



ÉVÉNEMENT
**On a détecté
des ondes
gravitationnelles**

Didier Fassin,
portrait d'un
anthropologue
engagé

Enquête sur
**la fabrique
de la
personne**

Et si
on faisait
planer
le solaire ?

Semaine du Cerveau

14-20 mars 2016

EN EUROPE ET DANS PLUS
DE 30 VILLES EN FRANCE

MANIFESTATION GRAND PUBLIC GRATUITE
COORDONNÉE PAR LA SOCIÉTÉ DES NEUROSCIENCES

Le CNRS, PARTENAIRE
DE LA SEMAINE DU CERVEAU

PLUS D'INFORMATIONS SUR :
www2.cnrs.fr/public



EXPOSITIONS

CINÉ-DÉBATS

CAFÉ SCIENCES

ATELIERS

RENCONTRES

CONFÉRENCES

ATELIERS

CAFÉ SCIENCES

ANIMATIONS SCOLAIRES

CONSULTEZ LE PROGRAMME COMPLET

www.semaineducerveau.fr



Cerveau
& Psycho

Inserm



INRA

FRC
Fédération pour la
Recherche sur le Cerveau
frcneurodon.org

START UP CONNEXION

Les rencontres investisseurs et chercheurs-entrepreneurs

ÉDITION #2

LES 24 ET 25 MARS 2016
PALAIS DES CONGRÈS • PARIS

www.rue-aef.com/sc2016/

Rendez-vous aux
RUE 2016

Salon
professionnel de
l'Enseignement
supérieur, de la
Recherche et de
l'Innovation



Rédaction :

3, rue Michel-Ange – 75794 Paris Cedex 16

Téléphone : 01 44 96 53 88**E-mail :** lejournald@cnrs.fr**Le site Internet :** <https://lejournald.cnrs.fr>**Anciens numéros :**<https://lejournald.cnrs.fr/numeros-papiers>**Gérer son abonnement au journal
(pour les agents du CNRS) :**<https://lejournald.cnrs.fr/abojournal>**Directeur de la publication :**

Alain Fuchs

Directrice de la rédaction :

Brigitte Perucca

Directeur adjoint de la rédaction :

Fabrice Impériali

Rédacteur en chef :

Mathieu Ravaut

Chef de rubrique :

Charline Zeitoun

Rédacteurs :

Anne-Sophie Boutaud, Laure Cailloce,

Claire Debôves, Yaroslav Pigenet

**Assistante de la rédaction
et fabrication :**

Laurence Winter

Ont participé à ce numéro :

Lydia Ben Ytzhak, Jean-Philippe Braly,

Guillaume Brionnet, Marie Chadefaux,

Audrey Diguët, Grégory Fléchet,

Sylvain Guilbaud, Denis Guthleben,

Francis Lecompte, Louise Mussat,

Philippe Nessmann

Secrétaire de rédaction :

Isabelle Grandrieux

Conception graphique :

Céline Hein

Iconographes :

Anne-Emmanuelle Héry,

Marie Mabrouk

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.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.

Le 18 novembre 2015, le CNRS a lancé un appel à la mobilisation de la communauté scientifique pour explorer les questions posées à nos sociétés par les attentats et leurs conséquences, et ouvrant la voie à des solutions nouvelles – sociales, techniques, numériques. Trois mois après, je constate que la mobilisation a été à la fois immédiate et massive. L'appel a suscité plus de 300 réponses dont 260 projets de recherche, émanant principalement de cette large sphère des sciences sociales et des humanités, interpellées au premier chef par des questions qui taraudent un corps social meurtri par la violence terroriste. Ce faisant, la recherche est à sa place.

Processus et trajectoires de radicalisation, politiques publiques de l'anti-terrorisme, analyse du rôle des médias, fouille et traitement des données pour détecter et prévenir, apports de la psychologie individuelle et sociale et des neurosciences pour comprendre les phénomènes d'endoctrinement : ces projets couvrent un large éventail de recherches, théoriques et de terrain, les premières ne s'opposant pas aux secondes. Certains projets portent en eux-mêmes une volonté de transfert des connaissances fondamentales vers la décision publique, car ils sont construits avec des représentants des services publics d'éducation, de santé, de sûreté. De nombreuses propositions de films,

de livres, de colloques témoignent de l'ancrage des scientifiques dans la société et de leur désir de partager leurs savoirs. Pour tous, la qualité des projets est à la hauteur de l'engagement des personnes ou des équipes qui les ont déposés : élevée, prometteuse et inventive ; elle préfigure des résultats de recherches foisonnants et inédits.

Nous avons été entendus au-delà de nos frontières hexagonales et notre proposition a trouvé un écho inattendu auprès d'institutions étrangères en quête de nouvelles approches du phénomène global de la violence. J'y vois une confirmation de plus de la force et de la valeur du réseau de la recherche française à l'international, incarnée par les Unités mixtes internationales et les

Umifre¹ du CNRS, vivant souvent au cœur de notre terrible actualité et nombreuses à déposer des projets. Nous avons aussi été entendus au-delà des laboratoires, comme le montrent les lettres d'encouragement et de soutien de simples citoyens.

Cet appel ne surgissait pas du néant. En janvier 2015, en tant que président de l'alliance Athéna², j'avais eu l'occasion de rappeler les nombreuses recherches existantes sur la radicalisation et la nécessité de les engager dans la société. La mobilisation de la recherche sur toutes ces questions doit s'inscrire dans la durée, comme le rappelle la communauté scientifique elle-même.

Par Alain Fuchs,
président du CNRS



© F. VERNHET/CNRS PHOTOTHÈQUE

1. Unités mixtes-Instituts français à l'étranger.

2. Alliance thématique nationale des sciences humaines et sociales.



© T. VERGOZ/OSU-REUNION/CNRS PHOTOTHÈQUE

GRAND FORMAT

13

La fabrique de la personne	14
À La Réunion, un œil sur l'atmosphère	26
Donner du sens à la mécanique quantique	32

6

Anne-Virginie Salsac
et la petite mécanique
du corps humain



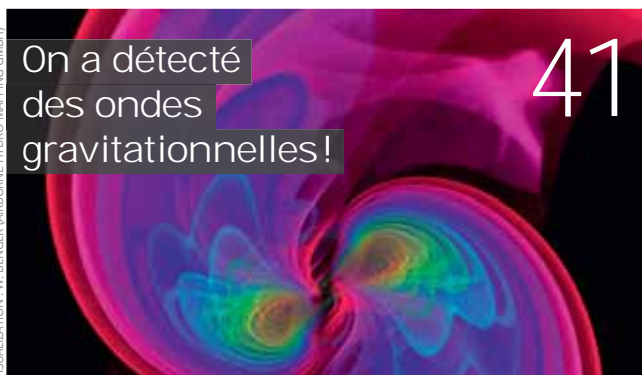
© M. BEAUDET

EN PERSONNE 5

Anne Peyroche, nouvelle directrice générale déléguée à la science	8
Maud Boyet, géochimiste en ébullition	9
Didier Fassin, anthropologue engagé	10
Reynald Pain nommé directeur de l'Institut national de physique nucléaire et de physique des particules	12

On a détecté
des ondes
gravitationnelles!

41



© NUMERICAL-RELATIVISTIC SIMULATION: S. OSSOKINE, A. BUONANNINO (MAX PLANCK INSTITUTE FOR GRAVITATIONAL PHYSICS SCIENTIFIC VISUALIZATION); W. BIEGER (AIRBORNE HYDRO MAPPING GMBH)

EN ACTION 37

Batterie sodium-ion : le retour en force	38
Les moineaux des villes en péril	40
Grande première à Singapour	42
Un nouvel élan pour la valorisation	44
La révolution métagénomique	46
Un plan pour intégrer le handicap	48
Une maquette géante pour comprendre les inondations	49
Clap de fin pour un pionnier des particules	50
Des réseaux très sociaux	52
Rivesaltes, mémoire de l'internet	54

Et si on faisait
planer le solaire...

62

© 2015-2016 PISCIENCEFR/
G. CIRADE POUR CNRS LE JOURNAL

LES IDÉES 55

Comprendre « le piège Daech »	56
Le fructose, un additif problématique ?	59
COP21 : ce qu'en pensent les chercheurs	60

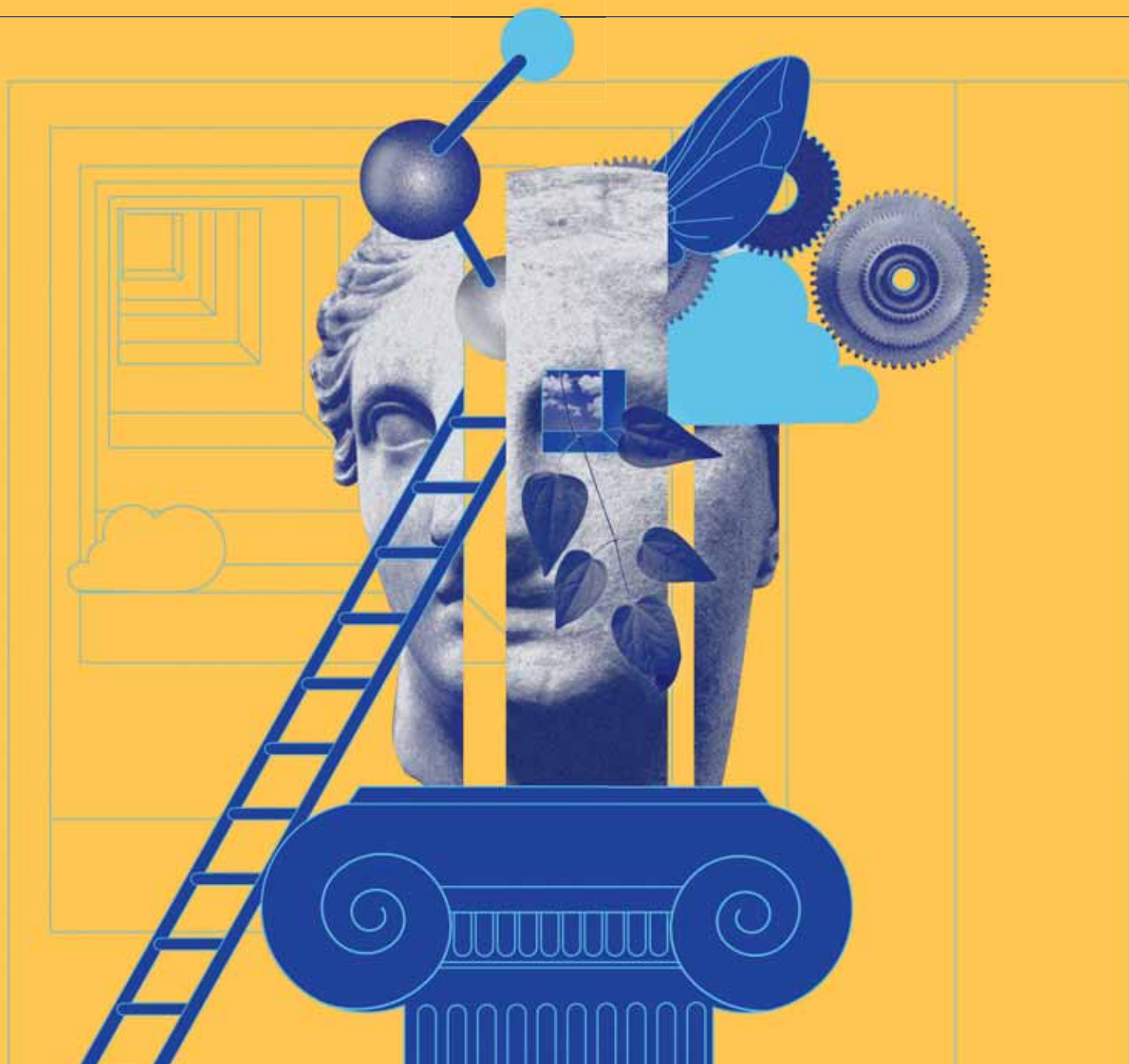
CARNET DE BORD

Timothée Poupart nous raconte un souvenir de recherche ... 64

LA CHRONIQUE DE DENIS GUTHLEBEN

Georges Charpak, 12 cm² d'histoire ... 66

EN PERSONNE



*Rendez-vous avec une biomécanicienne
qui a la modélisation dans le sang, une
géochimiste en ébullition et un anthropologue
engagé bientôt honoré en Suède.*

ILLUSTRATION : EMILY FORGOT/MONSIEUR L'AGENT



Anne-Virginie Salsac et la petite mécanique du corps humain

PAR LOUISE MUSSAT

VIVANT 

Bioingénierie. Cette lauréate 2015 de la médaille de bronze du CNRS est une référence mondiale dans son domaine : la biomécanique des fluides appliquée à la santé. Portrait.

Tout, chez elle, trahit l'épicurienne : cet air enjoué qui ne quitte jamais son visage, un rire à la moindre occasion, le plaisir avec lequel elle déguste les plats dans ce petit restaurant parisien, situé à côté de l'hôpital où elle vient de rendre visite à l'un de ses stagiaires. Rien, en revanche, ne trahit ses 38 ans. Depuis les classes préparatoires scientifiques, elle a fait du chemin. Responsable de l'équipe Interactions fluides structures biologiques au laboratoire Biomécanique et bioingénierie¹ de l'université de technologie de Compiègne (UTC), Anne-Virginie Salsac est lauréate de la médaille de bronze du CNRS pour l'année 2015.

Elle vient aussi d'être doublement primée aux trophées Femmes en or, puisqu'elle a reçu le trophée de l'innovation ainsi que celui du public.

C'est que la chercheuse est l'un des fers de lance d'une discipline encore jeune en France, mais déjà très prometteuse : l'ingénierie adaptée au corps humain. Sur ordinateur, via des simulations numériques, ou sur la paillasse, à l'aide de reproductions en verre ou en résine de portions de vaisseaux sanguins, elle modélise les écoulements vasculaires. Elle s'est en particulier spécialisée dans l'étude des microcapsules, qui consistent en des gouttes protégées par une membrane élastique. Elle étudie aussi bien les écoulements et déformations des microcapsules naturelles, comme les globules rouges, qu'artificielles, dont le rôle est de servir de vecteur pour transporter, par exemple, des médicaments.

Sa spécialité : l'étude des écoulements

L'encapsulation est déjà très utilisée dans l'industrie (pour la cosmétique, l'agroalimentaire...), car ce procédé permet de protéger des agents actifs et, ainsi, de prolonger leur durée de vie. En médecine, cette technique promet une révolution. « L'utilisation de micro- ou de nano-vecteurs ouvre la voie à des techniques thérapeutiques beaucoup mieux ciblées, précise la chercheuse. Avec elles, on peut agir uniquement sur les organes malades et diminuer drastiquement les effets

1. Unité CNRS/UTC. 2. Unité CNRS/École polytechnique.

Son parcours en 6 dates

- | | |
|---|---|
| <p>1977 Naît à Strasbourg</p> <p>1999 Part à l'University of California San Diego pour la dernière année du diplôme d'ingénieur et poursuit par un PhD</p> <p>2005 Docteur en biomécanique des fluides</p> | <p>2011 Codirectrice puis directrice (2015) de l'équipe Interaction fluides structures biologiques de l'UTC</p> <p>2014 Professeure invitée à la Queen Mary University of London</p> <p>2015 Lauréate de la médaille de bronze du CNRS</p> |
|---|---|

secondaires. On peut aussi contrôler le largage des molécules actives, soit grâce aux propriétés intrinsèques des capsules (porosité, élasticité...), soit via un stimulus extérieur qui provoque leur rupture, par exemple des ultrasons. De cette façon, on choisit quelle quantité administrer, à quel moment de la journée. Bref, il est possible d'augmenter considérablement l'efficacité d'un traitement et d'optimiser les quantités de médicament délivrées. »

Une physicienne venue à la biologie

La médecine et la biologie, Anne-Virginie Salsac a toujours eu cela dans le sang : « *Gamine, je devorais des livres sur le corps humain (en plus de ceux sur l'archéologie et l'histoire !)* », se souvient-elle. Pourtant, ce n'est pas la trajectoire qu'elle emprunte après le bac. « *J'avais trop de centres d'intérêt pour ne me consacrer qu'à la médecine. Tout m'intéressait !* » Tout aussi lui était accessible. Admise à Sciences Po Strasbourg, elle opte pour les classes préparatoires scientifiques, avant d'intégrer l'École nationale supérieure d'hydraulique et de mécanique de Grenoble. De formation,

de modéliser les échanges thermiques entre le sang et une solution saline à 32 °C, injectée par cathéter pour provoquer l'hypothermie et ainsi ralentir le métabolisme en cas d'AVC ou de crise cardiaque. »

Dès lors piquée par le virus de la recherche et lauréate d'une bourse proposée par UCSD, Anne-Virginie Salsac poursuit sa route avec une thèse sous la codirection de Juan Lasheras et de Jean-Marc Chomaz, du Laboratoire d'hydrodynamique², à Palaiseau. Lors de ces cinq années, elle tâche de comprendre comment les écoulements sanguins évoluent au cours de la croissance des anévrismes aortiques abdominaux (dilatation de l'aorte), en réalisant des expériences in vitro dans des moules d'anévrisme. « *Cette codirection avec Jean-Marc Chomaz m'a permis de me familiariser avec le système de recherche français, que je ne connaissais pas* », explique la chercheuse. Et de préparer un retour dans l'Hexagone.

De San Diego à... Compiègne

En 2005, elle soutient son mémoire de doctorat et embraye, l'année suivante, sur un postdoctorat à l'École polytechnique, toujours sur l'anévrisme. À cette époque, elle postule au CNRS, sans succès, mais elle est recrutée comme *lecturer* en biomécanique à l'University College London. Déterminée, elle retente sa chance auprès du CNRS dès l'année suivante et obtient un poste au sein de l'institution scientifique française à Compiègne. « *Lorsque j'ai passé mon entretien d'embauche au CNRS, on m'a littéralement demandé "Mais pourquoi Compiègne ?"* », se souvient Anne-Virginie Salsac. *Mais parce qu'au laboratoire Biomécanique et bioingénierie, j'avais l'opportunité de relever un nouveau challenge, de sortir de ma zone de confort : m'attaquer à la compréhension des écoulements non plus dans les grands vaisseaux, comme les artères, ce que je faisais jusqu'à présent, mais dans les microcanaux. Aujourd'hui, je suis comblée, j'y fais de la recherche tant fondamentale qu'appliquée, tout en dirigeant actuellement six doctorants, je continue de voyager et je m'implique dans la vie locale de ma commune, notamment via le théâtre.* » D'ailleurs, Anne-Virginie Salsac doit se hâter de terminer son thé au lait et son carré de chocolat pour rentrer à Compiègne, car ce soir elle a une répétition. Dans une troupe de théâtre locale, elle tient le rôle de la maîtresse. Un rôle qu'elle trouve très savoureux. ||

“L'utilisation de microcapsules ouvre la voie à des techniques thérapeutiques beaucoup mieux ciblées.”

l'actuelle experte des écoulements sanguins est donc physicienne, spécialiste de mécanique des fluides. L'envie de faire de la recherche en bioingénierie ne s'imposera qu'en traversant l'Atlantique, et par un heureux hasard.

En 1999, l'étudiante grenobloise débarque à l'University of California San Diego (UCSD) pour effectuer son stage de troisième année. « *Le tout premier jour, lorsque j'ai effectué mon tour des bureaux de professeurs pour choisir mes cours, j'ai eu envie de toquer à une porte en particulier, je ne saurais dire pourquoi...* », se souvient Anne-Virginie Salsac. Elle fut accueillie par un professeur de mécanique des fluides, un certain Juan Lasheras, qui s'intéressait depuis peu aux applications médicales de la discipline. « *Il se trouve qu'il connaissait Grenoble et que mon profil d'ingénieur l'intéressait*, raconte la chercheuse. *Il m'a donc immédiatement proposé de faire mon stage sous sa tutelle. Il s'agissait*



© DÉLÉGATION PMA

Anne Peyroche, nouvelle directrice générale déléguée à la science

Le 18 janvier, Anne Peyroche a été nommée directrice générale déléguée à la science du CNRS par Alain Fuchs, président de l'organisme. Elle succède à Philippe Baptiste, appelé à d'autres fonctions. Elle était jusqu'à cette date directrice adjointe de cabinet (en charge de la recherche) du secrétariat d'État chargé de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

Chercheuse au CEA, Anne Peyroche a conduit des recherches sur le trafic intracellulaire des protéines, puis sur les réponses aux dommages de l'ADN et enfin sur l'assemblage du protéasome. En 2013, elle a été nommée directrice adjointe du laboratoire Génétique moléculaire et destin cellulaire. De 2012 à 2014, elle a été membre du Comité national de la recherche scientifique à la section « Organisation, expression, évolution des génomes, bioinformatique et biologie des systèmes ». En mai 2014, Anne Peyroche était nommée conseillère en charge de la recherche au secrétariat d'État à l'Enseignement supérieur et à la Recherche, avant de devenir la directrice adjointe du cabinet en octobre dernier.

Formée à l'École normale supérieure de Cachan, elle a été reçue major de l'agrégation de biochimie et génie biologique en 1994 et a décroché un DEA de biologie cellulaire et moléculaire en 1995. Elle a soutenu une thèse à l'université Pierre et Marie Curie sur les facteurs d'échanges de la petite protéine G ARF impliqués dans le trafic intracellulaire.

Officier de l'ordre national du Mérite, elle a reçu le prix Victor Noury, Thorlet, Henri Becquerel, Jules et Augusta Lazare de l'Académie des sciences en 2009 et le prix Irène Joliot-Curie de la « Jeune femme scientifique de l'année » en 2010.



DR

Un Français sur le toit de la linguistique

Laurent Sagart (en photo), directeur de recherche CNRS au Centre de recherches linguistiques sur l'Asie orientale, et William H. Baxter, professeur de linguistique à l'université du Michigan, sont les lauréats 2016 du prix Leonard Bloomfield de la Linguistic Society of America, qui est parfois considéré comme la plus haute distinction en linguistique. Ce prix vient récompenser leur livre *Old Chinese : a new reconstruction*, paru chez Oxford University Press en 2014. C'est la première fois qu'un auteur français est honoré de cette récompense.

En bref

DES PHYSICIENS REÇOIVENT LE PRIX « LE GOÛT DES SCIENCES »

Le Chercheur et son Article, un film d'animation qui décrypte le processus de la publication scientifique, vient d'être récompensé par le prix « Le goût des sciences », remis par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche dans la catégorie « Les scientifiques communiquent ». Ce film a été réalisé par Charlotte Arene, étudiante en cinéma d'animation à l'École nationale supérieure des arts décoratifs, avec Julien Bobroff (en photo ci-dessous) et Frédéric Restagno, du Laboratoire de physique des solides.



© B. RAJAULPS/CNRS PHOTO THÈQUE

MURIEL SINANIDÈS, DÉLÉGUÉE RÉGIONALE POUR LE CENTRE-EST

Muriel Sinanidès, ingénieur de recherche hors classe, a été nommée aux fonctions de déléguée régionale de la circonscription Centre-Est du CNRS, à compter du 1^{er} janvier 2016.

CÉLINE FLORY, LAURÉATE DU PRIX LITTÉRAIRE FETKANN ! MARYSE CONDÉ

Fin novembre, Céline Flory, chercheuse au sein du laboratoire Mondes américains, s'est vu attribuer le prix littéraire Fetkann ! Maryse Condé de la recherche – prix en faveur du travail et du devoir de mémoire – pour son ouvrage *De l'esclavage à la liberté forcée*.



© CERVA

Histoire des travailleurs africains engagés dans la Caraïbe française au XIX^e siècle, paru en 2015 aux éditions Karthala.

7

distinctions prestigieuses dont la médaille de bronze du CNRS en 2013

Son article sur l'accrétion de la Terre a obtenu la

6^e place

du classement des découvertes de l'année 2005 du magazine *Science*.

30 millions d'années

D'après les découvertes de cette géochimiste, c'est le temps qu'il a fallu à la Terre après sa formation pour acquérir sa structure actuelle. Auparavant, les scientifiques estimaient ce temps à plusieurs centaines de millions d'années.

38

articles publiés dans des revues à comité de lecture

97

résumés dans les congrès nationaux et internationaux

En 2015, elle a été

lauréate d'un ERC Consolidator Grant après avoir décroché un ERC Starting Grant en 2010. Obtenir ces deux distinctions au cours d'une carrière est particulièrement rare.

2
ERC

Maud Boyet, géochimiste en ébullition

Depuis le Laboratoire magmas et volcans¹, cette chercheuse a mené une révolution dans sa discipline. En 2005, elle publie dans *Science* sa première grande découverte : la Terre primitive s'est structurée telle qu'on la connaît en « seulement » 30 millions d'années. C'est en détectant une petite anomalie dans une des valeurs de référence utilisées depuis des décennies par les scientifiques qu'elle a fait cette découverte. Son prochain objectif : déterminer l'âge de formation de la Lune.

PAR ANNE-SOPHIE BOUTAUD

Didier Fassin, anthropologue engagé

PAR PHILIPPE NESSMANN

SOCIÉTÉS

Récompense. Le travail, humaniste et citoyen, de Didier Fassin¹ vient d'être couronné par la médaille d'or de la Société suédoise d'anthropologie et de géographie, qu'il recevra en avril prochain.

