découvertes…, mais aussi ce qu'il n'a pas trouvé. Il nous rend accessible, de l'intérieur, un cheminement scientifique, avec ses doutes, ses hasards, ses expériences et ses échanges avec les autres spécialistes. Une manière dépaysante d'aborder la science et d'en savoir un peu plus sur la boîte noire qui façonne nos rêves.

PARCOURS |

Transhumance

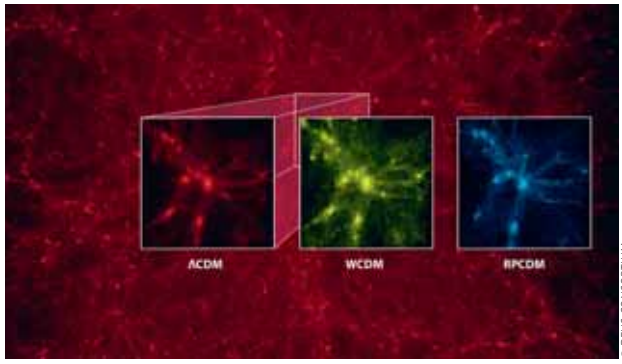
Du 17 mai au 9 juin, en Provence. Programme disponible sur le site Marseille Provence 2013 : www.mp2013.fr

→ Marcher au rythme des animaux, prendre le temps d'observer, de s'émerveiller de l'environnement… Tout au long du parcours de 600 kilomètres en Provence, Transhumance, expérience à la fois intime et collective, offre l'occasion de rencontres autour, entre autres, des thématiques scientifiques liées à la terre et au ciel. Les participants pourront s'interroger sur l'histoire et le devenir de ce territoire avec les chercheurs de l'Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie marine et continentale, ou bivouaquer et parler des étoiles avec ceux du Laboratoire d'astrophysique de Marseille.

→ Durant le parcours seront réalisées les Animaglyphes, des chorégraphies de troupeaux.

FILM |

Formation de l'Univers : le grand calcul



© DEUS CONSORTIUM

Réalisé par Luc Ronat, produit par CNRS Images, 10 min (en version française et anglaise) – http://videotheque.cnrs.fr

→ **Depuis l'Observatoire de Meudon, Jean-Michel Alimi et son équipe tentent,** à travers le projet Deus (Dark Energy Universe Simulation) Full Universe, de percer les secrets du processus de formation des grandes structures de l'Univers et le moteur de son expansion. Ils ont ainsi calculé, pour la première fois au monde, la façon dont la matière a évolué dans la totalité de l'Univers observable depuis le Big Bang jusqu'à nos jours.

À voir sur le journal en ligne : ce **film** et une série de **photos**.

REVUES |

Penser global

Collectif, *Socio*, n° 1, Éditions de la MSH, 224 p. – 18 €

→ **La fondation Maison des sciences de l'homme célèbre ses 50 ans.** Pour l'occasion, elle lance sa toute nouvelle revue, *Socio*. À la fois rigoureuse et élégante, elle donne la parole aux spécialistes des sciences sociales français et étrangers en modernisant les codes des revues scientifiques. Une modernité qui s'appuie aussi sur les médias numériques avec un blog : http://socio.hypotheses.org et un compte twitter : @revueSocio.

L'Imaginaire écologique

Collectif, *Terrain*, n° 60, Éditions de la MSH, 184 p. – 20 €

→ **Le nouveau numéro de la revue d'ethnologie *Terrain* est aussi paru.** Des anciens utopistes écolos aux néoruraux d'aujourd'hui, de la *fastfood* à la *slowfood*, on y découvre la passionnante histoire des mouvements environnementalistes, décrite par les plus grands spécialistes en la matière.

