

# cnrs

le journal

n° 274  
septembre-octobre 2013

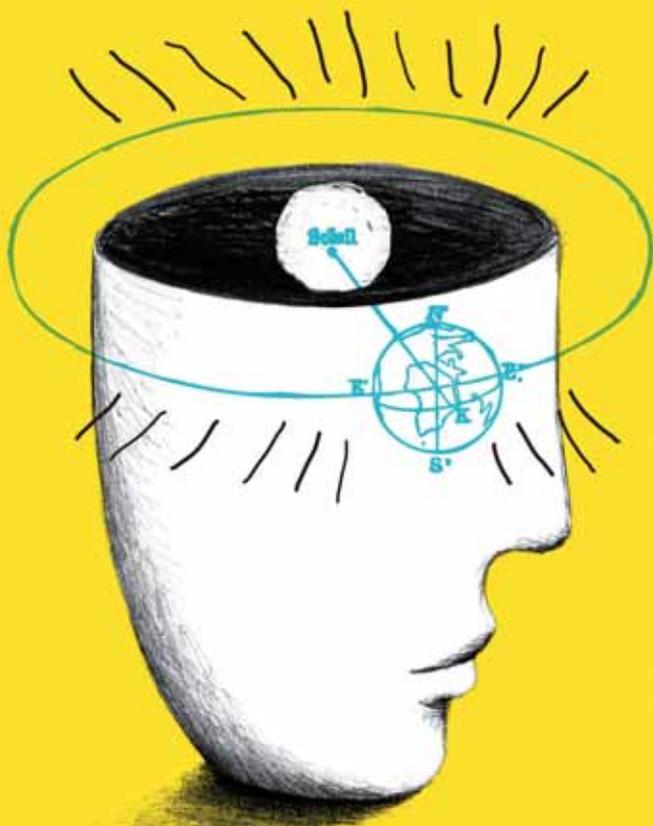
## LES EXPERTS DU CLIMAT

- Comment les scientifiques ont bâti le 5<sup>e</sup> rapport du Giec
- Leurs méthodes pour étudier le changement climatique
- Leurs incertitudes



→ **L'événement**  
Un siècle après,  
Proust captive  
toujours

→ **Entretien**  
Alain Fuchs fait le  
point sur l'actualité  
de la recherche



9<sup>e</sup> ÉDITION

# pariscience

FESTIVAL INTERNATIONAL  
DU FILM SCIENTIFIQUE

DU 3 AU 8 OCTOBRE 2013

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE JARDIN DES PLANTES  
ENTRÉE GRATUITE RÉSERVATION CONSEILLÉE SUR [PARISCIENCE.FR](http://PARISCIENCE.FR)



**VIVEZ**  
une expérience immersive 3D  
sur Mars, dans la savane et sur la banquise

**De nombreux scientifiques**

expliqueront simplement comment la science contribue à relever les défis sociétaux d'aujourd'hui et de demain.

**Des « objets mystères »**

à découvrir chaque jour.

**De grandes personnalités du monde scientifique**

à rencontrer lors de rendez-vous quotidiens.

**Des animations**

ludo-pédagogiques pour petits et grands.

**Sciences**  
au CARRÉE  
PLACE CARRÉE  
FORUM  
DES HALLES  
PARIS 1<sup>ER</sup>  
de 12h30  
à 19h00  
du 17 au 19  
octobre 2013

#SciO2





## Éditorial

PAR JEAN-FRANÇOIS STÉPHAN,  
DIRECTEUR DE L'INSTITUT NATIONAL  
DES SCIENCES DE L'UNIVERS (INSU)

**Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec) va révéler**, dans quelques jours, à Stockholm, le contenu de son 5<sup>e</sup> rapport pour ce qui concerne la connaissance du système climatique et de ses changements en cours (groupe I). Grâce à une meilleure prise en compte des interactions entre tous les composants du système Terre, à une stratégie d'observation qui s'affine, incluant les archives naturelles et historiques du passé, et à un effort international important sur les modèles (projet CMIP5), les sciences du climat ont encore beaucoup progressé depuis le précédent rapport de 2007. Cette capacité accrue confirme les grandes tendances climatiques déjà révélées dans le 4<sup>e</sup> rapport, qui avaient été pressenties dès les années 1990. Dans ce concert, le rôle des recherches menées par le CNRS et ses grands partenaires (Météo France, CEA, Cnes, IRD, universités) est très important. La communauté scientifique française sur le climat est l'une des plus performantes au monde.

Parallèlement, la communauté scientifique est aussi, et de plus en plus, interpellée pour décrire et comprendre les impacts régionaux et locaux du changement climatique global, afin de pouvoir proposer aux décideurs des mesures d'adaptation. C'est l'objet du groupe II du Giec, dont le rapport sera rendu public au cours de l'année 2014. Cet aspect constitue un enjeu nouveau et majeur pour la recherche, avec de multiples questions sous-jacentes, comme le couplage des échelles spatiales et temporelles, l'amélioration des modèles locaux et régionaux, ou la prise en compte de processus et d'interactions multiples et complexes. Bien entendu, cet enjeu se pose de manière conjointe à de très nombreuses disciplines présentes au CNRS, depuis les mathématiques jusqu'aux sciences humaines et sociales. Notre organisme est donc particulièrement bien placé pour relever les défis qui s'annoncent au-delà de ce 5<sup>e</sup> rapport.

### 4 | 5 L'essentiel

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

### 6 | 7 L'événement

**Il y a cent ans paraissait Du côté de chez Swann.** Antoine Compagnon, professeur au Collège de France, revient sur l'importance du roman de Marcel Proust.

### 8 | 13 Actualités

*Gaia*, la tête dans les étoiles ; une faille dans le passeport ; les neutrinos, rois de la

transformation ; les molécules passent à l'antenne ; le delta du Nil sous haute pression...

### 17 | Décryptage

**Des chercheurs ont réussi à créer de faux souvenirs** chez des souris. Le neurobiologiste Serge Laroche analyse les enjeux de cette découverte.

### 28 | 29 Portrait

**En 2015, la mathématicienne Maria J. Esteban** prendra la présidence de l'Icm, la suite

logique d'un parcours professionnel mené sur les chapeaux de roue.

### 37 | Un jour avec

**Florence Thibout**, souffleuse de verre.

### 38 | 42 Culture

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

### 43 | Sur le vif

Les coulisses étonnantes d'une photo de science.

## 14 | 16 En images

Jamais une population de mandrills n'avait été étudiée à l'état sauvage. C'est chose faite grâce à la primatologue Marie Charpentier, qui suit depuis un an et demi ces singes au cœur d'une forêt du Gabon.



© C. DELHAÏE/CNRS PHOTO THÈQUE



© C. FLEMMING

## 30 | 36 Stratégie

Rendez-vous avec des Nobel ; entretien avec Alain Fuchs ; un nouvel horizon pour la recherche européenne ; un laboratoire plein d'énergie...



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](http://www2.cnrs.fr/journal)



© JENNY E. ROSS/CORBIS

## 18 | 27 L'enquête

### Les experts du climat

20 | Le Giec en quatre questions

22 | Dans les coulisses de la recherche

26 | Changement climatique : évidences et incertitudes

À la une

# Christoph Sorger prend la tête de l'Insmi



**L'**Institut national des sciences mathématiques et de leurs interactions (Insmi) du CNRS a un nouveau directeur : Christoph Sorger, qui succède à Guy Métivier. Professeur à l'université de Nantes depuis 1999 après avoir été chargé de recherche au CNRS, ce scientifique autrichien de 49 ans est un spécialiste de géométrie algébrique complexe. Membre de l'Institut universitaire de France (IUF) depuis 2004, il a exercé de nombreuses responsabilités scientifiques, notamment à la tête de la Fédération de recherche mathématiques des Pays de Loire, qu'il a créée en 2007 et dirigée jusqu'en 2012. Il était le coordinateur nantais du Centre Henri-Lebesgue depuis cette date, un Laboratoire d'excellence (Labex) impliquant des laboratoires de mathématiques rennais et nantais.

## NOMINATIONS

→ **Geneviève Almouzni**, directrice de recherche au CNRS et directrice de l'unité Dynamique nucléaire et plasticité du génome, a été

nommée à la tête du Centre de recherche de l'Institut Curie. Elle succède au professeur Daniel Louvard

qui occupait ce poste depuis 1993. Plus tôt dans l'année, la biologiste a été élue Femme de science 2013.

→ **Emmanuel Ullmo**, professeur à l'université Paris-Sud et membre du Laboratoire de mathématiques d'Orsay, devient, lui, directeur de l'Institut des hautes études scientifiques. Il succède à Jean-Pierre Bourguignon, qui sera resté en fonction durant dix-neuf ans.



© P. LOMBARD/INSTITUT CURIE

# 3,65 milliards d'euros

C'est la somme qui sera consacrée à la recherche et aux universités dans le nouveau plan d'investissements d'avenir, annoncé le 9 juillet par le Premier ministre Jean-Marc Ayrault. Elle permettra de financer, entre autres, de nouvelles Initiatives d'excellence (Idex).

## Fin de mission pour Planck

→ **Après 1554 jours dans l'espace, le satellite Planck a achevé sa mission le 14 août. Lancé en 2009, avec à son bord les instruments LFI et HFI, Planck a observé le ciel pour traquer le rayonnement fossile émis peu après la naissance de l'Univers et a ainsi permis de nombreuses découvertes. Il sera déplacé vers son "orbite de retraite" en octobre 2013 afin de laisser la place à d'autres satellites.**

### À LIRE

> « Planck, un peu plus près du Big Bang », CNRS Le journal, n° 272, mai-juin 2013, pp. 6-9.



© ESA/D. DUGROS/PLANCK

→ Vue d'artiste du satellite Planck devant une carte figurant le fond diffus cosmologique.



© J. CHATVIN/CNRS PHOTO THÈQUE

## La recherche sur les cellules souches bientôt autorisée

→ Cet été, le Parlement a adopté la proposition de loi autorisant la recherche sur les cellules souches embryonnaires. Cette loi, validée par le Conseil constitutionnel, permet de passer d'un dispositif d'interdiction de principe de la recherche, permise seulement sous dérogations, à un dispositif d'autorisation strictement encadrée, sous le contrôle de l'Agence de la biomédecine. Pour rappel, ces recherches ne concernent que les embryons surnuméraires conçus par fécondation *in vitro* et qui ne font plus l'objet d'un projet parental et n'ont pour finalité que le progrès médical.

→ Boîte dans laquelle sont cultivées des cellules souches embryonnaires humaines.

## Des chercheurs à l'honneur

→ Plusieurs chercheurs du CNRS ont récemment été récompensés par des prix prestigieux.

**Le physicien Alain Aspect**, médaillé d'or du CNRS en 2005, a reçu le prix Balzan, décerné par la fondation suisse éponyme.

**Le biologiste Pierre-Henri Gouyon** est quant à lui lauréat du prix W.S. Cooper, remis par l'Ecological Society of America.

Enfin, **Anny Jutand, Joël Moreau et Pierre Braunstein**

sont lauréats de trois Grands Prix de la Société chimique de France, tandis que **Gérard Férey**, médaillé d'or du CNRS en 2010, a reçu la médaille Lavoisier de la même société.



© J. CHATVIN/CNRS PHOTO THÈQUE



© W. HEN

→ Le physicien Alain Aspect (à gauche) et le biologiste Pierre-Henri Gouyon.

## CNRS LE JOURNAL ÉVOLUE

Chères lectrices, chers lecteurs,

Vous avez entre les mains le dernier numéro de **CNRS Le journal** de l'année. Nous faisons en effet une pause dans la parution pour revenir en 2014 avec une toute nouvelle formule ! Dès l'année prochaine, **CNRS Le journal** paraîtra dans une version trimestrielle totalement repensée, avec plus de pages, de nouvelles rubriques et une maquette encore plus attractive. Dans le même temps, votre journal se mettra au numérique et vous pourrez retrouver toute l'actualité scientifique sur un site Internet inédit. Toute l'équipe vous donne rendez-vous l'année prochaine.

La rédaction



## Le CNRS renouvelle ses accords avec le BRGM et le Cnes

→ Le 3 juillet, le CNRS et le BRGM ont signé un nouvel accord-cadre afin d'élargir leur coopération démarrée en 1984. Les deux organismes s'engagent ainsi à développer des actions de recherche communes dans les domaines des géosciences, des sciences de l'ingénieur, des sciences de l'environnement et des sciences humaines et sociales. **Le 16 juillet, c'était au tour**

**du Cnes de renouveler son accord avec le CNRS.**

Il prolonge la convention établie en 1976 afin que les deux organismes unissent leurs efforts dans l'étude de notre planète et de l'Univers. Les prochains mois seront chargés, avec notamment le lancement de la mission *Gaia* (lire p. 8), ou encore l'arrivée, prévue en 2014, de la sonde *Rosetta* sur la comète Churyumov-Gerasimenko.

## Nomination au CoNRS

→ Marie-Claude Labastie, directrice de recherche, a été nommée secrétaire générale du Comité national de la recherche scientifique (CoNRS). Elle dirige une équipe d'une vingtaine de personnes qui assurent le bon fonctionnement du comité, instance qui contribue à l'élaboration de la politique scientifique du CNRS.

**Littérature** Il y a cent ans paraissait *Du côté de chez Swann*. Antoine Compagnon, professeur au Collège de France, revient sur l'importance du roman de Marcel Proust.

# Proust traverse le temps

PROPOS RECUEILLIS PAR ALEXANDRA DEJEAN



© P. IMBERT/COLLÈGE DE FRANCE

→ Antoine Compagnon, directeur de l'unité du CNRS La République des Lettres.

**En novembre 1913, il y a tout juste cent ans, Marcel Proust publiait *Du côté de chez Swann*, premier tome d'*À la recherche du temps perdu*. En quoi ce roman a-t-il marqué l'histoire de la littérature ?**

**Antoine Compagnon :** *La Recherche* est un roman de 3000 pages qui s'étend sur sept tomes, dont trois parus après la mort de Proust. Écrit à la première personne, il retrace la vie et les souvenirs du narrateur, membre de la haute société parisienne du début du xx<sup>e</sup> siècle, qui rêve de devenir écrivain. C'est une vaste réflexion sur l'identité, l'écriture, l'art et la mémoire. Extrêmement composé, dans sa construction et dans son style, en rupture avec les codes du roman classique, il est de ces grands livres qui marquent leurs lecteurs pour toujours. Cela explique que, cent ans après sa parution, il continue de captiver les chercheurs en littérature.

« Si telle chose a lieu à tel moment dans le roman, c'est parce qu'elle aura une répercussion 1000 pages plus loin. »

**Le début du roman, dans lequel on trouve l'épisode de la madeleine, fait partie de la mémoire collective.**

**A.C. :** En effet, « Combray », la première partie du roman, où le narrateur évoque son enfance, a particulièrement frappé les lecteurs. « Combray », c'est en quelque sorte l'enfance perverse, celle-là même dont parle Freud, contemporain de l'auteur. Je ne parle pas d'inconscient, parce que Proust n'emploie pas ce mot, mais il y a une forte présence de la sexualité, du rêve, du désir, du corps. Une scène d'onanisme est suggérée dès la page 3. Proust renverse aussi les techniques du roman français traditionnel. Supprimant toute étape de présentation des personnages, il nous fait entrer directement, dès la première ligne, dans le lit du narrateur, qui met « trente pages à se réveiller », comme l'avait déploré un rapport de lecture. Un peu plus loin, il y a l'épisode de la madeleine : en savourant ce petit gâteau, l'enfance du narrateur à Combray resurgit, intacte. Puis, peu à peu, ce qui se dégage, c'est le désir sexuel et la vocation d'écrivain, fil conducteur de ces 150 premières pages.

## À LIRE

→ *Proust entre deux siècles*, Seuil, 2013 (rééd.), 320 p.  
→ *Un été avec Montaigne*, Équateurs, coll. «Parallèles», 2013, 176 p.

**Une explication littéraire est-elle indispensable pour percevoir le degré de composition de l'œuvre ?**

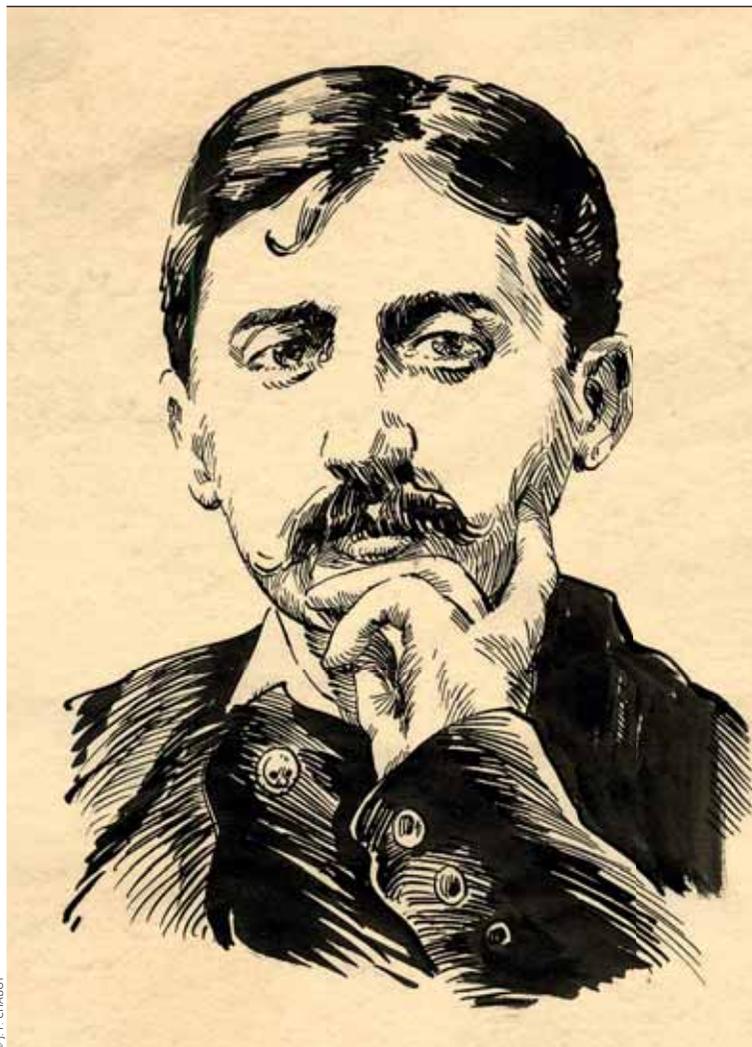
**A.C. :** À la parution, beaucoup de lecteurs ont dit : « *C'est écrit au fil de la plume, ce sont des mémoires, du bavardage...* » Un bon lecteur comme Jacques Rivière, secrétaire général de *La Nouvelle Revue française* (NRF), a compris, lui, qu'au contraire ce livre était extrêmement composé. « *Rien n'est là par hasard* », disait Proust : si telle chose a lieu à tel moment, c'est parce qu'elle aura une répercussion 1000 pages plus loin, à l'autre bout du roman. Mais cette dimension du roman n'est pas comprise au départ, sauf par les plus fins lecteurs. C'est le dernier tome, *Le Temps retrouvé*, qui donne la clé du roman.

**Quelle est cette clé ?**

**A.C. :** À *la recherche du temps perdu* est un livre sur l'impuissance d'écrire. Le narrateur veut écrire et, parfois, il est saisi par des moments de ravissement, comme la madeleine ou d'autres épisodes. Ces moments de ravissement sont suscités par un souvenir involontaire, lorsqu'une sensation présente – déguster la madeleine – fait revenir le passé, intact. Dans *Le Temps retrouvé*, plusieurs épisodes de mémoire involontaire successifs apportent alors au narrateur une révélation : ce choc de deux sensations, présente et passée, lui permet de dépasser la temporalité humaine, d'accéder à une transcendance. Ces moments, ces épiphanies, sont aussi la clé de l'art, du pouvoir de l'écrivain. Il construit ainsi une théorie esthétique : la métaphore, l'alliance de deux termes, permet de restituer un peu de temps à l'état pur. Toute la *Recherche* mène donc à cette révélation du *Temps retrouvé*.

**Pourtant, à l'automne 1912, quand Proust cherche à faire publier *Du côté de chez Swann*, aucun éditeur n'en veut. Pourquoi ?**

**A.C. :** Entre novembre 1912 et février 1913, trois éditeurs successifs, Fasquelle, les éditions de la NRF et Ollendorff, refusent le roman. L'aspect matériel du manuscrit y est pour beaucoup : il était très gros, près de 900 pages, et sa présentation était très complexe, avec des pages dactylographiées de plusieurs époques différentes, auxquelles étaient greffés des ajouts manuscrits. Il était donc difficile à lire. Proust annonçait en plus qu'il prévoyait un second volume de longueur semblable, dans lequel il parlerait d'homosexualité... Cela avait de quoi faire peur ! C'est ce qui a contraint Proust à publier son livre à compte d'auteur, chez Grasset, qui a accepté le manuscrit sans le lire.



© J.-P. CHABOT

### Comment a été accueilli le roman à sa parution ?

**A. C. :** Contrairement à une idée reçue, il a eu du succès dès sa publication, en novembre 1913. Bien couvert par la presse, il se hissa à près de 3 000 exemplaires vendus à la veille de la guerre, en août 1914 : une bonne vente à l'époque pour un roman. Et, dès janvier 1914, André Gide écrit personnellement à Proust pour lui dire que le refus de son manuscrit constitue la plus grande erreur de la NRF. Ironie du sort, cette publication dont il rêve depuis son adolescence coïncide avec une rupture tragique pour lui sur un plan personnel : Agostinelli, son secrétaire-chauffeur pour lequel il éprouve une grande passion, quitte le domicile de l'écrivain le 1<sup>er</sup> décembre.