La Suède est un pays de récompenses prestigieuses. Depuis 1881 – vingt ans avant la création des prix Nobel ! –, le roi de Suède remet chaque année une médaille à un géographe, un archéologue, un climatologue et, tous les trois ans, à un anthropologue. Cela se passe le 24 avril, jour anniversaire du retour de l'expédition d'Adolf Nordenskiöld après sa victoire sur le passage du Nord-Est en 1880. Cette année, la Société suédoise d'anthropologie et de géographie a choisi d'honorer l'anthropologue français Didier Fassin. Ce chercheur protéiforme, également sociologue et médecin, membre de l'Institut de recherche interdisciplinaire sur les enjeux sociaux (Iris) qu'il a cofondé, a travaillé aussi bien sur la raison humanitaire que sur le monde carcéral et il est, depuis 2009, professeur à l'Institut for Advanced Study de Princeton.

Un parcours professionnel atypique

« J'aime à penser qu'à travers ce prix c'est une certaine manière de concevoir l'anthropologie qui est reconnue : critique, engagée dans la cité, attentive aux aspects souvent ignorés du monde contemporain », explique l'heureux lauréat. Cette conception, Didier Fassin l'a forgée tout au long d'un parcours professionnel original. Fils d'un électronicien et d'une secrétaire, il grandit en banlieue parisienne. Sa première vocation se dessine en 1971, pendant la guerre du Bangladesh : le jeune lycéen sera médecin. Quelques années plus tard, il part exercer à Calcutta, puis en Tunisie, avant de prendre ses fonctions de chef de clinique en médecine interne et maladies infectieuses à la Pitié-Salpêtrière. Il deviendra même, de 2001 à 2003, vice-président de Médecins sans frontières, puis en 2005 président du Comede, le Comité médical pour les exilés.

« J'aimais beaucoup la relation avec les patients, analyse-t-il aujourd'hui, mais la dimension intellectuelle me semblait trop limitée. » Sur la suggestion de son frère cadet, le sociologue Éric Fassin, il reprend des études en anthropologie. À ses débuts, la médecine n'est pas très loin : sa thèse, soutenue en 1988 à l'École des hautes études en sciences sociales (EHESS) sous la direction de Georges

Balandier, a pour titre « Thérapeutes et malades dans la ville africaine. Rapports sociaux, urbanisation et santé à Pikine, banlieue de Dakar ». Il mène ensuite des études sur la mortalité maternelle en Équateur, les orphelins du sida en Afrique du Sud, les victimes de catastrophe au Venezuela et de la guerre en Palestine, l'épidémie de saturnisme infantile et les poli-

tiques de l'immigration en France. Au-delà de leur diversité, ces travaux visent à saisir les inégalités dans la manière dont on traite les vies humaines et à repenser ce que Michel Foucault appelait une biopolitique.

Immersion dans le monde carcéral

« Ayant travaillé dix ans sur la dimension humanitaire de nos sociétés, j'ai décidé d'en explorer la dimension répressive, en analysant la police, la justice et la prison qui ont affaire en large part aux mêmes catégories de milieu populaire et d'origine immigrée auxquelles je m'étais intéressé précédemment. » En 2008, une Advanced Grant du Conseil européen de la recherche permet à Didier Fassin de financer cette vaste étude qui propose, d'une part, une ethnographie de l'action de l'État et, d'autre part, une nouvelle conceptualisation des relations entre morale et politique.

Après une longue enquête sur la police, dont il tirera le livre *La Force de l'ordre*, il mène une étude ethnographique dans une maison d'arrêt française. « Mon travail s'est déroulé sur un total de sept mois répartis sur quatre années, détaille le chercheur. Il a consisté en une présence dans les différents lieux et aux différents moments de la vie carcérale : lors des descentes en promenade, des distributions de repas, des rondes nocturnes, des offices religieux, des commissions de discipline... Je passais des journées, et parfois une partie de la nuit, à observer la vie quotidienne de l'établissement, conversant aussi bien avec les personnels pénitentiaires qu'avec les détenus dans leur cellule. »

Le fruit de cette enquête est un livre paru en janvier 2015, *L'Ombre du monde*. L'ouvrage, qui mêle habilement descriptions de la vie en prison, conversations avec les détenus, informations historiques et juridiques, réflexions sociologiques et anthropologiques, est aussi passionnant qu'accessible pour le non-initié. Et ce n'est pas un hasard : « J'essaie d'écrire mes livres pour un public



L'Ombre du monde. Une anthropologie de la condition carcérale, Didier Fassin, Seuil, coll. « La Couleur des idées », janvier 2015, 612 p., 25 €

1. Directeur d'études à l'Iris (CNRS/EHESS/Inserm/Univ. Paris-XIII).

large, indique Didier Fassin. *Et après leur parution, j'interviens auprès de professionnels des domaines que j'étudie, de lycéens, de militants politiques, de membres d'associations ou de fonctionnaires des ministères concernés ainsi que dans des séminaires et des conférences scientifiques.* » Ses derniers travaux portent sur les relations entre ethnographie et littérature et sur la vie publique des sciences sociales.

D'un continent à l'autre

Pour mener à bien l'anthropologie totale et engagée qu'il prône, Didier Fassin doit jongler avec les décalages horaires. Professeur de sciences sociales à Princeton depuis 2009, il vit aux États-Unis avec son épouse, la sociologue Anne-Claire Defossez. *« Mais je reviens régulièrement à Paris rencontrer mes doctorants de l'EHESS où je suis directeur d'études et participer aux débats publics portant sur les questions de société que j'étudie. Et, bien sûr, il y a les longues périodes d'enquête sur le terrain, l'une des dernières m'ayant conduit en Afrique du Sud pour y étudier la condition des demandeurs d'asile zimbabwéens. Sans oublier nos cinq enfants, dispersés aux quatre coins du monde, les deux aînés travaillant à Paris, les trois suivants étant, l'un DJ à Dubai, le deuxième étudiant à Boston et la dernière à l'université McGill au Canada. »*

Le 24 avril 2016, c'est à Stockholm que Didier Fassin se rendra pour recevoir la médaille d'or récompensant ses travaux. Avant cela, il sera à Berkeley pour une série de conférences (les Tanner Lectures) sur le « désir de punir », puis à Francfort pour une autre (les Adorno Lectures) sur les « politiques de la vie », le tout en écrivant un livre sur sa vision de l'anthropologie, joliment intitulé *Le Charme discret de l'ethnographie*. ■



© E. MARCHADOUR

Son parcours en 6 dates

- 1955** Naît à Juvisy-sur-Orge
- 1982** Docteur en médecine
- 1988** Docteur en anthropologie
- 2008** Lauréat d'une bourse Advanced Grant du Conseil européen de la recherche
- 2009** Nommé James D. Wolfensohn Professor à l'Institute for Advanced Study
- 2016** Médaille d'or de la Société suédoise d'anthropologie et de géographie

Reynald Pain, nouveau directeur de l'IN2P3

Reynald Pain a été nommé directeur de l'Institut national de physique nucléaire et de physique des particules (IN2P3) le 1^{er} décembre dernier, en remplacement de Jacques Martino. Il était jusque-là directeur adjoint scientifique « Astroparticules et neutrinos » de l'IN2P3. De 2009 à 2014, il a dirigé le Laboratoire de physique nucléaire et hautes énergies (LPNHE).

Reynald Pain s'est spécialisé dans la cosmologie observationnelle, domaine dans lequel il a notamment lancé plusieurs projets de mesure de cosmologie à l'aide de supernovæ. Il a auparavant été impliqué dans l'expérience Delphi du Cern, qu'il a suivie jusqu'au début des années 2000 : d'abord pour la mesure des paramètres du boson Z0, puis pour la recherche de particules supersymétriques.

Reynald Pain a étudié à l'université Paris-VI (aujourd'hui université Pierre et Marie Curie), où il a obtenu un DEA de physique théorique en 1982, puis une thèse de doctorat d'État en 1987, en physique des neutrinos. Lauréat du prix Breakthrough 2015 de physique fondamentale, il a reçu le prix Joliot-Curie de la Société française de physique en 1999 et le prix de cosmologie de la Fondation Gruber en 2007.



© DÉLÉGATION FMA



© MENESKAR PICTURES

Leticia Cugliandolo, Femme scientifique de l'année

On connaît les lauréates 2015 du prix Irène Joliot-Curie qui récompense les parcours exemplaires des femmes dans la recherche publique ou privée. Parmi elles, Leticia Cugliandolo, professeur à l'université Pierre et Marie Curie, directrice de l'École de physique des Houches et membre du Laboratoire de physique théorique et hautes énergies, reçoit le prix de la Femme scientifique de l'année pour ses travaux en physique fondamentale, principalement sur la théorie des verres.

► Leticia Cugliandolo aux côtés de Thierry Mandon, secrétaire d'État chargé de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

Des prix franco-allemands

Plusieurs chercheurs liés au CNRS viennent de se voir distingués par des récompenses franco-allemandes, à commencer par le prix Gay-Lussac Humboldt 2015. Jocelyn Benoist de l'Unité mixte de recherche en droit comparé de Paris, et Cordelia Schmid, du Laboratoire Jean Kuntzmann, font partie des lauréats en activité en France, aux côtés de Papa Samba Diop, professeur de littérature francophone à l'université Paris-Est Créteil. Deux scientifiques allemands sont également lauréats de ce prix : Markus Antonietti, directeur de l'Institut Max Planck de recherche sur les colloïdes et interfaces à Potsdam, et Stephan Schlemmer, responsable du groupe « Astrophysique de laboratoire » à l'université de Cologne.

Astrid Lambrecht récompensée

Autre prix franco-allemand, Astrid Lambrecht, directrice de recherche CNRS au Laboratoire Kastler Brossel et chargée de mission à l'Institut de physique, est la lauréate du prix Gentner-Kastler 2016, décerné par la Société allemande de physique et la Société française de physique. Elle a obtenu des résultats remarquables dans les domaines de l'optique quantique et des atomes froids.



© IKB/FOR

Cédric Villani au conseil scientifique de la Commission européenne

Cédric Villani, directeur de l'Institut Henri Poincaré, à Paris, professeur à l'université de Lyon et lauréat de la médaille Fields 2010, figure parmi les sept conseillers scientifiques du groupe de haut niveau à la tête du nouveau mécanisme de conseil scientifique mis en place par la Commission européenne.



© S. GODERON/CNRS PHOTO THÈQUE

GRAND FORMAT



*On visite une expo sur la personnification
des objets et un observatoire réunionnais
qui ausculte l'atmosphère, avant de
redécouvrir la mécanique quantique.*

ILLUSTRATION : EMILY FORGOT/MONSIEUR L'AGENT



Tête d'une *love doll* avant assemblage dans une usine japonaise de Tokyo.

La fabrique de la personne

SOCIÉTÉS

Comment expliquer notre tendance à personnifier les objets ou les animaux ? Par quels mécanismes ceux-ci accèdent-ils au statut de personne ? À l'occasion de l'exposition « Persona. Étrangement humain », au musée du quai Branly, dont *CNRS Le journal* est partenaire, découvrez comment anthropologues, philosophes, psychologues et roboticiens analysent ce rapport de l'homme à ses artefacts.

UNE ENQUÊTE RÉALISÉE PAR FRANCIS LECOMPTE, MARIE GAILLE ET LYDIA BEN YTZHAK



La revanche de l'anthropomorphisme

Pendant deux siècles, la pensée rationnelle l'a snobé : l'anthropomorphisme appartenait à un passé obscur de l'humanité. La révolution numérique conduit pourtant certains chercheurs à porter sur lui un regard neuf : et si personnifier les animaux ou les objets nous aidait à mieux définir nos relations avec eux ?

PAR FRANCIS LÉCOMPTE



Sculpture anthropomorphe du Vanuatu, destinée à la mise en scène rituelle d'esprits de morts et d'entités mythiques.

Naruto ne touchera pas de droits d'auteur sur ses selfies. Ainsi en a décidé, début janvier, le juge américain William Orrick de la cour fédérale de San Francisco. Tout simplement parce que Naruto n'est pas un être humain. Ce macaque de 6 ans s'est pourtant rendu célèbre mondialement : profitant d'une courte absence du photographe en train de réaliser un reportage dans sa réserve de Tangkoko, en Indonésie, le singe s'est emparé de l'appareil photo pour se lancer dans une véritable séance de poses, tout « sourire » dehors. L'anecdote date de 2011, mais les clichés ont fini par se retrouver récemment sur Wikimedia, libres de droit. Ce qui a déclenché la plainte d'une association américaine militant pour le respect des droits des animaux ; puis les protestations du photographe, qui prétend qu'il y a erreur sur la personne, puisqu'il ne s'agirait pas de Naruto, mais d'une femelle nommée Ella...

Un beau cas d'école juridique, qui risque de ne pas être le dernier, tant il est vrai que les limites entre l'être humain et son environnement sont beaucoup plus floues qu'on voulait bien le penser il y a encore une vingtaine d'années. Organisation sociale, capacité d'apprentissage,



De nombreux animaux révèlent quantité d'aptitudes qui les rapprochent de plus en plus du statut de personne. Ici, les selfies qui ont rendu célèbre le macaque Naruto.

rituels... : les singes, mais aussi de nombreux autres animaux, révèlent quantité d'aptitudes qui les rapprochent de plus en plus du statut de personne. Ce qui nous oblige au minimum à repenser nos modes de communication avec eux et, partant, avec l'ensemble des êtres non humains. Quitte à remettre au goût du jour la vieille notion d'anthropomorphisme, pourtant si décriée par la pensée rationaliste, et à « remettre de la personne » dans l'ensemble du monde qui nous entoure, comme le préconisent les anthropologues Emmanuel Grimaud¹ et Anne-Christine Taylor-Descola², les deux commissaires de l'exposition « Persona », visible en ce moment au musée du quai Branly (*lire l'encadré p. 19*).

Un moyen pour mieux comprendre notre monde

« Depuis l'époque des Lumières, la science a classé l'anthropomorphisme au rang des péchés capitaux, rappelle Anne-Christine Taylor-Descola. C'est une véritable police scientifique qui s'est lancée dans un "inventaire ontologique" implacable pour ramener au rang d'objet pur et dur tout ce qui ne méritait pas d'être humanisé ou de prendre forme humaine. Les divinités mythologiques de toutes les cultures antiques, les effigies mortuaires inuites ou congolaises censées incarner les défunts, tout a été catalogué "système culturel prérationnel"... » Coupables de vouloir identifier chez les éléphants ou les chiens des comportements calqués en réalité sur nos propres réactions humaines, les éthologues ont été invités à revoir leur copie et à s'en tenir à une observation purement « behavioriste », sans interprétation donc. L'anthropomorphisme, c'était du passé, du primitif ou du bricolage expérimental.

« C'était », car on ne s'en débarrasse pas aussi facilement. Les amateurs de bon vin apprennent sans hausser le sourcil que tel bourgogne est « généreux », alors que tel

bordeaux débouché trop tôt risque d'être un peu « sévère » ; les boursicoteurs s'inquiètent d'entendre que le marché est « fébrile » ; tel designer sera sûr de convaincre son patron en lui montrant combien ce nouveau modèle de voiture est « souriant »... Les étudiants et les chercheurs eux-mêmes trouveront plus facile de naviguer dans la physique quantique avec des fermions décrits comme « individualistes », à l'inverse de leurs compagnons bosons, plus « sociaux », voire « grégaires ». L'anthropomorphisme n'est pas mort, loin de là ! Et l'on n'a aucune raison de s'en désoler. « Bien au contraire, il faut le voir comme un moyen d'éclairer nos problèmes contemporains, soutient Emmanuel Grimaud. Si on ne le réduit pas à la vision primitiviste dont on l'a affublé, on peut le considérer comme

“Depuis l'époque des Lumières, la science a classé l'anthropomorphisme au rang des péchés capitaux.”

le moyen de faciliter la relation avec un être ou un objet, une première étape qui permet ensuite de se mettre à la place de cet objet pour mieux le comprendre. »

La question revient à l'ordre du jour depuis que les robots envahissent notre quotidien. Les ingénieurs l'ont constaté : même les robots les moins humanisés, comme de banals purificateurs d'air cylindriques, suscitent des réactions des êtres humains qui les entourent, que ce soit de sympathie ou au contraire d'antipathie. Emmanuel Grimaud qualifie ces attitudes paradoxales de ...

1. Chercheur au Laboratoire d'ethnologie et de sociologie comparative (CNRS/Univ. Paris Ouest Nanterre La Défense). 2. Directrice de recherche émérite au CNRS.



Même les robots les moins humanisés, tel le purificateur d'air Diya One, suscitent des réactions des êtres humains.

© G. ROLLETRICA



1



2



3

© PHOTOS: C. GERMAIN/MUSEE DU QUAI BRANLY ; AIST, JAPAN ; J.-C. DOMENECH/INPH

1. La peluche robot Paro a été conçue pour interagir avec les personnes âgées ou souffrantes.
2. Porteur d'une charge magique sur son dos, ce chien, fabriqué à partir de bois et de clous, est un chasseur de sorcières.
3. Cuillère anthropomorphe.
4. Robot de divination (Inde, années 1990).
5. Crâne séché Mundurucu.

... « frictions ontologiques » : « On devrait traiter ces machines comme de simples objets, pourtant on se comporte avec elles comme avec des humains. Autrement dit : on fait "comme si" la machine, l'animal de compagnie ou la planète était une personne. »

Des conséquences sur la société

Assumer de « faire comme si » devient en réalité le meilleur moyen, non seulement de comprendre, mais aussi de décider quel type de relations nous voulons entretenir avec les êtres non humains qui nous entourent. Après avoir longuement enquêté sur les relations fortement anthropomorphisées que certaines personnes entretiennent avec leurs animaux, la philosophe et psychologue Vinciane Despret, maître de conférences à l'université de Liège, s'est posé la même question sur notre attitude vis-à-vis des défunts. « Souvent, les gens racontent qu'ils ressentent le besoin de continuer à faire certaines choses, comme porter la montre de la personne disparue ou conserver ses habits, voire entretenir une correspondance avec elle... », relate la chercheuse. Et beaucoup assument, dans ces gestes, une forme

de non-savoir : « On me dira que les morts sont bien morts, mais moi, après tout je n'en sais rien et j'ai l'impression que la personne est toujours là. » Ces comportements ne sont pas rationnels, chacun en est conscient, mais faire « comme si » aide à vivre un peu plus en douceur la séparation.

Mais il ne faut pas chercher à tout prix de justification psychologique à l'anthropomorphisme. « Si nous remettons de l'humain partout, c'est aussi et avant tout parce que nous sommes des êtres sociaux, que nous avons une capacité exceptionnelle à la socialisation », poursuit Vinciane Despret. Puisque l'anthropomorphisme est une question éminemment sociale, « il s'agit alors de décider qui sont ou quels sont les êtres non humains significatifs dans notre environnement », explique Anne-Christine Taylor-Descola. Un choix d'autant plus crucial que ces comportements anthropomorphiques individuels ont des conséquences sur la collectivité tout entière. « On pourrait penser que personnifier sa relation à Dieu ou à une divinité, par exemple, ne concerne que les individus. Mais dès qu'on se demande quelle place il faut accorder à ce dieu dans le paysage social,

« Persona », une exposition expérimentale du quai Branly

En 2016, le musée du quai Branly, à Paris, célèbre ses 10 ans. Parmi les grands événements de l'année, l'exposition « Persona. Étrangement humain », visible jusqu'au 13 novembre, met les visiteurs face à 230 œuvres anciennes ou contemporaines, allant des masques africains aux robots futuristes en passant par des statuettes votives, des amulettes ou des poupées de compagnie. « Tous ces objets ont été conçus comme des quasi-personnes, commente l'anthropologue Emmanuel Grimaud, cocommissaire de l'exposition avec Anne-Christine Taylor-Descola. En confrontant le visiteur à ces œuvres, l'objectif est de se demander jusqu'à quel point nous sommes disposés à injecter de la personne dans

ce qui est extérieur à nous. » Une question plus que jamais d'actualité à l'heure du développement de la robotisation, mais aussi des grands débats sur l'intelligence artificielle et le transhumanisme.

« En affirmant la prédominance absolue de ses capacités, l'être humain rejette l'altérité des objets non humains », analyse le chercheur. L'exposition a été conçue comme un parcours expérimental au terme duquel chacun doit pouvoir se demander quelle dose de personnification il est prêt à projeter dans les objets. Et décider avec qui il veut vivre.



4



5

on voit bien que la question déborde largement l'individu », souligne l'anthropologue.

Une relation aux objets redéfinie

Entretenir une forme d'anthropomorphisme actif et volontariste ne serait d'ailleurs pas sans avantages pour la société. Notamment parce que la démarche exige de reconnaître les qualités propres des objets ou des animaux, d'en accepter l'altérité. « Cela revient à se glisser dans la peau de l'autre, explique Emmanuel Grimaud, se mettre à la place de l'animal, de la plante, voire du neutrino... » Pas seulement parce que, d'un point de vue méthodologique, cela nous aide à comprendre ses comportements et à prédire ses réactions, mais aussi parce que cela nous oblige à définir le cadre de nos relations avec lui. Anthropomorphiser les animaux, par exemple, conduit à leur accorder des droits et à prendre au sérieux les souffrances qu'on peut leur infliger. En 2014, un homme a été jugé en comparution immédiate à un an de prison ferme pour avoir jeté un chat contre un mur, et les conditions dans lesquelles le bétail est mis à mort dans les abattoirs sont désormais remises en question par de larges pans de la société.

Nous ne nous contentons pas de transformer les objets en les personnifiant, eux aussi nous transforment en retour. « Prenons l'exemple du smartphone. Les enfants, notamment, manipulent cet objet comme s'il était la continuité de leur propre corps et ils entretiennent désormais avec lui une relation fusionnelle », remarque Anne-Christine Taylor-Descola. Un peu comme on choisit de fonder une famille ou de se constituer un réseau d'amis, cet anthropomorphisme « moderne » nous donne la possibilité de choisir comment nous voulons vivre avec les objets qui nous entourent et quelle place nous voulons leur réserver dans la société.

Le « faire comme si » conduit alors à se poser deux questions ouvertes, celle du « combien » et celle du « jusqu'où ». Pourquoi alors ne pas aller jusqu'au bout de la démarche et décider de donner une forme humaine à tout notre environnement, à nos villes, nos maisons, nos voitures, notre électroménager ? « Architectes et designers y réfléchissent déjà, note Emmanuel Grimaud. L'anthropomorphisme devient un immense terrain de jeu et d'expérimentation, une nouvelle forme d'aménagement du territoire. » ||



Exister comme personne



© C. CHEVALLIER.COM

Philosophe et directrice de recherche au sein du laboratoire Sphère¹, Marie Gaïlle s'interroge sur la notion de personne et les liens qu'elle entretient avec celles d'individualité, d'incarnation et de conscience.

PAR MARIE GAÏLLE



Qui est là ? Y a-t-il quelqu'un ? Étrange, énigmatique : tout, dans l'exposition « Persona », indique que « la personne » désigne avant tout une question. La philosophie occidentale ne dirait pas autre chose. Elle problématise depuis toujours l'idée de personne en lien avec celles d'« humain » et d'« individu ». Elle explore à travers elle les fondements et les limites de l'identité personnelle, notre capacité de jeu et d'émancipation à l'égard d'identités figées, et le rôle du regard des autres dans le développement d'une existence personnelle.

L'être et la personne

Être humain suffit-il à faire de nous une personne ? Une réponse affirmative à cette question est vite balayée par de nombreux doutes. Dès qu'elle est formulée, il vient à l'esprit de multiples circonstances dans lesquelles l'attribution du statut de personne est incertaine. Dans la vie ordinaire, on entend d'un patient hospitalisé qu'il est « encore une personne ». Que signifie ce propos ? Pourquoi le dire ? Le plus souvent, on dit cela pour rappeler à quelqu'un que le patient est plus et autre chose que sa maladie, une personne malade, et au-delà un être qui n'est pas seulement défini par sa pathologie. On l'affirme aussi au sujet des patients qui paraissent très diminués du point de vue cognitif et/ou physique, et plus encore des patients plongés dans un état végétatif chronique au point que certains membres de leur entourage ou de l'équipe soignante éprouvent des difficultés à s'identifier à eux, à se

reconnaître en eux, à se dire qu'ils sont des personnes (et des êtres humains) comme les autres.

Dans le langage ordinaire, dire de quelqu'un « c'est une personne » indique qu'il ou elle mérite respect et considération, et fait partie d'une commune humanité ; celui qui affirme « je ne suis personne » sous-entend en fait « je n'ai pas d'importance », « je suis un anonyme ». Si l'on met de côté l'exceptionnelle ruse d'Ulysse qui sauva sa vie face au cyclope Polyphème en prétendant « n'être personne » (*oûtis* en grec ancien), chacun souhaite « être quelqu'un » – une personne de renommée, du moins un être humain estimé et reconnu par autrui.

C'est cette dimension de respect et de considération que certains dispositifs politiques ont cherché à effacer – celui de l'esclavage qui attribue au maître le pouvoir de nommer l'esclave ou de lui dénier toute identité par l'attribution d'un nom singulier, ou celui des camps de concentration nazis dont les prisonniers n'étaient identifiés que par un nombre tatoué sur leur peau.