© L. ROUX/THÉATRE DU CENTAURE

LIVRES |

À la cueillette des plantes sauvages utiles

Danielle et Nathalie Machon, Dunod/MNHN, coll. « L'amateur de nature », 192 p. – 15,90 €

À la découverte des minéraux et des pierres précieuses

François Farges, Dunod/MNHN, coll. « L'amateur de nature », 208 p. – 15,90 €

→ **Ça y est, les beaux jours arrivent et, avec eux, les activités de plein air. Alors pourquoi ne pas aller cueillir des plantes sauvages ou dénicher des pierres rutilantes ? Armés de ces deux guides d'une efficacité redoutable, remplis d'informations pratiques, l'un sur les végétaux, l'autre sur les minéraux, vous pourrez repérer le plantain majeur, dont les feuilles soulagent les piqûres d'orties, ou encore contempler des olivines, pierres d'un vert limpide.**

LIVRES |

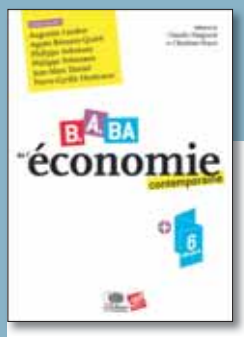
Habiter et vieillir. Vers de nouvelles demeures
Monique Membrado et Alice Rouyer (dir.), Érès, coll. « Pratiques du champ social », 280 p. – 25,50 €
Rester chez soi, et dans quel chez soi ? Déménager pour une maison de retraite ? Trouver une alternative entre domicile et hébergement collectif ? Ce livre aborde la question cruciale du lieu de vie quand la fragilité de la vieillesse survient.

À la recherche du boson de Higgs
Christophe Grojean et Laurent Vacavant, Librio, coll. « Documents », 96 p. – 3 €
L'histoire de la recherche de la célèbre particule et des physiciens qui travaillent à sa découverte.

Benchmarking. L'État sous pression statistique
Isabelle Bruno et Emmanuel Didier, Zones/La Découverte, 216 p. – 18 €
Cet essai analyse comment, depuis son invention dans les années 1980 par la firme Xerox, le *benchmarking*, ou l'art d'évaluer une activité professionnelle par les chiffres, a conquis le monde pour devenir un outil de domination dans les bureaucraties contemporaines.

La Banderole. Histoire d'un objet politique
Philippe Artières, Autrement, coll. « Leçons de choses », 160 p. – 15 €
De l'écharpe des suffragettes aux poitrines nues des Femen en passant par les slogans des étudiants de Mai 1968, revue de détail des mille et une formes de la banderole.

Le cerveau n'est pas ce que vous pensez. Images et mirages du cerveau
Jean-Yves Baudoin, Fabrice Guillaume et Guy Tiberghien, PUG, coll. « Points de vue et débats scientifiques », 204 p. – 18 €
Les techniques d'imagerie cérébrale, qui permettent de voir l'activité du cerveau, sont en plein essor. Mais l'observation de la pensée, comme certains l'évoquent, n'est peut-être qu'un leurre, s'interrogent les auteurs de cet ouvrage.



LIVRE ET EXPOSITION |

B.A. BA de l'économie contemporaine

Philippe Askenazy, Agnès Bénassy-Quéré, Jean-Marc Daniel, Philippe Frémeaux, Pierre-Cyrille Hautcœur et Augustin Landier, Le Pommier/Cité des sciences et de l'industrie, 120 p. – 12 €

→ ***« L'économie est chose trop sérieuse pour être laissée aux seuls économistes »,*** peut-on lire dans la préface de cet ouvrage. S'adresser au grand public, telle est l'ambition de ce livre édité en lien avec l'exposition de la Cité des sciences et de l'industrie « L'économie : krach, boom, mue? » (jusqu'en janvier 2014). Que sont des taux de change flottants? À quoi sert la Banque centrale? La baisse de la croissance est-elle liée à la mondialisation? Six experts en économie, interrogés par six enseignants, nous donnent le viatique indispensable pour comprendre les enjeux du monde complexe dans lequel nous vivons.

FILM |

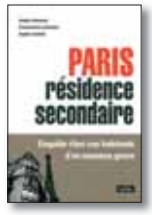
Traces

© CNRS IMAGES

De Jean-Christophe Monferran, Françoise-Eugénie Petit et Martin de la Soudière, produit par CNRS Images, 60 min – 20 € le DVD (usage privé) – http://videotheque.cnrs.fr

→ **En Lozère, en 1961, le cinéaste italien Mario Ruspoli tourne** *Les Inconnus de la terre,* un film sur les paysans de ce département et, au-delà, sur les déshérités. Celui-ci fera date dans l'histoire du film documentaire. Cinquante ans plus tard, Jean-Christophe Monferran, réalisateur, Françoise-Eugénie Petit et Martin de la Soudière, chercheurs familiers de ces sujets, sont retournés sur les lieux du tournage pour tenter de retrouver les acteurs de jadis et leur faire raconter leurs souvenirs et leurs parcours.