### À l'étranger, le succès est encore plus rapide...

**A. C. :** Oui, la consécration est immédiate. Dès décembre 1913, le *Times Literary Supplement*, à Londres, lui consacre un article, et des critiques considèrent que c'est un livre très original, important. Une traduction en anglais du premier volume paraît dès 1922. En Italie aussi, dès janvier 1914, un article de presse annonce que, dans trente ou cinquante ans, ce livre sera un classique. Et en Allemagne, les plus grands critiques écrivent sur Proust dès les années 1920. En fait, il a immédiatement été beaucoup mieux compris hors de France qu'en France.

### Comment expliquer ce clivage ?

**A. C. :** Dans la France de l'affaire Dreyfus, les préjugés biographiques, l'image d'un auteur snob, homosexuel et juif, ont freiné la lecture, ce qui n'est pas le cas en Angleterre, en Allemagne

ou aux États-Unis. Ce retard est amplifié par la mort de Proust en 1922. Tous ceux qui l'ont côtoyé publient alors leurs anecdotes personnelles et leurs lettres de l'écrivain. En 1962, quand la grande émission littéraire de la télévision *Portrait-Souvenir* lui est consacrée, on n'est toujours pas sorti de l'âge des témoins. On n'invite sur le plateau que des proches, pas un seul critique ! Cela n'existe pas à l'étranger.

### Proust est-il un auteur universel ?

**A. C. :** À la recherche du temps perdu est traduit dans toutes les langues européennes, mais aussi en chinois, en coréen, en japonais... Proust est un auteur que tout bon éditeur se doit d'avoir à son catalogue, et cela est vrai dans le monde entier. D'ailleurs, pour le centenaire, de nombreux événements sont prévus à l'étranger. Cette année, dans mon séminaire, j'ai invité des personnalités d'horizons très différents à parler de la façon dont la lecture de ce roman avait marqué leur vie. Qu'ils soient mathématiciens comme Alain Connes, géologues comme Xavier Le Pichon, ou historiens comme Pierre Nora, tous ont parlé de la façon dont la lecture de Proust avait infléchi leur existence. C'est ce que fait la littérature. En ce sens, Marcel Proust fait partie d'une sorte de patrimoine universel.

#### LES TEMPS FORTS DU CENTENAIRE DE SWANN

L'équipe Proust de l'Institut des textes et manuscrits modernes (Item, unité CNRS/ENS), dirigée par Nathalie Mauriac Dyer, est au cœur de nombreux événements autour du grand écrivain. Ainsi, tous les amateurs sont conviés le 18 novembre à l'Item à la journée « Cent ans de Swann, cent ans d'édition proustienne ». Chacun peut aussi consulter sur le site Internet de l'Item les manuscrits de la Recherche, soit 13 000 pages du fonds numérique de la Bibliothèque nationale de France. À visionner aussi sur Internet le colloque « Du côté de chez Swann ou le cosmopolitisme d'un roman français », organisé par Antoine Compagnon et Nathalie Mauriac Dyer les 13 et 14 juin. À lire, enfin, *Proust, 1913*, n° 36 de la revue *Genesis* (Pups, 216 p.) contenant un fac-similé dépliant d'une affiche de *Du côté de chez Swann*.

Les chercheurs pourront également participer à de nombreux colloques internationaux, notamment à Columbia en octobre, à Oxford et à Padoue en novembre, et à Exeter en décembre ; ainsi qu'au colloque « Comment traduire Proust ? », organisé par la Société d'études des pratiques et théories en traduction et le Réseau Asie-Imasie (CNRS) les 28 et 29 novembre, à Paris.

#### EN LIGNE

- > [www.item.ens.fr/index.php?id=578147](http://www.item.ens.fr/index.php?id=578147)
- > [www.college-de-france.fr/site/antoine-compagnon](http://www.college-de-france.fr/site/antoine-compagnon)
- > [www.septet-traductologie.com](http://www.septet-traductologie.com)

#### CONTACT :

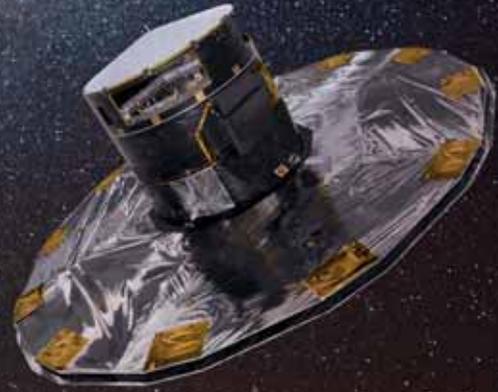
Institut des textes et manuscrits modernes, Paris  
**Nathalie Mauriac Dyer**  
 > [nathalie.mauriac@ens.fr](mailto:nathalie.mauriac@ens.fr)

#### CONTACT :

La République des Lettres, Paris  
**Antoine Compagnon**  
 > [antoine.compagnon@college-de-france.fr](mailto:antoine.compagnon@college-de-france.fr)

**Astronomie** Le satellite *Gaia* doit s'envoler cet automne pour observer, avec une précision inégalée, plus d'un milliard d'objets célestes.

# Gaia



→ Vue d'artiste du satellite devant la Voie lactée.

## La tête dans les étoiles

PAR VAHÉ TER MINASSIAN

**La liste de ses découvertes potentielles s'étale sur 300 pages!** C'est peu dire que le lancement, cet automne, de la mission *Gaia* par une fusée *Soyouz*, à Kourou, en Guyane, suscite des espoirs chez les astronomes. Depuis son poste d'observation, sur le point dit de Lagrange L2, à 1,5 million de kilomètres de la Terre, le satellite de l'Agence spatiale européenne (ESA) s'apprête à cartographier, pour la première fois en 3D, 1 % des étoiles de la Voie lactée. De quoi faire franchir un pas de géant à la connaissance de notre galaxie.

### UNE MISSION TRÈS ATTENDUE

L'engouement pour *Gaia* s'explique aisément : il est tout simplement l'instrument le plus sophistiqué jamais conçu pour l'astrométrie. Tout ce que nous apprenons des étoiles vient de la lumière que nous en recevons. Et l'objet de l'astrométrie, dont les origines remontent à la plus haute Antiquité, est d'évaluer leur position et leur mouvement. « Elle permet par exemple aux astronomes d'établir, grâce à la mesure de l'éloignement par rapport à la Terre, la vraie luminosité intrinsèque des astres », précise Frédéric Arenou, du laboratoire Galaxies, étoiles, physique, instrumentation<sup>1</sup>, à Meudon. La flamboyance d'une étoile étant liée à sa masse et à son âge, c'est de ce travail d'arpenteur du ciel dont dépend, en définitive, l'ensemble de notre savoir sur les populations et sur la nature des astres. Et donc sur l'histoire et l'évolution de notre galaxie.

**QUASAR**  
Astre le plus lumineux de l'Univers, constitué d'un trou noir supermassif au centre d'un disque de matière.

**SUPERNOVA**  
Explosion d'étoile arrivée en fin de vie.

Les chercheurs responsables de *Gaia* auront les moyens de se consacrer à cette tâche avec une ardeur inédite. Conçu et réalisé par Astrium, la filiale aérospatiale du groupe EADS, ce lointain successeur de la mission *Hipparcos* (1989-1993) de l'ESA n'a pas de concurrent dans le monde. Durant cinq ans, le satellite tournera sur lui-même en six heures pour observer en continu l'ensemble du ciel.

### DES PERFORMANCES INÉGALÉES

Grâce à ses deux télescopes en carbure de silicium, couplés à des caméras DTC<sup>2</sup> d'un gigapixel au total, à son instrument photométrique et à son instrument spectrométrique, il analysera 70 fois la lumière de chacune du milliard d'étoiles les plus brillantes durant les cinq années que durera sa mission, et évaluera leur distance par rapport à la Terre, leur position sur la Voûte céleste et leur vitesse, avec une précision angulaire de l'ordre de celle qui serait nécessaire pour déterminer l'épaisseur d'un cheveu à 1000 kilomètres!

Des performances largement suffisantes pour offrir aux astrophysiciens la possibilité non seulement de se repérer dans le fouillis de notre galaxie, mais également d'acquérir de larges échantillons des différents types d'étoiles, dont certaines, comme les naines brunes, sont encore mal connues. L'étude des distances, des spectres, des vitesses de

déplacement dans le ciel, d'éloignement ou de rapprochement, devrait permettre aux scientifiques d'approfondir leurs connaissances sur leur état physique, leurs modes de regroupement, leur éclat, leur température, leur composition chimique et même leur masse.

Pendant, les données de *Gaia* qui seront dépouillées et analysées au sein du consortium DPAC<sup>3</sup>, qui regroupe 400 chercheurs de 25 pays, dont la France, ne concerneront pas uniquement la physique stellaire. « L'engin spatial a aussi pour mission d'observer et de déterminer la position de 500 000 quasars et de détecter 6000 supernovae dans d'autres galaxies, ajoute Frédéric Arenou. Il devrait, par ailleurs, nous servir à préciser certains paramètres de physique fondamentale et même à repérer des exoplanètes et des astéroïdes dont certains seront peut-être observés pour la première fois dans notre système solaire. »

1. Unité CNRS/Observatoire de Paris/Université Paris-Diderot.
2. Dispositif à transfert de charge.
3. Data Processing and Analysis Consortium.

#### CONTACT :

Galaxies, étoiles, physique, instrumentation, Meudon  
**Frédéric Arenou**  
> frederic.arenou@obspm.fr



## LES MÉDIAS EN PARLENT

→ La découverte a eu les faveurs des médias à la mi-juillet : des chercheurs ont identifié deux virus

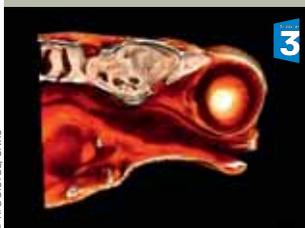
géants d'un genre nouveau. Le nombre impressionnant de gènes de ces nouveaux venus, baptisés *Pandoravirus*, en fait une sorte de chaînon manquant entre les autres virus connus et les micro-organismes cellulaires eucaryotes.



© D. POIRET/STRUCTURAL AND GENOMIC INFORMATION CNRS-AMU

→ Si certains "dévorent des yeux", les grenouilles de Gardiner, elles, entendent par la bouche. Une étude aux rayons X menée au synchrotron de l'ESRF et impliquant des chercheurs du CNRS l'a prouvé : ces grenouilles – dépourvues d'oreilles externes ou moyennes – utilisent leur cavité

buccale ainsi que des tissus mous et osseux pour conduire les sons jusqu'à l'oreille interne.



© R. BOISTE/CNRS

→ L'événement a attiré le public comme les médias : début septembre, le spectrographe Muse a été présenté à Lyon avant son grand départ pour le Chili. Cet instrument impressionnant, mis au point par un consortium européen impliquant le CNRS, va en effet être monté sur le Very Large Telescope pour étudier les premiers instants de l'Univers.



© CONSORTIUM MUSE

→ Une autre découverte a séduit les journaux cet été : celle de la punition que la plante *Hirtella physophora* inflige à une fourmi qui abuse de son hospitalité. D'ordinaire, elles entretiennent de bonnes relations. Mais, lorsque les fourmis gênent la floraison, la plante cesse de produire des poches foliaires assez grandes pour leur servir d'abri.



© P. H. MALE/CNRS PHOTO THÈQUE

## Informatique

# Une faille dans le passeport

PAR MATHIEU GROUSSON

→ **Le passeport biométrique est infalsifiable.** Est-il pour autant un gage de sécurité en matière de préservation de la vie privée? Pas selon l'étude que des chercheurs français ont présentée lors de la conférence CAV 2013<sup>1</sup>, qui s'est déroulée en juillet à Saint-Petersbourg. Selon leurs résultats, un tiers mal attentionné serait susceptible de reconnaître à distance un passeport au moment de sa lecture, par exemple dans les aéroports. Et ce, sans même disposer d'importants moyens informatiques. De simples antennes RFID<sup>2</sup> pourraient suffire.

Comme l'ont montré les informaticiens, même cryptées, les données d'un passeport biométrique (numéro, nom, date de naissance, nationalité, photographie) possèdent une empreinte numérique relative à la taille des paquets d'information transmis lors d'une opération de lecture. Ainsi, toutes les photos codées au format Jpeg ne correspondent pas à la même longueur d'information en termes de 0 et de 1. Si bien que, dès lors qu'un pirate informatique, lors d'une première étape, aurait identifié l'empreinte associée à un passeport particulier en disposant une simple antenne à proximité d'un lecteur légitime, il pourrait la reconnaître ensuite lors de n'importe quelle autre opération de lecture. De quoi retracer les

déplacements d'une personne. « Nous avons testé notre attaque sur une vingtaine de passeports et avons obtenu autant d'empreintes numériques distinctes, détaille Véronique Cortier, du Laboratoire lorrain de recherche en informatique et ses applications, à Vandœuvre-lès-Nancy<sup>3</sup>, auteure de cette étude avec Stéphane Glondu et Vincent Cheval. Ce qui, d'après nos estimations, suggère que plus d'un demi-million de combinaisons différentes sont possibles. »

Les chercheurs ont transmis les résultats de leur étude aux autorités compétentes. D'autant qu'il serait facile de remédier à cette faille. Parmi les solutions à envisager : faire varier la taille des données à chaque échange, en y insérant un nombre aléatoire de caractères sans signification.

1. Conference on Computer Aided Verification.  
2. Radio Frequency Identification.  
3. Unité CNRS/Université de Lorraine/Inria.

### CONTACT :

Laboratoire lorrain de recherche en informatique et ses applications, Vandœuvre-lès-Nancy  
**Véronique Cortier**  
> [veronique.cortier@loria.fr](mailto:veronique.cortier@loria.fr)

→ Le passeport biométrique, réputé infalsifiable, serait néanmoins piratable.



© H. RAGUET/INRIA

## UN BATRACIEN QUI FAIT DU NEUF AVEC DU VIEUX

→ On le croyait disparu depuis des dizaines d'années. Le discoglosse d'Israël, une espèce d'amphibien découverte en 1943 et classée éteinte en 1996 par l'Union internationale pour la conservation de la nature, a refait surface. Des individus vivants ont été repérés il y a moins de deux ans dans la vallée de la Houla, en Israël, le seul habitat

qu'on leur connaissait. Une équipe internationale incluant des chercheurs français<sup>1</sup> livre aujourd'hui une étude approfondie<sup>2</sup> de ces spécimens et de leurs ancêtres, dont des fossiles ont été mis au jour dans la même région. Surprise : le discoglosse d'Israël n'en est pas un. En examinant son squelette et son ADN, les scientifiques estiment que le batracien appartiendrait non pas au genre *Discoglossus*, mais au genre *Latonia*, que l'on croyait disparu il y a environ 1 million d'années! En d'autres termes, le discoglosse d'Israël "ressuscité", rebaptisé *Latonia nigriventor*, serait une espèce dite relicte, plus connue sous le nom populaire de fossile vivant.

1. Du CNRS, du MNHN et de l'université de Poitiers.  
2. Travaux publiés en ligne dans *Nature Communications* le 4 juin 2013.

### CONTACTS :

Institut de paléoprimatologie, paléontologie humaine :  
évolution et paléoenvironnements, Poitiers  
**Renaud Boistel**, renaud.boistel@univ-poitiers.fr  
Archéozoologie et archéobotanique, Paris  
**Salvador Bailon**, salvador.bailon@mnhn.fr

→ *Latonia nigriventor* possède un ventre noir typique de son espèce.



© S. GARNY

## Particules

# Les neutrinos, rois de la transformation

PAR MATHIEU GROUSSON

→ Depuis 1998, les physiciens en ont la quasi-certitude : les neutrinos, ces particules insaisissables qui existent sous trois formes (électronique, muonique et tauique), possèdent l'étrange faculté d'osciller, c'est-à-dire de se transformer périodiquement l'une en l'autre. Pour la première fois, l'expérience T2K<sup>1</sup>, au Japon, à laquelle participent des chercheurs du CNRS, vient d'apporter une preuve directe et incontestable de ce phénomène étonnant et non pris en compte par l'actuelle théorie des particules élémentaires, le modèle standard.

Jusqu'alors, les spécialistes de l'infiniment petit n'avaient pu que constater un déficit de particules au sein d'un flux de neutrinos d'une certaine forme, après un certain temps de parcours. Ce qu'ils avaient interprété comme le signe d'une oscillation. T2K a fait plus. Les chercheurs ont généré un faisceau de neutrinos

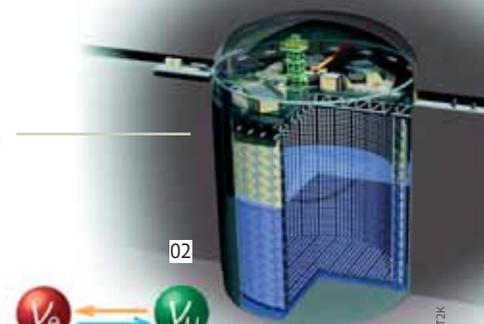
muoniques très intense, puis l'ont envoyé en direction du détecteur géant Super-Kamiokande, situé à 295 kilomètres de la ligne de départ. La théorie des oscillations prévoit alors l'observation d'un flux de neutrinos électroniques possédant des caractéristiques en rapport avec celles des neutrinos muoniques émis à Tokai. « En 2011, nous avons déjà constaté un tel phénomène, explique Jacques Dumarchez, du Laboratoire de

01 Le détecteur Nucifer, dans le réacteur de recherche Osiris, pourrait révéler l'existence d'un nouveau neutrino.

01



© L. GODART/CEA



02

02 Vue d'artiste du détecteur Super-Kamiokande dans lequel a été menée l'expérience T2K.

© PHOTOS : T2K

## À LA RECHERCHE DE LA PARTICULE MANQUANTE

Au mois de juillet, le détecteur Nucifer a capté ses premiers neutrinos auprès du réacteur Osiris, à Saclay. Dédié à la surveillance des centrales, Nucifer pourrait également révéler l'existence d'un hypothétique quatrième neutrino, invoqué pour

expliquer un étrange déficit dans les flux de neutrinos émis par une vingtaine de réacteurs depuis plusieurs décennies. Cette expérience est le fruit d'une collaboration entre le CEA, le CNRS et le Max Planck Institut für Kernphysik.



## Anthropologie

## C'est l'histoire d'un mythe...

PAR CHARLINE ZEITOUN

→ **Le mythe de Pygmalion, généralement attribué à la Grèce antique, aurait d'abord émergé** dans le Sahara au Néolithique. Un récit de cette époque, dans lequel des éléments auraient ensuite changé, serait en effet à l'origine de la fameuse légende. C'est l'une des théories<sup>1</sup> de Julien d'Huy, doctorant en anthropologie au Centre d'études des mondes africains<sup>2</sup>, à Paris, et qui travaille à reconstituer les mythes en retraçant leur filiation jusqu'à la Préhistoire, parfois au-delà du Néolithique. L'originalité de sa démarche : il utilise la phylogénétique, empruntée à la classification des êtres vivants, qui permet de dessiner des arbres des espèces apparentées. Dans ces arbres, une branche se divise en deux ou en plusieurs espèces en cas d'apparition



© G. BIOTRMIN-GRAND PALAIS

**PYGMALION**

Légendaire roi de Chypre, tombé amoureux de la statue qu'il a sculptée.

**NÉOLITHIQUE**

Dernière période de la Préhistoire qui commence vers 8000 avant J.-C. au Proche-Orient.

ou de perte d'un caractère héréditaire (nombre de doigts, longueur du cou, etc.).

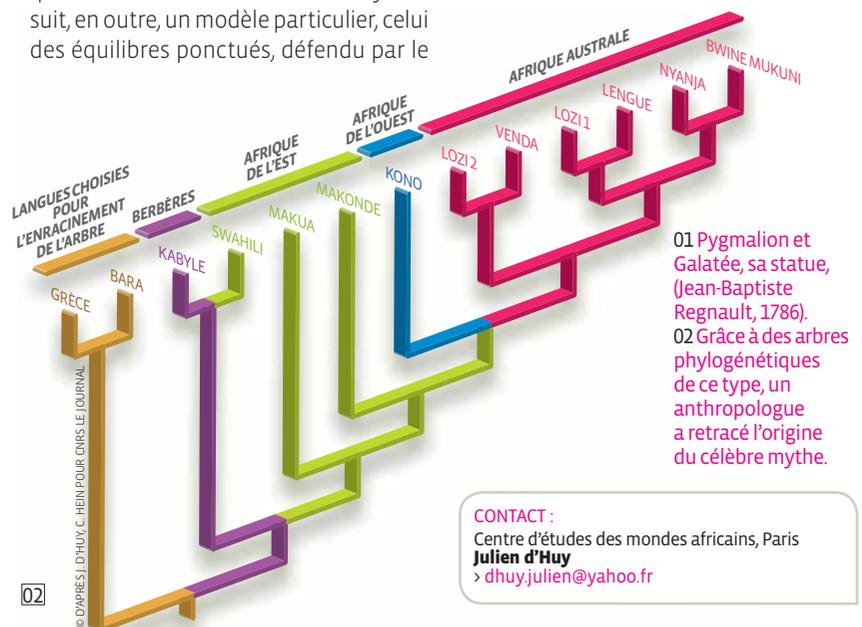
« Les mythes tels que nous les connaissons aujourd'hui sont eux aussi le produit d'une descendance avec, au fil des âges et des contrées, des variantes de certaines caractéristiques du récit », explique Julien d'Huy. Par exemple, il existe quantité de mythes dans lesquels s'anime une statue, mais cela peut être soit par l'intervention divine, soit par l'intervention d'un représentant du divin, etc. « Ce sont notamment ces ressemblances et leurs variations que j'utilise sur les logiciels de phylogénétique pour générer des arbres », précise le jeune scientifique.