La personne selon le droit

Le droit, dans certaines traditions juridiques, s'est emparé de la notion de personne pour assigner à telle ou telle entité des droits et des devoirs, lui reconnaître une forme de responsabilité civile et pénale. Ainsi le droit français opère un partage entre des « personnes » et des « choses ». Les premières peuvent être des personnes physiques – vous, moi – mais aussi morales – une entreprise. Ce sont dans tous les cas des rôles assumés dans la vie collective – sens qui renvoie à la signification étymologique du terme « personne » : *persona* en latin, *prosôpon* en grec, le visage, la face et par extension le masque.

Le droit français et le langage ordinaire ne sont pas disjoints dans le sens qu'ils attribuent à cette notion de personne. Si le langage ordinaire suggère respect et considération, de son côté, le droit protège l'intégrité corporelle d'une personne, affirme son inviolabilité, interdit toute forme de commercialisation, tout ou partie, alors qu'une « chose » peut être vendue, échangée, divisée, exploitée, voire détruite, par son propriétaire.

En attribuant un tel rôle à la « personne », le droit français affronte des questionnements parfois délicats. Il est obligé d'aménager certains dispositifs pour conserver à tel ou tel le statut de personne, tout en le dessaisissant de

1. Unité CNRS/Univ. Paris Diderot/Univ. Paris-I. Sur ces questions, Marie Gaïlle est notamment coauteure, avec Claire Crignon, de *À qui appartient le corps humain* (Paris, Les Belles Lettres, 2004) et auteure de *La Valeur de la vie* (Paris, Les Belles Lettres, 2010). 2. *La Fatigue d'être soi. Dépression et société*, Alain Ehrenberg, 1998. 3. *L'Archéologie du savoir*, 1969.



Homos luminosos, œuvre en fibre optique de R. de Thélin, accueille les visiteurs de l'exposition « Persona ».

son droit à décider pour lui-même et de sa responsabilité : les parents d'un patient mineur décident pour lui et c'est seulement au nom de l'intérêt supérieur de l'enfant que l'équipe médicale qui le soigne peut s'opposer à cette décision parentale. Les individus diagnostiqués comme déments, qui ont perdu tout ou partie de leurs facultés cognitives, les individus jugés incapables de prendre soin d'eux-mêmes dans leur vie quotidienne, et placés sous tutelle ou sous curatelle, demeurent des « personnes » du point de vue du droit, mais elles ne disposent plus de tous les attributs de cette qualification juridique.

Autre point délicat pour le droit : quel statut pour l'embryon ? Les débats sur la légitimité et la moralité de l'avortement et des recherches biomédicales sur l'embryon ont donné à cette interrogation beaucoup de visibilité. On comprend pourquoi : si l'embryon est une personne en droit, il devient un être que le droit a vocation à protéger, dans son intégrité et dans sa vie. Aujourd'hui, le droit français réserve la notion de « personne » aux êtres humains nés et viables, mais n'assimile pas pour autant l'embryon à une « chose ». En 1984, il a accueilli l'idée de « personne humaine potentielle », indiquant par là un droit au respect pour l'embryon, à défaut d'un droit à la vie.

Individu, moi et personne

Par ailleurs, « être cette personne-ci », et pas une autre, pas n'importe quelle personne, est une affirmation qui ouvre un volet de réflexion extrêmement riche et complexe. Parfois, « la fatigue d'être soi » me saisit : je suis

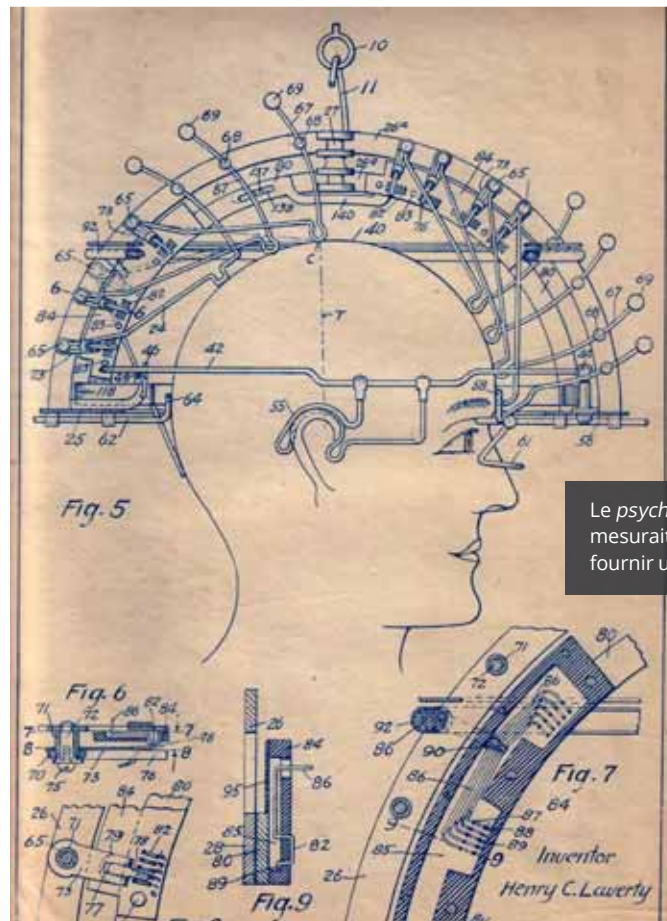
Dire de quelqu'un « c'est une personne » indique qu'il ou elle mérite respect et considération.

un poids pour moi-même, en particulier dans les sociétés où l'injonction à « devenir soi-même » sur le mode de la performance et de l'autonomie, s'est généralisée². J'aimerais parfois échapper à moi-même, comme un acteur qui endosse de multiples rôles et, l'espace d'un moment, m'imaginer être un autre, une sorte de caméléon à la personnalité malléable. Ce souhait prend parfois les allures de la nécessité. Pour Michel Foucault, c'est une exigence d'écrivain, de penseur : « *Ne me demandez pas qui je suis et ne me dites pas de rester le même : c'est une morale d'état civil ; elle régit nos papiers. Qu'elle nous laisse libres quand il s'agit d'écrire*³. »

La plupart du temps, cependant, la préoccupation qui traverse les esprits est plutôt de demeurer soi-même, de se reconnaître et de s'accepter. Combien de témoignages angoissés rencontre-t-on face à la décrépitude des corps, au temps qui passe ? L'idée que, vieillissant, « *je me deviens étranger tout en devenant moi-même, me donne le vertige*⁴ ». Du lapsus que je commets à certaines pathologies du trouble identitaire, de la frontière entre le monde et ...



L'identité personnelle a été arrimée à certaines de nos facultés, en particulier la mémoire et la conscience de soi.



Le psychograph (1905) de H. Laverly mesurait les régions du crâne pour fournir un diagnostic psychologique.

... moi, je peux aussi m'éprouver étranger à moi-même, inconnu, voire dissous dans l'Univers.

Le concept d'identité personnelle

Dans la culture occidentale, poser les éléments d'une identité, sinon cohérente et continue dans le temps, du moins dans laquelle la personne se reconnaît, est un acte fondamental d'affirmation de la personne, au moins depuis *Les Essais* de Montaigne (1588). Il a nourri les réflexions philosophiques qui, de Boèce à John Locke notamment, ont cherché à élaborer un concept de l'identité personnelle. Celle-ci a été arrimée à certaines de nos facultés, en particulier la mémoire et la conscience de soi. C'est ma capacité à me souvenir des épisodes d'un passé qu'à chaque moment je m'attribue comme mien et à enchaîner ces épisodes les uns aux autres qui me permet d'affirmer « c'est moi » et non mon voisin Jean. La conscience réflexive inclut la dimension corporelle de l'existence humaine : le corps, mon corps, n'est pas un attribut secondaire de mon identité. La reconnaissance de ce corps, qui n'est pas celui d'un autre et ne se dissout pas dans l'Univers, joue aussi un rôle essentiel. L'identité personnelle implique sur tous les plans une certaine « mêmété » – d'où des expériences limites du soi liées à la perte de mémoire, aux transformations du corps, à l'introduction d'un organe issu d'un autre corps ou d'une machine⁵.

Cette conception ne fait pas l'unanimité. Montaigne puis David Hume⁶ ont insisté sur le caractère fictif de notre sentiment d'identité. Le risque est grand, en effet, d'imaginer la personne comme un atome isolé. À l'inverse de cette vision, la philosophie a également insisté, aux côtés de la psychopathologie, sur la dimension relationnelle de la personne. Les théories contemporaines de la reconnaissance, par exemple, ont mis l'accent sur l'importance de l'estime d'autrui pour la construction de soi et des relations qui soutiennent l'identité et le rapport à soi, dans les différents cercles de notre vie sociale, du plus impersonnel (l'espace juridique) aux plus intimes (les relations affectives). Enfin, contre la valorisation de la « mêmété », la philosophie a tenu compte pour chacun du jeu possible sur sa propre personne et sa personnalité pour se protéger (derrière un masque) et changer de rôle au gré des différentes situations de sa vie sociale : des opérations dont l'exposition « Persona » rend compte de belle manière dans toute la richesse des cultures humaines. II

4. Du vieillissement. Révolte et résignation, Jean Améry, 1968. 5. *Essai philosophique sur l'entendement humain*, John Locke, 1694.

6. *Traité de la nature humaine*, 1739-1740.

Petit détour par la vallée de l'étrange

Créer des êtres à notre image ne pose pas seulement des problèmes éthiques. Dans leur quête de l'androïde idéal, les roboticiens ont découvert une vallée de l'étrange où résident des créatures qui nous ressemblent tellement qu'elles nous dérangent.

PAR LYDIA BEN YTZHAK

La notion de « vallée de l'étrange » (*Uncanny Valley*), inventée dans les années 1970 par le roboticien Masahiro Mori, désigne le fait que, lorsqu'un objet atteint un certain degré de ressemblance anthropomorphe apparaît une sensation d'angoisse et de malaise. Et cela que l'objet soit un robot androïde, une prothèse ou une marionnette. Ce phénomène peut être représenté par un graphique où les ordonnées représentent la familiarité (ou la sympathie) et l'abscisse, le degré d'anthropomorphisme. On parle ici de vallée car, au-delà d'un certain niveau de perfection dans l'imitation, les objets androïdes sont de mieux en mieux acceptés. Mais d'où peut bien provenir ce phénomène ?

Homme-robot : une relation ambiguë

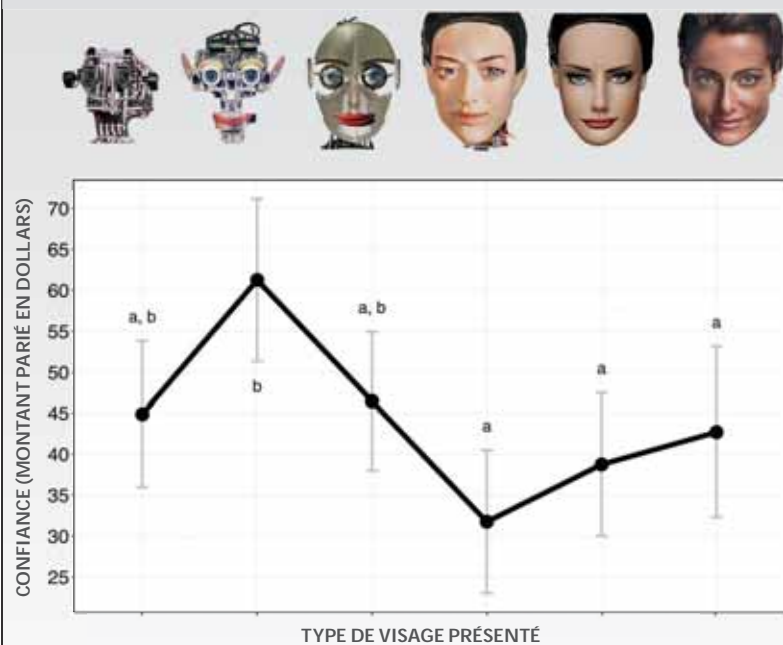
Forgé par l'auteur de science-fiction Karel Capek à partir du mot tchèque qui signifie « corvée », « esclave » en slave, « travailler » en russe et « ouvrier » en slovaque et en polonais, le mot « robot » a dès son invention désigné une machine d'apparence humaine fabriquée pour suppléer l'homme dans les tâches pénibles. Mais très vite s'est posé le problème de l'ambiguïté de notre relation vis-à-vis d'un être qui nous ressemble peu ou prou.

Car cet « ami-esclave », qu'il prenne la forme d'un drone, d'un avatar, d'une poupée sexuelle japonaise ou d'un réel robot autonome doté de capacités cognitives ressemblant aux nôtres, qui plus est capable de nous tuer, soulève en réalité de profondes questions anthropologiques. Celles-ci font l'objet de l'exposition « Persona »

qui, des arts premiers à la robotique, interroge le statut de « vivant » d'un point de vue mental, linguistique, cognitif et religieux. On y découvre de quelles manières les différentes cultures peuvent attribuer un statut d'être animé à toutes sortes d'objets physiques et pas uniquement à ceux qui nous ressemblent. Et que le malaise éprouvé face au zombie, au mort-vivant, peut s'insérer dans la topique de Masahiro Mori, qui place le cadavre tout au fond de sa dérangement vallée.

On peut toutefois se demander dans quelle mesure cette « vallée dérangement » existe vraiment. Des expériences récentes en psychologie semblent en tout cas étayer sa réalité. Notamment l'une d'entre elles où, partant du principe que plus on a confiance dans un partenaire de jeu, plus on peut miser gros, des chercheurs ont demandé à des sujets de miser des sommes d'argent avec des partenaires de jeu virtuels dont le visage avait ...

Représentation de la vallée de l'étrange



Les mises consenties quand nous jouons avec un partenaire virtuel sont proportionnelles à la confiance que nous lui accordons. Leurs variations en fonction du type de visage confirment l'existence d'une vallée dérangement¹.



... une apparence plus ou moins humaine. La courbe des mises rapportées au degré de ressemblance humaine des visages reproduit fidèlement la vallée de l'étrange de Masahiro Mori : les visages « pas tout à fait humains mais presque » sont en fait ceux qui inspirent le moins confiance.

Un rejet dû à l'incertitude

Pour Frédérique de Vignemont, philosophe des sciences cognitives à l'Institut Jean Nicod², « une des hypothèses est que le cerveau n'aime pas du tout l'incertitude. Ce robot qui vous ressemble un peu mais pas totalement envoie des informations contradictoires : vous percevez à la fois un humain et un non-humain. On sait que le cerveau n'aime pas les dissonances perceptives, il cherche à trouver une solution à tout prix face à des informations contradictoires ». Le malaise proviendrait donc de l'interprétation du cerveau : mieux vaut fuir ce que je ne sais pas catégoriser plutôt que de commettre une erreur. Une autre explication serait plus fondamentalement liée à notre adaptation évolutive : « On a appris de la psychologie comportementale que des enfants de moins de 1 an sont capables de faire la différence entre un mouvement biologique réalisé par



Mosaïque des visages humanoïdes, du plus schématisé au plus réaliste, utilisés au cours d'une expérience de psychologie étudiant le phénomène de vallée de l'étrange¹.

© MATHUR ET REICHLING, COGNITION, JANV. 2016, CC BY-NC-ND 4.0

“Ce robot qui nous ressemble un peu mais pas totalement envoie des informations contradictoires.”



À ce genre de prothèse réaliste, les patients préfèrent souvent des modèles au design robotique.

un animal ou un humain et un mouvement purement mécanique, poursuit la chercheuse. Nous serions donc équipés d'un système inné de détection qui serait de l'ordre du biologique. Il y a des biais dès l'âge de 3-4 mois sur la couleur de peau, sur ceux qui font partie de votre groupe, sur la langue parlée. Nous sommes construits de telle manière que nous avons besoin d'appartenance à un groupe et que nous rejetons l'autre groupe. Si, très jeune, j'opère cette distinction entre ce qui va me protéger et ce qui va être potentiellement un danger, dans un cas d'incertitude face à un robot, j'ai tendance à le rejeter et à le "ranger" à l'extérieur de mon groupe. Ce comportement apparaît très tôt d'un point de vue du développement. »

Jean-Louis Vercher, de l'Institut des sciences du mouvement³, étudie la robotique bio-inspirée dans les prothèses biomimétiques. Il nous explique comment les roboticiens tiennent désormais compte du phénomène de vallée dérangeante : « On s'est rendu compte qu'une prothèse qui ressemblait à une main de robot était beaucoup mieux acceptée par les patients et par leur entourage qu'une main réaliste, car elle était identifiée clairement comme une prothèse et non comme une main qui aurait un défaut. » Depuis deux à trois ans, à la demande des utilisateurs, les ingénieurs commencent à adopter un design franchement robotique : la prothèse de main est en métal apparent et ressemble à une pince articulée à deux ou trois doigts ou même à une main de cyborg. En effet, de moins en moins d'amputés choisissent la main en caoutchouc

© Z. CANEP/PIRANOS/RECA

1. « Navigating a social world with robot partners : A quantitative cartography of the Uncanny Valley », Maya B. Mathur et David B. Reichling, *Cognition*, janvier 2016, vol. 146, p. 22-32.

2. Unité CNRS/EHESS/ENS. 3. Unité CNRS/Aix-Marseille Univ.

imitant la peau, avec ses rides, ses veines et ses ongles apparents... qui l'ancrent dans la vallée de l'étrange. Les ingénieurs gardent tout de même l'espoir d'atteindre un niveau de réalisme suffisant pour atteindre l'autre versant de la vallée, où l'anthropomorphisme redevient acceptable. Pour l'instant, la tendance est de montrer sa prothèse dans toute son artificialité. Certains vont même jusqu'à revendiquer la dimension érotique de la mécanique, comme Viktoria Modesta, une artiste amputée qui n'hésite pas à mettre en scène sa prothèse de jambe.

L'empathie par le mouvement

Certains robots offrent une ressemblance non pas dans leur apparence statique mais dans leur façon de se déplacer. Construits dans le but d'améliorer la compréhension des interactions locomotrices, ils peuvent produire involontairement un effet visuel frappant. C'est le cas de l'humanoïde Atlas programmé pour générer de petits mouvements bio-inspirés. Son logiciel reproduit les boucles de rétroactions fines que l'on retrouve dans le système nerveux moteur des animaux. Il esquisse les obstacles et peut se rétablir d'un déséquilibre comme le ferait être vivant, même s'il n'en a pas l'apparence. « *Si on donne un coup de pied au robot, on voit qu'il a du mal à se rétablir, et du coup on éprouve une émotion pour cet être qui est en difficulté. On est en empathie, il y a quelque chose de familier et à la fois distant* », précise Jean-Louis Vercher. Ici, c'est le mouvement qui instaure cette distorsion, parfois dérangement, entre l'impression d'observer un geste vivant et le fait qu'il soit produit par une machine de métal.

Par ailleurs, le psychologue Gunnar Johansson a montré que le cerveau était en mesure de reconnaître l'origine biologique ou non d'un mouvement à partir de quelques indices visuels dynamiques. Cette capacité est liée à l'activité d'une zone spécifique du cortex temporel. Le procédé utilisé est le même que dans le cinéma d'animation : on fixe quelques pastilles blanches sur un corps humain qui marche. On ne filme que les marqueurs et on montre la vidéo de quelques points blancs en mouvement sur un fond noir. Douze points suffisent à identifier s'il s'agit d'un être vivant, et même à déterminer son sexe, son poids, son aisance dans le déplacement, etc. Autant d'informations déductibles de la façon de se déplacer. Le même type de phénomène se produit quand on regarde Atlas : notre cerveau relie les points et l'identifie comme vivant. Un moyen de rendre le robot plus familier, mais qui peut aussi le conduire au bord de la vallée dérangement...

Les présupposés posés par la science-fiction forment en réalité un substrat culturel qui nourrit autant les roboticiens que les usagers. Savoir si l'on s'adresse à un tas de ferraille ou à une personne est LA question robotique depuis le test de Turing : savoir si cette machine pense ou rêve à des moutons électriques...

Le concept de vallée de l'étrange remonte aux débuts de la robotique et reste controversé. Son retour dans l'air du temps est surtout lié à l'engouement des Japonais pour les androïdes et les poupées sexuelles ; ces *love dolls* avec lesquelles ils se marient et pour lesquelles ils prévoient même un service funéraire. En Europe et aux États-Unis, on préfère fabriquer des robots qui ressemblent à des robots. À l'exception notable des machines qui, telles Nao, ont une fonction pédagogique ou des peluches animales animées, fabriquées pour tenir compagnie aux personnes âgées. Mais, apparence androïde ou pas, et comme le montre l'exposition « Persona », la tentation de notre cerveau à attribuer une intentionnalité aux objets inanimés est universelle. De quoi se rassurer la prochaine fois que, à moitié endormi, vous parlerez à votre cafetière ou que vous encouragerez votre ordinateur trop lent de quelques tapotements amicaux. II



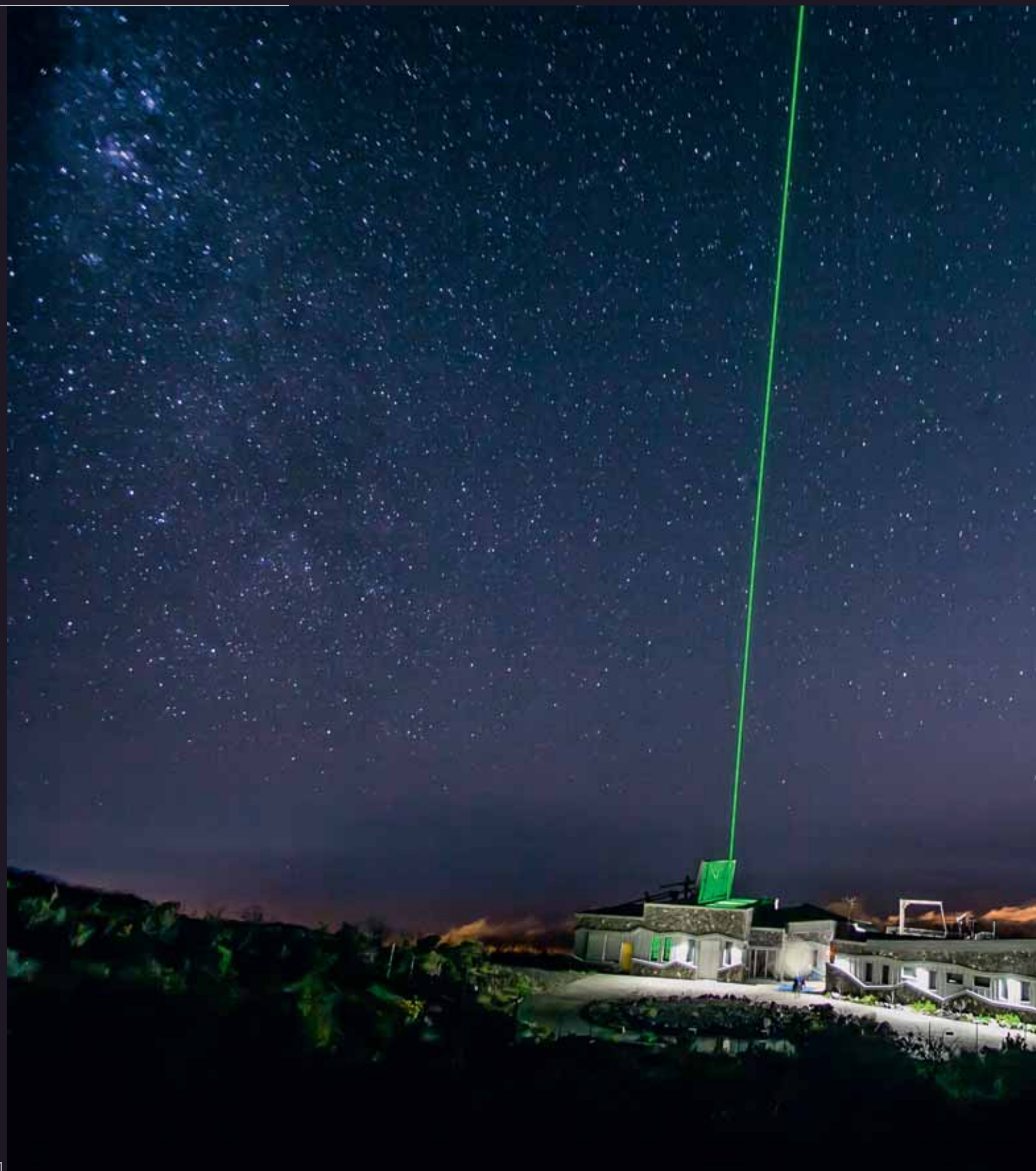
Le site de l'exposition

» www.quaibrantly.fr

Le robot Atlas a été programmé de manière à générer des mouvements biologiquement vraisemblables.



© BOSTON DYNAMICS



1



À La Réunion, un œil sur l'atmosphère

TERRE

Climatologie. Sur l'île de La Réunion, les chercheurs de l'observatoire du Maïdo auscultent sans relâche l'atmosphère depuis 2013. Grâce à des lasers appelés « lidars » (*Light Detection And Ranging*), ils en analysent la composition en gaz et en particules. Une mission capitale à l'heure où les manifestations du changement climatique se font de plus en plus prégnantes à l'échelle mondiale.