À voir sur le journal en ligne : un extrait de ce **DVD**.



COLLECTION |

Anthropolis

Marc Abélès et Boris Petric (dir.), Belin – 15,90 €

→ **Diversité religieuse, identités, interculturalité, inégalités… Les conséquences de la globalisation touchent de très nombreux champs d'intervention des sciences humaines. Dirigée par les anthropologues Marc Abélès et Boris Petric, la nouvelle collection « Anthropolis » souhaite fournir des clés pour comprendre l'impact de la mondialisation sur nos vies. Récits dynamiques à la première personne, les trois premières parutions sont :** ***Triple A. Une anthropologue dans les agences de notation,*** **d'Alexandra Ouroussoff ;** ***Paris résidence secondaire. Enquête chez ces habitants d'un nouveau genre,*** **de Sophie Chevalier, Sophie Corbillé et Emmanuelle Lallement ;** ***On a mangé nos moutons. Le Kirghizstan, du berger au biznesman,*** **de Boris Petric.**

cnrs le journal

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

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

Rédacteur en chef : Matthieu Ravaud **Chefs de rubrique :** Fabrice Demarthon, Charline Zeitoun
Rédactrice : Alexandra Dejean **Assistante de la rédaction et fabrication :** Laurence Winter
Ont participé à ce numéro : Émilie Badin, Kheira Bettayeb, Denis Delbecq, Éric Dumoulin, Mathieu Grousson, Jean-François Haït, Gaëlle Lahoreau, Éloïse Layan, Véronique Parasote, Vahé Ter Minassian

Secrétaire de rédaction : Isabelle Grandrieux **Conception graphique :** Céline Hein **Iconographe :** Stéphanie Tritz
Couverture : Conception C. Hein, Illustration G. Cirade pour CNRS Le journal ; MOSART Project/N. Ovtracht, A. Mercier, V. Thiébaut, Sytral, SNCF, Navteq ; G. Chaumet **Photogravure :** Scoop Communication **Impression :** Groupe Morault, Imprimerie de Compiègne – 2, avenue Berthelot – Zac de Mercières – BP 60524 – 60205 Compiègne Cedex **ISSN** 0994-7647 **AIP** 0001583 **Dépôt légal :** à parution

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

« J'installe ici un réseau de microphones pour tester de nouveaux algorithmes

d'analyse des sons, susceptibles d'intéresser aussi bien l'industrie que la défense. Ceux-ci permettent de localiser des sources de bruit en milieu réverbérant, milieu dans lequel les sons sont réfléchis sur les surfaces, ce qui complique la localisation de l'émetteur. Ils pourraient aider les constructeurs automobiles à identifier l'origine des bruits dans l'habitacle des voitures, faciliter les vidéoconférences ou encore, dans le domaine de la défense, servir à localiser un tireur embusqué en ville. Le dispositif sur cette photo comprend cinq haut-parleurs et une quarantaine de microphones fixés sur des barres métalliques. Ces micros sont tous reliés à un système d'acquisition, le caisson visible en avant-plan. Cet équipement devrait nous aider à mieux comprendre les phénomènes de réverbération qui perturbent le traitement du signal acoustique. »

LAURENT DAUDET, ACOUSTICIEN À L'INSTITUT LANGEVIN (UNITÉ CNRS/ESPCI PARISTECH/UPMC/UNIVERSITÉ PARIS-DIDEROT/INSERM).

À voir sur le journal en ligne : la suite du reportage **photo** à l'Institut Langevin.

© C. FRÉSILLON/CNRS PHOTOTHÈQUE

Vos talents sont nombreux, nos métiers aussi.

Nous recrutons 220* ingénieurs, cadres et techniciens (h/f)

instrumentation

biologie

informatique

sciences des matériaux

gestion administrative et financière

etc.

*dont 37 par examens professionnalisés réservés.

Les travailleurs handicapés peuvent aussi être recrutés par la voie contractuelle.

cnrs

dépasser les frontières

Concours ouverts du **4 juin** au **27 juin 2013**
Plus d'informations : **www.cnrs.fr**