Dans une autre étude<sup>3</sup>, et avec d'autres arbres, l'anthropologue montre que cette fameuse évolution des mythes suit, en outre, un modèle particulier, celui des équilibres ponctués, défendu par le

célèbre paléontologue américain Stephen Jay Gould. « Selon sa théorie, l'évolution se fait par à-coups, avec de longues phases de stabilité suivies de changements rapides : les ponctuations », indique Julien d'Huy. Ce modèle s'oppose à la théorie classique qui veut que les évolutions des espèces soient au contraire très lentes et peu franches. Selon Julien d'Huy, « de temps à autre, une nouvelle version d'un mythe apparaît, mais, dans l'ensemble, il reste extrêmement stable sur une longue période ».

Ces variations sont souvent dues aux migrations des populations ou bien aux tensions belliqueuses qui peuvent se créer entre peuples voisins, les poussant à modifier leurs mythes – véritable marque identitaire – afin de se distinguer de leurs rivaux. Grâce à des paramètres géographiques, les arbres de Julien d'Huy permettraient aussi de suivre les migrations des mythes à travers le monde. « Mais le grand intérêt de la phylogénétique est surtout d'apporter des outils statistiques dans l'étude de la mythologie, alors que, jusque-là, on ne disposait que de méthodes de comparaison parfois empreintes d'une grande subjectivité », conclut-il.

1. Dans *Rock Art Research*, mai 2013, vol. 30, n°1, pp. 115-118 et dans une publication approfondie à paraître.
2. Unité CNRS/Université Paris-1/EPHE/Aix-Marseille Université.
3. Dans *Mythologie française*, septembre 2013.



01 Pygmalion et Galatée, sa statue, (Jean-Baptiste Regnault, 1786).  
02 Grâce à des arbres phylogénétiques de ce type, un anthropologue a retracé l'origine du célèbre mythe.

physique nucléaire et des hautes énergies<sup>2</sup>, à Paris, et membre de T2K. Mais, avec 4,5 fois plus de données et une incertitude inférieure à une part sur 1000 milliards, nous en apportons la preuve indubitable!»

Ce résultat non standard est d'autant plus important que, « dans les équations, l'oscillation entre neutrinos muoniques et électroniques est une condition nécessaire à l'observation d'une possible différence entre matière et antimatière », poursuit le physicien. De quoi entrouvrir les portes de l'étude expérimentale de la disparition de l'antimatière dans l'Univers grâce aux neutrinos.

1. Tokai to Kamioka.
2. Unité CNRS/UPMC/Université Paris-Diderot.

**CONTACT :**

Laboratoire de physique nucléaire et des hautes énergies, Paris  
**Jacques Dumarchez**  
> jacques.dumarchez@lpnhe.in2p3.fr

**CONTACT :**

Centre d'études des mondes africains, Paris  
**Julien d'Huy**  
> dhuy.julien@yahoo.fr

**Physique** Des chercheurs ont élaboré le premier dispositif optique capable de détecter une molécule unique parmi des millions d'autres.

# Les molécules passent à l'antenne

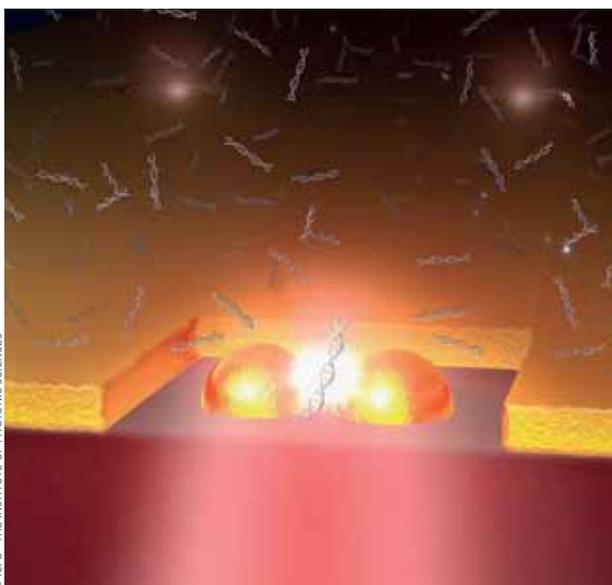
PAR GRÉGORY FLÉCHET

**F**aire progresser nos connaissances en biologie moléculaire et cellulaire implique de comprendre comment les biomolécules interagissent les unes avec les autres. Quel biologiste n'a jamais rêvé d'observer les réactions enzymatiques au cœur même de la cellule ? Avec la méthode de détection moléculaire mise au point par une équipe internationale associant des chercheurs de l'Institut Fresnel<sup>1</sup>, à Marseille, et de l'Institut de sciences photoniques de Barcelone, ce rêve pourrait bientôt devenir réalité.

## UN DÉFI DE (TRÈS PETITE) TAILLE

Le fonctionnement de cet ingénieux dispositif baptisé *antenna-in-box* (l'antenne dans une boîte), décrit récemment dans un article scientifique<sup>2</sup>, s'appuie sur la **fluorescence** émise par une molécule isolée. « Observer au microscope optique la structure d'une cellule vivante revient à capter la lumière renvoyée par l'ensemble des molécules qui la composent, rappelle Jérôme Wenger, physicien à l'Institut Fresnel et coauteur de ces travaux. Détecter une molécule unique s'avère, en revanche, bien plus compliqué compte tenu de la très faible quantité de lumière qu'elle émet. »

Pour relever ce défi, le chercheur et son équipe ont eu l'idée de concevoir une sorte d'amplificateur de luminosité de dimension nanométrique. Cette nano-antenne optique, constituée de deux hémisphères en or de 80 nanomètres de diamètre, permet de concentrer la lumière dans l'espace d'une dizaine de nanomètres (la taille moyenne d'une molécule) qui sépare les hémisphères. « Lorsqu'une molécule vient se positionner entre ces deux hémisphères, l'intensité



© ICFD - THE INSTITUTE OF PHOTONIC SCIENCES

**FLUORESCENCE**  
Propriété qu'ont certaines molécules d'absorber la lumière et de la réémettre sous forme de rayonnement de longueur d'onde plus grande.

de la fluorescence qu'elle émet est décuplée et rend possible son observation au microscope optique », explique le chercheur de l'Institut Fresnel.

## UNE MISE EN BOÎTE RÉUSSIE

Pour tester l'efficacité de leur dispositif, les scientifiques ont utilisé des échantillons 4000 fois plus petits que ceux habituellement employés en microscopie optique, chacun contenant des dizaines de millions de molécules. Car, comme le précise Jérôme Wenger, « en travaillant sur d'aussi faibles volumes renfermant pléthore de molécules, on peut s'approcher au plus près du contexte physiologique d'une cellule vivante ». Repérer une seule molécule dans de telles conditions revient alors à chercher une aiguille dans une meule de foin...

Les chercheurs ont toutefois trouvé la parade en insérant leur dispositif de détection dans une chambre à réaction de taille nanométrique. En faisant barrage au signal lumineux des millions de

→ Cette antenne optique dans une nano-boîte peut analyser une molécule seule dans une solution très concentrée.

molécules environnantes, cette enceinte protectrice a permis de révéler pleinement le signal lumineux de chaque molécule accrochée à une nano-antenne optique. « Nous avons testé notre dispositif sur un éventail de biomolécules allant de la petite molécule cellulaire à la grosse protéine en passant par des brins d'ADN de taille variable, détaille le physicien. Pour les plus petites d'entre elles, nous sommes parvenus à améliorer la luminosité de fluorescence d'un facteur supérieur à 1000 pour un volume de détection proche de celui d'un virus. »

Encouragée par ces résultats qui témoignent de l'efficacité du dispositif de détection à l'échelle de la cellule, l'équipe de Jérôme Wenger s'est déjà fixé un nouvel objectif : déposer une membrane cellulaire sur une *antenna-in-box* pour y étudier l'interaction entre molécules. Et déterminer ainsi les voies d'entrée de substances chimiques, voire même observer pour la première fois les cascades de réactions enzymatiques qui s'y produisent.

1. Unité CNRS/Aix-Marseille Université/Centrale Marseille.

2. « A plasmonic *antenna-in-box* platform for enhanced single-molecule analysis at micromolar concentrations », *Nature Nanotechnology*, juillet 2013, vol. 8, n° 7, pp. 512-516.

**CONTACT :**  
Institut Fresnel, Marseille  
**Jérôme Wenger**  
> [jerome.wenger@fresnel.fr](mailto:jerome.wenger@fresnel.fr)

## Environnement

## Le delta du Nil sous haute pression

PAR VAHÉ TER MINASSIAN

→ **Le changement climatique et l'homme finiront-ils par avoir raison du delta du Nil,**

cette vaste région de 50 millions d'habitants s'étalant entre Le Caire, Alexandrie et Port-Saïd? C'est la question inquiétante que soulèvent les récents travaux d'une équipe franco-américaine<sup>1</sup>. Nick Marriner et ses collègues du Centre européen de recherche et d'enseignement des géosciences de l'environnement<sup>2</sup>, à Aix-en-Provence, se sont intéressés à l'histoire de cette gigantesque zone de dépôt d'alluvions. Selon eux, sous l'effet cumulé d'une augmentation de l'impact de l'activité humaine et d'une diminution des quantités de sédiments apportés par le plus long fleuve du monde (plus de 6500 kilomètres), le delta subit, depuis 4000 ans, une érosion importante. Un constat qui révélerait sa grande vulnérabilité face à des aléas qui n'ont fait que croître au cours des dernières décennies.

Depuis la construction du barrage d'Assouan, achevé en 1970, le delta du Nil est, pour les spécialistes, un objet constant de préoccupation. « À la hausse déjà constatée du niveau de la Méditerranée s'est ajoutée, avec l'édification du barrage, la chute des apports en alluvions dans le delta, explique Nick Marriner. Cela fait craindre une accélération de l'érosion et une disparition progressive des terres émergées. » Et cette érosion, provoquée à la fois par le climat et par l'homme, ne daterait pas d'hier.

En utilisant les résultats d'une centaine de carottages de sédiments réalisés par des équipes internationales au cours de ces trente dernières années, et en les croisant, selon une méthode inédite pour un delta, avec d'autres données concernant le climat et l'archéologie, les chercheurs ont pu remonter le cours du temps jusqu'au début de l'édification du delta voilà 8000 ans.

D'après cette reconstitution, le delta du Nil aurait subi très tôt les effets d'un changement de régime climatique dans la région : le déplacement de la ceinture de pluies est-africaines vers les latitudes sud. Mais l'érosion prononcée n'aurait réellement commencé qu'il y a 4000 ans. La baisse des précipitations se serait traduite par une diminution des quantités de sédiments transportés par certains affluents du fleuve, comme le Nil bleu, et par une augmentation de la population du delta, forcée de fuir devant l'assèchement du Sahara. Changement climatique et pression humaine, ces plaies de l'Égypte perdurent depuis l'Antiquité...

1. Publiés en ligne dans *Plos One* le 29 juillet 2013.  
2. Unité CNRS/Aix-Marseille Université/IRD.

**CONTACT :**

Centre européen de recherche et d'enseignement des géosciences de l'environnement, Aix-en-Provence  
**Nick Marriner**  
> [marriner@cerege.fr](mailto:marriner@cerege.fr)

**ALLUVIONS**

Dépôts de sable, vase, limon, graviers, etc., transportés par l'eau courante.

01 Le Nil, le plus long fleuve du monde avec l'Amazone.

02 Dépôt de sels dans une petite dépression au sein du cordon littoral, à l'est de Rashid.

**PHYSIQUE | L'unité fondamentale du temps, la seconde,**

pourrait voir sa définition évoluer. Alors qu'elle est basée depuis 1967 sur la période d'oscillation de l'atome de césium, des chercheurs du laboratoire Systèmes de référence temps-espace ont démontré, dans *Nature Communications*, que leurs deux horloges optiques fonctionnant avec des atomes de strontium aboutissaient à une plus grande précision.

**BIOLOGIE | Des chercheurs ont percé les secrets de fabrication des phlorotannins par les algues brunes marines. Ces antioxydants naturels suscitent l'intérêt pour la prévention et le traitement de nombreuses maladies, dont le cancer ou les maladies inflammatoires. Publiés par *The Plant Cell*, ces travaux de deux laboratoires liés au CNRS ont fait l'objet d'un brevet et devraient faciliter leur production.**

**ASTRONOMIE |****Une équipe**

internationale a déterminé le mécanisme de formation d'une étoile 50 à 100 fois plus grosse que le Soleil, située à 11000 années-lumière de la Terre. Grâce aux relevés de l'observatoire Alma, elle a sondé le nuage moléculaire dans lequel cet astre est en train de naître. Ce travail a été publié dans *Astronomy & Astrophysics*.

**SANTÉ | Des scientifiques français ont identifié une enzyme, la kinase PDK1, impliquée dans l'accumulation, dans les neurones, des protéines caractéristiques des maladies à prions et de la maladie d'Alzheimer. Dans la revue *Nature Medicine*, ils précisent que le blocage pharmacologique de cette enzyme a un effet bénéfique contre ces pathologies.**



02

03



**Éthologie** Jamais une population de mandrills n'avait été étudiée à l'état sauvage. C'est désormais chose faite grâce à la primatologue Marie Charpentier, qui suit depuis un an et demi ces singes au cœur d'une forêt du sud-est du Gabon. Objectif : comprendre la structure sociale d'un groupe de mandrills et son impact sur la santé de ses individus.

# Sur la piste des mandrills



PAR LAURE CAILLOCE

**C**et petit matin d'avril 2013, l'agitation bat son plein près de la jeep garée en lisière de forêt. L'équipe du projet Mandrillus vient d'arriver de la station de recherche gabonaise de Bakoumba, située à quelques kilomètres de là, pour rejoindre le parc de la Lékédi avant le lever du soleil. On prépare les flèches anesthésiantes et les sarbacanes destinées à la capture des singes, on rassemble seringues, balance, échographe portatif...

Tout doit être prêt lorsque les mandrills descendront des arbres : une fois réveillés, ces primates endémiques d'Afrique centrale se déplaceront rapidement vers d'autres zones de la forêt équatoriale. Or, dans ce milieu dense, les perdre de vue signifie des heures, voire des jours entiers pour les retrouver. L'équipe en sait quelque chose : cela fait un an et demi qu'elle suit, jour après jour, du matin jusqu'au soir, tous les faits et gestes de ce groupe d'une centaine de singes.

C'est la première fois qu'une telle population est ainsi étudiée à l'état sauvage. Autant dire que les scientifiques espèrent obtenir des réponses à leurs multiples questions : comment ce groupe est-il structuré ? Quelles sont les relations entre les individus ? L'état de santé d'un singe est-il lié à la force de son réseau social, comme dans certains autres groupes d'animaux ? Comment le groupe se comporte-t-il avec les individus souffrant de parasites?... « Si les campagnes de capture nous fournissent de précieuses informations sur la morphologie et l'état de santé



de chaque individu, l'observation comportementale représente 90 % de notre activité », confie Marie Charpentier, primatologue au Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive<sup>1</sup>, à l'origine du projet, prévu pour une période initiale de quatre ans.

L'équipe, qui reconnaissait à peine une vingtaine d'individus dans les premiers mois, est aujourd'hui capable d'en identifier 75 à l'œil nu. « Nous regardons qui est à proximité de qui, qui épouille qui, qui défend qui contre les comportements agressifs de tiers, détaille la chercheuse. Ces données d'observation seront bientôt complétées par des données automatisées, grâce à la pose de colliers radiofréquences destinés à enregistrer en continu quels sont les membres du groupe

01 Ce mâle non dominant, le n°33, est le "préféré" des femelles du groupe de mandrills étudié par les chercheurs.

02 03 Recrutés par Marie Charpentier (ici avec les jumelles) et son équipe dans la ville de Bakoumba, ces assistants de terrain observent les singes quotidiennement. Avec une antenne GPS, l'un d'eux localise les trois femelles déjà équipées d'un collier émetteur.

04 05 Les relations entre les singes font l'objet d'une attention constante, tel le comportement des femelles avec leur petit.

06 Les animaux sont endormis avec des flèches anesthésiantes.

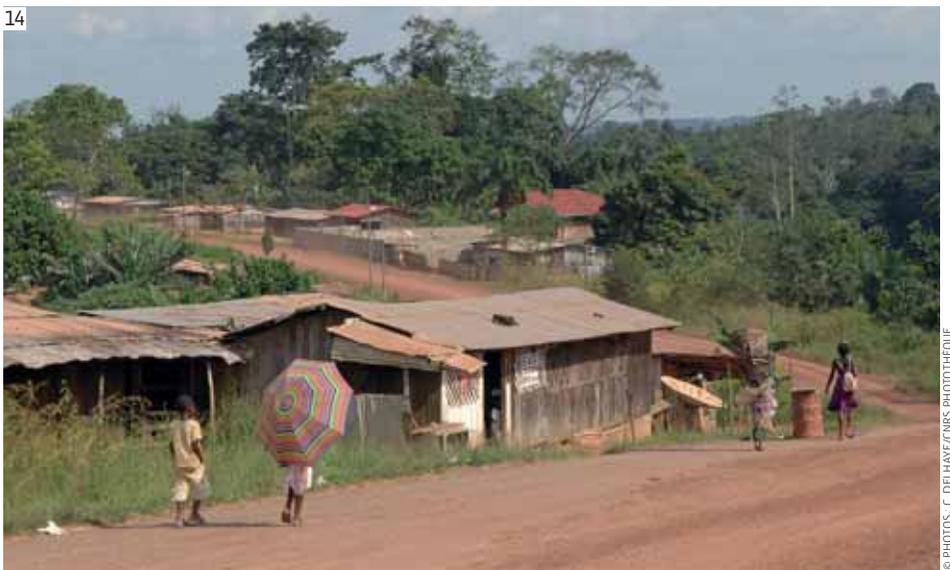
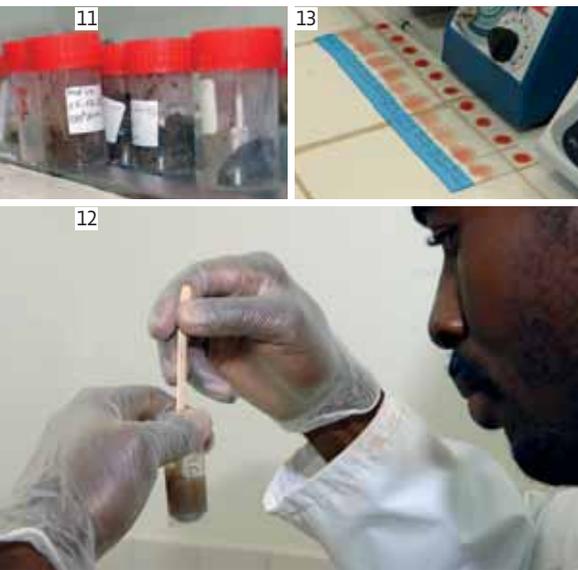
07 08 Cet échographe permet, entre autres, de mesurer l'épaisseur des muscles intercostaux des mandrills.

09 Une fois tous les singes équipés de colliers, les chercheurs pourront savoir quel individu se trouve à proximité de quel autre.

10 Les canines des mâles peuvent mesurer jusqu'à 5 centimètres.

© PHOTOS : C. DELHAYE/CNRS PHOTO THÈQUE





à proximité de chaque individu. » Le dispositif est impressionnant, mais se justifie : on en sait tellement peu sur ces primates... Les seuls mandrills étudiés à ce jour l'ont été en captivité. Les observations font ressortir une structure matrilineaire : comme chez les babouins et les macaques, les mâles migrent. Les groupes sont majoritairement constitués de femelles, auxquelles s'intègrent, de manière transitoire, quelques mâles adolescents et adultes, parmi lesquels un seul est dominant.

« Au sein d'un groupe, les liens sociaux semblent déterminés avant tout par la parenté, poursuit Marie Charpentier. Les femelles issues de la même mère restent ensemble, mais on soupçonne que les individus apparentés par le père entretiennent aussi des liens privilégiés... La génétique peut nous aider à le démontrer. » C'est pourquoi des échantillons de matière fécale sont également ramassés durant les longues journées d'observation en forêt, afin d'en

extraire l'ADN et d'établir les liens de parenté entre tous les membres du groupe. Une autre question taraude la chercheuse : « Autant il semble aisé pour des individus issus de la même mère de se reconnaître – ils gardent en effet des liens privilégiés avec elle –, autant cela paraît difficile pour ceux apparentés par le père, puisque celui-ci ne participe pas à l'élevage des petits et souvent quitte rapidement le groupe. Comment se reconnaissent-ils ? par le cri ? par les odeurs ? » En ce petit matin d'avril, l'équipe du projet ne se contente donc pas de prélever du sang ou de l'urine sur les individus capturés, mais enregistre aussi leurs vocalises et collecte leur odeur au moyen de petits cotons frottés sur leur corps. Une chose est sûre : en attendant d'avoir répondu à toutes leurs interrogations, Marie Charpentier et son équipe n'ont pas fini d'arpenter le parc de la Lékédi.

1. Unité CNRS/UM2/UM1/Université Paul-Valéry/Montpellier Sup Agro/EPHE/Cirad/IRD/Inra.

11 12 Sylvère Mboumba, le manager de la station de recherche, analyse les matières fécales au microscope afin de repérer l'éventuelle présence de parasites. L'hormone du stress, le cortisol, y est aussi dosée.

13 La présence de parasites est également recherchée dans le sang prélevé sur les singes.

14 Située à quelques kilomètres du parc de la Lékédi, la ville de Bakoumba sert de camp de base aux chercheurs.

15 À force d'observations, les primatologues savent à présent identifier 75 individus à l'œil nu.



À voir sur le journal en ligne : la suite du reportage **photo** et le **film Bakoumba**, la forêt des mandrills, à partir de la mi-octobre.

**CONTACT :**  
Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive,  
Montpellier  
**Marie Charpentier**  
> [marie.charpentier@cefe.cnrs.fr](mailto:marie.charpentier@cefe.cnrs.fr)

**Neurosciences** Des chercheurs américains ont réussi à créer de faux souvenirs chez des souris. Le neurobiologiste Serge Laroche analyse les enjeux de cette découverte.