TEXTE AUDREY DIGUET
PHOTOS THIBAUT VERGOZ/
OSU-RÉUNION/CNRS PHOTOTHÈQUE

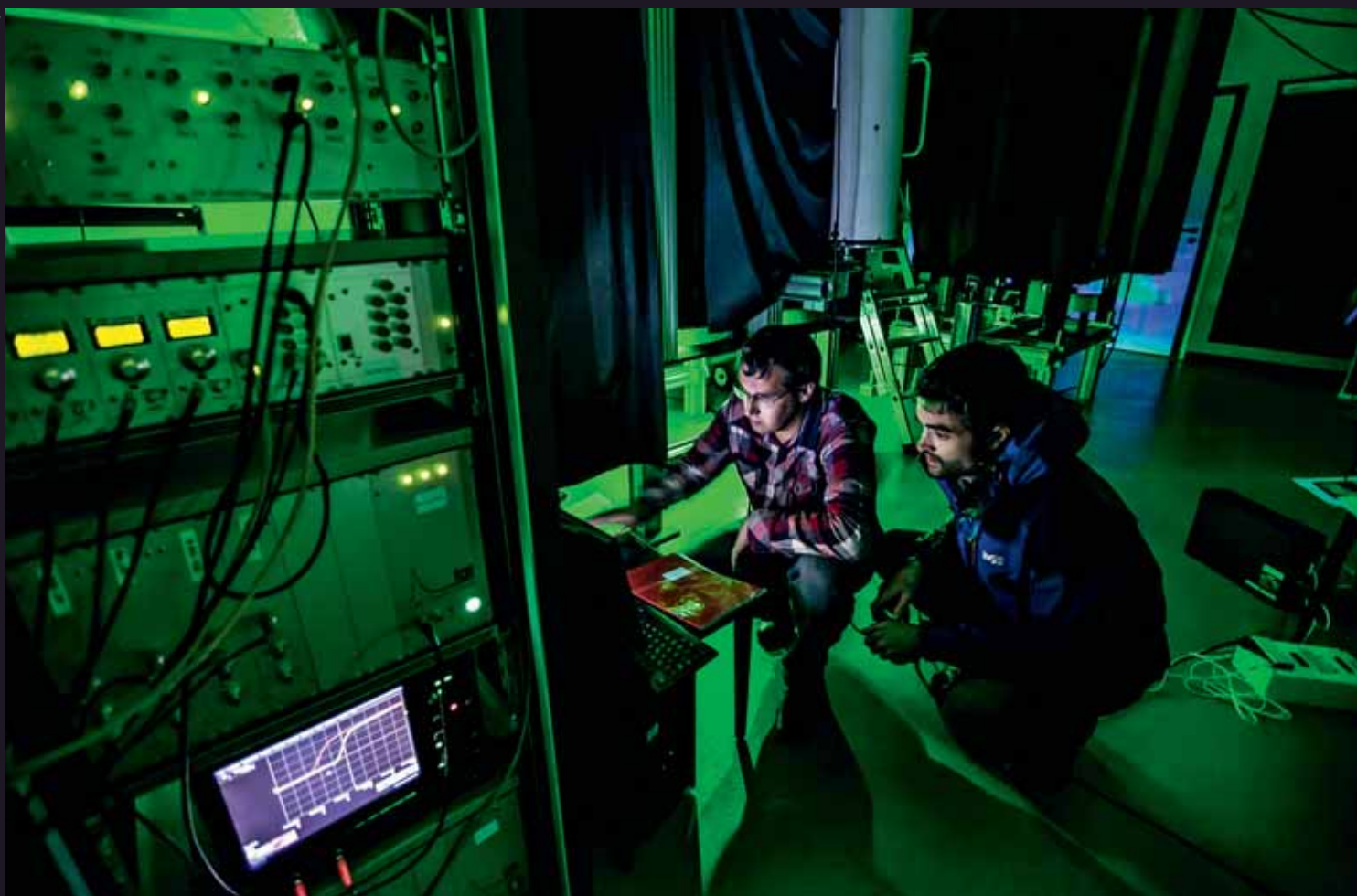
1. Actif depuis 2013, le Maïdo est le premier observatoire situé en zone tropicale et dans l'hémisphère Sud. À 2 200 mètres d'altitude, la station est à l'abri de la pollution lumineuse et se trouve au-dessus de la couche limite tropicale.



2

2. De ce fait, les mesures effectuées à l'observatoire du Maïdo sont ainsi moins susceptibles d'être perturbées par l'humidité, la pollution et les turbulences de la couche limite.

3. Environ deux fois par semaine, après s'être assurés du bon fonctionnement des instruments et de la validité des données obtenues, les techniciens effectuent des mesures de nuit avec des lidars.



3



4. En 2015, plusieurs lidars ont été labellisés par la Nasa après une campagne de mesures exceptionnelle. Ils ont ainsi intégré un réseau mondial d'instruments de caractérisation de l'atmosphère et une base de données internationale.

5. Un faisceau peut atteindre jusqu'à 100 kilomètres d'altitude. Plus l'altitude est importante, plus les données obtenues rendent compte des conditions climatiques globales, généralisables à l'ensemble de la planète.

6. Lorsque le faisceau traverse les aérosols, une partie des photons que ceux-ci diffusent est collectée par un télescope comme celui-ci. Ces photons sont alors analysés pour établir la nature et la concentration des particules atmosphériques.



7. En journée, les lidars sont relayés par d'autres instruments. Ici, un pointeur solaire redirige la lumière du soleil vers un spectromètre qui mesure la concentration des gaz qui contribuent à l'effet de serre et à la pollution globale.

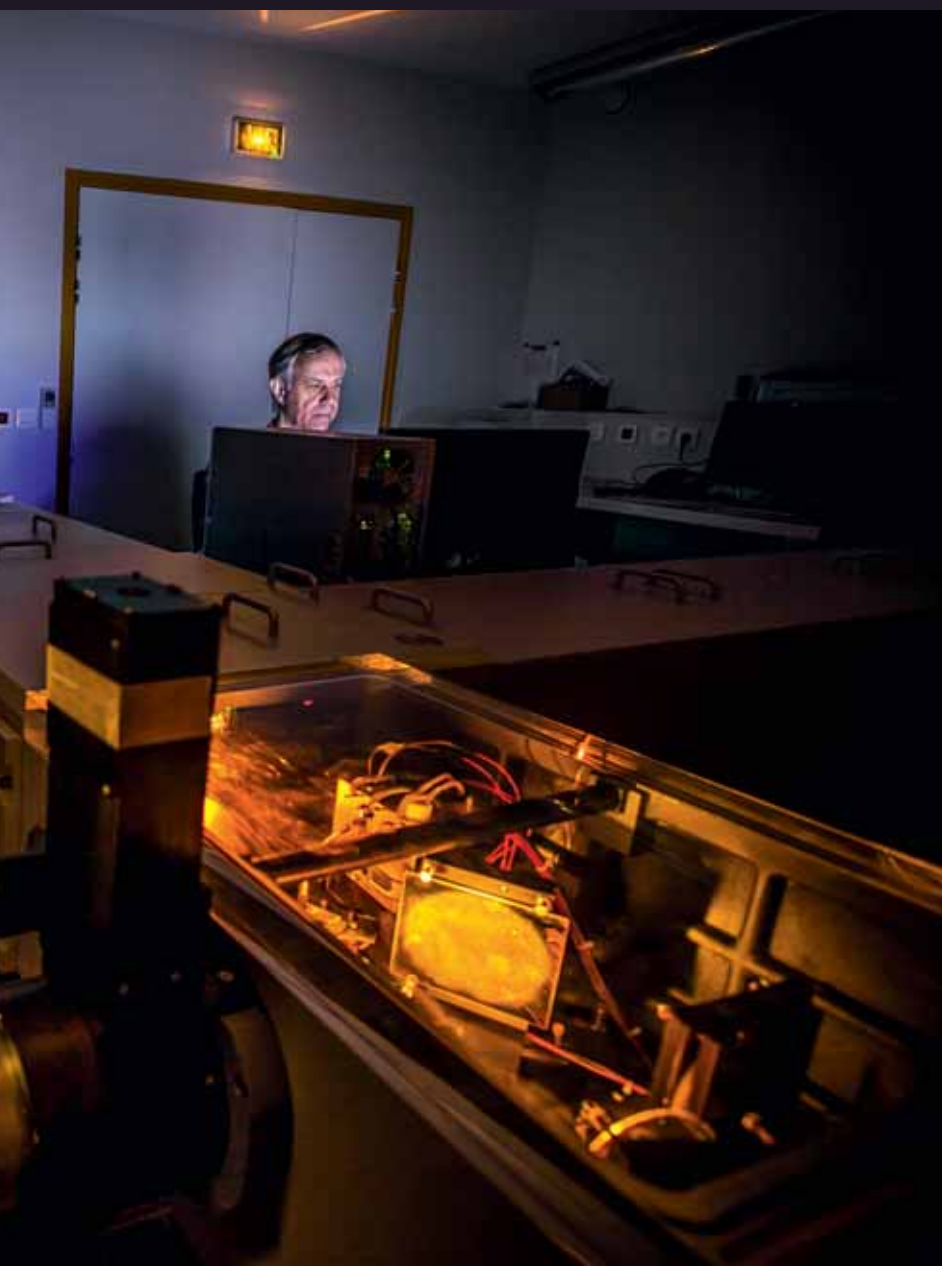


7

8. La lumière du soleil transmise par l'atmosphère est analysée par le spectromètre. Cette opération permet d'évaluer les niveaux d'ozone, de formaldéhyde, de méthane ou encore de chlorure d'hydrogène.



8



📺 Visionner l'intégralité du diaporama sur lejournal.cnrs.fr

9. Dioxyde de carbone, méthane et monoxyde de carbone sont également mesurés. Les deux premiers gaz sont responsables de l'effet de serre. Le troisième, lui, est une source de pollution atmosphérique. Les chercheurs vont poursuivre toutes ces mesures

durant dix à vingt ans afin de mieux comprendre la machine climatique particulièrement. En 2015, ils se sont concentrés sur les échanges de vapeur d'eau pour évaluer son rôle dans le réchauffement de la troposphère, la couche d'atmosphère située au plus près de la Terre.



Entretien. Bien que ses étranges prédictions aient toujours été vérifiées sans aucune ambiguïté et avec une précision extraordinaire, la mécanique quantique, ou plutôt son interprétation, continue de troubler physiciens et philosophes. Près de quatre-vingts ans après la controverse entre Bohr et Einstein, les chercheurs Alexia Auffèves¹ et Philippe Grangier² proposent de nouvelles réponses sur la nature de la réalité physique dans le cadre de la théorie quantique.

PROPOS RECUEILLIS PAR SYLVAIN GUILBAUD



Donner du sens à la mécanique quantique

Dans un article publié dans la revue *Foundations of Physics*³, vous présentez ce que vous appelez une « nouvelle ontologie » de la mécanique quantique. Que voulez-vous dire par là ?

Alexia Auffèves : Faire de l'ontologie consiste à s'intéresser à ce qui existe dans le monde, à la nature de la réalité contrairement à l'épistémologie, qui s'intéresse à ce qu'on peut connaître du monde. Mon amie philosophe Nayla Farouki me dit souvent que toute théorie physique devrait commencer par poser une ontologie, c'est-à-dire par énoncer des principes clairs sur la nature de la réalité physique, avant de poser le formalisme mathématique. C'est cet ordre des étapes : ontologie, puis formalisme, que nous souhaitons rétablir aujourd'hui,

car, historiquement, la mécanique quantique n'a pas été construite ainsi.

Philippe Grangier : Ce qui est curieux est que la mécanique quantique est une science extraordinairement précise, dont les prédictions ont toujours été vérifiées jusqu'à aujourd'hui. Mais pourtant son interprétation reste soumise à débat : différentes visions du monde s'opposent à son sujet. Beaucoup de physiciens ou de philosophes ont même dit que la mécanique quantique signifiait la mort du réalisme physique, d'une réalité extérieure à l'observateur, sur laquelle on peut acquérir des certitudes. Notre approche veut replacer la mécanique quantique dans le cadre de ce réalisme physique.



© ILLUSTRATIONS : D. DESPAU/COLAGENE.COM

Qu'est-ce que la mécanique quantique a de si spécial pour que les physiciens aient encore besoin de s'interroger sur ses fondements près d'un siècle après sa naissance ?

P. G. : La mécanique quantique propose une description du monde très différente de celle de la physique dite classique. Le propre de la physique classique est d'isoler, au moins par la pensée, l'objet qu'on veut étudier, par exemple la Terre, une bille ou une particule, puis de mesurer ses propriétés. Pour cela, on pose des questions à l'objet sur sa masse, sa vitesse, son énergie... Autant de

questions qu'on veut. Il faut bien sûr des appareils pour mesurer ces grandeurs. Mais, une fois leur valeur connue, on peut faire abstraction de l'appareil de mesure et considérer que ces grandeurs appartiennent en propre à l'objet. Elles constituent en quelque sorte sa carte d'identité, ce qu'on appelle en physique « l'état » du système. En mécanique quantique, il est notoire que cette vision des choses ne marche plus. Tous les physiciens sont d'accord sur cela. Mais en quel sens peut-on dire que cela ne marche plus ? C'est là que les avis divergent.

A. A. : Le côté « bizarre » de la mécanique quantique vient du fait que les résultats de mesure peuvent être aléatoires même si le système se trouve dans un état bien défini. Par exemple, un photon polarisé à 45° a une probabilité de 50 % de traverser un polariseur orienté verticalement (lire l'encadré p. 35). L'autre grande différence avec la physique classique est que l'ordre dans lequel est effectuée la mesure est déterminant en mécanique quantique. Classiquement, si je mesure la masse d'une table, puis sa couleur, j'obtiens les mêmes résultats que si j'observe d'abord sa couleur, puis sa masse. Ce n'est pas toujours vrai en physique quantique. Nos intuitions et nos habitudes sont mises à mal car, dans la vie de tous les jours, nos certitudes viennent du fait que nous obtenons toujours la même réponse à la même question. On explique cette répétabilité par une cause permanente qui est l'existence d'un état, appartenant au système tout seul, qui existe même si personne ne le regarde. Par exemple : la table est noire. En physique quantique, le système est toujours interfacé à un contexte expérimental dont on ne peut pas faire abstraction. Le système ne se livre jamais tout seul. Comment accéder alors à son état ?

Sur ce point, on entend souvent dire que c'est l'appareil de mesure qui perturbe le système...

A. A. : Oui. Quand j'ai commencé à apprendre la mécanique quantique, on m'a beaucoup parlé de l'expérience de pensée du microscope de Heisenberg. Lorsque j'observe un petit système, je dois l'éclairer avec de la lumière, autrement dit le bombarder de photons. Et donc si je connais sa position, je ne peux plus connaître sa vitesse car elle a été perturbée par les chocs avec les photons. Je n'arrive donc jamais à « attraper » l'état complet du système et c'est pour ça que la mécanique quantique est probabiliste. Mais je trouve cette explication frustrante, car elle fait de l'aléatoire une sorte de barrière qui apparaît sans que l'on sache pourquoi⁴ et surtout elle nous contraint à travailler avec des concepts (l'état du système) qui ne sont pas accessibles de façon simple. ...

1. Institut Néel du CNRS. 2. Laboratoire Charles Fabry (CNRS/Institut d'optique Graduate School/Univ. Paris Sud). 3. « Contexts, Systems and Modalities : A New Ontology for Quantum Mechanics », Alexia Auffèves et Philippe Grangier, *Foundations of Physics*, publié en ligne le 21 septembre 2015. 4. En physique classique, le fait de prendre une mesure peut aussi perturber les résultats, mais on peut corriger cette perturbation ; ce n'est plus le cas en physique quantique.

... Quels sont les principes de base de votre nouvelle interprétation ?

P. G. : D'abord, nous avons une sorte de « postulat zéro » qui est le réalisme : la physique décrit un univers qui existe indépendamment de l'observateur et qui obéit à des règles intelligibles et universelles. La science est une œuvre humaine, mais ce n'est pas l'observateur qui crée la réalité.

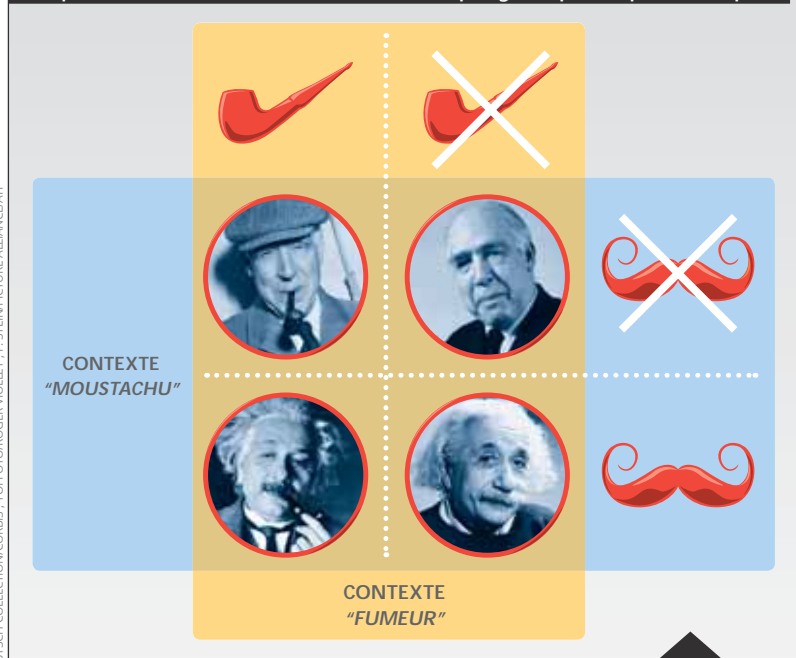
A. A. : Ce qui constitue la réalité, ce sont des grandeurs physiques que l'on peut prédire de façon certaine, c'est-à-dire qu'on peut mesurer de manière sûre et répétable en retrouvant toujours le même résultat si on refait l'expérience. En physique classique, cela va de soi, car les propriétés que l'on mesure sont attribuées directement au système, le système étant simplement l'objet qu'on étudie : une particule, un ensemble de particules, etc. En physique quantique, le point fondamental que nous soulignons est

qu'on ne peut pas oublier le contexte de la mesure, c'est-à-dire l'appareillage extérieur à l'observateur qui permet d'obtenir ces propriétés. Par exemple : quelle orientation du polariseur utiliser, ou quelle direction de champ magnétique appliquer, ou de quel détecteur se servir. Et en physique quantique, il y a bien aussi des résultats certains et répétables, mais à condition de considérer à la fois le système et son contexte. Prenons par exemple un photon comme système et un polariseur vertical comme contexte. Pour nous, le photon tout seul n'a pas de polarisation (*lire l'encadré p. 35*). Mais l'ensemble photon et polariseur a une polarisation. Si je vous donne mon photon et que vous le faites passer par un polariseur vertical, vous trouverez le même résultat que moi. Cet état quantique, que nous appelons « modalité », appartient à la fois au système et au contexte. C'est notre premier postulat.

On peut donc accéder à la réalité, qui appartient à la fois au système et au contexte, avec certitude. Mais pourquoi les probabilités interviennent-elles en mécanique quantique ?

P. G. : Parce que la mécanique quantique est justement quantique, c'est-à-dire « quantifiée » : le nombre de modalités d'un ensemble « système et contexte donnés » est fini. C'est notre second postulat. Dans l'exemple du photon et du polariseur vertical, il n'y a que deux modalités possibles : soit le photon est transmis, soit le photon est réfléchi par le polariseur vertical. Une fois que je connais cette modalité, par exemple le photon est transmis, celle-ci est certaine : l'ensemble « photon et polariseur » est polarisé verticalement, et j'obtiens le même résultat quand je répète la mesure. Mais la carte d'identité que je peux dresser est limitée. Je ne peux pas demander des détails au photon. Si je veux la réponse à d'autres questions, il faut que je change de contexte, par exemple en tournant l'orientation du polariseur à 45°. J'ai alors accès à deux autres modalités, soit le photon est transmis, soit le photon est réfléchi par le polariseur à 45°, mais ces modalités ne s'ajoutent pas aux deux modalités précédentes, sinon cela contredirait notre second postulat, nous pourrions « extorquer » des détails au photon. Je ne sais donc pas de manière certaine quel sera le résultat de la nouvelle mesure, mais seulement sa probabilité : sachant que le photon a été transmis par un polariseur orienté verticalement, il a telle probabilité (ici, 50 %) de traverser un polariseur orienté à 45°. Les probabilités en mécanique quantique servent donc à relier les résultats de mesures effectuées dans des contextes expérimentaux différents. Après avoir effectué une mesure avec le polariseur à 45°, si je veux revenir avec un polariseur vertical, il faut à nouveau changer de contexte : le résultat sera à nouveau probabiliste et je n'obtiendrai pas forcément le même résultat qu'au début. Cela explique

Importance du contexte en physique quantique



En physique classique, on peut combiner deux propriétés, comme fumer la pipe ou pas, et être moustachu ou pas, pour obtenir quatre situations possibles. En physique quantique, pour la polarisation d'un photon par exemple, on doit choisir un contexte, dans lequel on ne peut avoir que deux réponses possibles, relatives soit à une propriété, soit à l'autre. Cette quantification binaire (une réponse parmi deux) interdit ainsi de savoir si un fumeur de pipe est moustachu ou pas : si on rencontre un moustachu, puis qu'on apprend qu'il fume la pipe, il se peut qu'en le regardant à nouveau on constate qu'il n'a plus de moustache ! La « modalité » (l'état quantique) appartient à la fois au système quantique, qui répond par oui ou non, et au contexte classique qui définit la question, c'est-à-dire la propriété physique qui est mesurée.

© VECTOR OPEN/STOCK ; BETTMANN/CORBIS ; HULTON-DEUTSCH COLLECTION/CORBIS ; TOPFOTO/ROGER-VOLLET ; F. STEINPICTURE-ALLANCE/ANP

pourquoi l'ordre des mesures est déterminant en physique quantique.

A. A. : Le nombre de réponses (de modalités) que peut fournir un système macroscopique classique n'est pas limité et je peux compléter sa carte d'identité autant que je veux. À l'opposé, l'aléatoire en mécanique quantique vient de la mise en contact d'un très petit système, qui ne peut donner qu'un nombre fini, quantifié de réponses, et d'un gros contexte classique, qui peut poser une infinité de questions. L'aléatoire apparaît donc comme une caractéristique essentielle, ontologique, de la théorie quantique, contrairement à l'interprétation du microscope de Heisenberg, où l'aléatoire est une conséquence d'un problème pratique. De plus, ici, le caractère aléatoire découle essentiellement de la quantification. Cela replace la quantification au cœur de la théorie quantique.

Quelles sont les autres implications de cette relecture de la physique quantique ?

P. G. : Il y a un prix à payer quand on dit que la réalité appartient simultanément à un objet et à un contexte. Cela revient à dire que la réalité est bipartite : d'un côté le système, de l'autre le contexte, et le premier ne peut pas se donner sans le second. C'est en quelque sorte une nouvelle définition de la réalité. L'implication profonde est qu'on ne peut plus imaginer le monde comme construit à partir du bas, à partir de particules qui « posséderaient » chacune un état défini. La vision naïve selon laquelle l'accumulation des particules microscopiques crée les objets macroscopiques ne fonctionne pas dans notre approche car, pour parler des particules et définir leur état, j'ai déjà besoin d'un contexte macroscopique et je ne peux pas attendre qu'il émerge du monde microscopique.

Dans votre interprétation, que deviennent les paradoxes qu'on cite souvent, comme celui du chat de Schrödinger, à la fois mort et vivant ?

P. G. : Pour pouvoir parler d'un chat « mort et vivant », il faudrait disposer d'un contexte où cet état apparaîtrait comme une modalité certaine et reproductible. Autant il existe un contexte où on peut observer le chat soit dans l'état « vivant », soit dans l'état « mort », autant il n'existe aucun contexte où l'on pourrait observer un chat « mort et vivant » : on peut écrire une formule mathématique, mais on ne peut lui associer aucune propriété physique mesurable. Pour nous, cet état n'a donc aucune réalité physique. Remarquons par contre que pour des systèmes « mésoscopiques » impliquant un petit nombre de particules quantiques (jusqu'à une centaine actuellement), on peut construire de telles superpositions, que les physiciens appellent des « chatons de Schrödinger ». De façon générale, dans notre approche, un vrai état (une modalité)

Questions de polarisation

Avec la fréquence d'oscillation (qui détermine la couleur) et la direction de propagation, l'angle de polarisation est la troisième propriété intrinsèque d'une onde électromagnétique comme la lumière. La lumière naturelle est souvent « non polarisée » ce qui veut dire que tous les angles de polarisation (et toutes les couleurs) sont également présents. Toutefois, quand elle interagit avec de la matière – en passant par exemple à travers un polariseur –, certaines directions de polarisation seront privilégiées. La lumière et les photons qui la composent deviennent alors « polarisés ». Quand deux photons sont intriqués, l'angle de polarisation de l'un est fortement corrélé avec celui de l'autre, quelle que soit la distance entre les deux photons.

n'est jamais défini de manière abstraite : il doit correspondre à une expérience certaine et reproductible, pour un système et un contexte donnés.

A. A. : En fait, le problème du chat de Schrödinger est essentiellement lié à la notion de superposition cohérente en mécanique quantique : que signifie « être dans deux états à la fois » ? Dans notre interprétation, cela n'a pas de signification intrinsèque, mais cela veut juste dire qu'il existe un contexte qui va donner une mesure certaine. Par exemple, on ne dit pas d'un photon à 45° qu'il est « à la fois » dans l'état 0° et dans l'état 90° en criant au mystère. Cela signifie juste que si j'oriente le polariseur à 45°, le photon sera transmis avec certitude. Pour le photon, ce comportement de superposition existe parce que la modalité appartient à la fois au système et au contexte, et qu'on peut changer de contexte en tournant le polariseur. Il n'existe rien de tel pour la vie et la mort du chat.

Comment réagissent vos collègues quand vous leur présentez votre vision des choses ?

P. G. : Nous avons présenté notre point de vue dans plusieurs conférences, grandes et petites. J'ai l'impression que cela ébranle les physiciens sur le moment, puis qu'ils reviennent à leur routine. Mais un des principes de la pédagogie est qu'il faut répéter avant d'être bien compris...

A. A. : Nos présentations se passent de mieux en mieux. Nos images sont plus claires désormais. Mais beaucoup de physiciens sont rétifs à cette idée, car ils ont tendance à penser que l'état quantique doit être attribué à un système tout seul. Au contraire, quand on dit au grand public non spécialiste que les propriétés dépendent à la fois du système et du contexte, cela semble assez évident. Il y a une petite différence de perception entre les physiciens et le reste du monde.

P. G. : Quand nous attribuons la réalité quantique en même temps à un objet et à un contexte, c'est un peu comme ...

... monsieur Jourdain et sa prose : beaucoup de chercheurs font cela, mais sans en avoir conscience. Cependant, beaucoup ne sont pas prêts à l'admettre, car ils sont très attachés au fait d'attribuer un état uniquement à un système. Tout le monde est d'accord pour dire que la mécanique quantique est ontologiquement différente de la physique classique, mais j'ai l'impression que la majorité de nos collègues tiennent à conserver cet aspect classique, celui qui pose justement problème d'après nous ! Après, certains ne partagent pas la nouvelle définition de la réalité qu'implique notre approche. Donc pour l'instant, notre interprétation ne fait pas du tout l'unanimité, sans doute aussi parce que la plupart des collègues qui ont réfléchi à ces questions se sont forgé leur propre interprétation et qu'ils n'en changeront pas sans une très bonne raison.

Beaucoup de physiciens sont rétifs à notre point de vue, car ils ont tendance à penser que l'état quantique doit être attribué à un système tout seul.



Les lasers sont un des instruments de prédilection des expériences de mécanique quantique.

A. A. : Je pense que ces réticences viennent profondément de la façon très mathématique et formelle dont la mécanique est enseignée. Dès le départ, il y a un parti pris : les états sont attribués au système. Il est ensuite difficile d'aller contre nos premières intuitions construites avec les mathématiques.

P. G. : J'enseigne la mécanique quantique à l'École polytechnique selon la méthode « traditionnelle » en suivant de près la façon dont la théorie s'est construite historiquement. On ne part pas des mathématiques, mais des photons d'Einstein pour les ondes lumineuses, puis des interférences avec des particules et de leur interprétation grâce aux ondes de De Broglie. Au début, cette onde apparaît forcément comme une espèce d'onde électromagnétique, ou une onde à la surface de l'eau... une « vraie » onde. Puis on explique assez rapidement que ce n'est pas une « vraie » onde, mais une amplitude de probabilité, donc un outil de calcul des résultats possibles. Mais alors il est difficile de se détacher d'une vision où l'onde est « quelque chose » ; et si elle n'est pas « quelque chose », de quoi parle-t-on, puisque les physiciens eux-mêmes ne semblent pas parvenir à répondre à cette question ? Parvenir à maîtriser ces notions fait partie de l'apprentissage de la physique quantique. Dans notre approche, la réalité est dans les quantités qu'on va mesurer, mais comprendre le sens de cette affirmation n'est certainement pas immédiat non plus.

Y a-t-il des liens entre ces réflexions fondamentales et votre travail de recherche plus quotidien, en laboratoire ?

P. G. : Si on regarde les résultats anciens et récents sur les tests des inégalités de Bell, on voit que les questions sur la nature et le rôle de l'intrication quantique sont en un certain sens à l'origine d'un champ de recherche très actif, l'information et la cryptographie quantiques. Ce que nous faisons tous les jours relève plutôt de ce domaine. Mais au départ, le test de Bell était conçu pour trancher un débat philosophique sur la nature de la réalité. Une réponse expérimentale convaincante a été apportée à la question posée, mais elle ne clôt pas le débat philosophique et métaphysique, et nos réflexions s'inscrivent dans ce contexte. Nous ne faisons donc pas de la pure métaphysique, et nous ne voulons pas nous arrêter là, sinon, on pourrait dire que nous ne formulons que des « pétitions de principe », que Niels Bohr avait déjà plus ou moins dit la même chose, etc. Notre objectif est donc d'établir un lien plus étroit entre nos postulats et le formalisme mathématique, c'est-à-dire expliquer pourquoi, une fois posée la quantification du nombre de modalités d'un système et d'un contexte, on aboutit à la formulation mathématique usuelle de la physique quantique. Notre démarche ne conduit pas, pour l'instant, à des prédictions différentes de celles de la mécanique quantique standard, et la possibilité de trancher entre notre approche et une autre (par exemple au moyen de tests expérimentaux, comme on a pu le faire avec les inégalités de Bell) reste un problème ouvert. **||**

EN ACTION



*Des batteries révolutionnaires,
une grande découverte sur les ondes
gravitationnelles et une maquette géante
pour comprendre les inondations.*

ILLUSTRATION : EMILY FORGOT/MONSIEUR L'AGENT



Batterie sodium-ion : le retour en force

MATIÈRE

Chimie. Le réseau français RS2E vient de dévoiler le premier prototype de batterie sodium-ion. Cette technologie pourrait permettre le stockage de masse des énergies renouvelables dites intermittentes.

PAR LAURE CAILLOCE

► Branchement d'une cellule sodium-ion pour des tests destinés à évaluer ses performances.

C'est une annonce qui risque de faire du bruit dans le monde très concurrentiel des batteries. Des chercheurs français du réseau RS2E¹ ont dévoilé fin novembre 2015 le premier prototype de batterie sodium-ion 18650, un format standard utilisé notamment dans nos ordinateurs portables. L'information n'a l'air de rien pour les non-spécialistes... Et pourtant. Partout sur la planète, aux États-Unis, au Japon, en Angleterre ou encore en Israël, des scientifiques planchent sur cette technologie aujourd'hui considérée comme l'alternative la plus sérieuse aux batteries lithium-ion qui équipent la quasi-totalité des équipements électroniques portatifs (ordinateurs portables, tablettes, smartphones...) et commencent à lorgner

sérieusement du côté des véhicules électriques. La batterie de la Tesla Car, par exemple, n'est rien d'autre que l'association de plusieurs milliers de batteries lithium-ion 18650...

« La batterie sodium-ion dévoilée aujourd'hui s'inspire directement de la technologie lithium-ion, explique Jean-Marie Tarascon, le pape français des batteries, chimiste du solide au CNRS et professeur au Collège de France². À l'instar des ions lithium, les ions sodium se "baladent" d'une électrode à l'autre, au fil des cycles de charge et de décharge. Et ce sans faire subir aucune modification aux "matériaux hôtes" situés à chaque électrode, puisque ces derniers prennent la forme de structures cristallines dans lesquelles les ions viennent s'insérer tout en douceur. »

1. Le réseau sur le stockage électrochimique de l'énergie (RS2E) travaille sur les batteries nouvelle génération, parmi lesquelles la batterie sodium-ion. Il associe des laboratoires du CNRS, du CEA et une quinzaine d'industriels parmi lesquels Renault, Saft ou encore Alstom.

2. Jean-Marie Tarascon est également directeur du laboratoire Chimie du solide et de l'énergie (CNRS/UPMC/Collège de France) et directeur du réseau RS2E. 3. Laboratoire d'innovation pour les technologies des énergies nouvelles et les nanomatériaux.

Son format dit 18650 indique qu'elle se présente sous la forme d'un cylindre de 1,8 centimètre de diamètre sur 6,5 centimètres de hauteur.

Pour l'heure, les concepteurs de la batterie sodium-ion restent discrets sur la composition des matériaux qui s'enroulent autour des deux électrodes – secret de fabrication. On en sait plus, en revanche, sur les performances du prototype présenté aujourd'hui : avec 90 watt-heures/kilogramme, « sa densité d'énergie (la quantité d'électricité que l'on peut stocker par kilogramme de batterie) est comparable à certaines batteries lithium-ion comme la batterie Li-ion fer/phosphate », indique Loïc Simonin, chercheur au Liten³, un laboratoire du CEA associé au développement du prototype, tandis que sa durée de vie (nombre maximum de cycles de charge et de décharge) dépasse les 2 000 cycles. Des premiers résultats plus qu'encourageants, donc, d'autant qu'ils sont encore perfectibles.

Des performances très encourageantes

Aujourd'hui objets de désir, les batteries au sodium reviennent pourtant de loin. À la fin des années 1980, cette technologie avait en effet été écartée au profit du lithium, dont la supériorité semblait évidente à tous : grâce à une tension de 3,5 volts, le lithium fournit en théorie la plus grande énergie ; trois fois plus légers que les ions sodium, les ions lithium permettent de fabriquer des batteries poids plume, un atout indéniable lorsqu'on parle d'électronique nomade... Seul inconvénient du lithium : sa (relative) rareté et sa localisation dans quelques endroits ciblés (Colombie, Chili, Chine...).

« Lorsque le marché des véhicules électriques a commencé à se développer, on a craint un envol des cours du lithium », rappelle Jean-Marie Tarascon, et le sodium est revenu dans la course. Il faut dire qu'il a un gros avantage : il est abondant (on trouve 2,6 % de sodium dans la croûte terrestre, contre 0,06 % de lithium à peine) et se trouve partout sur la planète, notamment dans l'eau de mer, sous forme de chlorure de sodium (NaCl).

En 2012, le chercheur français décide de prendre le taureau par les cornes et d'organiser une véritable force de frappe française sur les batteries au sodium. « Pour le lithium, toute la recherche fondamentale s'était faite en Europe, notamment en France, se souvient Jean-Marie Tarascon. Pourtant, c'est au Japon que le transfert de technologie et la commercialisation ont eu lieu, permettant à Sony de lancer sa première batterie lithium-ion en 1991. Résultat : 95 % de la fabrication Li-ion se fait aujourd'hui en Asie... » Pas question de bégayer l'histoire une deuxième fois. Le CNRS (pour la partie fondamentale) et le Liten (pour l'aspect transfert de technologie) se sont donc associés à une quinzaine d'industriels parmi lesquels Renault, Saft ou encore Alstom pour créer le réseau RS2E dédié aux batteries de nouvelle génération. Objectif affiché : assurer la

recherche et le développement, afin de pouvoir lancer la commercialisation des batteries sodium-ion sur le sol européen, dès que celles-ci seront prêtes.

Un marché mondial de 80 milliards de dollars

Les perspectives commerciales sont en effet immenses. Le marché mondial des batteries devrait atteindre 80 milliards de dollars en 2020, deux fois plus qu'aujourd'hui. Trop massives, pour l'heure, pour équiper les appareils électroniques nomades, les batteries sodium-ion pourraient se faire une place de choix sur le marché du véhicule électrique, mais aussi dans le stockage de masse des énergies renouvelables intermittentes, éolien ou solaire. L'énergie stockée durant le jour, ou pendant les épisodes venteux, étant restituée à volonté grâce à des batteries (ou plutôt, des séries de batteries) qui pourraient atteindre la taille d'une maison !

Autre marché possible, celui des batteries domestiques, que le créateur de la Tesla Car, le Californien Elon Musk, a lancé avec fracas au mois d'avril 2015. Sa Power Wall, une batterie murale à poser chez soi, est destinée à emmagasiner l'énergie produite par les panneaux solaires installés directement sur le toit des maisons, mais aussi à réguler la consommation en stockant l'électricité aux heures creuses, lorsqu'elle est la moins chère.

« Le format 18650 nous permet de prouver la pertinence du concept et de mettre en parallèle les performances de nos batteries avec les batteries de format similaire déjà commercialisées. Mais il faudra trouver d'autres formats pour répondre aux nouveaux besoins », précise Loïc Simonin. Le temps presse : Toyota travaille d'arrachepied à un prototype de batterie de voiture sodium-ion, tandis que la start-up anglaise Faradion, associée à l'université d'Oxford, a fait en 2015 une première démonstration de vélo électrique à batterie sodium-ion. II



» www.energie-rs2e.com/fr

► Le sodium représente une alternative intéressante au lithium-ion, utilisé depuis les années 1990.



Les moineaux des villes en péril

PAR ANNE-SOPHIE BOUTAUD



En quelques dizaines d'années, le moineau a pratiquement disparu de Londres », s'inquiète Frédéric Angelier, chercheur au Centre d'études biologiques de Chizé (CEBC)¹. La disparition alarmante des moineaux en Europe a été confirmée par plusieurs études. Frédéric Angelier et ses collègues² ont démontré³ récemment que la nourriture urbaine, issue des activités humaines, pourrait contribuer au déclin des moineaux en ville. Un travail d'autant plus important que le moineau est une espèce sentinelle : il sert d'indicateur aux changements environnementaux. « Le moineau dépend des hommes pour son habitat et sa nourriture en ville, indique Frédéric Angelier. Il nous permet donc de comprendre comment cet environnement peut contraindre la biodiversité urbaine et, dans une certaine mesure, l'homme. » La dernière enquête du CEBC a été menée sur trois mois, en 2013, dans la région Poitou-Charentes. Sur cette période, 110 moineaux ont été étudiés sur deux sites urbains et deux sites ruraux.

▲ L'alimentation des moineaux en ville serait trop riche en glucides et trop pauvre en protéines.



© LUNYANSKIYFOTOLIA.COM

L'alimentation en cause

« Notre étude démontre que les individus urbains ont une plus petite taille, explique le biologiste. De plus, nous avons également montré que les juvéniles étaient plus gras que leurs congénères ruraux. » En ville, l'alimentation des moineaux serait en effet trop riche en glucides et trop pauvre en protéines. Bien que granivores, les moineaux ont besoin d'insectes pour leur apport en protéines et, pour pallier ce manque

en milieu urbain, ils se reporteraient sur des aliments issus des activités humaines. Cette nourriture carencée a un impact sur l'état des moineaux et pourrait avoir des conséquences sur le développement des oisillons, mais aussi sur la fertilité des adultes : au moment de la reproduction, les conditions physiques des moineaux seraient moins performantes.

Un milieu urbain très contraignant

L'alimentation est-elle seule responsable? « Il faut rester prudent, pondère Frédéric Angelier. Le milieu urbain est caractérisé par de nombreux facteurs, la nourriture, bien sûr, mais aussi la pollution, l'abondance de lumière artificielle, les ondes électromagnétiques ou encore le bruit. » La pollution sonore a justement fait l'objet d'une étude antérieure réalisée par la même équipe⁴. Selon celle-ci, le brouhaha quasi omniprésent des villes vient perturber le chant des volatiles. Dans le vacarme urbain, les moineaux sont incapables de trouver un partenaire de bonne qualité. Par ailleurs, les parents prennent la

fuite de manière précoce, notamment pour compenser leur moins bonne perception auditive des menaces approchant dans leur environnement. Cette adaptation accroît certes les chances de survie des parents, mais elle diminue celle des poussins. Ils ne peuvent pas toujours les entendre et les nourrir quand il faut... Une vaste étude sur le déclin des moineaux, en collaboration avec le Muséum national d'histoire naturelle⁵ et la Ligue de protection des oiseaux d'Île-de-France, est en cours. Elle permettra pour l'équipe du CEBC de confirmer ses résultats à une échelle nationale. Les conclusions sont attendues pour le printemps prochain. « Pour pouvoir proposer des actions de sensibilisation, il est

essentiel d'identifier les facteurs environnementaux qui affectent ces populations, précise Frédéric Angelier, mais aussi d'étudier les mécanismes physiologiques qui permettent à ces populations de s'ajuster à ces changements ou non. » II



Lire l'intégralité de l'article sur lejournal.cnrs.fr

1. Unité CNRS/Univ. de la Rochelle. 2. A. Meillère, F. Brischoux et C. Parenteau. 3. « Influence of urbanization on body size, condition, and physiology in an urban exploiter : a multi-component approach », *Plos One*, 13 août 2015. 4. « Impact of chronic noise exposure on antipredator behavior : an experiment in breeding house sparrows », *Behavioral Ecology*, 12 janvier 2015. 5. Centre de recherches sur la biologie des populations d'oiseaux, Pierre-Yves Henry.

On a détecté des ondes gravitationnelles!

PAR YAROSLAV PIGENET

UNIVERS  MATIÈRE 

Événement. En détectant pour la première fois des ondes gravitationnelles, les collaborations Ligo et Virgo ont également observé la première collision entre deux trous noirs. Une nouvelle fenêtre s'ouvre sur l'Univers.

Dévoilées par Einstein en 1915, les équations de la relativité générale indiquaient l'existence théorique de deux phénomènes inconnus et inobservables à l'époque : les ondes gravitationnelles et les trous noirs. Après une quête de près d'un demi-siècle, les physiciens, et plus particulièrement, depuis 2007, ceux de la collaboration associant les observatoires Ligo (États-Unis) et Virgo (Europe), tiennent enfin leur Graal : la première observation directe d'une onde gravitationnelle causée par la collision de deux trous noirs. Cette découverte annoncée le 11 février ne constitue pas seulement une validation supplémentaire de la théorie d'Einstein, elle fait aussi entrer l'astronomie dans une nouvelle ère en lui procurant un messenger de plus pour observer les phénomènes les plus violents de l'Univers.

Il y a très très longtemps, dans une galaxie très très lointaine, deux trous noirs qui tournaient l'un autour de l'autre et pesaient chacun environ

30 soleils ont fini par se rencontrer à 200 000 kilomètres/seconde et fusionner. Un phénomène appelé coalescence. Cet événement cataclysmique, baptisé GW150914, a, en une fraction de seconde, converti en ondes gravitationnelles une énergie équivalant à trois fois la masse du Soleil.

Deux observations simultanées

Ce sont ces ondes, générées à plus d'un milliard d'années-lumière de la Terre, que les deux interféromètres laser géants de Ligo – l'un situé en Louisiane, l'autre à 3 000 kilomètres, dans l'État de Washington – ont observé simultanément le 14 septembre 2015 à 11 h 51. « Cette double détection et la force du signal enregistré assurent qu'il ne s'agit pas d'une fausse alarme, précise Benoit Mours, chercheur au Laboratoire d'Anecy-le-Vieux de physique des particules (Lapp)¹ et responsable scientifique du projet Virgo en France. Selon nos vérifications, un bruit aléatoire mimant GW150914 est si peu probable



Retrouvez toutes nos ressources sur cette découverte sur lejournald.cnrs.fr

► Vue d'artiste de deux trous noirs qui, en fusionnant, émettent des ondes gravitationnelles.

qu'il ne pourrait se produire qu'au plus une fois tous les 200 000 ans ! »

Cette observation directe est d'abord une confirmation éclatante de la validité de la théorie de la relativité générale et de l'une de ses prédictions les plus révolutionnaires. C'est aussi une prouesse technique sachant qu'Einstein lui-même pensait que les déformations de l'espace-temps dues aux ondes gravitationnelles étaient si ténues qu'elles ne pourraient jamais être détectées directement. « Pour l'astrophysique, cette découverte est un peu ce qu'a été celle du boson de Higgs pour la physique des particules, explique Tania Regimbau, astrophysicienne dans le groupe Virgo-Artemis². Et ce tant par la manière – une collaboration internationale de plusieurs années rassemblant des centaines de chercheurs –, que par le résultat – la validation expérimentale d'une théorie centenaire ouvrant la voie à une nouvelle astronomie. »

Remonter l'histoire de l'Univers

En effet, après les ondes électromagnétiques (lumière, ondes radio, rayons X...), qui ont permis aux astronomes d'observer des phénomènes et des objets cosmiques de plus en plus éloignés, les ondes gravitationnelles vont désormais permettre d'étudier des événements extrêmes et de remonter encore plus loin dans l'histoire de l'Univers. Le redémarrage en 2016 du détecteur Advanced Virgo en Italie, dont les données seront combinées avec celles de Ligo, fournira aux chercheurs un observatoire gravitationnel capable d'identifier et de localiser encore plus précisément les sources de ces précieuses ondes. Kagra au Japon devrait compléter ce réseau vers 2018. Ces instruments seront ensuite rejoints, vers 2030, par eLISA, un ensemble de trois satellites qui constitueront un interféromètre avec l'ambition de détecter directement les ondes gravitationnelles issues du Big Bang. L'ère de l'astronomie gravitationnelle est née. ||

1. Unité CNRS/Univ. Savoie Mont Blanc. 2. Unité CNRS/Univ. Nice Sophia Antipolis/Observatoire de la Côte d'Azur.

Grande première à Singapour

International. Retour sur le premier rassemblement des 17 Unités mixtes internationales du CNRS en Asie, qui s'est tenu en novembre à Singapour.

PAR GUILLAUME BRIONNET

Lee Kuan Yew, le père de l'indépendance de Singapour, s'est éteint en mars 2015 à quelques semaines des célébrations des 50 ans du pays. En un demi-siècle, il aura transformé cet ancien réduit chinois de Malaisie, sans ressources naturelles ni atouts économiques, en un poids lourd de l'économie mondiale. Cette cité-État de plus de cinq millions d'habitants est actuellement classée comme le pays le plus attractif pour les entreprises. Et elle poursuit son développement en misant sur l'innovation et la recherche. Le CNRS ne s'y est pas trompé en déplaçant l'an passé sur l'île son bureau pour l'Asie du Sud-Est¹ et en y créant depuis deux ans deux nouvelles Unités mixtes internationales (UMI) : ce micro-État en compte désormais quatre, autant que le Japon, partenaire historique du CNRS en Asie.

Réunir les partenaires de la recherche

C'est donc logiquement à Singapour que s'est tenu AUR@SIA, le premier rassemblement des UMI du CNRS en Asie, les 4 et 5 novembre derniers. AUR@SIA s'est inspiré de l'association AUR@, qui rassemblait déjà les UMI d'Asie en ingénierie et en informatique, mais aussi d'un rassemblement similaire organisé pour la première fois en Amérique du Nord. « La réunion de Washington permettait avant tout aux UMI de partager leurs succès ou leurs soucis communs, explique Patrick Nédellec, directeur de la Direction Europe de la recherche et coopération internationale du CNRS. En Asie, il y a une grande disparité des UMI ; nous ne pouvons pas être dans la même logique. J'ai donc voulu impliquer les partenaires étrangers et les agences de financement. »

Avec un résultat au-delà des espérances : près de 120 participants réunis à l'Axa University Asia-Pacific Campus pendant deux jours. Parmi eux, la plupart des directeurs d'UMI, mais aussi leurs partenaires étrangers, comme le vice-président recherche du groupe Thales, Marko Erman,



l'ancien président de la Japan Science and Technology Agency, le Dr Michiharu Nakamura, ou encore de nombreux représentants japonais et indiens. L'événement a également été très remarqué par les autorités locales : c'est Yong Ying-I, secrétaire permanente de la Recherche nationale et du Développement, qui a inauguré le symposium aux côtés de Benjamin Dubertret, ambassadeur de France à Singapour, et d'Alain Fuchs, président du CNRS. Selon ce dernier, « le ministre de l'Éducation comme le responsable de l'agence de financement considèrent le CNRS comme un intégrateur : c'est un rôle qui nous va très bien ! »

Une ébullition très positive

Le succès d'AUR@SIA a donc mis les UMI en lumière, mais a aussi permis d'envisager des collaborations inédites. Comme entre l'Institut français de Pondichéry et l'UMI Multimedia, Information, Communication and Applications (Mica), installée à Hanoï : l'analyse du fond photographique du premier par le logiciel de reconnaissance d'images de la seconde permettrait d'envisager la création d'une base unique en

1. Lire « Le CNRS prend place à Singapour », *CNRS Le journal*, n° 276, printemps 2014, pp.44-46.



© G. BRONNIET

son genre, notamment pour sécuriser les collections d'art et limiter le trafic de pièces volées. Ou encore l'UMI Image and Pervasive Access Lab (Ipal) et son appartement témoin entièrement connecté pour faciliter les déplacements des personnes âgées ou dépendantes : après l'avoir visité, Patrice Bourdelais, directeur de l'Institut des sciences humaines et sociales du CNRS, et Sandra Laugier, directrice adjointe scientifique de cet institut, imaginaient avec enthousiasme bien des développements possibles en sciences humaines et sociales. Pour Patrick Nédellec, « *c'est un effet inattendu d'AUR@SIA mais très positif : donner vie à l'interdisciplinarité, même dans les UMI* ».