# Pourra-t-on bientôt remodeler nos souvenirs ?

PAR JULIEN BOURDET

**L**a réalité rejoint la fiction : une équipe américaine du Massachusetts Institute of Technology (MIT) est parvenue pour la première fois à implanter de faux souvenirs dans le cerveau de souris qui ont réagi comme s'ils étaient réels. Un exploit qui éclaire le fonctionnement de notre propre mémoire et qui pourrait même conduire, un jour, à effacer des souvenirs déplaisants chez certaines personnes.

## CE QUE L'ON VIENT DE DÉMONTRER

Pour réaliser cette première, les chercheurs du MIT ont eu recours à l'optogénétique<sup>1</sup>, une technique qui permet d'activer certains neurones lorsqu'on les expose à une source lumineuse. Pour être réceptives à la lumière, les cellules nerveuses doivent avoir été au préalable modifiées génétiquement pour exprimer une protéine, la channelrhodopsin. Dans l'expérience, les souris dont les neurones ont été modifiés ont été placées dans une boîte A qu'elles ne connaissaient pas. « Pour mémoriser ce nouvel environnement, un ensemble spécifique de neurones se sont activés, explique Serge Laroche. Ces neurones ont alors synthétisé la channelrhodopsin. » Le lendemain, les souris ont été mises dans une boîte B, différente de la première. Les chercheurs ont alors réactivé le souvenir de la boîte A en éclairant les neurones à l'aide d'une sonde implantée dans le cerveau des souris. Au même instant, les rongeurs ont reçu un petit choc électrique sur les pattes. Le troisième jour, les souris ont été remises dans la boîte A et, alors qu'elles n'y avaient jamais reçu de choc électrique, elles ont adopté un comportement de peur. « En faisant revivre aux souris le souvenir de la boîte A au moment où elles recevaient un choc électrique dans la boîte B, les chercheurs sont parvenus à leur faire associer deux événements indépendants pour en faire un faux souvenir », analyse le neurobiologiste.



© S. MILLET POUR CNRS LE JOURNAL

## CE QU'IMPLIQUENT CES RÉSULTATS

Ces recherches menées sur des souris – animal modèle par excellence en neurosciences – nous éclairent sur les processus de mémorisation de notre propre cerveau. Elles viennent confirmer de manière éclatante une idée acquise depuis quelques années seulement : notre mémoire n'est pas fixée une fois pour toutes, mais elle est dynamique, susceptible de changer à chaque fois que l'on se souvient de quelque chose. « Un souvenir correspond à une configuration spécifique de l'activité de neurones interconnectés, précise Serge Laroche. Lorsqu'on se remémore un souvenir, ce réseau de neurones est réactivé, mais il est aussi réactualisé : de nouvelles informations – le choc électrique, dans l'expérience – sont incorporées à ce souvenir. Et parfois, cette mise

à jour peut aboutir à la création d'un faux souvenir, comme l'ont mis en évidence les chercheurs du MIT. »

## CE QUE CELA POURRAIT CHANGER

Sans aller jusqu'à un scénario de science-fiction où l'on manipulerait à loisir la mémoire des gens, l'idée de créer de faux souvenirs pourrait être utilisée un jour pour soigner certaines personnes. « Dans le futur, on espère ainsi pouvoir effacer les mauvais souvenirs chez des patients souffrant de stress post-traumatique ou chez des anciens drogués », indique Serge Laroche. Chez ces personnes, on sait que le contexte initial (mêmes lieux, même entourage...) fait ressurgir les souvenirs déplaisants. Il s'agirait alors d'éliminer cette association, voire même de créer de faux souvenirs agréables liés à ce contexte. « Bien entendu, l'optogénétique n'est pas envisageable chez l'homme, rassure le chercheur. À la place, on utiliserait des molécules pour bloquer l'activité de certains neurones. Des essais qui pourraient aboutir un jour à des traitements sont déjà en cours. »

1. Lire « Lumière sur l'optogénétique », CNRS Le journal, n° 263, décembre 2011, p. 35.

## SERGE LAROCHE

Directeur du Centre de neurosciences Paris-Sud (CNRS/Université Paris-Sud), à Orsay, ce médaillé d'argent du CNRS s'intéresse aux mécanismes cellulaires et moléculaires impliqués dans la mémoire et ses dysfonctionnements.



## CONTACT :

Centre de neurosciences Paris-Sud, Orsay  
**Serge Laroche**  
 > [serge.laroche@u-psud.fr](mailto:serge.laroche@u-psud.fr)

Du 23 au 26 septembre, scientifiques et délégations gouvernementales venant du monde entier se réunissent à Stockholm, en Suède. Ils doivent approuver le premier volet du 5<sup>e</sup> rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec), état de l'art des connaissances scientifiques sur le climat de la Terre. Comment ce document est-il élaboré? Comment les scientifiques mènent-ils leurs recherches sur le changement climatique? Que savent-ils réellement et que leur reste-t-il à découvrir? *CNRS Le journal* vous dévoile les dessous de la climatologie.

UNE ENQUÊTE D'ÉMILIE BADIN, DENIS DELBECQ ET FABRICE DEMARTHON



# LES EXPERTS DU CLIMAT

- **Comment les scientifiques ont bâti le 5<sup>e</sup> rapport du Giec**
- **Leurs méthodes pour étudier le changement climatique**
- **Leurs incertitudes**



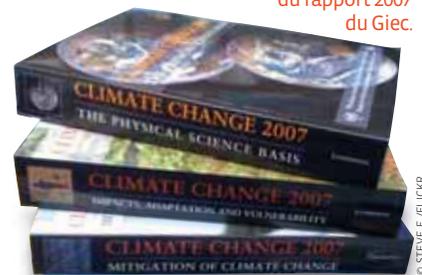
© J. E. ROSS/CORBIS

« **Notre tâche première est d'informer sur le changement climatique, de présenter en toute objectivité les dernières données sur de nombreux aspects du phénomène, dont certains sont encore mal compris.** » C'est ainsi que Rajendra Pachauri définit le travail du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec), dont il est le directeur. « *Le 5<sup>e</sup> rapport est établi d'après l'expertise de 830 scientifiques travaillant bénévolement à travers le monde et issus de nombreuses disciplines différentes* », nous précise-t-il.

#### UNE SOMME EN TROIS TOMES

Afin d'établir ce rapport d'évaluation, « *les auteurs étudient l'ensemble de la littérature scientifique disponible pour transcrire ce que l'on sait à un moment donné,* » explique le climatologue Jean Jouzel<sup>1</sup>, membre du bureau du Giec. Le Giec n'est donc pas un producteur de science. Ses rapports, élaborés tous les six ou sept ans (le précédent a été achevé en 2007), se présentent en trois volets : le premier sur la science du changement climatique, qui doit être rendu public ces jours-ci, le deuxième sur ses conséquences et les moyens de s'y adapter, et

Les 3 volumes  
du rapport 2007  
du Giec.



© STEVE E. FLOCKER

le troisième sur la manière d'inverser la tendance. Pour le 5<sup>e</sup> rapport, ces deux dernières parties seront dévoilées respectivement en mars et en avril 2014, avant le document de synthèse en octobre 2014.

Comme l'ont souligné Jean Jouzel et de nombreux autres scientifiques, le rapport du Giec n'est qu'un instantané des savoirs sur le changement climatique. Il ne s'agit nullement d'une bible figée qui transmettrait une sorte de pensée unique des scientifiques sur le climat. « *Notre position, qui réaffirme la réalité du changement climatique, pourrait faire penser que nous refusons le débat,* indique Hervé Le Treut, directeur de l'Institut Pierre-Simon-Laplace (IPSL)<sup>2</sup>. *Or ce débat existe bel et bien : sur l'ampleur du changement, sur les stratégies d'adaptation, sur les manières de lutter contre le phénomène...* » Et, malgré un processus de révision strict (*lire pp. 20-21*), des erreurs sont toujours possibles. Ainsi, le 4<sup>e</sup> rapport faisait état d'une fonte des glaciers de l'Himalaya plus rapide que dans la réalité.



01 Au centre, Rajendra Pachauri ouvrant une session de travail du Giec, à Bangkok, en avril 2007.

© S. KHAN/WFP

# Le Giec



© UNFCCC

Pour autant, la finalité du travail du Giec reste de « fournir un document de référence indiscutable – car approuvé à l'unanimité – lors des négociations climatiques internationales par les gouvernements », rappelle Nicolas Bériot, secrétaire général de l'Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (Onerc), l'organisme qui pilote la délégation gouvernementale française au Giec. Les prochaines négociations auront justement lieu en novembre 2013 à Varsovie, en Pologne, puis en 2014 au Pérou et en 2015 en France.

## DES ENGAGEMENTS FORTS NÉCESSAIRES

« Le rôle des scientifiques s'arrête là, estime Hervé Le Treut. Nous pouvons et devons alerter, mais nous ne pouvons pas être les prescripteurs de telle ou telle mesure. » D'autant que la lutte contre le changement climatique est un vrai casse-tête. Il faut composer avec ce que la science nous apprend des modifications physiques de notre Terre, des implications sur la faune et la flore, donc sur nous et nos moyens de subsistance, mais aussi avec les réalités économiques et sociales des pays. « Prenez les mesures de diminution des gaz à effet de serre (lire pp. 26-27), observe Hervé Le Treut. Il y a désormais un accord très large sur la nécessité d'engagements forts, mais il n'existe pas de bouton on/off pour y parvenir. Cela passe par une volonté politique, mais aussi par des mesures complexes à intégrer à l'économie ou à un tissu social qui peut les rejeter. »

1. Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (CNRS/CEA/UVSQ)-IPSL.  
2. L'IPSL regroupe six laboratoires sous dix tutelles : CNRS/UPMC/UVSQ/Cnes/CEA/IRD/ENS/Ecole polytechnique/Université Paris-Diderot/Upec.

**CONTACTS :**  
**Nicolas Bériot**  
 > nicolas.beriot@developpement-durable.gouv.fr  
**Jean Jouzel**  
 > jean.jouzel@lsce.ipsl.fr  
**Hervé Le Treut**  
 > letreut@lmd.jussieu.fr  
**Rajendra Pachauri**  
 > ipcc-sec@wmo.int

02 Le rapport d'évaluation du Giec sert de base de réflexion lors des négociations climatiques, comme ici à Doha en 2012.



A voir sur le journal en ligne : le film *La Fin du monde?*

**EN LIGNE**  
 Le site Internet du Giec :  
 > www.ipcc.ch

## GENÈSE D'UN RAPPORT

**Le Giec approuve les grandes lignes**

Les gouvernements et les organisations désignent des **spécialistes**



Les bureaux choisissent les **auteurs**



Les auteurs rédigent un **premier projet de texte** à partir de la littérature scientifique



**Examen** par les spécialistes



# en quatre questions

## QU'EST-CE QUE LE GIEC ?

Créé en 1988 sous l'égide du Programme des Nations unies pour l'environnement et de l'Organisation météorologique mondiale, et ouvert à tous les États membres de l'ONU, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat associe une assemblée plénière de représentants des États et la communauté scientifique. Sa mission : établir régulièrement une expertise collective scientifique sur le changement climatique. Il ne compte qu'une douzaine de salariés, installés en Suisse, à Genève. « Il fonctionne avec un budget propre d'environ 6 millions d'euros par an, explique Nicolas Bériot. Ce budget finance les déplacements des chercheurs des pays en développement, le secrétariat central et l'édition des rapports. » Le secrétariat des trois groupes de travail est pris en charge par trois pays hôtes : pour ce 5<sup>e</sup> rapport, ce sont la Suisse, les États-Unis et l'Allemagne. Il existe également un bureau composé de 30 scientifiques élus par les délégations gouvernementales.

## QUI RÉDIGE LES RAPPORTS ?

Parmi les 830 scientifiques auteurs du 5<sup>e</sup> rapport, 34 travaillent en France. En début de cycle, le bureau propose le sommaire du rapport, puis choisit les auteurs parmi les candidats proposés par les États qui composeront les trois groupes de travail : le groupe I sur la science du changement climatique ; le groupe II sur les impacts et l'adaptation ; le groupe III sur la lutte contre le réchauffement. « Les auteurs ne sont pas rémunérés par le Giec pour leur participation, insiste Nicolas Bériot. Ils ne touchent que le salaire versé par leur institution d'appartenance. » « Pour le premier groupe de travail, nous avons reçu 1 000 candidatures et en avons sélectionné environ 250 », explique Jean Jouzel. Le choix repose d'abord sur l'excellence scientifique et vise la parité hommes/femmes, une bonne répartition géographique et la meilleure participation possible des scientifiques de pays en développement.

## COMMENT LES RAPPORTS SONT-ILS ÉLABORÉS ?

« Le travail de rédaction proprement dit dure environ deux ans et demi », observe Jean Jouzel. Chaque chapitre, écrit par une vingtaine d'auteurs, est une analyse critique des connaissances issues des publications scientifiques sur un sujet donné. Pour le premier volet du 5<sup>e</sup> rapport, les derniers résultats à pouvoir être pris en compte devaient avoir été acceptés pour publication au plus tard en mars 2013. La première version du document est diffusée auprès des scientifiques du Giec qui font leurs commentaires. La seconde est ouverte à un public plus large : n'importe quel scientifique qui peut justifier d'une compétence sur le sujet peut participer à ce processus de révision. À chaque fois, des milliers de commentaires doivent être traités par les auteurs. Parallèlement, un groupe rédige deux résumés du millier de pages que compte chaque volet du rapport. Le premier est une synthèse technique, tandis que le second est un résumé pour décideurs, le document le plus médiatisé de chaque édition du rapport du Giec.

## LES ÉTATS ONT-ILS LEUR MOT À DIRE ?

Les gouvernements peuvent participer à l'élaboration du sommaire en demandant que soient détaillés certains sujets, le niveau des mers par exemple. À la fin de la rédaction, tous les textes leur sont soumis en vue de l'approbation finale et unanime lors de l'assemblée plénière du Giec. « En France, cette révision est faite par quelques dizaines d'experts et de scientifiques », indique Nicolas Bériot, qui centralise leurs remarques pour donner l'appréciation officielle de la France. Une révision qui n'a rien d'une censure. « On critique souvent cette intervention des politiques, explique Jean Jouzel. Mais, quand un pays souhaite réviser un point donné du résumé, il doit le justifier à partir d'informations contenues dans le rapport lui-même. Il s'agit donc, pour l'essentiel, de corrections de forme. »



**Approbation**  
par le groupe de travail et le Giec du rapport et du résumé pour les décideurs

Communication du résumé à l'intention des décideurs pour examen final

**Examen**  
par les spécialistes et les gouvernements



Les auteurs établissent la **version définitive**



Les auteurs établissent un **second projet de texte**



# Dans les coulisses de la recherche

**Pour étudier le climat, les scientifiques combinent mesures satellites, prélèvements, observations sur le terrain et simulations numériques.**



03



04

03 04 Le carottage de la glace en Antarctique permet de reconstituer la composition passée de l'atmosphère de la Terre. 05 Section d'une stalagmite de la grotte de Villars, en Dordogne, ayant enregistré les variations du climat entre -82000 et -30000 ans.

© L. AUGUSTIN/CNRS PHOTO THEQUE

© P. CARSTEN/GETTY

## PLONGÉE DANS LES ARCHIVES DU PASSÉ

→ Depuis 1850, les stations météorologiques, renforcées depuis une trentaine d'années par les satellites, fournissent des données de plus en plus précises sur le climat. Mais, faute d'informations sur des époques reculées, difficile d'appréhender la complexité de la machine climatique terrestre. « Fort heureusement, la nature nous a légué toute une série d'archives naturelles qui témoignent des climats passés », explique Valérie Masson-Delmotte, paléoclimatologue au Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE), l'un des six laboratoires de l'IPSL. Ce sont, par exemple, les coraux, les sédiments, les calottes glaciaires, les glaciers, les stalagmites, les sols et les coquillages anciens ou les arbres, qui conservent une mémoire des conditions qui régnaient quand ils se sont formés. »

Les carottes de glace extraites jusqu'à 3270 mètres de profondeur près du pôle Sud par la collaboration européenne Epica, à laquelle le CNRS a participé, ont ainsi permis de décrire 800 000 ans de composition atmosphérique et de climat antarctique, et contribuent à faire connaître l'histoire des huit derniers cycles climatiques terrestres qui alternent entre périodes froides (glaciaires) et chaudes (interglaciaires) suivant les paramètres de l'orbite terrestre.

« Pour pouvoir interpréter ces informations, il faut, aussi précisément que possible, comprendre comment le signal climatique s'imprime dans les paramètres biologiques, chimiques ou physiques des milieux », détaille Valérie Masson-Delmotte. Cela repose sur des observations in situ, comme celles que



05

© D. GENTY

conduit mon collègue Dominique Genty sur des grottes du Sud-Ouest de la France, pour comprendre les processus qui relient climat de surface, infiltration d'eau, formation de la calcite et composition des stalagmites. » Les paléoclimatologues disposent pour ces analyses de méthodes toujours plus sophistiquées et applicables à des échantillons de plus en plus petits. « Il y a aussi un travail délicat de datation de ces archives pour pouvoir combiner les différents enregistrements climatiques obtenus pour une période donnée », précise Valérie Masson-Delmotte.

Ces observations sont confrontées aux résultats des simulations conduites avec les mêmes modèles numériques que ceux utilisés pour comprendre les changements climatiques récents et à venir. « C'est important, par exemple, pour évaluer la sensibilité du climat, autrement dit le changement de température de surface induit par une perturbation de l'équilibre énergétique de la Terre », résume Valérie Masson-Delmotte. Sans oublier que les variations du climat intéressent aussi les historiens : ainsi, la dernière période glaciaire a été le point de départ d'une colonisation de nombreux territoires par nos ancêtres.

CONTACT :

Valérie Masson-Delmotte  
> valerie.masson@lsce.ipsl.fr



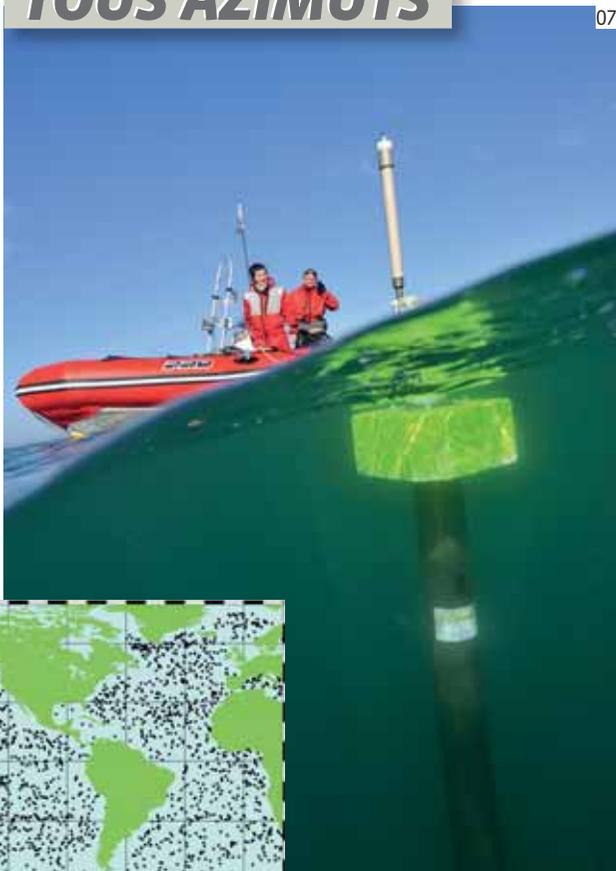
Avoir sur le journal en ligne :  
le film Mais où sont les neiges d'antan ?

→ **L'étude du climat repose aussi sur un arsenal d'observations en continu à terre, dans les océans et depuis l'espace.** Elles permettent à la fois de quantifier le réchauffement, mais aussi d'en mesurer les conséquences. « Dans notre laboratoire, nous nous concentrons sur la mesure du niveau des océans, raconte Anny Cazenave, du Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales<sup>1</sup>. À partir des informations des satellites, nous pouvons déterminer la vitesse à laquelle le niveau moyen des océans augmente et observer les variations d'une région du globe à une autre. »

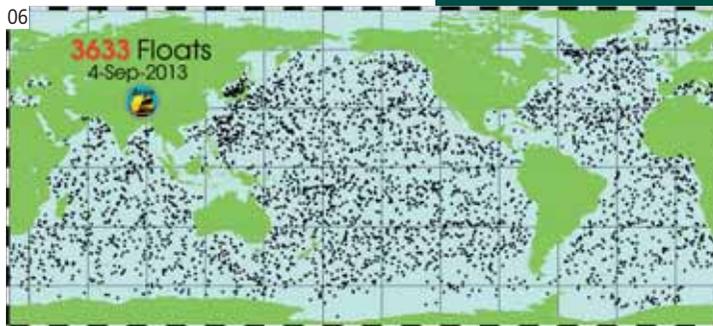
En moyenne, depuis vingt ans, le niveau moyen des mers a grimpé de 3 millimètres par an. « Une grande partie de notre travail consiste à comprendre les raisons de cette hausse et à évaluer leur importance », signale la chercheuse. Environ 30% de l'élévation s'explique par le réchauffement des eaux : l'eau occupe

# DES OBSERVATIONS

## TOUS AZIMUTS



07



d'autant plus de volume qu'elle est chaude. « Ensuite, 30% de la hausse vient de l'eau apportée par la fonte des glaciers, et entre 20 et 25% proviennent du déversement de la glace des calottes glaciaires dans l'océan », poursuit Anny Cazenave. Il reste encore des phénomènes mal évalués, comme l'évolution des eaux pluviales des continents, la fonte des sols gelés aux hautes latitudes (pergélisol), etc. « Nous essayons aussi d'expliquer la variabilité naturelle. El Niño, le phénomène de réchauffement des eaux du Pacifique, fait grimper la hauteur des océans de 1 centimètre. Le mécanisme inverse, La Niña, la fait baisser », précise la chercheuse.

Avant les premières mesures altimétriques depuis l'espace, au début des années 1990, l'essentiel des données était collecté par les bateaux de commerce

volontaires et les navires océanographiques. Depuis, plusieurs satellites sont venus renforcer l'arsenal. De même, à partir de 2000, la communauté internationale a déployé le réseau international Argo : plus de 3000 bouées dérivent sur les océans du globe et mesurent en continu la température et la salinité de l'eau, de la surface jusqu'à 2000 mètres de profondeur. « Cela permet de mesurer la chaleur stockée dans les océans. Ce sont les écarts liés aux courants qui expliquent que l'eau s'élève beaucoup plus vite par endroits, comme à l'ouest du Pacifique ou au sud du Groenland », résume Anny Cazenave.

Bien évidemment, les observations climatiques ne portent pas que sur l'océan. Les scientifiques scrutent aussi les conditions qui règnent au-dessus des terres émergées : température, pression

atmosphérique, humidité de l'air, nébulosité, etc. « L'ensemble des données observées sont utilisées de plusieurs manières, explique Serge Planton<sup>2</sup>, le responsable de la recherche climatique à Météo France. Elles permettent notamment d'étudier le climat du xx<sup>e</sup> siècle de manière très fine. Cela sert à vérifier que nos modèles décrivent correctement les phénomènes et cela fournit un état de l'océan et de l'atmosphère très précis qui sert de point de départ aux modélisations du climat futur. »

Depuis les années 1960, les climatologues disposent avec les satellites de données beaucoup plus complètes, en particulier dans les régions désertes du globe et les océans. « Mais cela introduit une hétérogénéité dans les données qui peut fausser nos analyses si on n'y prend pas garde, constate Serge Planton. Ainsi, l'augmentation constatée du nombre de cyclones dans l'hémisphère Sud au cours du xx<sup>e</sup> siècle est surtout liée au nombre croissant d'observations par satellite. » Et celui-ci d'ajouter : « Ce problème se pose avec chaque nouvelle génération de capteur embarqué sur un satellite. L'homogénéisation des données est essentielle afin qu'elles puissent ensuite être utilisées pour évaluer les tendances climatiques et interpréter les évolutions constatées à partir des modèles. »

1. Unité CNRS/Cnes/IRD/UPS.
2. Groupe d'étude de l'atmosphère météorologique (Unité CNRS/Météo France)

### CONTACTS :

**Anny Cazenave**  
> [anny.cazenave@legos.obs-mip.fr](mailto:anny.cazenave@legos.obs-mip.fr)  
**Serge Planton**  
> [serge.planton@meteo.fr](mailto:serge.planton@meteo.fr)

06 07 Plus de 3000 bouées Argo mesurent les caractéristiques des océans. 08 L'air est capté et analysé pour évaluer la quantité de gaz à effet de serre, notamment par le réseau de stations Ramces du LSCE.

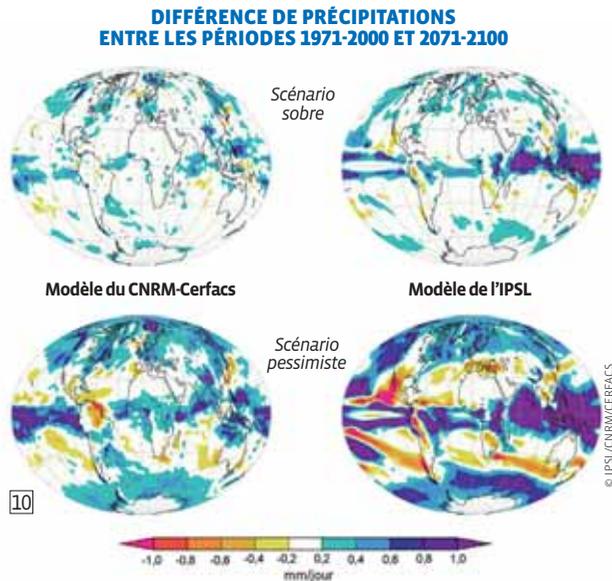


08

# D'INDISPENSABLES MODÉLISATIONS

→ **Les modèles climatiques sont des programmes informatiques qui décrivent la planète et ses différents éléments** : les terres émergées, le relief, la végétation, les volcans, l'atmosphère, les océans, la banquise, etc. L'océan et l'atmosphère sont découpés en centaines de milliers de petits éléments dans lesquels s'appliquent les équations de la physique et de la chimie, chaque élément interagissant avec ses voisins. À partir des données d'observation à un instant donné, le modèle calcule ce qu'il advient de chacun des éléments vingt ou trente minutes plus tard ; et ainsi de suite, pour reproduire le climat sur des décennies, voire des siècles. La modélisation demande donc une puissance de calcul extraordinaire. Bien évidemment, ces modèles prennent en compte les émissions de gaz à effet de serre liées aux activités humaines.

Pour préparer le 5<sup>e</sup> rapport du Giec, les groupes de modélisation se sont mis d'accord sur un cadre de travail baptisé CMIP5, qui définit un ensemble de simulations à conduire sur les climats passé, présent et à venir. « Nous vérifions, par exemple, que nos modèles sont capables de reproduire la variabilité naturelle du climat telle qu'elle existait avant le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle », explique Pascale Braconnot, du Pôle de modélisation climatique de l'IPSL, qui conçoit l'un des deux modèles climatiques français, l'autre étant réalisé



**09 Les modélisateurs, comme ici au LSCE, prévoient le climat futur grâce à des programmes complexes.**

**10 Ils évaluent, par exemple, l'évolution des précipitations moyennes selon divers scénarios.**

**11 Pour la simulation du climat, l'océan et l'atmosphère sont découpés en mailles élémentaires.**

par Météo France. Un modèle doit en effet pouvoir reproduire l'alternance des saisons et des phénomènes océaniques cycliques comme El Niño ou l'oscillation Nord-Atlantique. « Ensuite, poursuit Pascale Braconnot, nous simulons la période 1860-2005 pour quantifier le rôle des différents phénomènes – naturels et résultants de l'activité humaine – susceptibles de modifier le climat : les variations de la quantité d'énergie solaire, les éruptions volcaniques et les aérosols naturels, mais aussi les gaz à effet de serre, les particules rejetées par les activités humaines, les changements d'utilisation des sols (déforestation), etc. » Ce sont ces études qui permettent d'attribuer, de manière certaine, le réchauffement récent aux activités humaines.

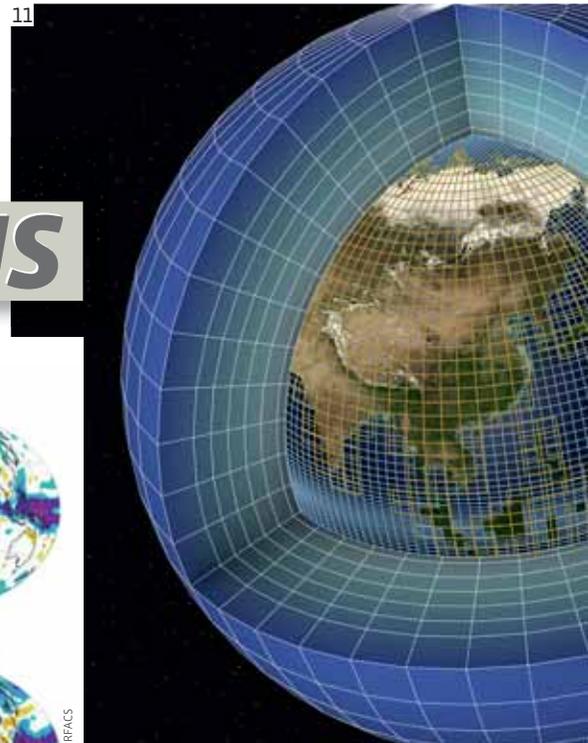
Les modèles prédictifs reposent sur quatre hypothèses, quatre scénarios physiques qui portent sur une évolution possible de la quantité d'énergie captée par la Terre. Au cours du XX<sup>e</sup> siècle, la température a grimpé d'environ 0,9°C en raison d'un surplus d'énergie – le forçage radiatif – de 1,8 W/m<sup>2</sup>. « Cela peut paraître peu, puisque la surface de la Terre reçoit en moyenne 200 W/m<sup>2</sup>. Mais il faut savoir

que la différence entre la dernière période glaciaire et notre époque n'est que de 3 à 6 W/m<sup>2</sup> », précise Pascale Braconnot. Les quatre évolutions possibles de ce forçage radiatif ont été définies avec une valeur comprise, à l'horizon 2100, entre 2,6 et 8 W/m<sup>2</sup>. Une manière de tenir compte de l'ensemble des évolutions possibles de nos émissions de gaz à effet de serre.

Suivant le scénario choisi, l'augmentation de température au cours du XXI<sup>e</sup> siècle serait de 2 à 5°C, annoncent les travaux déjà publiés qui servent de base scientifique au rapport du Giec à paraître. La tendance actuelle des émissions de gaz à effet de serre place la Terre sur une trajectoire de fort réchauffement global, et donc d'une hausse de température prévisible proche de 5°C, à moins que des décisions énergiques soient prises très rapidement : le scénario qui conduit à une hausse de 2°C suppose qu'on nettoie l'atmosphère d'une partie de son gaz carbonique dès 2070. Autrement dit, nous aurons probablement, en un seul siècle, un réchauffement global dont l'ampleur est équivalente à une déglaciation qui s'étale d'ordinaire sur des millénaires !

**CONTACT :**  
**Pascale Braconnot**  
> [pascale.braconnot@lsce.ipsl.fr](mailto:pascale.braconnot@lsce.ipsl.fr)

▶ Voir sur le journal en ligne :  
le film **Quel climat dans le futur ?**





© IPS/CEA



À voir sur le journal  
en ligne : le film  
*Métatron, une nature  
en cage.*

le Bassin nord-occidental de la Méditerranée, profitant de températures plus clémentes. « *Le mérou se reproduisait sur les côtes d'Afrique du Nord. Désormais, il se reproduit aussi sur nos côtes* », remarque Jean-Pierre Féral. Le réchauffement et les canicules qu'il provoque ont parfois des conséquences dramatiques. « *En 1999, 2003, 2006 et 2009, la mortalité a été catastrophique pour certaines espèces d'éponges, d'algues et d'invertébrés*, poursuit le chercheur. *Pendant plus d'un mois, les eaux chaudes de surface sont venues remplacer l'eau à 12-13 °C des profondeurs, touchant des espèces qui ne peuvent se déplacer.* »



© S. BECC/CNRS PHOTO THÈQUE

Pour distinguer l'effet du climat de celui des autres perturbations dans les observations de la vie marine, les chercheurs étudient de manière comparée des zones touchées et des aires marines protégées de la pollution, comme la réserve corse de Scandola. « *L'impact du réchauffement sur la vie marine est rarement pris en compte dans les rapports comme celui du Giec*, regrette Jean-Pierre Féral. *Mais les choses évoluent, car la raréfaction des ressources marines, en particulier halieutiques, et son impact sur nos besoins alimentaires commencent à inquiéter.* »

1. Unité CNRS/Aix-Marseille Université/IRD/Université d'Avignon.

## CONTACT :

**Jean-Pierre Féral**  
> [jean-pierre.feral@imbe.fr](mailto:jean-pierre.feral@imbe.fr)

## DES EFFETS DÉJÀ BIEN VISIBLES

→ **Bien souvent, les débats sur l'évolution climatique se focalisent principalement sur la température de la Terre ou la hausse du niveau des mers.**

Mais de nombreux effets sont déjà très visibles, en particulier sur la faune et la flore. « *Comme pour les écosystèmes continentaux, l'évolution climatique est un facteur qui s'ajoute à d'autres perturbations des milieux marins, telles la pollution ou la fragmentation des habitats, et l'arrivée d'espèces exotiques*, résume Jean-Pierre Féral, de l'Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie marine et continentale<sup>1</sup> de la station maritime d'Endoume, à Marseille. *On en observe nettement les conséquences. La température de la Méditerranée a grimpé de 1 °C en seulement trente ans. C'est considérable!* »

Des centaines d'espèces de poissons, d'algues et d'invertébrés venues de la mer Rouge depuis le percement du canal de Suez, ou qui étaient à l'origine localisées au large du Maghreb, atteignent

12 Ce chardon *Berardia subacaulis*, dans les Hautes Alpes, devrait voir son aire de répartition diminuer fortement du fait des changements climatiques.

13 Ce poisson *Thalassoma pavo* a migré vers les côtes nord de la Méditerranée.

14 La mortalité de masse des gorgones rouges pourrait s'accroître avec le réchauffement de la Méditerranée.



© S. RUITTON/AMU



© F. ZUBERER/CNRS



15 L'archipel des Maldives pourrait disparaître sous la montée des eaux océaniques.

# Changement climatique : évidences et incertitudes

**L**e climat de la Terre change, c'est une certitude. Celui d'aujourd'hui n'est pas celui d'hier – voyez les longues périodes glaciaires – et ne sera évidemment pas celui de demain. Machine complexe et dynamique en constante évolution, il subit en effet de très nombreuses influences : la course de la planète autour du Soleil, l'activité de notre étoile, les mouvements de l'atmosphère, le cycle de l'eau... La liste est longue et, par conséquent, les prédictions sur son avenir particulièrement difficiles tant le nombre de paramètres à prendre en compte apparaît vertigineux. Malgré tout, les scientifiques sont sûrs d'une chose : les activités humaines perturbent la belle mécanique climatique. Rappel des faits.

## UNE PART D'IMPRÉVISIBLE

Dans l'atmosphère, il existe des gaz dits à effet de serre, la vapeur d'eau et le dioxyde de carbone au premier chef, qui empêchent l'énergie de la Terre de s'échapper dans l'espace et maintiennent ainsi une température clémente à sa surface. Sans eux, il ferait en moyenne  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  sur notre Terre, contre  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  aujourd'hui. Or, comme le résume Jean-Louis Dufresne, du Laboratoire de météorologie dynamique<sup>1</sup>-IPSL « si les teneurs en vapeur d'eau et en dioxyde de carbone se modifient, l'effet de serre change, et c'est tout l'équilibre énergétique de la planète, donc son climat, qui se modifient. Nier ce fait est un non-sens scientifique ».

Justement, la quantité de dioxyde de carbone dans l'atmosphère a fortement augmenté au cours du siècle dernier, ce qui coïncide avec l'avènement de notre société industrielle basée sur les énergies fossiles. Quant à la vapeur d'eau, si les activités humaines ne la perturbent quasiment pas directement à

grande échelle, elle dépend fortement du climat tout en agissant sur lui, par un jeu subtil d'actions et de rétroactions.

Pour autant, les scientifiques sont loin d'avoir tout saisi du changement climatique. Quelle ampleur aura-t-il? Quelles en seront les conséquences? Sur ces questions, l'incertitude est encore de mise. Et pas seulement dans les modèles numériques qui simulent les climats passés ou futurs ou dans les marges d'erreur dans l'interprétation des traces des climats passés. « C'est surtout que la nature n'a tout simplement pas décidé ce qu'elle allait faire », souligne Hervé Le Treut, directeur de l'IPSL. Il y a une part imprévisible dans le climat que la science ne pourra jamais appréhender. » Sans même les perturbations d'origine humaine, le climat fluctue, à toutes les échelles, et ce de manière aléatoire. « C'est un système chaotique », précise Jean-Louis Dufresne. Or, à l'échelle d'une dizaine d'années, les perturbations anthropiques ou naturelles sont inséparables de l'évolution purement aléatoire. On ne peut pas les distinguer. »

L'exemple des températures est flagrant. Sur une échelle d'une centaine d'années, l'augmentation est facilement observable ( $+0,9$  à  $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  près depuis 1900).

Les activités humaines et l'augmentation de l'effet de serre qui en découle expliquent bien cette hausse. Sur dix ou vingt ans, c'est une autre histoire. Les analyses les plus récentes montrent un ralentissement de la montée des températures. Or, à cette échelle de temps, le caractère chaotique du climat rend difficile toute interprétation. « Ce genre d'observations ne remet pas en cause la réalité du réchauffement global, assure Jean-Louis Dufresne. Mais, plus on veut observer les choses précisément, plus on est limité dans le temps et dans l'espace du fait de la rareté des observations disponibles, et plus la variabilité naturelle du climat prend de l'importance. » Et il n'existe à ce jour aucun moyen direct pour résoudre ce problème.

## DES QUESTIONS EN SUSPENS

L'analyse des grandes évolutions du climat passé peut évidemment fournir de précieux renseignements sur cette variabilité, mais les méthodes d'étude sont indirectes et possèdent elles aussi leur lot d'incertitudes. « Prenez l'exemple du Soleil, indique Jean-Louis Dufresne. Nous savons que son activité influence le climat de la Terre et que cette activité se traduit par le nombre de taches sombres à sa surface. Mais comment



16

traduire la présence ou non de taches solaires observée par les astronomes du passé en flux ou en spectre de lumière? »

Les volcans, eux, projettent des cendres qui refroidissent l'atmosphère. Or, si les éruptions récentes sont bien documentées, les chercheurs n'ont que peu d'informations sur les plus anciennes. Quelle était la taille des poussières? Quelle en était la quantité? « Nous n'avons pas non plus assez de recul sur les événements extrêmes comme les tempêtes, observe Hervé Le Treut. Autrefois, ceux qui pouvaient acquérir des informations – marins ou aviateurs – avaient évidemment plutôt tendance à les éviter. Et, sur certains continents, ces événements faisaient uniquement partie de traditions orales. »

### LES LIMITES DES MODÈLES

Le caractère chaotique du climat et sa variabilité naturelle ne sont pas les seules difficultés auxquelles les climatologues doivent faire face dans leurs recherches. Les prévisions sur le climat futur sont réalisées à l'aide de modèles numériques qui s'appuient sur les lois de la physique atmosphérique et océanique. Ces modèles sont à peu de chose près les mêmes que ceux utilisés en météorologie pour prévoir le temps à une échéance de quelques jours. « Mais, contrairement aux modèles de prévisions météorologiques, les modèles climatiques n'utilisent pas d'observations directes pour corriger les trajectoires, explique Jean-Louis Dufresne. Par exemple, lorsque des basses pressions sont observées au-dessus

16 Les phénomènes extrêmes comme les tempêtes, ici à Nice en 2011, font courir des risques accrus aux populations. 17 Diminuer les rejets des gaz à effet de serre pour limiter le changement climatique est une nécessité, mais les mesures sont difficiles à prendre.



A voir sur le journal en ligne: le film **L'homme responsable du réchauffement.**



17

de l'Atlantique, les données sont enregistrées dans les modèles météo qui simulent une dépression et son évolution. Au fil du temps, si le modèle dérive, la trajectoire de la dépression peut être corrigée par les observations suivantes pour aboutir à des prévisions fiables à quelques jours. »

En climatologie, la page est blanche. Le modèle doit lui-même créer les conditions initiales, faire évoluer les grandes structures atmosphériques comme les dépressions ou les anticyclones sur des dizaines d'années, sans aucune observation pour le corriger. « Si, par exemple, les dépressions et les grandes structures associées sont systématiquement placées trop au sud, ce sont toutes les structures climatiques qui seront mal positionnées, indique Jean-Louis Dufresne. Rien ne les corrige. »

La difficulté est encore plus grande à l'échelle régionale (une région correspondant dans ce cas à un sous-continent). Le climat régional dépendant fortement du

climat global. Il faut que ce dernier soit déjà très bien simulé pour que les modèles parviennent à faire de bonnes prévisions sur le premier. Et, comme il n'y a pas de climat sans rétroactions, les effets régionaux vont à leur tour influencer sur la circulation globale. « Nous savons, par exemple, que l'évolution des pluies sera très hétérogène sur la planète, remarque Jean-Louis Dufresne. Elles vont augmenter à l'équateur et aux hautes latitudes, diminuer dans les régions subtropicales et augmenter ou diminuer selon les saisons aux moyennes latitudes. Or les frontières exactes entre toutes ces zones dépendent de la circulation globale et de sa variation, sur laquelle, il y a encore beaucoup d'incertitudes. »

### UN RISQUE CLIMATIQUE BIEN RÉEL

Pour Hervé Le Treut, ce problème de l'incertitude est capital pour les recherches sur l'adaptation au changement climatique. « Il ne faut pas croire aveuglément les modèles, prévient-il. Ce n'est pas parce qu'ils prédisent en moyenne plus de sécheresse dans une région qu'il ne faudra y semer que des plantes résistantes à la sécheresse. Les prévisions ne se traduisent pas par des risques permanents. Des pluies pourraient aussi augmenter localement, et les plantes trop spécialisées n'y résisteraient pas. »

Malgré tout, l'urgence est là, car le risque climatique est bel et bien réel. « C'est notre rôle, en tant que climatologues, de réaffirmer sans cesse ce fait et de dénoncer toutes les contre-vérités qui sont dites dans ce domaine, estime Hervé Le Treut. Il est probable que nous ne sachions jamais avec exactitude ce qui va advenir. Mais cela ne doit pas empêcher d'agir. Nous ne savons pas prédire où et quand un tremblement de terre va survenir, mais nous connaissons les zones à risque et nous y construisons des bâtiments résistants. Nier le changement climatique serait donc un peu comme dire que, puisque nous ne savons pas les prévoir, les tremblements de terre n'existent pas. »

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

## Pour en savoir +

### À LIRE |

#### Le Climat à découvert

Outils et méthodes en recherche climatique  
Catherine Jeandel et Rémy Mosseri (dir.), CNRS Éditions, 2011, 288 p.

#### Gestion des risques naturels

Leçons de la tempête Xynthia  
Valentin Przyluski, Stéphane Hallegatte (coord.), Éditions Quæ, coll. « Matière à débattre et à décider », 2012, 264 p.

#### Changement climatique : les savoirs et les possibles

Jérôme Chappellaz, Olivier Godard, Sylvestre Huet et Hervé Le Treut, La Ville Brûle, coll. « 360 », 2010, 240 p.