En plus d'AUR@SIA, Alain Fuchs aura pu juger de l'aura du CNRS à Singapour en tant qu'invité du Lee Kuan Yew Distinguished Visitors Programme, qui convie chaque année un éminent scientifique internationalement reconnu. À cette occasion, il a tenu deux conférences et rencontré le nouveau ministre de l'Éducation de Singapour ainsi que les présidents des universités Nanyang Technological University (NTU) et National University of Singapore (NUS). « *On sent qu'il y a une ébullition ici, et même une passion pour la recherche et l'innovation. J'ai ressenti une ouverture très claire de la*

▼ **Le musée ArtScience de Singapour, à Marina Bay Sands.**



» www.aurasia.cnrs.fr

part de la National Research Fondation pour développer des projets de plus grande envergure avec nous. AUR@SIA aura vraiment laissé des traces, confie le président du CNRS. Singapour est dans une optique de développement rapide. Si un projet ne porte pas ses fruits dans un temps raisonnable, il est arrêté. C'est une nouvelle façon de travailler, il va falloir qu'on s'y adapte. »

L'UMI, un concept efficace

Certains chercheurs ont su profiter de cette aubaine. David Wilkowski, de l'université Nice Sophia Antipolis, se réjouit de son arrivée à l'UMI MajuLab, consacrée, en outre, aux technologies quantiques : « *Singapour met sur la table des moyens conséquents ; ils font venir des chercheurs étrangers pour atteindre rapidement un niveau d'excellence scientifique et former les doctorants locaux. J'ai disposé ici d'un financement de plus de 2 millions d'euros depuis 2011, l'équivalent d'une bourse ERC, beaucoup plus dure à obtenir !* »

Dominique Collard, lui, est directeur de l'UMI Laboratory for Integrated Micro-Mechatronic Systems (Limms), installée à Tokyo pour développer la recherche autour des biopuces à cellules, de la physique des surfaces ou encore de l'intégration dans les micro- ou nanosystèmes. Il profite d'AUR@SIA pour découvrir MajuLab : « *Singapour a une politique d'attrait de chercheurs étrangers qui se retrouvent à travailler de façon très indépendante : ici, MajuLab a ses propres locaux. Au Japon, ce n'est pas le cas, les UMI sont très intégrées à l'université d'accueil. Du coup, leurs chercheurs sont répartis dans les autres laboratoires.* » Selon lui, les 17 UMI d'Asie sont autant de modèles de fonctionnement différents : « *Et c'est formidable ! Même dans mon institut, l'Institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes, il n'y en a pas deux qui fonctionnent de la même manière. On dit d'ailleurs souvent que les UMI sont des labos de labos. AUR@SIA nous permet d'échanger sur ce qui marche ou non, nous donne des idées.* » Que ce soit à Singapour ou au Japon, il reste un « fan » du concept : « *L'UMI, c'est une Rolls-Royce, un superbe outil. Et travailler à l'étranger nous place dans un certain déséquilibre, très propice à la créativité. Il faut se dépasser pour faire ses preuves pour intégrer la structure.* »

Quelles suites données à l'élan créé par AUR@SIA ? L'efficacité du concept désormais prouvée, les rencontres entre les UMI et leurs partenaires devraient se systématiser chaque année et associer cette fois l'Agence nationale de la recherche et les présidents d'université. Selon Patrick Nédellec, le prochain rassemblement pourrait se tenir à Montréal en 2016, à l'occasion de la venue du Premier ministre français, Manuel Valls, au Québec, une province très intéressée par le modèle UMI. ▮

En bref

LE CNRS DANS LE TOP 100 DE L'INNOVATION

Fin 2015, le cabinet américain Thomson Reuters a publié sa liste annuelle des 100 organisations et entreprises les plus innovantes. Le CNRS figure à nouveau dans ce classement aux côtés de 7 entreprises françaises (Alcatel-Lucent, Alstom, Arkema, Safran, Saint-Gobain, Thales et Valeo) et de deux organismes publics de recherche (CEA et IFP Énergies nouvelles).

CAPITAL HUMAIN

Autre distinction pour l'organisme : la Direction des ressources humaines (DRH) du CNRS s'est vu décerner le trophée d'or des Victoires des leaders du capital humain dans la catégorie secteur public, parmi plus de 80 grandes entreprises en lice. Ces récompenses sont attribuées à des DRH qui font preuve de performance et d'évolution dans la durée, de qualité et de diversité des projets, ainsi que de capacité d'innovation.

UNE CONVENTION AVEC MÉTÉO-FRANCE

Le 5 janvier, Alain Fuchs, président du CNRS, et Jean-Marc Lacave, président-directeur général de Météo-France, ont signé une convention-cadre pour renforcer leur coopération scientifique et technologique dans les domaines de la météorologie, de l'étude du climat et de la physique de l'atmosphère. Ce partenariat est complété par la signature de la convention entre l'Institut national des sciences de l'Univers et le Centre national de recherches météorologiques. Le CNRS et Météo-France coordonnent leurs activités de recherche, notamment dans le cadre de programmes nationaux, dans les domaines de prévisibilité des phénomènes atmosphériques, d'étude du climat et du changement climatique, du cycle de l'eau ou encore des développements instrumentaux.

© T. VERGOZUMS-IPG/CNRS PHOTOTHÈQUE



► À La Réunion, le CNRS et Météo-France participent à la surveillance des émissions du Piton de la Fournaise dans l'atmosphère.

Un nouvel élan pour la valorisation



© E. MOREL/CNRS

Stratégie. Avec la création d'un poste de délégué général à la valorisation, le CNRS renforce sa capacité de pilotage dans ce domaine. Entretien avec Nicolas Castoldi¹, nommé à ces fonctions à l'automne 2015.

PROPOS RECUEILLIS PAR CLAIRE DEBÔVES

Pourquoi était-il nécessaire de renforcer le pilotage de la valorisation au CNRS ?

Nicolas Castoldi : La valorisation est le prolongement direct de l'activité de recherche ; elles sont l'une et l'autre étroitement imbriquées. Cela explique sans doute les difficultés que nous avons longtemps éprouvées pour organiser nos actions dans ce domaine. Cependant, des progrès ont été accomplis, notamment avec l'enquête sur les start-up² issues des laboratoires. Cette dernière a mis au jour l'importance quantitative et qualitative de la création d'entreprises liées aux Unités mixtes de recherche. Parallèlement, l'environnement de la valorisation a changé, notamment avec l'apparition des 14 Sociétés d'accélération et de transfert de technologie (SATT), dont nous sommes actionnaires. L'articulation des différentes stratégies de valorisation à l'échelle nationale et territoriale est aujourd'hui un enjeu majeur : il y va de l'efficacité d'un système qui fait l'objet d'investissements publics considérables. Ce besoin de coordination existe aussi au sein du CNRS. La création de cette fonction découle d'un constat simple : la valorisation est une mission qui mobilise de nombreux acteurs au sein de l'organisme. Cela est vrai au siège, avec au premier chef la Direction de l'innovation et des relations avec les entreprises (Dire) et notre filiale de valorisation et de transfert, Fist SA. Celles-ci travaillent en lien

étroit avec les délégations régionales et les instituts, mais également avec la Direction de la stratégie financière, de l'immobilier et de la modernisation (DSFIM) ou bien encore la Direction des affaires juridiques (DAJ). Chacune de ces interventions correspond à une dimension de la mission de valorisation du CNRS. Ma tâche première est de les articuler et d'en garantir la cohérence sans pour autant créer un nouvel ensemble qui isolerait la valorisation.

La stratégie de valorisation va-t-elle évoluer ?

N. C. : Le président du CNRS, Alain Fuchs, a donné un nouvel élan à notre stratégie de valorisation. Elle a été formalisée par Marie-Pierre Comets, directrice de la Dire, à l'issue d'un travail approfondi conduit sous la houlette de Philippe Baptiste, alors directeur général délégué à la science, en lien étroit avec Fist SA et la Mission pilotage et relations avec les délégations régionales et les instituts (MPR). Ce plan d'action valorisation 2015-2017³ a été acté en novembre 2014. La mission consiste à accélérer et à coordonner ces changements. Nos lignes directrices en la matière sont claires. Je pense, par exemple, à l'affirmation d'une stratégie nationale de valorisation, construite avec les instituts autour de 20 domaines clés, baptisés Focus Transfert, pour lesquels nous pouvons compter sur des forces scientifiques à l'échelle nationale, des

1. Précédemment directeur des affaires juridiques, Nicolas Castoldi est aussi conseiller juridique du président. 2. Lire *CNRS Hebdo* du 11 décembre 2014. 3. Rapport d'activité du CNRS, 2014, pp. 67-69.



La révolution métagénomique

VIVANT

Génétique. Combinant les avancées du séquençage à haut débit et du Big Data, la métagénomique a bouleversé notre vision des écosystèmes microbiens.

PAR JEAN-PHILIPPE BRALY

Océans, sols, intestins... Comment étudier la biodiversité de milieux dont un seul dé à coudre contient des milliards de micro-organismes réfractaires à toute culture en laboratoire ? Réponse : par l'analyse métagénomique. À la croisée de la génétique, de l'écologie et de l'informatique, cette discipline qui fait parler l'ADN est en train de révolutionner de nombreux pans de la recherche. En métagénomique, la première étape consiste à extraire l'ADN de l'échantillon prélevé par des traitements physiques, chimiques ou enzymatiques. Cet ADN est alors exploité de diverses manières, en premier lieu à des fins d'inventaire. En effet, certains gènes dits ubiquitaires sont présents chez

tous les organismes vivants, mais leur séquence est propre à chaque espèce. En amplifiant puis en séquençant ces gènes, les chercheurs peuvent désormais établir l'inventaire des espèces présentes dans l'environnement échantillonné. « *C'est une révolution aussi importante que l'invention du microscope il y a 400 ans !* », s'enthousiasme Colombar de Vargas, chercheur à la Station biologique de Roscoff¹.

Un séquençage de l'ADN à grande échelle

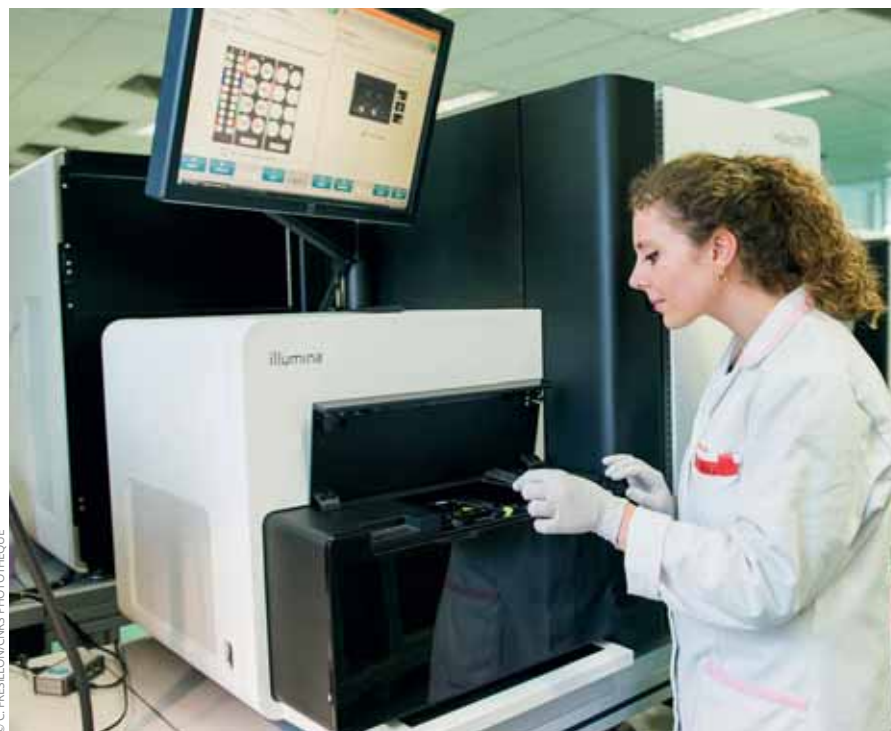
Mais la métagénomique consiste aussi à séquencer la totalité de l'ADN présent. Un séquençage permis grâce à l'essor des techniques du Big Data combiné à l'utilisation

▲ Plancton récolté au cours de l'expédition Tara Oceans.

▲ Mise en place d'une lame *flow cell* dans un séquenceur haut débit, lame sur laquelle on fixe l'ADN.



© C. SARDETTARA, Océans/CNRS PHOTOTHÈQUE



© C. FRESILLON/CNRS PHOTOTHÈQUE

1. Unité CNRS/UPMC. 2. Unité CNRS/École centrale de Lyon/Insa/UCBL. 3. Unité CNRS/Univ. Blaise-Pascal/Univ. d'Auvergne. 4. « Highly divergent ancient gene families in metagenomic samples are compatible with additional divisions of life », P. Lopez *et al.*, *Biology Direct*, 26 octobre 2015, vol. 10 : 64.

Une matière noire du vivant

Faute de pouvoir les cultiver, les biologistes seraient-ils passés à côté de 85 à 99 % des micro-organismes vivant sur Terre ? Les avancées de la métagénomique leur ont en tout cas permis de mettre en évidence l'existence d'une « matière noire » biologique, surnommée ainsi en référence à la mystérieuse matière sombre dont la masse empêche la dislocation des galaxies et des amas galactiques.

Dans une étude récente⁴, Éric Bapteste et ses collègues ont ainsi inventorié les séquences génétiques obtenues dans leurs analyses métagénomiques, puis en ont retranché celles qui correspondaient à des organismes connus et cultivés. Les très nombreuses séquences qui restent relèvent de cette matière noire biologique. Certaines d'entre elles se sont révélées particulièrement intrigantes. Bien qu'elles se rattachent à des familles de gènes connus, elles en divergent tellement que les chercheurs se sont demandé si elles ne provenaient pas d'organismes eux-mêmes très divergents.

de séquenceurs capables de séquencer des dizaines de milliards de bases nucléiques par jour ! La masse de données obtenue passe ensuite à la moulinette de logiciels qui peuvent, après avoir identifié certaines séquences parmi d'immenses bases de données, émettre des hypothèses sur leurs rôles en fonction de similarités avec des séquences connues, déterminer les interactions entre les divers organismes identifiés, etc. On peut même insérer certaines séquences inconnues dans le génome de bactéries afin de les faire « s'exprimer » et de découvrir leurs fonctions en tant que gènes. « Dans notre laboratoire, nous avons créé plus de deux millions de clones contenant chacun une séquence d'ADN inconnue de bactérie du sol », explique Pascal Simonet, du laboratoire Ampère de l'École centrale de Lyon².

Zoom sur la biodiversité aquatique

Combinés, tous ces outils ont fait faire des bonds de géant à la biologie. Exemple : la récente analyse métagénomique de 579 échantillons d'eau de mer récoltés par la mission Tara Océans. Objectif : étudier la biodiversité du plancton, cette myriade de micro-organismes à la base de la chaîne alimentaire océanique et qui produit près de 50 % de l'oxygène atmosphérique. En tout, l'équipe Tara a séquencé une quantité d'ADN planctonique équivalant à près de 2 000 génomes humains et identifié près de 40 millions de gènes, dont 80 % jusqu'ici inconnus ! « Rien que pour les organismes dotés d'un noyau (eucaryotes), nous avons séquencé près d'un milliard de codes-barres génétiques, indique Colombar de Vargas. Nous avons ainsi mis au jour une diversité d'organismes unicellulaires bien plus grande que prévu. » Les chercheurs ont aussi collecté le matériel génétique de plus de 35 000 espèces de bactéries planctoniques.

Appliquée aux grands fonds marins, la métagénomique fait aussi des merveilles. En mai 2015, des chercheurs suédois ont fait une découverte cruciale publiée dans *Nature*. Par analyse métagénomique des sédiments du château de Loki – une source hydrothermale située à plus de 2 300 mètres de fond entre le Groenland et la

Norvège – l'équipe a identifié un tout nouveau groupe d'archées, des micro-organismes unicellulaires différents des bactéries et des eucaryotes. Leur particularité ? Ils possèdent de nombreux gènes de type eucaryotes.

Depuis longtemps, les spécialistes suspectaient les archées d'avoir été les ancêtres des eucaryotes, et donc de tous les animaux et les plantes. Nommé Lokiarchaeota, ce nouveau groupe semble bien être le chaînon qui manquait pour expliquer l'apparition des eucaryotes. Les écosystèmes océaniques ne sont d'ailleurs pas les seuls à receler une étonnante diversité microbienne. « L'étude métagénomique des lacs révèle une extrême diversité génétique de virus avec de très nombreux gènes jamais vus auparavant », complète François Enault, du laboratoire clermontois Micro-organismes : génome et environnement³.

Du monde sous nos pieds... et dans nos intestins

Un autre gisement de biodiversité microbienne se cache aussi sous nos pieds. Un seul gramme de terre peut en effet contenir jusqu'à un milliard de bactéries ! Là encore, seule la métagénomique est capable d'étudier ce colossal réservoir biologique, qui regorge notamment de bactéries productrices d'antibiotiques naturels. « Alors que certaines bactéries résistent aujourd'hui à tous les antibiotiques disponibles, ce gisement de nouveaux antibiotiques est une excellente nouvelle », se félicite Pascal Simonet. Les médicaments sont cependant loin de constituer la seule application potentielle de l'étude métagénomique des bactéries du sol. L'idée est aussi de trouver de nouvelles enzymes utiles pour l'industrie ou l'agriculture, mais aussi pour dépolluer. C'est ainsi que l'on a découvert une bactérie capable de dégrader le lindane, un pesticide très persistant.

Enfin, l'analyse métagénomique a été appliquée au corps humain, notamment à notre intestin. Ce dernier recèle près de 100 000 milliards de micro-organismes, soit dix fois plus que nos propres cellules ! Une biodiversité jusque-là méconnue, car la plupart des espèces hébergées par notre système digestif ne sont pas cultivables in vitro. « Les analyses métagénomiques ont révélé une grande variabilité de familles bactériennes intestinales articulées autour de trois types de compositions, indique Pascal Simonet. Quant à la part de flore intestinale propre à chaque individu, elle semble moins importante que prévu. »

Les chercheurs ont par ailleurs découvert qu'une flore intestinale saine est indispensable au bon fonctionnement de la digestion bien sûr, mais aussi pour le métabolisme, l'immunité ou le système nerveux. Obésité, diabète, maladies cardiovasculaires, allergies, maladies inflammatoires : les déséquilibres de la flore intestinale sont aujourd'hui suspectés d'être à l'origine d'une kyrielle de pathologies. Si la métagénomique reste avant tout utilisée pour mieux connaître la biodiversité microbienne, ses potentielles applications n'ont donc pas fini de nous surprendre... II



Un plan pour intégrer le handicap

PAR CLAIRE DEBÔVES

En décembre dernier, le CNRS a adopté son 3^e plan d'insertion des personnes en situation de handicap (2016-2019). Dix ans après le lancement des premières actions dans ce domaine, les progrès sont là. Depuis 2007, l'organisme a intégré 450 agents en situation de handicap, dont 45 chercheurs. Soit une cinquantaine d'entrées chaque année. Et ces recrutements sont devenus pleinement légitimes. En 2015, les instituts ont même obtenu deux postes supplémentaires sur les huit prévus, tant les candidatures étaient d'un niveau

à la Direction des ressources humaines, le fait de « dépasser les préjugés et modifier l'organisation du travail pour intégrer ces collègues améliore la performance collective ». Ainsi, les experts formés au recrutement de personnes en situation de handicap sont, de fait, sensibilisés à toutes les autres formes de discrimination (âge, sexe, origine, etc.).

Une approche volontariste...

Malgré une nette progression du taux d'emploi au CNRS - de 2,8% en 2007 à 4% en 2015 - la route

des agents déjà en poste. D'après une étude datant de 2010, 11% du personnel du CNRS pourrait être concerné. Ghislaine Bec indique que « certaines délégations régionales dépassent les 6% grâce à une approche très dynamique des services de ressources humaines, notamment du personnel médical ». Toutefois, déclarer son handicap suscite encore des craintes : stigmatisation, impact sur la carrière, etc.

... à déployer à tous les niveaux

C'est pourquoi ce 3^e plan adopté par le CNRS ambitionne de passer un nouveau cap. Après les actions de recrutement, de formation et de sensibilisation, l'objectif est d'intégrer le handicap à tous les niveaux de l'établissement. « Le handicap n'est ni l'affaire de spécialistes ni un sujet annexe. C'est l'affaire de tous, au quotidien. Nous devons en tenir compte dès l'origine des projets, qu'ils soient administratifs ou scientifiques », souligne Ghislaine Bec. Pour cela, l'accent sera mis sur la formation et l'action sur le terrain, notamment dans les laboratoires. Il s'agit de déployer largement tous les outils réalisés ces dernières années en matière d'accompagnement, de prévention, d'aménagement des postes de travail et plus largement de management du handicap. L'accent sera mis sur les parcours de carrière et l'employabilité des agents handicapés. Ils seront incités à postuler aux concours internes, à effectuer des mobilités ou des formations. Enfin, le nouveau plan prévoit de favoriser l'innovation et la recherche sur le handicap en lien avec le FIPHFP. Satisfaits de la prise en compte de leurs analyses et de leurs propositions, les représentants du personnel ont approuvé celui-ci à l'unanimité lors du Comité technique du 9 décembre 2015. ■



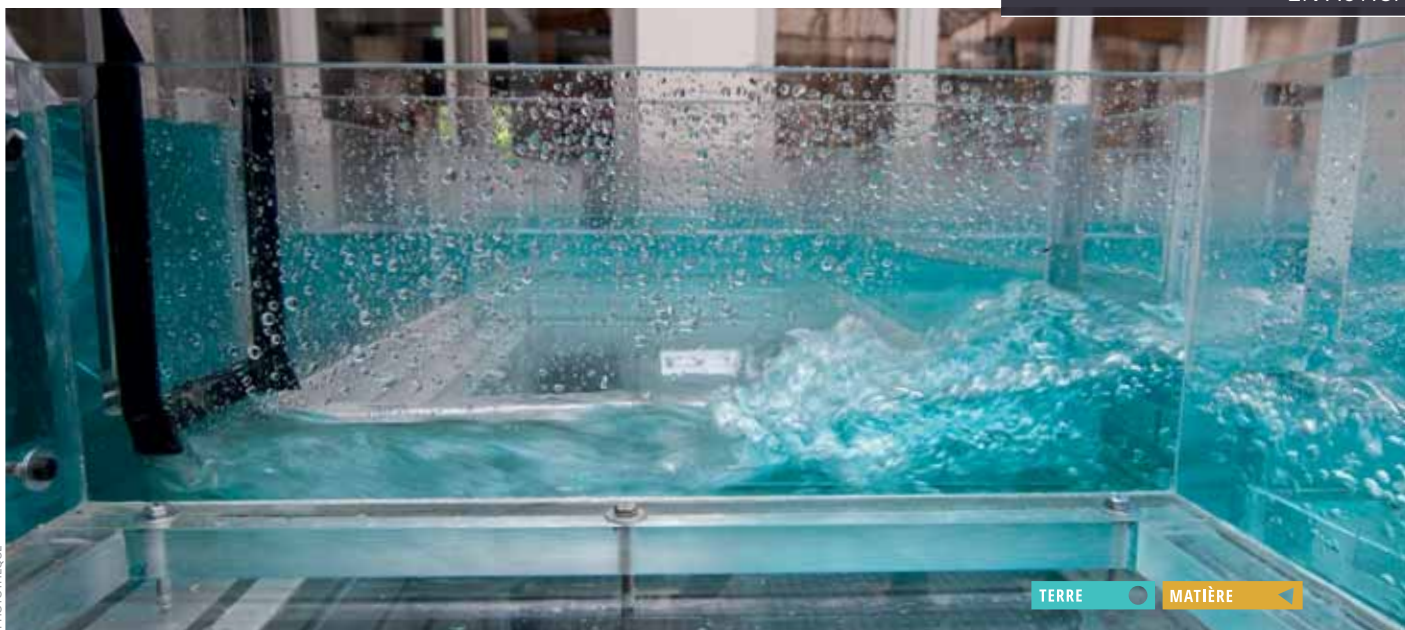
© S. BREINMERT

► Visuel de la campagne du CNRS « Parlons handicap, pensons solutions ».

élevé. L'effort de communication a également été important ces dernières années. Affiches, émissions de radio, articles... Tout est bon pour faire évoluer les représentations. Les cadres de proximité et les professionnels de santé ont également bénéficié de nombreuses formations. Pour Ghislaine Bec, responsable de la mission Insertion Handicap

est encore longue pour atteindre le taux légal de 6%. En conséquence de quoi l'organisme verse plus de 2 millions d'euros chaque année au Fonds pour l'insertion des personnes handicapées dans la fonction publique (FIPHFP)¹. Les recrutements extérieurs étant stables, le taux légal progresse via les demandes de reconnaissance de travailleur handicapé (RQTH)

1. Le fonds finance, par ailleurs, à hauteur d'un million d'euros les actions d'insertion du CNRS chaque année.



© PHOTOS : C. FRÉSILLONOVIS PHOTOGRAPHIE

TERRE

MATIÈRE

Une maquette géante pour comprendre les inondations



Les appareils déployés sur la plateforme permettent de suivre les vitesses, les débits et les hauteurs d'eau.



Afin de mieux prédire les risques d'inondations, qui comptent pour la moitié des catastrophes naturelles en France, le laboratoire ICube¹ a conçu un dispositif expérimental de simulation de crues extrêmes.

Sur 5 x 5 mètres, l'équipe Mécanique des fluides a cherché à recréer l'écoulement des eaux dans les milieux urbains en concevant un modèle de quartier de 14 rues équipé de 14 pompes indépendantes. Différentes variables ont été prises en compte dans la conception de la plateforme pour simuler le maximum de scénarios de crues possibles. Une innovation qui pourrait permettre de mieux anticiper certaines inondations et leurs conséquences, comme celles qui se sont produites début octobre 2015 sur la Côte d'Azur et qui ont causé la mort de 20 personnes. Le coût des dégâts, estimé par la Caisse centrale de réassurance grâce à une autre plateforme du laboratoire, a été chiffré entre 500 et 650 millions d'euros. || A.-S. B. ET A. D.

¹ Unité CNRS/Univ. de Strasbourg/ENGEE/Insa de Strasbourg.