### CONTACTS :

**Jean-Louis Dufresne**  
> jean-louis.dufresne@lmd.jussieu.fr  
**Hervé Le Treut**  
> letreut@lmd.jussieu.fr



**Mathématiques** En 2015, la chercheuse Maria J. Esteban prendra la présidence de l'Iciam, la suite logique d'un parcours professionnel mené sur les chapeaux de roue.

# Maria J. Esteban, mathémondialiste

PAR CHARLINE ZEITOUN

**M**aria J. Esteban est connue pour son franc-parler. D'origine basque, elle aime le contact, les gens, le travail en groupe, organiser des colloques, participer à des comités d'experts, encadrer les jeunes chercheurs, et tout ce qui permet d'animer la communauté scientifique. L'opposé du stéréotype du mathématicien, introverti au vocabulaire complexe réputé inaccessible au commun des mortels. Fraîchement élue présidente de l'Iciam, le Conseil international des mathématiques industrielles et appliquées, Maria J. Esteban entamera son mandat de quatre ans en 2015. La politique

de la recherche, c'est son dada. Optimiser ce qui se fait dans les différents pays pour qu'un grand tout, la recherche, fonctionne mieux. Chercheuse au Centre de recherches en mathématiques de la décision (Ceremade)<sup>1</sup>, à Paris, elle ne peut donc consacrer que la moitié de son temps à ses propres travaux de mathématiques appliquées, en grande partie tournés vers la physique et la chimie, et destinés à analyser les modèles décrivant atomes et molécules. Grâce aux mathématiques appliquées,

Maria J. Esteban s'enrichit d'une stimulante « *ouverture vers les autres sciences* ». Les collaborations avec les chercheurs d'autres horizons, la résolution de problèmes concrets, voilà son oxygène. C'est sans doute pourquoi, durant ses études, au moment de choisir un DEA, elle se tourne vers les équations aux dérivées partielles, pierre angulaire des maths appliquées. Pour accéder à une recherche de haut niveau, il lui faut alors quitter Bilbao et sa région natale. Madrid et Barcelone seraient



## MARIA J. ESTEBAN EN 5 DATES

1956	Naissance à Barakaldo, près de Bilbao, en Espagne
1979	Arrivée à Paris pour suivre un DEA
1981	Entrée au CNRS
2009-2012	Présidente de la Smai
2013	Élue présidente de l'Iciam pour quatre ans (2015-2019)

plus en plus aux mathématiques industrielles et à leurs modélisations, indispensables pour concevoir, par exemple, les ailes d'avion les plus aérodynamiques, les moteurs les moins gourmands en énergie, ou optimiser n'importe quelle autre machine, avant d'en construire en dur les très coûteux prototypes. « On ne réalise pas l'importance des mathématiques dans nos vies quotidiennes », insiste Maria J. Esteban. Qu'il s'agisse de l'Internet et du Wi-Fi, qui doivent une fière chandelle à la théorie des réseaux ; de la bourse et des sociétés d'assurance, démunies sans la théorie des jeux ; ou encore des cartes bancaires, inutilisables sans cryptage des données, « les maths sont vraiment partout », remarque la chercheuse.

À partir de 2009, Maria J. Esteban participe à la coordination d'une étude sur les mathématiques industrielles en Europe<sup>4</sup>. Objectif : en dresser l'état des lieux et proposer des moyens pour les renforcer. Conscients de l'apport de cette science, des responsables en recherche et développement de toute l'Europe accourent aux réunions de travail. « Cela me fait penser qu'un livre récemment publié

Et en France alors? Niveau tout à fait honorable, notamment grâce « à une bonne tradition de collaborations et au récent travail de l'Amies<sup>5</sup> », note la mathématicienne. Mais pourrait mieux faire, par exemple au niveau des PME. « Les petites entreprises françaises, même quand elles connaissent l'apport capital des maths, n'ont souvent pas les moyens d'investir dans la recherche et ignorent qu'il existe des programmes d'aide financière, regrette-t-elle. Quant aux chercheurs, il est dommage que leurs collaborations avec les industriels ne soient pas prises en compte dans leurs évaluations : cela n'incite pas les jeunes à y investir leur temps et leur énergie, car ils ont d'abord besoin de publier des résultats purement scientifiques afin d'asseoir leur carrière... »

## UN ENGAGEMENT EUROPÉEN

Ces dernières années, la mathématicienne s'est de plus en plus engagée dans la politique de la recherche au niveau européen. En 2015, en commençant son mandat à l'Iciam, aux manettes d'une organisation internationale, elle aura une vision mondiale. Son programme? Il est encore un peu tôt pour en parler. Mais elle sait déjà qu'elle aimerait « dynamiser les échanges entre les membres – qui sont les sociétés savantes de nombreux pays – et exporter au niveau mondial les travaux réalisés avec l'expertise européenne sur les mathématiques industrielles ». Et l'Espagne? La chercheuse basque est-elle toujours « fâchée » contre elle? « Mes travaux et mes fonctions m'amènent bien évidemment à collaborer avec des scientifiques et des organismes de toutes les nations, y compris l'Espagne. De toute façon, avec l'âge, je me suis adoucie sur ces questions! », s'amuse-t-elle.

des options valables, mais elle est jeune et nationaliste : à 22 ans, pas question pour elle de transiger avec ses idéaux politiques, et de choisir cette Espagne qui refuse son indépendance au Pays basque. Et puis c'est l'occasion de partir à l'étranger, en particulier de venir à Paris, « l'épicentre des mathématiques ». Grâce à une bourse du gouvernement français, elle enchaîne DEA et doctorat à l'université Pierre-et-Marie-Curie, réussit le concours d'entrée au CNRS et pose ses valises au Laboratoire d'analyse numérique<sup>2</sup>, à Paris. Décidé à étouffer toute velléité de retour au bercail de sa brillante étudiante, son directeur de thèse la convainc d'embrancher sur une thèse d'État<sup>3</sup>, qu'elle achève en 1987.

## UNE ÉNERGIE DÉBORDANTE

« Ensuite, je n'ai plus quitté Paris », confie dans un sourire Maria J. Esteban, pourtant difficile à attraper dans la capitale! Toujours entre deux avions, elle siège au sein d'une incroyable quantité de jurys de prix scientifiques, de sociétés savantes et de comités d'évaluation à travers le monde. Il faut dire que les responsabilités ne lui ont jamais fait peur. C'est ainsi qu'en 1995, quelques années après avoir quitté son premier laboratoire pour rejoindre le Ceremade, elle accepte d'en prendre la direction.

En 2004, elle devient secrétaire générale de la Société de mathématiques appliquées et industrielles (Smai), puis sa vice-présidente en 2006 et sa présidente en 2009. Dans cette association, elle s'intéresse de

« On ne réalise pas l'importance des mathématiques dans nos vies quotidiennes. »

en Allemagne a donné la parole aux P-DG de Siemens, Bayer ou encore Mercedes, signale la chercheuse. Ils y expliquent comment les mathématiques leur font économiser des millions! »

1. Unité CNRS/Université Paris-Dauphine.
2. Unité CNRS/UPMC, aujourd'hui renommée Laboratoire Jacques-Louis-Lions.
3. Thèse nécessitant cinq à dix ans de recherche, supprimée en 1985.
4. Étude réalisée par le Forward Look « Mathematics and Industry » de l'European Science Foundation.
5. Agence pour les mathématiques en interaction avec l'entreprise et la société (Labex créé en 2011 et impliquant le CNRS).

## CONTACT :

Centre de recherches en mathématiques de la décision, Paris  
**Maria J. Esteban**  
 > [esteban@ceremade.dauphine.fr](mailto:esteban@ceremade.dauphine.fr)

**Entretien** Budget, nouvelle loi, programme européen, forum des Fondamentales... Alain Fuchs, président du CNRS, passe en revue les sujets d'actualité de la rentrée.

# « La recherche reste un domaine protégé et prioritaire »



PROPOS RECUEILLIS PAR FABRICE IMPÉRIALI ET BRIGITTE PERUCCA

## En ces temps de crise et de contraintes budgétaires, comment s'annonce cette rentrée pour le CNRS ?

**Alain Fuchs :** Nous savons déjà que la recherche et l'enseignement supérieur vont rester des domaines protégés et prioritaires. Le budget 2014 s'annonce stable, ce qui, dans les temps compliqués que nous vivons, est une bonne nouvelle. En conséquence, le CNRS continuera à recruter en 2014. Le remplacement des départs à la retraite restera notre objectif, mais on sait que nous devons également contenir notre masse salariale du fait de la pyramide des âges. La recherche française est préservée et les efforts du gouvernement en notre faveur sont notables.

## La nouvelle loi sur l'enseignement supérieur et la recherche a été promulguée le 22 juillet.

### Concrètement que va-t-elle changer pour le CNRS ?

**A. F. :** Une grande partie de la loi porte, je le rappelle, sur la réussite étudiante, un volet qui nous concerne néanmoins car, sans étudiants bien formés, il ne peut y avoir de bonne recherche. Je note deux aspects importants pour notre organisme. En premier lieu, le CNRS, qui a accompagné les fusions d'universités et les rapprochements d'établissements sous forme de Pôles de recherche et d'enseignement supérieur (Pres) ou d'Initiatives d'excellence, continuera d'être un acteur majeur de la structuration territoriale de la recherche. La loi édicte la création de Communautés d'universités et d'établissements (CUE) qui fixent un cadre pour de futures grandes universités territoriales ou fédérales. Nous ne savons pas encore sous quelle forme nous y participerons, les décrets d'application de la loi devant préciser les modes de gouvernance de ces futures universités. En second lieu, notre organisme doit contribuer, aux côtés des cinq alliances thématiques<sup>1</sup> notamment, au processus d'élaboration et de mise en œuvre de la stratégie nationale de recherche au sein d'un comité de pilotage qui devrait être mis en place dès cet automne.

## Le CNRS a signé récemment plusieurs conventions de site. Comment vont-elles s'articuler avec les contrats de site prévus par la nouvelle loi ?

**A. F. :** La loi instaure, à travers les CUE, la notion de site. Cette notion était déjà prise en compte au CNRS et reposait sur les Pres. Avec les conventions de site, nous avons en quelque sorte

anticipé sur les évolutions actuelles. Le CNRS en a d'ores et déjà signé à Bordeaux, Clermont-Ferrand, Toulouse et Grenoble, et s'appête à en signer d'autres, à Rennes par exemple. Elles permettent de réunir en une seule toutes les conventions qui étaient auparavant signées avec chacun des établissements hébergeurs de nos unités mixtes de recherche. Mais il ne s'agit pas uniquement de simplification administrative. Nous définissons dans ces conventions une politique scientifique qui dépasse chacun des établissements présents sur le site, avec des actions, des priorités et des programmes scientifiques communs. Le contrat de site prévu par la loi viendra, quant à lui, se substituer aux contrats quinquennaux que l'État passait avec chaque établissement. Ce contrat sera conclu avec la CUE. Bien évidemment, l'objectif est que les priorités scientifiques de nos conventions s'articulent avec celles des contrats de site.

## Le nouveau programme Horizon 2020 de la Commission européenne, qui fait suite au 7<sup>e</sup> Programme-cadre de recherche et développement technologique (PCRD), va être lancé en décembre. Comment inciter les chercheurs du CNRS à mieux répondre aux différents appels d'offres ?

**A. F. :** C'est un fait : au regard de la contribution française au budget européen de la recherche, nos équipes n'ont pas suffisamment répondu aux différents appels d'offres du 7<sup>e</sup> PCRD. On en connaît les raisons, notamment une grande focalisation des chercheurs sur le programme Investissements d'avenir et sur les changements structurels qu'il a entraînés. Ensuite, la réglementation qui accompagne les contrats européens a été jugée trop lourde. De nombreuses simplifications des procédures sont annoncées, même si nous aurions pu, à mon avis, aller plus loin. Je rappelle au passage que le CNRS a trouvé un accord avec la Commission européenne à la suite de l'audit du 6<sup>e</sup> PCRD. Tout cela étant maintenant derrière nous, on peut penser que les équipes de recherche reviendront spontanément vers l'Europe, car elles en ont l'habitude. De notre côté, nous avons pris toutes les dispositions pour les aider à répondre aux nouveaux appels d'offres dès le mois de décembre (*lire pp. 32-33*).

## Vous inaugurez en novembre Les Fondamentales, un forum grand public du CNRS entièrement consacré aux sciences. Quel est son objectif ?

**A. F. :** Nous l'évoquons à l'instant, les questions institutionnelles touchant aux structures et à l'organisation de l'enseignement supérieur et de la recherche ont occupé, depuis quelque temps, le devant de la scène. Après cette séquence assez longue,



j'ai pensé qu'il était temps de remettre en avant le cœur de notre activité et de reparler de la science vue des chercheurs, si j'ose dire. Les Fondamentales rassembleront plus d'une centaine de scientifiques de renom autour de la question : « Que reste-t-il à découvrir ? » Nous voulons mettre la lumière sur les questionnements, les découvertes, les avancées des connaissances, les nouvelles frontières abordées par les chercheurs, bref tout ce qui fait le prix de la recherche scientifique. Ces rencontres qui se tiendront pour leur première édition à Paris, à la Sorbonne, ont vocation à devenir un grand rendez-vous entre les Français et les scientifiques. Notre souhait est de revenir à nos fondamentaux, non pas pour ne parler que de recherche fondamentale, mais parce que la science, la recherche et l'accroissement des connaissances au profit de notre développement social, socio-économique et culturel, c'est ce que le CNRS fait de mieux.

**D'ailleurs, les résultats scientifiques continuent d'être excellents. Nos chercheurs sont couronnés de prix prestigieux, et le CNRS figure en bonne place dans les classements mondiaux. Comment interprétez-vous ces bons résultats ?**

**A. F. :** La France est historiquement un pays de science, de culture et de technologie. Cette tradition et ces racines comptent beaucoup dans la présence et la compétitivité de notre recherche sur le plan international aujourd'hui. Pendant des siècles, notre pays a maintenu cette tradition d'accroissement des connaissances, de recherche, d'humanisme et d'universalisme. Au <sup>xx</sup>e siècle, l'organisation de la recherche s'est structurée, ce qui a contribué, après la Seconde Guerre mondiale, à la reconstruction du pays et au développement d'une recherche fondamentale et appliquée de grande qualité. Si on ajoute à cela un tissu universitaire bien réparti sur l'ensemble du pays et un système de grandes écoles qui a fait ses preuves dans la formation d'ingénieurs et de cadres, la France est un pays dont les racines scientifiques et technologiques sont à la fois anciennes et solides. Les bons résultats que nous avons aujourd'hui sont le fruit de cette accumulation, de cet effort continu sur le temps long. Même si nous traversons aujourd'hui une crise économique, le fait que la France soit capable de maintenir les efforts d'investissement dans la recherche signifie qu'elle continuera à être un grand pays scientifique. C'est enraciné dans notre culture.

**Tout de même, la France ne risque-t-elle pas d'être distancée dans la course à l'innovation, notamment par certains pays émergents qui déploient des moyens très importants ?**

**A. F. :** Effectivement, on constate dans beaucoup de pays un investissement massif dans la science et la technologie. Mais il s'agit, dans la plupart des cas, d'un rattrapage et d'une volonté d'asseoir le développement socio-économique sur la connaissance, comme c'est le cas dans les pays scientifiquement développés de longue date. Par ailleurs, les innovations ne vont pas forcément de pair avec la science : un grand nombre d'entre elles ne sont pas liées à des travaux de recherche. Si la France n'apparaît pas au meilleur niveau possible en termes d'innovation, la faute n'en incombe pas uniquement à la recherche académique. Cette faiblesse tient aussi

à d'autres causes, profondes, comme la faiblesse de la culture de la prise de risques, la rigidité du système scolaire, la taille insuffisante des PME ou encore la mauvaise organisation des structures de financement pour l'innovation. Pour autant, la recherche publique ne doit pas s'exonérer des efforts pour mieux valoriser et transférer les connaissances lorsque celles-ci ont des perspectives d'application. La ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche a énoncé quinze mesures pour nous y aider. Nous y travaillons. Le transfert et la valorisation sont des processus très complexes qui dépendent aujourd'hui beaucoup de notre capacité à créer avec tous nos partenaires des écosystèmes au sein desquels on trouvera la meilleure recherche, les meilleurs étudiants et un système de valorisation adéquat. Des écosystèmes de ce type, il en existe déjà en France. Il faut les multiplier pour permettre à notre pays de tirer profit de son extraordinaire potentiel.

*« La France est un pays dont les racines scientifiques et technologiques sont à la fois anciennes et solides. »*

**Autre aspect de cette compétition, le recrutement des jeunes chercheurs les plus prometteurs.**

**Le CNRS reste-t-il attractif ?**

**A. F. :** Nous avons besoin de jeunes chercheurs, français et étrangers, pour rester une grande nation scientifique. Or la France continue de recruter, ce qui est en soi une façon de nous maintenir dans la compétition. Et, pour assurer ce recrutement de jeunes scientifiques, nous devons nous mobiliser pour attirer des cerveaux brillants vers des carrières scientifiques, considérées comme difficiles et peu rémunératrices. Cette faible attractivité n'est pas une spécificité française : tous les pays rencontrent peu ou prou les mêmes difficultés. Un autre point important est celui de la circulation des cerveaux : des scientifiques étrangers doivent venir travailler en France et, inversement, nos jeunes talents doivent pouvoir aller se frotter à différentes méthodes et pratiques de la recherche. Une bonne recherche, où qu'elle soit pratiquée, est profitable pour la science dans son ensemble. La science est aujourd'hui extrêmement mondialisée, et il serait donc dangereux de ne compter que sur notre vivier de scientifiques. Nous participons activement à la dynamique de coopération compétitive à l'échelle internationale, et c'est très bien ainsi. Dans ce contexte, le CNRS reste très attractif. Dans nos laboratoires, de nombreux jeunes chercheurs post-doctoraux français et étrangers postulent aux emplois que nous proposons. Si la science française reste au meilleur niveau de la compétition internationale, c'est aussi grâce à eux.

1. Aviesan, Ancre, Allistene, Allenvi, Athéna.

Europe C'est parti pour Horizon 2020 ! Présentation du nouveau programme-cadre de financement de la recherche européenne.

# Un nouvel horizon pour la recherche européenne

PAR CLAIRE DEBÔVES

**A**près dix-huit mois de négociations musclées, les représentants des états membres de l'Union européenne se sont mis d'accord en juillet dernier sur le nouveau programme-cadre de recherche et développement technologique. Prenant la suite du 7<sup>e</sup> PCRD, Horizon 2020 s'articule autour de trois grands piliers : l'excellence scientifique, la primauté industrielle et les défis sociétaux. Si le lancement officiel du programme est prévu le 1<sup>er</sup> janvier 2014, les premiers appels à projets devraient arriver dès la mi-décembre 2013.

## RELANCER LA MOBILISATION

Restrictions budgétaires obligent, décrocher des financements de recherche européens est devenu un enjeu stratégique dans tous les pays. C'est d'autant plus vrai en France, où le taux de participation aux appels à projets européens a chuté de manière inquiétante ces deux dernières années (*lire l'encadré ci-dessous*). Souhaitant « inverser la tendance », Geneviève Fioraso, la ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, a donné le ton en mai dernier lors de son intervention au Collège

## AMÉLIORER LA PARTICIPATION DES CHERCHEURS FRANÇAIS

Pour un euro investi par la France dans les fonds européens, les acteurs de la recherche ne reçoivent que 0,70 euro. Pourquoi ? En dépit d'un excellent taux de réussite, les équipes de recherche ne répondent pas assez aux appels à projets européens. Différentes mesures ont été prises afin d'améliorer le taux de participation de la France. Par exemple, il est prévu de mieux articuler les appels à projets nationaux et européens, notamment ceux de l'Agence nationale de la recherche, avec les bourses du Conseil européen de la recherche.



de France : « Il est temps de mobiliser les efforts de tous vers une vision commune, partagée, plus visible au niveau international, que nous mettrons au service du redressement du pays<sup>1</sup>. » Une position qui plaide en faveur d'une intégration plus forte de l'Europe dans la stratégie des organismes de recherche. À cet égard, Günther Hahne, responsable du bureau Europe du CNRS à Bruxelles, souhaite que l'Europe ne soit pas uniquement perçue comme « un guichet financier ». Il rappelle que « participer à un projet européen, c'est accéder à un bassin de connaissances plus vaste, c'est

apprendre au contact d'autres chercheurs et se confronter à des standards internationaux ».

## UN PROGRAMME AMBITIEUX

Doté d'une enveloppe de 70,2 milliards d'euros, Horizon 2020 occupe une place de choix dans la stratégie globale de l'Union européenne pour une croissance « intelligente, durable et inclusive ». Fondement de cette visée à long terme, « l'excellence scientifique » est le premier pilier du nouveau programme européen. En témoigne la multiplication par deux du budget dédié au Conseil

européen de la recherche, qui attribue des bourses de recherche individuelles.

En plus de l'ancien PCRD, Horizon 2020 intègre Euratom, le programme-cadre pour l'innovation et la compétitivité, ainsi que l'Institut européen d'innovation et de technologie. Au cœur du 2<sup>e</sup> pilier d'Horizon 2020, l'innovation sera davantage soutenue, du développement expérimental jusqu'à la première application commerciale. Sont notamment concernées les technologies génériques clés telles que la micro et nanoélectronique, la biotechnologie industrielle et la photonique.

« Le 3<sup>e</sup> pilier d'Horizon 2020 donne à la recherche et à l'innovation la mission de répondre aux besoins sociétaux », informe Günther Hahne. L'Europe attend donc des projets interdisciplinaires pour répondre aux grands défis économiques et sociaux, comme le changement climatique, les évolutions démographiques ou les énergies nouvelles. Cette architecture du nouveau programme, fondée sur la « résolution des problèmes », est un vrai changement par rapport aux anciens PCRD, qui étaient construits sur les disciplines scientifiques.

### DES PROCÉDURES SIMPLIFIÉES

Le CNRS a été très actif durant la phase d'élaboration d'Horizon 2020, comme le souligne Günther Hahne : « Nous avons fortement soutenu la dimension d'excellence et les approches multidisciplinaires du nouveau programme. L'organisme a défendu la place des sciences humaines et sociales et des mathématiques pour qu'elles soient bien prises en compte dans la réflexion sur les grands défis sociétaux. J'ajoute que le CNRS a très fortement appuyé les efforts de simplification des procédures. »

Cédric Bosaro, de la Mission pilotage et relations avec les délégations régionales et les instituts au siège du CNRS, délivre ainsi quelques bonnes nouvelles pour le 1<sup>er</sup> janvier 2014 : « Le délai d'attribution des financements sera raccourci et un modèle de coûts unique

sera mis en place, qui comprendra le remboursement de la totalité des coûts directs encourus et la forfaitisation des frais généraux. » Certains seront également soulagés d'apprendre que « les personnels impliqués à 100 % dans un projet européen pourront être exemptés de l'obligation de pointer leurs activités sur une feuille de temps ».

Potentiellement bénéficiaires d'importants financements, les chercheurs peuvent avoir recours à des services de proximité pour déposer des projets solides auprès de la Commission européenne. Au CNRS, ils sont ainsi accompagnés par les services partenariat et valorisation (SPV) dans les délégations régionales et peuvent bénéficier de l'aide d'un ingénieur de projets européens (IPE).

Afin que les chercheurs postulent davantage aux appels à projets, la visibilité et le rôle des Points de contact nationaux (PCN), référents sur le territoire et dans les organismes, seront renforcés. Les PCN sont chargés d'informer, de sensibiliser et de conseiller les potentiels porteurs de projet sur les opportunités de financement d'Horizon 2020. Un site officiel d'information ouvrira prochainement et, en fin d'année, une campagne d'information nationale sera organisée par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche avec le réseau des PCN.

1. Présentation de l'agenda stratégique « France Europe 2020 » le 21 mai 2013, en ligne sur : [www.enseignementsup-recherche.gouv.fr](http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr)

### EN LIGNE

> [www.horizon2020.gouv.fr](http://www.horizon2020.gouv.fr)

### CONTACTS :

Mission pilotage et relations avec les délégations régionales et les instituts, Paris

**Cédric Bosaro**  
> [cedric.bosaro@cnrs-dir.fr](mailto:cedric.bosaro@cnrs-dir.fr)

Bureau du CNRS, Bruxelles

**Günther Hahne**  
> [gunter.hahne@cnrs-dir.fr](mailto:gunter.hahne@cnrs-dir.fr)

Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Paris

**Sofia Nadir**  
> [sofia.nadir@recherche.gouv.fr](mailto:sofia.nadir@recherche.gouv.fr)

**Martine Roussel**  
> [martine.roussel@recherche.gouv.fr](mailto:martine.roussel@recherche.gouv.fr)

**ANNIVERSAIRE | Pour ses 75 ans, l'Institut d'astrophysique de Paris organise** un colloque le 11 octobre. Y seront abordés l'histoire du prestigieux laboratoire, son évolution et les principaux résultats obtenus par ses chercheurs. Des journées portes ouvertes auront aussi lieu les 12 et 13 octobre à l'occasion de la Fête de la science.

**ÉQUIPEMENT | L'Huma-Num, la nouvelle Très grande infrastructure de recherche (TGIR) en sciences humaines et sociales, a été lancée. Elle est née de la fusion du Très grand équipement Adonis et de IR-Corpus. Son but est de faciliter le tournant numérique des sciences humaines et sociales en s'appuyant sur un important réseau de partenaires et d'opérateurs. Huma-Num est portée par une unité mixte de services associant le CNRS, Aix-Marseille Université et le campus Condorcet.**

### INTERNATIONAL |

## Bacwall,

**nouveau laboratoire international associé (LIA) franco-brésilien,** vient de voir le jour. Il implique l'Institut de biologie structurale de Grenoble et les Laboratório Nacional de Biociências et Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais, à Campinas. Son objectif : étudier les mécanismes de formation de la paroi bactérienne.

**NOMINATION | Philippe Cavalier, ingénieur de recherche au CNRS, a été nommé délégué régional de la circonscription Île-de-France Ouest et Nord. Il était jusqu'à présent directeur adjoint administratif de l'Institut de chimie du CNRS.**



© K. SCHYKULSKI/COLAGENE.COM POUR CNRS LE JOURNAL

**Partenariat** Gros plan sur les recherches d'un laboratoire commun à l'industriel Air Liquide et au CNRS, qui viennent de renouveler leur accord-cadre pour quatre ans.

# Un laboratoire plein d'énergie

PAR CLAIRE DEBÔVES

**R**éussir à faire de l'hydrogène un nouveau vecteur énergétique, utile pour les piles à combustible comme pour l'élaboration de carburants propres : tel est l'un des grands objectifs poursuivis par la dizaine de scientifiques du Laboratoire des matériaux inorganiques pour procédés gaziers (LMIPG), créé en 2005 à Limoges par le CNRS et Air Liquide. Avec 21 brevets industriels à son actif, cette équipe est emblématique du partenariat entre l'organisme et l'industriel, qui viennent justement de renouveler l'accord-cadre qui les lie.

## DES MATÉRIAUX TRÈS STABLES

« Les matériaux et procédés céramiques que nous développons ont un impact sur la production, la séparation, la purification, le stockage et la distribution des gaz industriels, dont l'hydrogène », indique Thierry Chartier, cofondateur du laboratoire commun avec Pascal Del-Gallo d'Air Liquide. Matériaux inorganiques, les céramiques conservent leurs propriétés mécaniques et une stabilité chimique à haute température. Des atouts non négligeables pour produire de l'hydrogène à moindre coût et de manière plus écologique. Cela tombe bien : le LMIPG est hébergé au sein de l'unité Sciences des procédés céramiques et de traitements de surface (SPCTS)<sup>1</sup>, en pointe dans le domaine. Les expériences sont aussi

menées en région parisienne au Centre de recherche Claude-Delorme d'Air Liquide, aux Loges-en-Josas. « À Limoges, je prépare des catalyseurs<sup>2</sup> afin de faciliter l'extraction de l'hydrogène présent dans le gaz naturel, explique Damien Di Marco, en thèse Cifre<sup>3</sup> au LMIPG. Ils sont ensuite montés dans les réacteurs du centre francilien de recherche d'Air Liquide. Mon travail consiste alors à analyser les résultats pour optimiser les catalyseurs jusqu'au prochain test. »

## AIR LIQUIDE EN BREF

### Leader mondial dans son domaine, Air Liquide commercialise des gaz

pour l'industrie, la santé et l'environnement dont les applications sont nombreuses : cellules photovoltaïques, biocarburants, captage du dioxyde de carbone, cryogénie, produits anesthésiants... Le groupe réalise 60% de ses projets de recherche en partenariat, la France représentant 70% des dépenses totales d'innovation. Un investissement pertinent, puisqu'un tiers de son chiffre d'affaires est réalisé à partir d'applications qui n'existaient pas dix ans plus tôt.

Pour Thierry Chartier, qui dirige également le SPCTS, cela ne fait pas de doute : « Les échanges permanents qui résultent de ce fonctionnement ont créé des relations de confiance à long terme. D'ailleurs, la forme du laboratoire commun a permis de pérenniser et d'élargir cette collaboration née au début des années 2000 par le biais des contrats de recherche. »

Au LMIPG, des recherches à court, moyen et long termes sont conduites simultanément. Certaines ont pour but d'intensifier les procédés existants d'Air Liquide : des travaux ont déjà permis d'améliorer le rendement énergétique des réacteurs et de limiter les réactions parasitant la production de gaz. D'autres recherches visent de réelles ruptures technologiques, notamment celles menées sur un nouveau procédé de transformation du gaz naturel. Depuis 2002, l'équipe travaille sur le développement de membranes céramiques dotées de catalyseurs plus fiables et plus performants. Ces dernières permettent de capturer et éventuellement de stocker le dioxyde de carbone, ainsi que de réduire les émissions d'oxyde d'azote et de dioxyde de carbone, substances en cause dans le réchauffement climatique.

## DES THÉMATIQUES STRATÉGIQUES

Le point commun à toutes ces recherches est de « faire progresser les connaissances sur des sujets stratégiques pour le CNRS », souligne Thierry Chartier. L'organisme est en effet très investi dans la recherche d'énergies alternatives au travers de plusieurs axes stratégiques d'innovation tels que « Stockage de l'énergie : technologie de l'hydrogène » et « Nanos : nanomatériaux et nanostructures »<sup>4</sup>. À ce sujet,

01 Fabriqués à partir de céramique, un matériau très stable, ces catalyseurs permettent d'accélérer des réactions chimiques.





02

27

C'est le nombre d'unités de recherche que le CNRS partage avec un industriel. Si, dans la plupart des pays, la recherche publique/privée se traduit presque exclusivement par des contrats, en France, les ressources humaines et matérielles des partenaires

sont parfois mutualisées dans la durée au sein d'un laboratoire commun, doté ou non de murs. Le CNRS est considéré comme l'inventeur de ce mode de recherche partenariale.

03



© AIR LIQUIDE

Thierry Chartier souligne l'intérêt d'« une recherche amont orientée par les applications » : le fait qu'Air Liquide dispose d'une vision précise des besoins sociétaux, des verrous technologiques à lever, ainsi que de la concurrence dans son domaine aide le CNRS à affiner et à orienter ses propres thématiques de recherche. Sans compter que les savoir-faire développés peuvent être applicables à d'autres sujets, voire à d'autres partenaires industriels. Ce qui donne lieu à la négociation de licences d'exploitation spécifiques par le SPCTS.

#### UN ACCORD-CADRE STRUCTURANT

Pierre de Ramefort, responsable au CNRS du Service partenariat et valorisation du Limousin et du Poitou-Charentes, ajoute que « le caractère structurant du partenariat avec Air Liquide permet au SPCTS de pérenniser des programmes avec le Fonds unique interministériel et avec l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie ».

Ce partenariat s'inscrit dans l'accord-cadre qui régit, depuis 2002, toutes les collaborations entre Air Liquide et le CNRS. Celles-ci portent sur la mécanique des fluides, la thermodynamique, le génie des réactions chimiques, la catalyse et

Le site d'Air Liquide de Moissy-Cramayel, en France, est dédié à la production d'azote et d'oxygène (02); celui de Kuantan, en Malaisie, à celle de l'hydrogène (03).

la modélisation moléculaire. Renouvelé en mai 2013 pour quatre ans, le nouvel accord comporte deux évolutions importantes : des principes plus avantageux en matière de propriété intellectuelle, qui permettront au CNRS d'avoir un meilleur retour financier dans le cadre de l'exploitation des résultats ; la création d'instances communes pour un suivi stratégique à long terme du partenariat. Dans le cadre du précédent accord (2008-2012), 80 contrats de recherche ont été passés avec 70 laboratoires du CNRS, 40 brevets ont été déposés et une chaire industrielle sur l'oxycombustion a été signée en 2012 avec l'École centrale de Paris.

1. Unité CNRS/Université de Limoges/ENSCI.
2. Substances capables d'accélérer une réaction chimique. Ici les catalyseurs sont faits de matériaux céramiques.
3. Convention industrielle de formation par la recherche.
4. Lire CNRS Le Journal, n° 269, novembre-décembre 2012, pp. 32-33.

#### CONTACTS :

Sciences des procédés céramiques et de traitements de surface, Limoges

**Thierry Chartier**  
> [thierry.chartier@unilim.fr](mailto:thierry.chartier@unilim.fr)

Centre de recherche Claude-Delorme d'Air Liquide, Les Loges-en-Josas

**Pascal Del-Gallo**  
> [pascal.del-gallo@airliquide.com](mailto:pascal.del-gallo@airliquide.com)

Service partenariat et valorisation, Orléans

**Pierre de Ramefort**  
> [pierre.de-ramefort@dr8.cnrs.fr](mailto:pierre.de-ramefort@dr8.cnrs.fr)

Laboratoire des matériaux inorganiques pour procédés gaziers, Limoges

**Fabrice Rossignol**  
> [fabrice.rossignol@unilim.fr](mailto:fabrice.rossignol@unilim.fr)

**International** Très prisées par les jeunes scientifiques, les Rencontres des lauréats du prix Nobel de Lindau, qui se sont déroulées à la fin juin, étaient dédiées cette année à la chimie.

# Rendez-vous avec des Nobel

PAR EDDY DELCHER

« **Pour des jeunes comme nous, les lauréats du prix Nobel font figure de dieux, et nous n'osons quasiment pas nous asseoir à leurs côtés. Aussi est-ce extraordinaire de découvrir leur aspect humain !** », s'exclame Artur Ciesielski, un des seize jeunes doctorants ou post-doctorants français qui ont participé du 30 juin au 5 juillet derniers, grâce au CNRS<sup>1</sup>, aux 63<sup>e</sup> Rencontres des lauréats du prix Nobel de Lindau. Chaque été depuis le milieu des années 1950, des Prix Nobel et des jeunes apprentis-chercheurs talentueux venus du monde entier se réunissent dans cette ville du sud de l'Allemagne afin d'échanger idées et expériences, et d'aborder des sujets scientifiques d'intérêt planétaire. Cette année, ce forum unique en son genre était consacré à la chimie. Il a rassemblé 34 chercheurs nobélisés et 600 jeunes scientifiques.

## DES RENCONTRES D'EXCEPTION

Conférences et débats ont permis aux lauréats de présenter leurs recherches ou leurs points de vue sur de grands thèmes actuels, comme la conversion et le stockage de l'énergie chimique ou la chimie verte. Si les conférences, master classes et groupes de discussion constituent l'essentiel de la réunion, les soirées étaient consacrées à tisser des liens, notamment lors du dîner offert, dans divers restaurants de la ville, par les partenaires académiques de la Fondation Lindau, aux membres de leur délégation, en présence d'un Prix Nobel.

Ainsi, Roy J. Glauber, Prix Nobel de physique en 2005, a participé au dîner offert à la délégation française par Dominique Massiot, directeur de l'Institut de chimie du CNRS. Le physicien américain est un habitué des lieux : « *Ce rassemblement a connu un essor considérable au fil des années. Au début, seuls les Allemands étaient conviés. Désormais, les jeunes chercheurs viennent des quatre coins de la planète. Le niveau des étudiants est également meilleur, car de solides références sont maintenant requises pour participer.* »

L'enthousiasme est partagé par les jeunes scientifiques. « *Nous avons l'occasion d'écouter des gens dotés de qualités exceptionnelles*, explique David Portehault, du laboratoire Chimie de la matière condensée de Paris<sup>2</sup>. *Certains ont travaillé sans relâche pendant des années sans parvenir à aucun résultat, mais n'ont pas renoncé pour autant, et on les retrouve ici aujourd'hui. Cela nous apprend à croire en nous et nous montre l'exemple à suivre. Je m'en souviendrai longtemps.* » Artur Ciesielski, de l'Institut de science et d'ingénierie supramoléculaires<sup>3</sup> renchérit : « *Cet événement est extrêmement important, car j'ai l'impression qu'un manque chronique de communication sépare les anciennes et les nouvelles générations.* »

Pour Magali Gauthier, qui travaille sur les batteries au lithium à l'Institut des matériaux de Nantes Jean-Rouxel<sup>4</sup>, le meilleur moment a été sa rencontre avec Dan Shechtman, Prix Nobel de chimie en 2011 : « *Il a senti que nous étions un peu*

*tendus et nous a montré un tour de magie pour briser la glace. Ensuite, nous n'avons pas parlé de ses recherches, mais de l'impact du prix Nobel sur sa vie personnelle.* »

## SIGNATURE D'UN PROTOCOLE

Placées sous le signe du 50<sup>e</sup> anniversaire du Traité de l'Élysée, symbole de la réconciliation franco-allemande, ces 63<sup>e</sup> Rencontres ont aussi donné lieu à la signature d'un protocole d'accord entre le CNRS, le Conseil pour les Rencontres des lauréats du prix Nobel et la Fondation Lindau. En vigueur pendant trois ans, celui-ci donne un cadre à la participation française lors des prochaines réunions. L'édition 2014 sera consacrée aux domaines de la médecine-physiologie et des sciences économiques, et l'édition 2015 à des thématiques interdisciplinaires.

01 Cérémonie de clôture des 63<sup>e</sup> Rencontres des lauréats du prix Nobel de Lindau.  
02 Les Nobel Serge Haroche and Aaron Ciechanover.



1. Le CNRS est chargé de proposer des noms pour toutes les institutions françaises, la sélection étant ensuite effectuée par la Fondation Lindau.
2. Unité CNRS/UPMC/Collège de France/Chimie Paris Tech/EPHE.
3. Unité CNRS/Université de Strasbourg
4. Unité CNRS/Université de Nantes.

EN LIGNE  
> [www.lindau-nobel.org](http://www.lindau-nobel.org)

CONTACT :  
Direction Europe de la recherche  
et coopération internationale, Paris  
**Anne-Marie Brass**  
> [anne-marie.brass@cnrs-dir.fr](mailto:anne-marie.brass@cnrs-dir.fr)

**SA MISSION**

Concevoir, façonner et souffler avec une grande précision des pièces de verre pour des expériences de physique quantique. Il s'agit majoritairement de réceptacles (cellules sphériques, cylindriques, ampoules, etc.) qu'elle remplit de gaz rare ou de métal alcalin avant de les sceller sous vide.

**UN  
JOUR  
AVEC...**

# Florence Thibout, souffleuse de verre

PAR LAURIANNE GEFFROY

## 9 H 30 CHASSER LES DÉFAUTS

Dans les sous-sols de la faculté de Jussieu, à Paris, Florence Thibout, souffleuse de verre au Laboratoire Kastler-Brossel<sup>1</sup>, pousse la porte de son atelier. L'atmosphère y est étouffante. Cette nuit, le four est monté à 560 °C pour recuire les pièces de verre fabriquées la veille. Objectif : éliminer les zones de tension et de fragilité engendrées par les soudures. « *Le verre est un matériau fabuleux : inerte, transparent et isolant. Mais il est aussi capricieux quand on le transforme, s'amuse la jeune femme. Au moindre défaut de réalisation, il peut se fêler.* » Les objets qu'elle façonne, introuvables dans le commerce, sont réalisés sur mesure pour répondre aux exigences d'expériences de physique quantique dédiées aux atomes. Ils doivent respecter deux critères : une perfection de réalisation, parfois au 1/10<sup>e</sup> de millimètre près, et une propreté extrême.



À voir sur le journal en ligne : le film *Un souffle pour la science* et la suite du reportage **photo**.

## 11 H 00 CONCEVOIR UNE PIÈCE

Florence Thibout s'installe à son bureau pour finaliser la conception d'une nouvelle pièce : cinq sphères de 25 millimètres de diamètre reliées par un tube, dans lesquelles il faudra introduire quelques fractions de xénon et quelques gouttes de rubidium. Et, lorsqu'aucun modèle n'existe, elle doit s'inspirer d'anciennes publications. « *Je fais partie des trente souffleurs de verre qui se consacrent à la recherche scientifique en France, et je suis la seule dans mon domaine,* explique la jeune femme. *Les autres sont spécialisés en chimie.* » Difficile, donc, d'aller demander conseil à un collègue !

## 12 H 00 FAÇONNER LE MATÉRIAU

Une fois le schéma en tête, il faut se lancer. Florence Thibout chausse des lunettes bleues pour se protéger des lueurs de sodium émises par le verre en fusion, une lumière orange particulièrement éblouissante. Elle règle le mélange oxygène-propane de son chalumeau, saisit un long tube de verre creux et le plonge dans la flamme. Débute alors un travail d'orfèvrerie : elle étire le verre, le vrille, le souffle, le soude et le transforme en cellule cylindrique dotée d'une "queue de cochon" et d'un "queusot" pour le remplissage. « *Le verre est façonnable entre 1 000 et 1 200 °C. Ensuite, c'est très intuitif, et je me fie surtout à la texture du verre et à sa réactivité au moment du soufflage* », explique-t-elle. Grâce à des gestes maîtrisés, la pièce est parfaite. Une perfection de mise dans le monde de la physique quantique, où la moindre déformation optique viendrait fausser les mesures.

## 15 H 15 VALIDER DES PLANS

Sébastien Garcia, un doctorant, attend Florence Thibout à l'École normale supérieure, où le laboratoire est également hébergé. Il veut lui soumettre les plans de pièces à usiner : des cubes de verre pleins et percés qui, par un jeu de réflexion, devront diviser un faisceau laser pour en faire une "pince à atome". La souffleuse de

verre maison, sans qui de nombreux projets n'auraient jamais pu se concrétiser, devra faire quelques essais, mais valide d'ores et déjà la faisabilité de l'ouvrage.

## 16 H 20 REMPLIR UNE AMPOULE

Quelques étages plus bas se trouve l'étuve, indispensable pour débarrasser le verre de ses impuretés et augmenter la durée de vie des pièces. Une ampoule fraîchement étuvée – destinée aux expériences de Serge Haroche<sup>2</sup> sur les photons – est d'ailleurs prête au remplissage. Florence Thibout doit y transférer, sous vide, quelques grammes de rubidium. Pour cela, la jeune femme chauffe le dispositif à l'aide de son chalumeau : le métal argenté se vaporise en fines particules qui viennent se coller aux parois de l'ampoule. Mais attention à ne pas faire fondre le verre ! Elle doit donc marquer des pauses et répéter plusieurs fois l'opération. Au bout d'une heure et demie, la quasi-totalité des 5 grammes de rubidium sont enfin dans l'ampoule. Le moment pour Florence Thibout, éternelle perfectionniste, de sceller le réceptacle.