Voire l'intégralité du diaporama sur lejournal.cnrs.fr

Clap de fin pour un pionnier des particules

MATIÈRE

Chantier. L'installation nucléaire gérée par le Lure vient d'être déclassée par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Retour sur un chantier hors norme, démarré en 2004.

PAR GRÉGORY FLÉCHET

En décembre dernier, l'installation nucléaire gérée par le Laboratoire pour l'utilisation du rayonnement électromagnétique (Lure) d'Orsay était officiellement rayée de la liste des installations nucléaires de base¹. Une décision qui intervient à l'issue d'un méticuleux travail de démantèlement commencé douze ans plus tôt par le CNRS. Inaugurée à Bures-sur-Yvette (en 1959 pour le premier accélérateur), cette installation fut pendant de nombreuses années un haut lieu de la recherche en physique des hautes énergies. Mais, au fil du temps, son accélérateur de particules et ses deux synchrotrons sont tombés en désuétude. En décembre 2003, alors que débute la construction du futur Synchrotron Soleil, le CNRS décide d'interrompre leur exploitation.

Une procédure de longue haleine

Recruté par l'Institut de physique pour superviser le démantèlement, Nicolas Pauwels se retrouve à la tête d'une équipe de 25 personnes réunissant des compétences techniques et administratives en matière de radioactivité et de radioprotection. « *Les premières opérations ont débuté en 2004 avec le démontage du matériel qui n'avait pas été exposé aux radiations du faisceau d'électrons de l'accélérateur* », se souvient l'ingénieur au Centre de sciences



© PHOTOS : P. ROBERT

nucléaires et de sciences de la matière², à Orsay. Pour mener à bien sa mission, Nicolas Pauwels se familiarise avec la procédure administrative à laquelle est soumise l'installation : « *Le passage des particules dans l'accélérateur avait rendu faiblement radioactifs plusieurs secteurs de ce laboratoire de 20 000 m² et son démantèlement relevait de la même réglementation que celui d'une centrale nucléaire.* » Avant de pouvoir extraire ces matériaux irradiés, la publication d'un décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement de l'accélérateur est indispensable. Pour obtenir le précieux sésame, l'ingénieur constitue un dossier détaillant les protocoles qui seront mis en place tout au long du chantier. Finalisé en 2006, le document



▼ **Démontage du synchrotron DCI (Dispositif de collision dans l'igloo) et de l'accélérateur Linac.**

doit ensuite être examiné par les institutions compétentes : Autorité de sûreté nucléaire (ASN), ministères, Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), etc. Plus de deux années vont s'écouler avant que l'autorisation d'intervenir dans les secteurs irradiés

1. Dénomination réglementaire qui caractérise certaines installations nucléaires civiles ou de défense (réacteur, accélérateur de particules, usine de traitement des déchets radioactifs...). Lorsque celles-ci deviennent obsolètes, l'Autorité de sûreté nucléaire s'assure du bon déroulement de leur démantèlement. 2. Unité CNRS/Univ. Paris Sud. 3. Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs.

de l'accélérateur ne soit délivrée. « *Au cours de l'instruction du dossier, la législation visant à renforcer les procédures d'encadrement de ce type de chantier a été modifiée à deux reprises, ce qui n'a pas facilité la procédure* », remarque Fabien Schilz, directeur en charge du démantèlement à l'ASN.

Le démantèlement privilégié

En attendant le feu vert de l'ASN, l'équipe de Nicolas Pauwels procède à l'évacuation de substances qui, sans être radioactives, n'en demeurent pas moins dangereuses : « *Outre le désamiantage des bâtiments, nous avons dû superviser la mise aux normes de l'installation électrique après avoir*

PCB

Employés comme isolants dans les transformateurs électriques, ils sont interdits depuis 1987 car considérés comme cancérigènes probables pour l'homme.

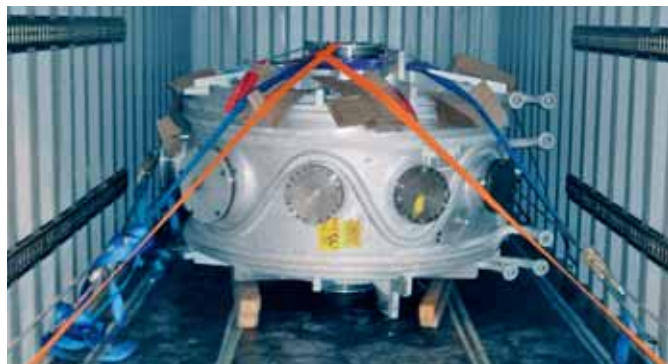
► **Démontage du synchrotron Super ACO (Anneau de collisions d'Orsay).**

évacué plus de 300 tonnes de produits contaminés aux polychlorobiphényles (PCB). » Au printemps 2009, le décret de démantèlement est finalement validé. Le niveau de radioactivité des installations étant relativement peu élevé, le CNRS a la possibilité de les démonter plutôt que de les découper. C'est cette stratégie qui sera choisie pour éviter la dissémination de poussières radioactives. Afin de réduire le coût des opérations, certaines parties de l'accélérateur sont envoyées en Suisse pour être réinstallées sur les équipements expérimentaux du Cern. Parmi les 1 500 tonnes de déchets qui doivent être évacuées vers des centres de stockage spécialisés figurent des aimants de 30 tonnes ainsi que des tubes de 7 mètres de long : « *Pour éviter de couper ces derniers, trop longs pour les containers standard de l'Andra³, il a fallu construire des containers sur mesure* », précise Nicolas Pauwels.

Un démantèlement réussi

Autre particularité du chantier : la conservation de pans de murs très faiblement radioactifs dont la destruction aurait fragilisé la structure du bâtiment. « *Cette décision a fait l'objet*

d'intenses discussions, souligne Fabien Schilz. *Le CNRS nous a toutefois démontré sa capacité à assurer la surveillance et le contrôle de la radioactivité dans ces zones de confinement.* » Classés servitudes d'utilité publique par la préfecture de l'Essonne, les secteurs concernés resteront interdits d'accès jusqu'en 2020, le temps que le niveau de radioactivité redescende sous le seuil légal. Le démantèlement proprement dit de l'unique installation nucléaire de base du CNRS s'est achevé quant à lui en décembre 2010. « *Non seulement nous avons bouclé le chantier avec deux semaines d'avance, mais nous sommes parvenus à économiser plus de 5 millions d'euros sur le budget initialement prévu* », se félicite Nicolas Pauwels. À ce stade, un ultime défi attend encore l'ingénieur : obtenir le déclassement officiel du Lure. Le 1^{er} décembre 2015, à l'issue de cinq années de démarches au cours desquelles se succèdent consultations des communes d'Orsay et de Bures, avis des services de l'État concernés, rapport de l'ASN, etc., le ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie approuve enfin le déclassement du laboratoire. II



En bref

PARUTION DU BILAN SOCIAL ET PARITÉ 2014

Le « Bilan social et parité » du CNRS vient de paraître. Fruit de la fusion du « Bilan social » et du livret « La parité dans les métiers du CNRS », il résulte de l'application de la nouvelle réglementation sur les contenus des bilans sociaux relative notamment à l'égalité professionnelle entre les femmes et les hommes dans la fonction publique. En matière de parité, le CNRS s'est vu décerner en novembre un trophée Apec de l'égalité femme-homme 2015, dans la catégorie « Action visant à améliorer l'organisation du travail et l'équilibre vie professionnelle/vie personnelle », pour son plan d'action pour l'égalité professionnelle adopté en 2014.

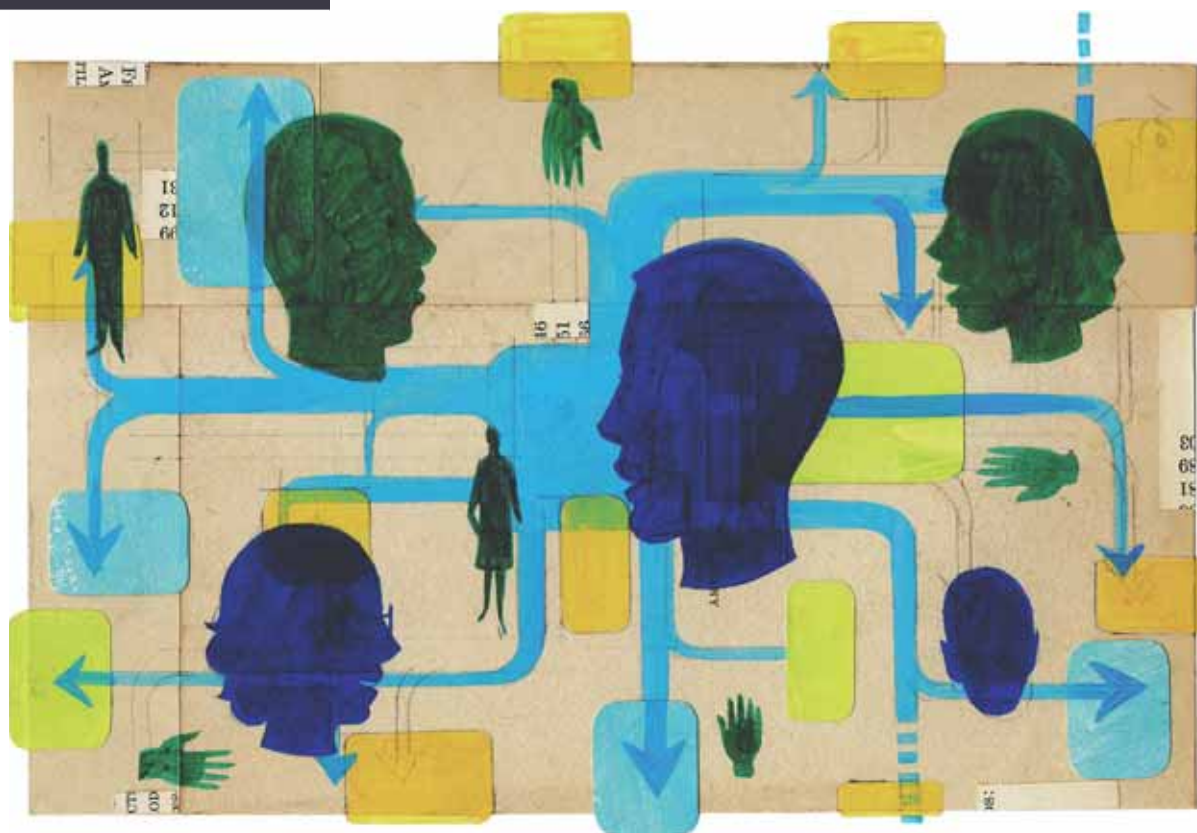


Consulter le bilan social et parité sous forme de pdf interactif :

» http://bilansocial.dsi.cnrs.fr/BSP-2014_web.pdf

CAP SUR L'OPTIQUE DU FUTUR

Partenaires depuis 2004, Essilor, numéro 1 mondial de l'optique ophtalmique, et le CNRS ont signé le 14 décembre un nouveau contrat de recherche qui associe l'industriel et le Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes (LAAS) du CNRS pour une durée de cinq ans. Au sein du nouveau laboratoire créé, baptisé Opera (Optique embarquée active) et situé à Toulouse, une équipe commune poursuivra des recherches sur les verres et les lunettes à fonctions actives et connectées. Ces technologies émergentes permettront de concevoir de nouvelles générations de verres optiques, plus performantes en matière de correction de la vue et de confort de port, mais aussi de proposer aux consommateurs d'accéder à de nouveaux usages grâce à leurs lunettes.



Des réseaux très sociaux

Stratégie. En janvier 2016, les réseaux professionnels du CNRS se retrouvaient pour la première fois à l'occasion de rencontres nationales. Zoom sur ces structures peu connues et souvent sous-estimées.

PAR CLAIRE DEBÔVES

Les réseaux professionnels du CNRS sont un continent caché. « *Chacun en connaît un petit morceau, mais personne n'en saisit réellement l'ensemble* », reconnaît Anne Renault, directrice de la Mission pour l'interdisciplinarité (MI). En effet, sur la centaine de réseaux répertoriés, la MI n'en pilote que 22 parmi les plus interdisciplinaires, dont les réseaux des mécaniciens (500 membres) ou des électroniciens (760 membres). En plus d'être nombreux, ils sont très hétérogènes par leur statut, action, dynamisme et composition. « *Les réseaux professionnels comprennent environ 60 % d'agents CNRS et le reste est composé de personnels universitaires ou d'autres organismes de recherche. Parmi eux, on trouve une majorité d'ingénieurs et techniciens (IT)* », précise Vanessa Tocut, responsable de la plateforme réseaux de la MI¹. Autre distinction importante, ces réseaux sont de deux sortes. D'un côté, les

« réseaux technologiques » rassemblent des compétences différentes autour d'un même objet, la microscopie, par exemple. De l'autre, les « réseaux métiers » réunissent des personnes qui partagent une compétence commune et un même cœur de métier, tels les administrateurs systèmes et réseaux ou les professionnels de l'édition scientifique.

Favoriser le partage d'informations

Les réseaux professionnels ont toutefois en commun d'être des espaces de dialogue et d'action décloisonnés au sein de la recherche. Décloisonnés parce qu'ils rassemblent les chercheurs et les ingénieurs, techniciens et administratifs autour de sujets communs au-delà des laboratoires, services, disciplines, instituts, organismes ou statuts. Concrètement, l'activité des réseaux s'incarne dans des rencontres, des relations quotidiennes (listes de diffusion, partage d'informations), mais aussi des formations et des projets communs. Catherine Clerc, directrice adjointe technique de l'Institut national de physique nucléaire et de physique des particules (IN2P3)², en atteste : « *Alors que nos laboratoires sont dispersés sur tout le territoire, les 20 réseaux de l'institut sont des vecteurs essentiels de circulation de l'information mais aussi de cohésion.* »

Au titre des réalisations communes, les réseaux organisent la mutualisation des savoir-faire et favorisent le

1. Vanessa Tocut est secrétaire générale du Centre de nanosciences et de nanotechnologies (CN2) depuis le mois de janvier 2016.

2. Catherine Clerc prendra la responsabilité de la plateforme réseaux de la MI le 1^{er} mars 2016.

transfert technologique. C'est le cas au sein du Réseau microscopie photonique de fluorescence multidimensionnelle (RTMFM), piloté par la MI, qui permet l'accès et l'accompagnement à l'utilisation de dispositifs de microscopie photonique à une communauté non spécialisée. « Grâce au réseau, nos 300 membres sont informés des innovations apportées par les chercheurs sur les techniques de pointe en nanoscopie ou en super-résolution », signale Sandrine Lécart, sa responsable. Du côté des mathématiques, l'action conjuguée des réseaux Mathrice (180 informaticiens, 2 769 utilisateurs) et RNBM (160 bibliothécaires) ainsi que de l'Unité mixte de service Mathdoc a donné naissance en octobre dernier au Portail Math, qui offre un accès simple et unique à des revues, des archives et des ressources informatiques.

Accélérer le progrès scientifique

Autant d'activités difficilement mesurables mais qui participent à la recherche. Comme le rappelle Vanessa Tocut, « parce qu'ils contribuent au transfert des connaissances entre scientifiques, les réseaux sont des outils de développement de l'interdisciplinarité, donc de progrès scientifique ». L'analyse structurale sous pression est, par exemple, une méthode issue des travaux entre chimistes, physiciens, biologistes et spécialistes des sciences de la Terre au sein du réseau des hautes pressions (250 membres). La MI finance d'ailleurs des projets menés par des réseaux qui sont susceptibles de lever des verrous technologiques, tel celui de la conception électromécanique. « À l'IN2P3, c'est par les réseaux que nous percevons les premiers signes de l'émergence de nouvelles technologies comme l'utilisation en microélectronique de la technologie 65 nanomètres ou les détecteurs diamants », note Catherine Clerc.

Contribuer à la transmission des connaissances

À l'IN2P3, les réseaux professionnels sont perçus comme d'incontournables outils de pilotage stratégique. Pour Catherine Clerc, « ils sont encore plus pertinents dans le contexte de baisse des ressources parce qu'ils permettent à la fois approche nationale, coordination et vision prospective ». Une conception partagée par l'Institut national des sciences mathématiques et de leurs interactions (Insmi), qui utilise les audits réalisés par le réseau Mathrice, lors de la réorganisation de laboratoires par exemple, comme des outils d'aide à la décision.

Ce rôle charnière entre la science et la gestion est l'autre apport méconnu des réseaux professionnels dans la recherche. En effet, parce qu'ils maillent les laboratoires, relient les agents ou contribuent au maintien de leurs compétences, ils introduisent une autre forme de gestion des ressources humaines... sous l'angle scientifique. Clotilde Fermanian Kammerer, directrice adjointe scientifique à

l'Insmi, constate que « les réseaux jouent un rôle important dans l'accueil des nouveaux arrivants mais aussi en amont dans le processus de recrutement en participant à la rédaction des fiches de poste proposées à la mobilité interne ».

Mais c'est probablement sur le volet transmission des connaissances que la contribution des réseaux est la plus notable. Ont ainsi été édités des ouvrages qui font maintenant référence. C'est le cas du « Guide des bonnes pratiques des administrateurs réseaux et systèmes » par le réseau Resinfo (2 050 membres) ou encore de la série de manuels sur la technologie des plasmas froids, réalisés par le réseau du même nom. Comme l'explique Yann Le Godec, responsable du Réseau de technologie des hautes pressions, « que ce soit lors d'importantes vagues de départ à la retraite comme dans les années 1990 ou aujourd'hui du fait de la mobilité des chercheurs et ingénieurs, le réseau assure une mission irremplaçable

► 16^e Rencontres du Réseau national des électroniciens du CNRS.



de transmission du savoir au sein d'une communauté. Cela passe par des publications, mais surtout par du tutorat, de la relation humaine ».

En effet, cette transmission est assurée par des formations, mais aussi par des listes de diffusion qui permettent aux agents d'obtenir des réponses au quotidien, de sortir d'un éventuel isolement dans leur laboratoire et surtout de progresser dans leur domaine... La Direction des ressources humaines du CNRS puise d'ailleurs au sein des réseaux des informations précieuses pour organiser des actions nationales de formation et anticiper l'évolution des métiers IT. Quant à la reconnaissance dans la carrière des agents de leur implication dans les réseaux, elle progresse puisque des messages de la DRH ont été passés en ce sens aux présidents de jury des concours internes. ▮

“Les réseaux sont des outils de développement de l'interdisciplinarité.”

SOCIÉTÉS

Rivesaltes, mémoire de l'internement

PAR LAURE CAILLOCE

L'ancien camp d'internement de Rivesaltes, près de Perpignan, est devenu en octobre un musée-mémorial. Quelle est la singularité de cet endroit ?

Denis Peschanski¹ : C'est l'un des rares témoignages de ce que fut l'internement dans des camps en France au xx^e siècle. À Rivesaltes, où des dizaines de milliers d'« étrangers indésirables » et de personnes déplacées ont été enfermés, les baraques sont toujours debout, chancelantes et terriblement insalubres... Construit à la fin des années 1930, ce camp était initialement une garnison. Après le vote de la loi du 12 novembre 1938 sur l'internement administratif des « étrangers indésirables », il a fallu trouver des lieux pour accueillir ces personnes dont on estimait qu'elles représentaient un danger pour la France : ce furent d'abord les réfugiés venant de l'Allemagne nazie et d'Europe centrale et orientale, puis les centaines de milliers d'Espagnols fuyant la guerre d'Espagne. Dans un contexte de forte xénophobie, le

gouvernement français a lancé la construction d'une trentaine de camps. Celui de Rivesaltes, le plus gros, ouvre en janvier 1941 sur une superficie de 300 hectares.

Comment Rivesaltes devient-il un camp de déportation des Juifs ?

D. P. : Avec Vichy, on passe rapidement de la logique d'exception visant des « étrangers indésirables » à la logique d'exclusion d'une partie de la population française, jugée responsable de la déliquescence du pays et de la défaite de mai 1940 : Juifs, communistes, francs-maçons, Tsiganes... D'abord camp d'internement pour les Juifs, Rivesaltes devient à partir de l'été 1942 le « centre interrégional de déportation » de tous les Juifs du Sud-Ouest, puis de toute la zone non occupée : 2 300 personnes seront ainsi envoyées à Drancy depuis le camp avant de partir pour Auschwitz-Birkenau. Rivesaltes est fermé en novembre 1942, quand les Allemands occupent la zone libre, et redevient un camp de garnison. En tout, 17 500 personnes y auront transité.

L'année 1942 ne marque pas la fin de l'internement...

D. P. : Le camp connaît une seconde vie à partir de 1962 avec l'arrivée des harkis, ces Algériens engagés par l'armée française pendant la guerre d'Algérie. Considérés comme des traîtres dans leur pays, ils n'ont d'autre choix que de le quitter. On ne peut pas parler d'internement à proprement parler, c'est davantage un camp de relégation. Mais les conditions d'accueil y sont scandaleuses : les premiers mois, les harkis sont hébergés dans de simples tentes, beaucoup de baraques étant devenues de vraies ruines, et sont interdits de sortie. La discipline s'assouplit ensuite, tandis qu'ils prennent leurs quartiers dans des baraques en dur.

Rivesaltes a été un camp d'internement pour les Espagnols, de déportation des Juifs, de relégation des harkis... Comment le musée fait-il la synthèse ?

D. P. : Faire des rapprochements entre ces histoires reste hasardeux. Tous ces gens ont en commun d'être des personnes déplacées. Rivesaltes n'est pas un lieu de concurrence mémorielle, c'est au contraire un lieu de convergence : depuis l'ouverture, beaucoup d'Espagnols venus sur les traces de leur histoire sont surpris de découvrir celle des Juifs et des harkis... Et réciproquement. D'autant que le musée n'est pas que tourné vers le passé : si les camps sont une invention du xx^e siècle, ils n'ont jamais été aussi nombreux qu'en ce début de xx^e siècle. En 1945, on comptait 40 millions de personnes déplacées en Europe. Aujourd'hui, on en dénombre 60 millions sur la planète... II

► Le musée présente des documents qui permettent d'appréhender le contexte dans lequel Espagnols, Juifs et harkis ont été « retenus » à Rivesaltes.



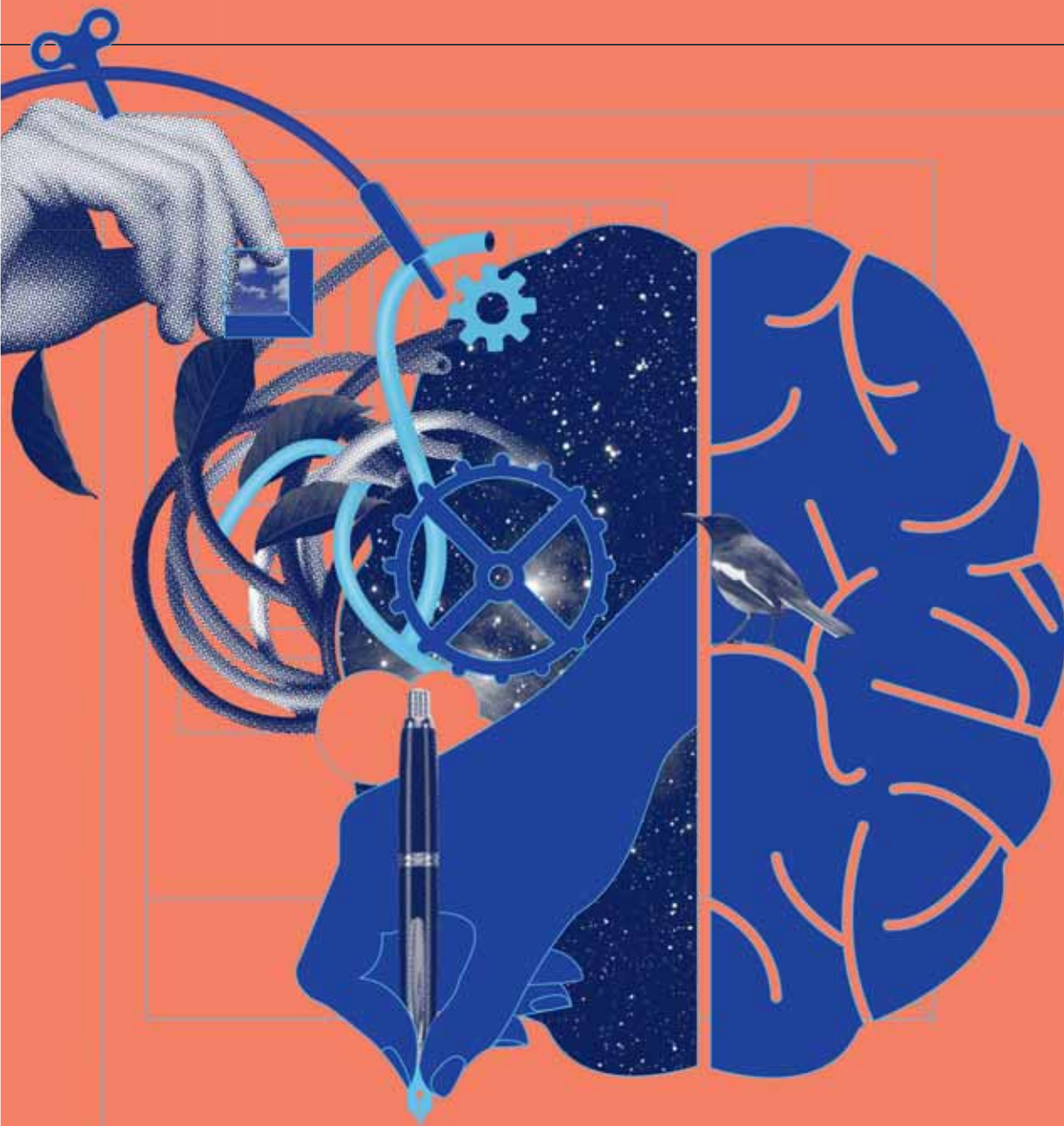
© DR/MÉMORIAL DU CAMP DE RIVESALTES

1. Directeur de recherche au CNRS et président du conseil scientifique du mémorial du camp, Denis Peschanski dirige la plateforme Matrice qui a assuré la transcription des témoignages recueillis auprès des survivants de Rivesaltes.