1. Unité CNRS/ENS/UPMC.

2. Prix Nobel de physique en 2012.

### CONTACT :

Laboratoire Kastler-Brossel, Paris  
**Florence Thibout**  
[florence.thibout@spectro.jussieu.fr](mailto:florence.thibout@spectro.jussieu.fr)

Événement

# Le CNRS lance les Fondamentales

Les Fondamentales, du 14 au 16 novembre, à la Sorbonne, à Paris – Forum ouvert à tous sur inscription – Renseignements, programme et réservations sur : <http://lesfondamentales.cnrs.fr/>

→ **« Que reste-t-il à découvrir? » C'est la vertigineuse question à laquelle vont tenter de répondre** les plus grandes personnalités de la recherche française lors des Fondamentales, forum organisé par le CNRS du 14 au 16 novembre à La Sorbonne, en association avec le journal *Le Monde*. Albert Fert, Jean Jouzel, Edgar Morin, Françoise Héritier, Jean Weissenbach, Philippe Descola, Anne-Marie Lagrange ou encore Jean Tirole... Ils seront plus d'une centaine à venir expliquer leurs recherches, décrire les nouvelles frontières de la science, mais aussi ce qui les tient en haleine dans leur propre quête scientifique.

« La récente découverte du boson de Higgs a démontré une fois de plus l'intérêt du grand public pour les grandes énigmes scientifiques, rappelle Brigitte Perucca, directrice de la communication du CNRS. Pourtant, on a le sentiment que les citoyens restent à distance de la recherche fondamentale. Son poids, sa portée, les engagements qu'elle suppose dans un pays comme la France sont peu visibles et encore moins débattus. Les Fondamentales ont pour but de pallier ce manque. »

Le programme de la manifestation reflète cette ambition. Durant deux jours, les échanges se succéderont à un rythme élevé, en simultané dans plusieurs salles de l'université et sous des formats différents. Les « ateliers » réuniront, autour d'une thématique large, une palette de quatre ou cinq chercheurs de haut niveau qui apporteront chacun leur

vision sur le cerveau, l'origine de la vie ou encore les nano-objets. Ils proposeront aussi une plongée dans la « société bleue », selon l'expression retenue à la conférence Rio + 20 pour souligner la volonté internationale de faire des océans un nouveau pilier du développement durable, océans dont on connaît encore si peu de chose...

Le forum proposera également une série de rendez-vous baptisés « en perspective ». Organisés autour de deux ou trois chercheurs, ces débats mettront en scène des défis scientifiques tels l'information quantique, les nouvelles pistes



© C. FRÉLILION/CNRS PHOTO THÈQUE



© E. PERRINONIS/PHOTO THÈQUE



© J. DOLAN/CNRS PHOTO THÈQUE

sur l'origine des pathologies mentales, le *big data*, l'impact des séries télévisées sur notre société, les chemins de la robotique, etc. Sans oublier cette grande première, le jeudi soir, en ouverture du forum : le grand public pourra assister à la remise de la médaille d'or du CNRS, la plus haute distinction scientifique française.

En parallèle et en *off*, les Fondamentales offriront également au public des projections de film, des *speed dating* avec les scientifiques présents ainsi qu'une série de mini-conférences historiques sur la physique, la biologie, l'écologie et l'environnement, etc.

La programmation foisonnante et prestigieuse de la manifestation permettra-t-elle de dresser l'inventaire de ce qu'il reste à découvrir? « En posant cette question, nous avons bien évidemment conscience



À voir sur le journal en ligne : la bande-annonce du forum.



© X. PIERRE/CNRS



© O. JACQUET UNIVERSITE PARIS-SORBONNE



© E. DURAND/CNRS PHOTOHERQUE



© METEOSAT/ESA

qu'elle ne peut avoir de réponse complète et définitive, répond Brigitte Perucca. Mais c'est "la" question que tous les scientifiques se posent, et qui les fait avancer. Avec ce forum, nous voulons les amener à partager cette curiosité qui guide sans cesse leur travail de recherche.»

**M.R.**

→ À la Sorbonne, le grand public pourra participer à des débats sur des thèmes allant du *big data* au cerveau en passant par les nano-technologies, les océans et le système Terre, et assister à la remise de la médaille d'or du CNRS.

## LIVRE | Le Développement durable à découvert

Agathe Euzen, Laurence Eymard et Françoise Gaill (dir.), préface d'Alain Fuchs, CNRS Éditions, 364 p., 39 €

→ Permettre à la fois le progrès économique, la justice sociale et la préservation de l'environnement pour les

générations présentes et futures. C'est là l'objectif du développement durable, consacré lors du Sommet de la Terre, à Rio, en 1992.

Vingt ans après, ces objectifs sont-ils encore réalistes? Le concept de développement durable assurera-t-il réellement l'avenir de l'humanité ou est-ce du simple marketing?

Et surtout, comment nos sociétés peuvent-elles continuer à se développer sur une planète dont les ressources sont par nature limitées? Trois chercheuses du CNRS ont réuni 190 spécialistes pour répondre à ces interrogations et montrer l'incroyable complexité du système dans lequel nous vivons. Biologie, physique, économie, sociologie, agronomie, écologie...

De nombreuses disciplines sont convoquées. En près de 150 articles, de l'accès aux ressources à la formation des jeunes en passant par les technologies ou la gouvernance politique, toutes les facettes de la notion de développement durable sont explorées et décryptées par les travaux de recherche les plus récents.

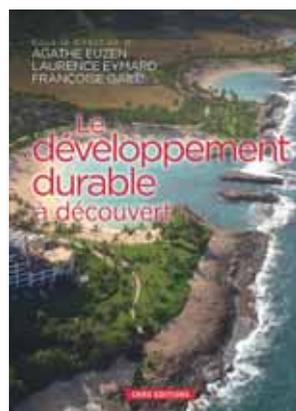
Un ouvrage de référence pour construire la société de demain.

Un ouvrage de référence pour construire la société de demain.

Un ouvrage de référence pour construire la société de demain.

Un ouvrage de référence pour construire la société de demain.

Un ouvrage de référence pour construire la société de demain.



## LIVRES |

### La Jordanie contestataire. Militants islamistes, nationalistes et communistes

Pénélope Larzillière, Actes Sud/Sinbad, « L'actuel », 248 p., 24 €  
Une enquête de terrain dans un pays « doté d'un régime autoritaire qui se donne comme une monarchie constitutionnelle » et que la vague de contestation dans le monde arabe n'a pas épargné.

### Les Bonnes Feuilles du Jardin des plantes

Présenté par Philippe Taquet, Artlys/MNHN, 112 pages, 15 €  
Président de l'Académie des sciences, Philippe Taquet a sélectionné une quarantaine de textes, de Musset à Gide en passant par Proust ou Rilke, qui rendent hommage au Jardin des plantes, à Paris.

### La Mystique de la croissance. Comment s'en libérer

Dominique Méda, Flammarion, coll. « Documents et essais », 264 p., 17 €  
Un essai sur la nécessité de repenser nos sociétés dévouées à la sacro-sainte croissance, alors que les ressources de la Terre ne sont pas infinies, et sur celle de rompre avec la domination de l'économie sur le monde.

### Géographie des homophobies

Arnaud Alessandrin et Yves Raibaud (dir.), Armand Colin, coll. « Recherches », 286 p., 27 €  
Cet ensemble de textes, rédigés par des chercheurs et des militants, révèle le rôle important que joue l'espace dans les expériences de discriminations et comment la géographie sociale permet de voir les homophobies sous un angle nouveau.

### Classes préparatoires.

#### La fabrique d'une jeunesse dominante

Muriel Darmon, La Découverte, coll. « Laboratoire des sciences sociales », 324 p., 24 €  
Une enquête ethnographique de grande ampleur sur les classes préparatoires scientifiques et économiques. L'auteur y démontre comment ces institutions, parfois critiquées, parfois portées aux nues, transforment les élèves pour en faire des membres d'une classe dominante.

## SOIRÉES-DÉBATS |

**Des Jacobins à la Boule : Toulouse et ses atomes**

Du 27 septembre au 13 octobre, Temple protestant, place du Salin, Toulouse - [www.lanovela.fr](http://www.lanovela.fr)

→ À l'occasion de la 5<sup>e</sup> édition du festival toulousain La Novela, cinq soirées-débats seront consacrées à la théorie des atomes, du Moyen Âge à nos jours.



Christian Joachim et Olivier Guillermet, du Centre d'élaboration de matériaux et d'études structurales<sup>1</sup>, relateront l'histoire de la microscopie électronique. La soirée se poursuivra par une expérience en direct, diffusée sur Internet : la télémanipulation d'une seule molécule par le microscope à effet tunnel installé dans la Boule de Ranguel.

1. Lire « À Toulouse, on jongle avec les atomes », CNRS Le journal, n° 272, pp. 34-35.

## DVD |

**Pygmées Baka, le grand virage**

Réalisé par Laurent Maget, produit par CNRS Images et l'IRD, 39 min, 20 € (usage privé) - <http://videotheque.cnrs.fr>

→ À l'est du Cameroun, regroupés en bord de piste près d'un dispensaire, cernés par les

déforestations et la création de mines de cobalt, des Pygmées Baka tentent de faire face au choc d'une modernité à laquelle rien ne les a préparés. Travaillant avec eux dans le village de Moangue-Le Bosquet depuis de nombreuses années, anthropologues et cinéaste font le constat de cette mutation. Une équipe multidisciplinaire a collecté des données pendant six ans pour étudier la croissance des groupes Baka afin de bâtir un concept d'écologie humaine fondé tant sur l'adaptation culturelle que génétique.



Ce film est à voir sur le journal en ligne.

## NOUS Y ÉTIONS |

**Le quai Branly revisite l'ethnologie**

Les 29 et 30 juin, plus de 17 000 visiteurs se sont laissés surprendre par l'ethnologie en explorant le XXI<sup>e</sup> siècle par son prisme lors du week-end que lui a consacré le musée du quai Branly, à Paris. Avec pour principe de faire redécouvrir une discipline sur laquelle courent certains fantasmes : « Pour bon nombre de gens, les ethnologues se consacrent aux Indiens coupeurs de tête, constate Stéphane Martin, le président du musée, à l'initiative de l'événement. Nous avons voulu montrer que l'ethnologie n'est pas le recensement d'un catalogue de comportements exotiques, mais une technique consistant à recueillir un maximum d'expériences humaines différentes. Elle nous permet de comprendre, de relativiser nos propres problèmes et, je l'espère, de construire notre futur. »

**UN PROGRAMME TRÈS RICHE**

Au menu de ce week-end studieux et ludique, d'innombrables activités : lecture, par des personnalités d'horizons divers, d'une centaine d'extraits d'ouvrages d'ethnologie, haltes musicales



→ Au cœur du musée, à proximité des œuvres, les visiteurs ont pu écouter des extraits d'ouvrages majeurs d'ethnologie.

au jardin fondées sur la collection d'ethnomusicologie, projection d'une vingtaine de documentaires, commentaires d'œuvres rapportées de missions, mais aussi ateliers pour faire découvrir aux jeunes le métier.

« Durant quatre grandes conférences, noyau dur du programme, des personnalités à la maturité de leur carrière ont traité de sujets d'actualité », complète Stéphane Martin : Maurice Godelier a montré que les systèmes de parenté et les

## EXPOSITION |

# Infinités plurielles

À partir du 27 septembre, à Besançon, à Paris, puis dans toute la France.

→ Elles sont chimistes, astrophysiciennes, mathématiciennes, biologistes... Cent quarante femmes parlent de science, de leur parcours, de leur métier, de leurs rêves... Réalisée par l'artiste Marie-Hélène Le Ny, en collaboration avec le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, cette série de portraits sonores sera dévoilée au public le 27 septembre, à Besançon, lors de la Nuit des chercheurs, puis le 5 octobre,

à Paris, lors de la Nuit blanche. Une partie de l'œuvre sera également exposée pendant la Fête de la science, du 9 au 13 octobre, avant de poursuivre son chemin sur les routes de France en 2014 et en 2015.



→ Ces femmes ont accepté de livrer leurs confidences scientifiques à l'artiste Marie-Hélène Le Ny.

formes de famille étaient multiples à travers les époques et les cultures, Daniel Fabre a évoqué la chanson populaire, Carlo Severi, l'art abstrait, et Philippe Descola, médaille d'or du CNRS en 2012, la crise écologique et la crise des natures.

## DE BELLES SURPRISES

Toutes ces activités ont affiché complet, avec mention spéciale pour les enquêtes de terrain où de jeunes, et moins jeunes, chercheurs ont présenté leurs travaux « au cours d'interventions courtes, incisives et claires », souligne Vanessa Manceron, du Laboratoire d'ethnologie et de sociologie comparative, à Nanterre, qui travaille sur les naturalistes amateurs anglais et leur rôle dans la protection de la biodiversité. Les thèmes de ces ateliers, qui se rapportent aussi bien au scoutisme qu'aux rituels néopâtiens, aux pratiques financières ou à l'échographie, ne pouvaient qu'éveiller la curiosité.

« L'accent de la manifestation, mis sur la notion de surprise, m'a paru pertinent, explique Stéphane Rennesson, de l'Institut interdisciplinaire d'anthropologie du contemporain, à Paris, en ce qu'il invitait

à partager ce qui fait le sel de notre métier et ce qui en constitue peut-être le ressort méthodologique le plus efficace. En effet, à mes yeux, la pratique de l'anthropologie consiste essentiellement à cultiver une capacité à s'étonner, à se laisser toucher, voire déranger, par l'étrangeté qui accompagne souvent le sentiment d'altérité. » Et quoi de plus curieux que les combats d'animaux, scarabées, oiseaux et poissons, sur lesquels il travaille en Thaïlande!

« Ce week-end a permis de témoigner de l'apparition de nouveaux objets de recherche, développe le chercheur. Les ethnographes essaient dorénavant de décrire la manière dont les humains font l'expérience de l'altérité avec tout ce qui peuple notre monde, les autres humains bien sûr, mais aussi les autres animaux, les végétaux, les techniques, la matière, les êtres "invisibles", telles les institutions, etc. ». Et Vanessa Manceron de conclure : « L'ethnologie a des choses à dire sur les sociétés occidentales contemporaines. Notre discipline est dynamique, vivante et accessible. Elle ne craint pas de s'aventurer sur des terrains nouveaux. » C'est sûr, l'ethnologie en aura, ce week-end-là, surpris plus d'un! **S.A.**

## LIVRES |

### La Mélodie du tic-tac et autres bonnes raisons de perdre son temps

Pierre Cassou-Noguès, Flammarion, 304 p., 18 €  
Mêlant fiction et théorie, l'auteur dresse un panorama des situations où l'on perd son temps et fait le pari que "traîner" rend possible les expériences de pensée, en d'autres termes, la philosophie.

### Voyager dans l'espace

Yaël Nazé, CNRS Éditions, 140 p., 22 €  
À 100 kilomètres à peine au-dessus de nos têtes se trouve l'espace. Pourtant, l'atteindre et le parcourir n'est pas une mince affaire. L'astrophysicienne Yaël Nazé nous explique comment l'homme a réussi cette prouesse.

### L'Événement Socrate

Paulin Ismard, Flammarion, coll. « Au fil de l'histoire », 304 p., 21 €  
Spécialiste d'histoire grecque, Paulin Ismard décrypte l'un des procès les plus connus en Occident, qui vit le philosophe Socrate condamné à mort pour avoir rejeté les dieux traditionnels et corrompu la jeunesse.

### Tous malades?

#### Un médecin répond aux questions qui dérangent

Jean-Pierre Ollivier, CNRS Éditions, coll. « Le banquet scientifique », 240 p., 19,50 €  
Le cholestérol, le sport, les médecines traditionnelles... Le cardiologue Jean-Pierre Ollivier répond avec clarté et bon sens aux questions que, en tant que patients, nous nous posons tous.

## APPEL |

### Festival du film de chercheur

Organisée par le CNRS et l'université de Lorraine, la 15<sup>e</sup> édition du Festival du film de chercheur se tiendra à Nancy du 10 au 15 juin 2014. La compétition est ouverte à toutes les productions dans lesquelles des acteurs de la recherche sont impliqués. Les films, en français ou sous-titrés, doivent avoir été réalisés entre le 1<sup>er</sup> janvier 2012 et le 30 novembre 2013. Participez à la compétition en inscrivant vos productions jusqu'au 30 novembre 2013 à l'adresse : > [www.filmdechercheur.eu](http://www.filmdechercheur.eu)

## MANIFESTATION |

**Claude Bernard, d'hier à aujourd'hui**

Jusqu'à la fin 2013, partout en France –  
<http://claudebernard2013.univ-lyon1.fr>

et [www.bnf.fr](http://www.bnf.fr)

→ **Le 12 juillet 1813 naissait Claude Bernard. Pour fêter le bicentenaire de sa naissance**, l'université Claude-Bernard-Lyon-I et ses partenaires consacrent de nombreux événements au célèbre médecin et physiologiste, expérimentateur de génie. Conférences, ateliers, soirées-débats et bien

d'autres événements auxquels participeront les chercheurs du CNRS émailleront cette fin d'année. À signaler, également, sa bibliographie complète préparée par la Bibliothèque nationale de France, disponible sur Internet.



→ L'aura lumineuse et sonore qui entoure ces visiteurs fluctue en fonction de leurs mouvements.

## INSTALLATION |

**Tropique**

Du 10 octobre au 10 novembre, Fondation Vasarely, Aix-en-Provence – [www.mp2013.fr](http://www.mp2013.fr)

→ **Durant plusieurs mois, l'artiste plasticien Étienne Rey a bénéficié d'une résidence au sein de l'Institut méditerranéen de recherches avancées, une fondation d'Aix-Marseille Université. Il y a travaillé avec Laurent Perrinet, chargé de recherche CNRS à l'Institut de neurosciences de la Timone. Fruit de cette collaboration, l'installation immersive Tropique plonge le visiteur dans un espace dynamique de son et de lumière, sculpté par un système qui réagit aux mouvements des personnes.**



## DVD |

**Au pays du conte**

Réalisé par Alexandra Ena, produit par CNRS Images, 32 min, 20 € (usage privé)  
 – <http://videotheque.cnrs.fr>

→ **Suzy Platiel, ethnolinguiste et africaniste, explique dans ce film ce qui l'a amenée à travailler sur le conte**, à étudier sa fonction dans les sociétés à tradition orale (en particulier chez les Sanan du Burkina Faso) et à intervenir, dès les années 1980, dans les écoles en France pour le diffuser comme outil d'éducation permettant de recréer du lien social. Ainsi, des enseignants exposent leur pratique du conte et démontrent que, pour leurs élèves, se mettre à raconter à leur tour, c'est partager, établir une relation avec l'autre, transmettre, tout en développant la capacité d'écoute et de concentration.



Ce film est à voir sur le journal en ligne.

**cnrs**  
le journal

Rédaction : 3, rue Michel-Ange – 75794 Paris Cedex 16  
 Téléphone : 01 44 96 53 88  
 Mél. : [journal-du-cnrs@cnrs-dir.fr](mailto:journal-du-cnrs@cnrs-dir.fr)  
 Le journal en ligne : [www2.cnrs.fr/journal/](http://www2.cnrs.fr/journal/)

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

Rédacteur en chef : Matthieu Ravaut Chefs de rubrique : Fabrice Demarthon, Charline Zeitoun  
 Rédactrices : Claire Debôves, Alexandra Dejean Assistante de la rédaction et fabrication : Laurence Winter  
 Ont participé à ce numéro : Stéphanie Arc, Émilie Badin, Denis Delbecq, Eddy Delcher, Laure Cailloce, Grégory Fléchet, Laurianne Geffroy, Matthieu Grousson, Vahé Ter Minassian

Secrétaire de rédaction : Isabelle Grandrieux Conception graphique : Céline Hein Iconographie : Anne-Emmanuelle Héry  
 Couverture : Michel Ramonet, LSCE/CNRS Photographie : 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](mailto: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.





# « Au cœur de la forêt de Barbeau, en Seine-et-Marne, nous entourons le feuillage d'un jeune chêne de 10 mètres d'une chambre étanche dans laquelle nous allons injecter du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) marqué au carbone 13. Grâce à ce traceur, nous pourrions suivre l'absorption du CO<sub>2</sub> par l'arbre via la photosynthèse, puis la transformation du carbone en sucres et en amidon qui serviront à sa croissance. Enfin, nous étudierons son rejet dans l'atmosphère après dégradation de ces sucres, puisque les arbres aussi respirent. S'il existe des modèles prédisant le circuit du carbone dans l'arbre, c'est la première fois qu'un protocole expérimental est monté *in situ*, soit 26 arbres suivis dans trois sites différents : des chênes en Seine-et-Marne, des hêtres en Lorraine et des pins maritimes en Aquitaine. Première surprise, la vitesse à laquelle le carbone se diffuse : on retrouve son signal dans le tronc au bout de 4 à 5 heures à peine, et dans les racines au bout de 24 heures. Lorsque tous les résultats seront analysés, nous en saurons plus sur la façon dont les forêts piègent le carbone de l'atmosphère. »

DANIEL BERVEILLER, RESPONSABLE INSTRUMENTATION  
AU LABORATOIRE ÉCOLOGIE, SYSTÉMATIQUE ET ÉVOLUTION  
(UNITÉ CNRS/UNIVERSITÉ PARIS-SUD/AGRO PARIS TECH).



A voir sur le journal en ligne : les photos des  
recherches menées en forêt de Barbeau.

# LES FONDAMENTALES

## Le forum du CNRS

En association avec **Le Monde**



Que reste-t-il à découvrir ?

Rendez-vous avec les sciences à Paris, les 14, 15 et 16 novembre 2013 à la Sorbonne

Entrée libre sur inscription [www.cnrs.fr/lesfondamentales](http://www.cnrs.fr/lesfondamentales)



MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE

île de France

MAIRIE DE PARIS

AIR LIQUIDE

SAFRAN

FONDATION EADS

L'INSTITUT RECHERCHE PARFUMS & COSMÉTIQUES

casden

ABG  
L'Intelligence

innédiats

SCIENCE