Lire l'intégralité de l'interview sur lejournal.cnrs.fr

LES IDÉES



*Où il est question du «piège Daech»,
des dangers du fructose, des réactions
des chercheurs à la COP21 et de ballons
qui recueillent l'énergie solaire.*

ILLUSTRATION : EMILY FORGOT/MONSIEUR L'AGENT



© H. ASSOLINI/FOIA/LEEMAGE

SOCIÉTÉS

Histoire. Spécialiste de l'islam dans les pays arabes Pierre-Jean Luizard¹ nous explique les

raisons de l'implantation de Daech au Moyen-Orient et en France.

PROPOS RECUEILLIS PAR LYDIA BEN YTZHAK

Comprendre « le piège Daech »

Historiquement, comment est apparue l'organisation Daech ?

Pierre-Jean Luizard : L'État islamique est né officiellement le 13 octobre 2006 en Irak, à partir de ruptures successives dans ce pays. La plus importante est celle de 2003, avec l'invasion américaine qui a provoqué l'effondrement de l'État irakien fondé en 1920 par les Britanniques. La nécessité de reconstruire dans l'urgence des institutions et une armée a marqué les premières années de l'occupation. C'est cette reconstruction d'un nouvel État irakien qui s'est avérée être un échec. Construit contre sa société, le premier État avait généré, notamment sous Saddam Hussein, une succession de tragédies, répressions et guerres. Le second État, qui se basait sur les exclus de l'ancien système, les chiites et les Kurdes, n'a pratiquement pas pu voir le jour puisqu'il a très vite été remis en cause par les armes par ceux qui avaient eu le monopole du pouvoir dans le système précédent, la minorité arabe sunnite d'Irak. À tel point qu'il s'est très vite scindé en trois entités : le Kurdistan autonome, le gouvernement de Bagdad officiellement reconnu par la communauté internationale, mais qui ne représentera plus que la partie chiite du pays, et, à partir de juin 2014, l'État islamique, qui entend parler au nom des Arabes sunnites d'Irak. Dans la foulée des Printemps arabes de 2011, les sunnites ont manifesté contre l'autoritarisme du gouvernement et leur exclusion politique et sociale. La répression sanglante de ces manifestations fut le coup de grâce qui a rejeté vers l'État islamique une grande partie d'une communauté qui n'acceptera jamais d'être une simple minorité sans pouvoir et sans ressources. Face à l'échec de l'intégration des Arabes sunnites dans le système politique en place à Bagdad, cette partition est devenue



▼ **Racca est devenue depuis mars 2013 le fief en Syrie de l'État islamique, dont les drapeaux flottent partout sur la ville.**



Le Piège Daech. L'État islamique ou le retour de l'Histoire, Pierre-Jean Luizard, La Découverte, coll. « Cahiers libres », 2015, 192 p., 13,50 €

effective avec l'occupation par l'État islamique de pans entiers du territoire irakien, notamment de Mossoul.

Comment décririez-vous ce que vous appelez « le piège Daech » ?

P.-J. L. : Il s'explique par l'implantation très paradoxale de ce groupe. Contrairement à Al-Qaïda, l'État islamique a des prétentions étatiques et territoriales et il a donc cet ancrage très local qui fait sa force. Partout où il a pris le pouvoir, il l'a délégué à des acteurs locaux. À l'extrême opposé, l'État islamique a un discours universaliste. Ainsi, quand il rencontre des difficultés sur le terrain, il opère immédiatement une sortie vers le haut en se faisant la caisse de résonance mondiale de groupes qui ne pouvaient espérer une telle notoriété. L'État islamique a joué sans cesse sur les deux tableaux jusqu'à ce qu'il décide d'en faire une stratégie. Ce fut en fait le cas très rapidement après l'occupation de Mossoul en Irak et d'un pan important du territoire syrien : allier, dans sa rhétorique, les enjeux moyen-orientaux et les enjeux occidentaux en jouant à chaque fois sur les faiblesses de ses ennemis. Au Moyen-Orient, ses ennemis, ce sont les États, en particulier irakien et syrien, qui n'ont pas su résister pour le premier à l'invasion américaine et pour le second au Printemps arabe. Et pour les pays occidentaux, ce sont ce

1. Groupe sociétés, religions, laïcités (CNRS/EPHE).



© D. ROSESPANOS-REA

que l'État islamique considère comme les faiblesses inhérentes aux systèmes démocratiques. C'est particulièrement vrai pour la France, dont les valeurs républicaines ont été historiquement mises en contradiction avec elles-mêmes dans le contexte colonial. Par ailleurs, la question de l'identité de nos démocraties demeure un point de faiblesse. C'est précisément ce qu'a visé l'État islamique avec les derniers attentats à Paris : tenter d'entraîner la société française vers un morcellement communautaire entre des groupes confessionnels, voire ethniques, qui ont peur les uns des autres. L'État islamique se présente ainsi comme le défenseur et le porte-parole des musulmans sunnites en France.

Comment cette organisation a-t-elle réussi à s'implanter en France ?

P.-J. L. : En France, l'implantation de l'État islamique est récente. Le courant salafiste, qui prône un retour à l'islam des temps du Prophète, est apparu il y a plus d'un siècle. Ce courant existe en France, comme dans le monde arabe et musulman, d'une façon piétiste et quiétiste. La grande nouveauté, c'est la dérive djihadiste d'une partie des salafistes. Une dérive en grande partie expliquée dans le monde arabe par l'échec des Printemps arabes et de la participation des « islamistes » au jeu politique électoral, comme en Égypte.

La question qui se pose est de définir s'il y a un continuum entre le salafisme piétiste et le passage à l'action dans nos pays. Les différentes recherches n'ont pas permis de le savoir. Beaucoup de ceux qui sont passés à l'acte terroriste sont des « convertis » de date récente ; souvent des personnes issues de l'immigration, sans culture religieuse et venues à un islam rigoriste très récemment. Toutefois, le bain salafiste légitime de plus en plus la constitution sur le mode sectaire d'une forme de contre-société qui irrigue aujourd'hui une partie des mosquées. Tout cela fait que l'État islamique considère aujourd'hui qu'un certain nombre de jeunes de banlieue, notamment liés à la délinquance, constituent un terrain de chasse privilégié pour lui.

Pourquoi Daech s'en prend-il à la France et que révèle le choix des cibles du 13 novembre ?

P.-J. L. : La stratégie de l'État islamique est nouvelle dans les pays occidentaux. Il y a de grandes différences avec les attaques des années 1980-90, qui étaient liées à la guerre civile algérienne notamment ou à l'engagement de la France auprès du régime de Saddam Hussein dans sa guerre contre l'Iran. Aujourd'hui, on a affaire à une stratégie qui a ciblé de façon volontaire des milieux réputés pour leur ouverture. Cette jeunesse bourgeoise bohème des x^e et xi^e arrondissements était certainement la mieux disposée envers les cultures issues de l'immigration dans la société française. Cibler cet écran de tolérance le plus manifeste en France était voulu. La jeunesse « bobo » de Paris et les fans de foot-

ball, qui incarnent aussi un certain multiculturalisme, c'est précisément ce que veut détruire l'État islamique. Le but est de couper court à toute cohésion du discours républicain et de faire en sorte que ce soit les plus tolérants qui soient touchés de telle façon qu'il n'y ait plus que la méfiance qui prévale dans les relations intercommunautaires. Les djihadistes sont aidés en cela par la crise de l'autorité religieuse sunnite, particulièrement sensible pour l'islam français, dont les dirigeants ont eu beaucoup de mal à rédiger un communiqué commun sur les derniers attentats. Même si le discours de

Daech pointe l'intervention militaire française en Irak et en Syrie, le fait que la France soit une cible privilégiée tient bien au fait que l'État islamique y voit des opportunités qu'il n'a pas ailleurs en Europe, sauf en Belgique. **II**

“Beaucoup de ceux qui sont passés à l'acte terroriste sont des convertis de date récente.”



Lire l'intégralité de l'interview sur lejournal.cnrs.fr

À lire

CIVILISATION

Le sociologue et philosophe Raphaël Liogier livre ici un essai à contre-courant : véritable lieu commun lorsqu'il s'agit de parler de géopolitique ou de religion, le concept de « choc des civilisations » n'est selon lui qu'un leurre... car il n'y a plus aujourd'hui qu'une seule civilisation, fruit d'échanges planétaires toujours plus intenses. Éducation, pratiques alimentaires et usages techniques s'uniformisent tandis que les images et musiques font désormais le tour de la planète en quelques secondes. Ce qui n'empêche pas, bien évidemment, que cette civilisation génère des formes de violence inédites.

La guerre des civilisations n'aura pas lieu,
Raphaël Liogier, CNRS Éditions, janvier 2016, 240 p., 19 €

CHARLIE

Les attentats de janvier 2015 contre *Charlie Hebdo* et l'Hyper Cacher ont plongé la France en état de choc. Des premiers moments de sidération à la « marche républicaine » du 11 janvier, les médias ont couvert en continu l'enchaînement de ces journées tragiques. Une couverture passée au crible par les chercheurs



à l'origine de cet ouvrage, qui s'intéressent également à la façon dont les événements de janvier ont réactivé dans le débat public certaines problématiques propres aux médias : liberté de la presse et droit au blasphème, rôle des intellectuels, responsabilité des médias et critiques des téléspectateurs...

Le Défi Charlie. Les médias à l'épreuve des attentats,
Pierre Lefebvre et Claire Sécaill (dir.), Lemieux Éditeur,
janvier 2016, 384 p., 16 €

TRAVAIL

Les salariés n'ont jamais retiré aussi peu de fruits de leur travail, alors que les rentiers de tous poils – propriétaires fonciers, actionnaires... – accaparent la richesse produite. L'économiste



Philippe Askenazy nous explique pourquoi cette distribution des revenus primaires est tout sauf « naturelle » et ne découle pas d'un ordre économique prétendument neutre. Il s'interroge sur les moyens de permettre à chacun de récupérer « sa part de rente » : au-delà des salaires minima, comment mieux défendre le travail ? Et si le capital est si puissant, ne peut-on pas l'affaiblir ?

Tous rentiers ! Pour une autre répartition des richesses,
Philippe Askenazy, Odile Jacob, février 2016, 224 p., 22,90 €

LANGUES

De l'Orient à l'Afrique en passant par les sociétés inuites, partez à la découverte des langues et cultures du monde avec *Langués O'*, le nouveau magazine multimédia de l'Institut national des langues et civilisations orientales (Inalco). Cet établissement public offre des formations et mène des recherches sur une centaine de langues et civilisations. *Langués O'* prend plusieurs formes : un magazine de 56 pages, une version digitale enrichie de textes, diaporamas et vidéos pour tablettes et un site Internet agrémenté de blogs. L'occasion de découvrir les analyses originales de scientifiques, dont un certain nombre sont liés au CNRS.

Magazine et site Internet
» langues-o.com

À voir

« Que reste-t-il à découvrir ? » : retrouvez le Forum du CNRS en ligne

De l'économie circulaire à la valorisation du CO₂, des ressources naturelles à l'évolution des pôles en passant par la place du nucléaire dans la transition énergétique, retrouvez en vidéo tous les débats et conférences qui se sont tenus le 13 novembre dernier à La Sorbonne, lors du Forum du CNRS. À la suite des attentats perpétrés à Paris, la seconde partie du Forum a été annulée. Les textes de certaines interventions prévues ce jour-là, ainsi que des ressources photos et vidéos, sont également disponibles sur le site du Forum.



» www.leforum.cnrs.fr



Le fructose, un additif problématique?

Anne-Françoise Burnol

Biologiste au département Endocrinologie, métabolisme, diabète de l'Institut Cochin¹

Au cours du xx^e siècle, la consommation annuelle de sucre raffiné est passée en France de 2 à 35 kilogrammes par personne. Parallèlement, on a assisté à l'émergence d'une épidémie de maladies métaboliques telles que l'obésité, le diabète de type 2 et la stéatose hépatique non alcoolique. Le sucre a donc été accusé de jouer un rôle délétère majeur dans l'apparition de ces pathologies.

Une création industrielle

Au cours des dernières décennies, conjointement avec l'industrialisation, la forte progression de l'habitat en zone urbaine et la généralisation du travail des femmes hors du foyer, les habitudes alimentaires se sont considérablement modifiées au profit de la consommation d'une quantité croissante de produits alimentaires transformés industriels. Ce mode de production des aliments s'est, entre autres, caractérisé par l'addition de sucre. Ce sucre ajouté rehausse le goût, masque l'acidité ou l'amertume, agit comme conservateur, bloque l'oxydation et permet la formation de composés colorés et aromatiques.

Pendant longtemps, ce sucre ajouté était du saccharose extrait de la betterave ou de la canne, une molécule qui combine une molécule de glucose et une molécule de fructose. Depuis plusieurs années, le saccharose tend à être remplacé par du sirop de glucose-fructose, aussi appelé isoglucose ou *high fructose corn syrup* (HFCS). La production et l'utilisation massives de HFCS découlent d'une décision politique prise par les États-Unis dans les années 1970 afin de se libérer des importations de sucre de canne et de betterave. Plus ou moins enrichi en fructose – dont le pouvoir sucrant est supérieur au glucose –, le HFCS a une texture liquide facilitant son utilisation par l'industrie.

Et comme il est très bon marché, il est aujourd'hui largement utilisé dans les produits alimentaires manufacturés.

Un sucre toxique et addictif?

Comme son nom l'indique, le fructose est la forme de sucre simple produite naturellement par les fruits. Au niveau énergétique, le glucose et le fructose apportent le même nombre de calories. Cependant, le fructose n'est pas métabolisé de la même manière que le glucose. Tandis que le glucose, dont la concentration sanguine est contrôlée par l'insuline, est utilisable par l'ensemble des tissus de l'organisme, le fructose n'est métabolisé que par le foie et ne dépend pas de l'action de l'insuline.

La consommation de fructose est, en revanche, associée à une modification du métabolisme incluant une augmentation des lipides et du cholestérol circulant dans le sang, ainsi qu'une accumulation de graisse hépatique. Le fructose agit aussi par le biais d'autres mécanismes moléculaires qui provoquent une altération de l'action de l'insuline dans l'ensemble des tissus de l'organisme et induisent le développement de la masse grasse viscérale, considérée comme le « mauvais tissu adipeux ». Par ailleurs, il exerce un effet plus faible que le glucose sur la sécrétion d'incrétines, des hormones intestinales qui favorisent l'action de l'insuline et la régulation de la glycémie.

Enfin, le fructose est beaucoup moins efficace que le glucose pour induire la satiété. Sa consommation peut entraîner une résistance à l'action de la leptine, une hormone qui agit au niveau du cerveau pour réduire la prise alimentaire. Alors qu'on sait que le goût sucré provoque chez les animaux de laboratoire une addiction comparable à celle des drogues, le fructose, qui a un pouvoir sucrant cinq



Lire l'intégralité du billet sur lejournal.cnrs.fr

fois supérieur à celui du glucose, pourrait agir comme un « super-sucre » entraînant une véritable dépendance.

Des études difficiles à mener

Les avis ne sont toutefois pas unanimes sur l'existence d'effets toxiques propres au fructose chez l'homme. Il faut noter qu'il est très compliqué d'avoir des études prospectives précises à long terme sur la consommation alimentaire dans des cohortes humaines. D'une part parce que l'autoévaluation est très peu fiable dans ce domaine. D'autre part parce que les intérêts financiers en jeu sont énormes... On notera d'ailleurs que 80 % des études qui sont cofinancées par les industriels de l'alimentation suggèrent que la consommation de boissons sucrées n'a pas d'impact sur la prise de poids, alors que 80 % des études réalisées de façon indépendante trouvent une corrélation positive entre les boissons sucrées et l'obésité!

Une urgence de santé publique

La situation actuelle est très préoccupante en termes de santé publique, car l'épidémie d'obésité atteint les enfants les plus jeunes et, depuis quelques années, le diabète de type 2 et la stéatose hépatique sont détectés chez des enfants et des adolescents. Il n'y a pas encore le recul nécessaire pour savoir quelles seront les conséquences sur la santé de ces individus à l'âge adulte. L'autre crainte est que ces pathologies soient une bombe à retardement entraînant des conséquences néfastes pour les générations futures par le biais de modifications épigénétiques.

La question qui se pose actuellement est donc de savoir si le sucre raffiné – notamment ses versions liquides enrichies en fructose – doit être considéré comme un « poison » au même titre que le tabac ou l'alcool et donc soumis à la législation. Du fait de la complexité de ce problème et de la multiplicité des intérêts en cause, il semble clair que la réponse qui sera apportée ne reposera pas uniquement sur l'abondance et la crédibilité des études scientifiques traitant ce sujet. ||

1. Unité CNRS/Inserm/Univ. Paris Descartes.

TERRE

COP21 : ce qu'en pensent les chercheurs

Climatologie. Quatre chercheurs nous livrent leurs réactions sur le 1^{er} accord universel sur le climat adopté par 195 pays à Paris en décembre dernier.

“Un signal clair et nécessaire”

Sandrine Maljean-Dubois, juriste, directrice du laboratoire Droits international, comparé et européen¹

L'accord va bien au-delà de tous les espoirs qui étaient permis au vu des difficultés que connaissait ce processus de négociation lancé en... 2005. La COP21 a permis d'accoucher d'un texte qui est, bien sûr, un compromis, mais pas a minima. Il ne va pas saper les dynamiques naissantes en faveur du climat, qui émanent aussi bien des personnes publiques que privées. Il est en mesure au contraire de les accompagner et de les stimuler. Mais cet accord ne représente qu'une étape. Il va falloir continuer à négocier, de COP en COP, pour en préciser les détails opérationnels.

En attendant, l'accord pousse les États à relever le niveau d'ambition de leurs contributions nationales aussi bien avant 2020 qu'après 2020. Un « dialogue facilitateur » devra ainsi avoir lieu en 2018 à la lumière d'un nouveau rapport spécial du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec) sur l'objectif 1,5 °C, avant même l'entrée en vigueur de l'accord donc. Cet objectif est certes quelque peu irréaliste, mais sa mention va nous guider vers des politiques très ambitieuses. Selon moi, l'accord envoie le signal clair dont nous avons besoin : nos économies vont devoir être décarbonées avant la fin du siècle.

“Un accord historique”

Chris Bowler, microbiologiste spécialisé dans l'étude des plantes et des algues à l'Institut de biologie de l'ENS², partie prenante de Tara Oceans

Pour la première fois, tout le monde a admis que l'homme était en train de bouleverser le système climatique terrestre. Cet accord historique devrait permettre de changer radicalement notre réponse au changement climatique, car il propose une approche *bottom-up* – partant de la société civile – qui dépasse la démarche *top-down* adoptée jusqu'ici et qui s'appuyait avant tout sur les décisions gouvernementales. Avec le système proposé de contrôle et de révision à la baisse des objectifs d'émissions pour chaque pays

1. Unité CNRS/Aix-Marseille Univ./Univ. de Toulon/Univ. de Pau et des Pays de l'Adour.

2. Unité CNRS/ENS/Inserm. 3. Unité CNRS/EHESS/MNHN.

“Des conséquences sociales, politiques et écologiques”

Hervé Le Treut, climatologue, directeur de l'Institut Pierre-Simon Laplace

Cet accord ne résout pas tout. Il constitue un outil indispensable, obtenu de haute lutte par les négociateurs français malgré les difficultés du contexte onusien, mais certainement pas suffisant. Il ne sera possible de rester sous les 2 °C, et a fortiori sous les 1,5 °C, qu'au prix d'une diminution vertigineuse des émissions de gaz à effet de serre tout au long de ce siècle. Cela a des conséquences sociales, politiques et écologiques qui vont au-delà de ce qu'impose seule la science du climat. Ce que peut faire l'accord, c'est donner aux actions futures la crédibilité nécessaire à leur réalisation en favorisant l'engagement des différents acteurs : États, régions, villes, entreprises, citoyens.

Ce qui est remarquable dans l'accord, c'est la précision avec laquelle il reprend les chiffres et les analyses de la communauté scientifique, et s'approprie les conséquences de ce diagnostic : pour atteindre les objectifs fixés, il faudra nous priver en quelques décennies des combustibles fossiles qui représentent aujourd'hui 80 % de nos ressources énergétiques. Que l'ensemble des chefs d'État de la planète valident de manière solennelle une telle analyse m'apparaît comme une étape majeure.

“L'objectif des 1,5 °C n'est pas réaliste”

Amy Dahan Dalmedico, historienne des sciences au Centre Alexandre Koyré³, spécialiste de la gouvernance du climat

L'objectif des 1,5 °C ne me paraît pas réaliste. Pour l'atteindre, tous les scientifiques disent qu'il faudrait des efforts massifs et immédiats : nous n'aurions que cinq années devant nous à la hauteur des émissions actuelles ! Force est de constater qu'il existe donc toujours un divorce entre les mots sur le papier et ce que nous allons vraiment faire. C'est regrettable. Entre 2 °C et 1,5 °C, ce n'est pas un bouton qu'on tourne, ce sont des transformations concrètes, matérielles, considérables que la négociation n'aborde pas. De plus, beaucoup d'aspects restent tabous, tel le moment où il faudra nous passer des énergies fossiles. Les négociateurs ont trouvé des formules très alambiquées pour dire qu'il faudra « absorber ce qu'on émet ». Or les technologies qui nous permettraient d'absorber significativement les émissions de carbone à ce jour n'existent tout simplement pas.

La gouvernance climatique ne peut plus se cantonner au seul processus onusien. Des instances de pouvoir à toutes les échelles – villes, régions, nations, organismes intergouvernementaux (FMI, OMC, G7, G20...) – prennent chaque jour des décisions importantes pour le climat et trop souvent contraires aux politiques souhaitables (comme les subventions du FMI et de la Banque mondiale aux énergies fossiles). Réduire partout le schisme entre les mots et les actes reste donc vital.

tous les cinq ans, les citoyens seront en mesure de faire pression sur les gouvernements pour limiter l'augmentation des températures à 2 °C, voire 1,5 °C. Ce mécanisme est nouveau et il a pu être mis en place grâce à la diplomatie française, qui s'est beaucoup investie pour assurer le succès de cette COP21.

Je fais partie des scientifiques impliqués dans la plateforme Océan Climat qui avait pour objectif de « donner une voix » aux océans. La mention, pour la première fois, de l'océan comme un écosystème essentiel pour le climat est une victoire symbolique pour tous les défenseurs passionnés de la mer.



© L. GENIN/CZANNIUA/REX



Lire l'intégralité de ces réactions sur notre blog « Autour de la COP21 » sur journal.cnrs.fr



Jean-François Guillemoles
Électrochimiste,
codirecteur du
laboratoire franco-
japonais NextPV¹

Et si on faisait planer le solaire...

Et si, au lieu d'attendre que les rayons du soleil n'atteignent des panneaux solaires posés au sol, nous utilisions des ballons pour récolter cette source d'énergie en altitude, où la place ne manque pas, où le rendement serait multiplié et où aucun nuage ne risquerait d'interrompre la production ? C'est le projet, pas si fou que cela, actuellement étudié par le laboratoire franco-japonais NextPV.

Le soleil n'est pas intermittent

Sur fond de changement climatique, de transition énergétique et de COP21, on cherche plus que jamais les composants du mix énergétique qui soient peu polluants, bon marché, peu émetteurs de gaz à effet de serre, abondants, sûrs dans l'utilisation, disponibles à la demande, ubiquitaires, rapidement déployables et ayant une faible empreinte territoriale et environnementale. L'énergie solaire, dans sa version actuelle, ne répond pas encore à tous ces critères.

Le problème avec l'énergie photovoltaïque, entend-on, est que le soleil disparaît derrière les nuages et rend la production d'électricité intermittente et aléatoire. Mais, pour peu que l'on soit au-dessus du couvercle nuageux, le soleil rayonne en permanence tant qu'il fait jour. À 6 kilomètres d'altitude, en n'importe quel point du globe, il n'y a que rarement des nuages et, à 20 kilomètres, il n'y en a plus du tout. Là-haut, pas

d'ombre et peu de diffusion des rayons du soleil par l'atmosphère : la lumière arrive en droite ligne du soleil. Ce que le ciel perd de bleu se retrouve dans l'intensité de l'illumination directe : la concentration solaire permet en effet des schémas de conversion, et donc des rendements, beaucoup plus efficaces².

Dans ces conditions, la ressource énergétique est cinq fois plus abondante qu'au sol³, et la production, parfaitement prédictible. Pourquoi dès lors ne pas placer les capteurs solaires au-dessus des

Pourquoi ne pas placer les capteurs solaires au-dessus des nuages, là où le soleil rayonne en permanence ?

nuages, là où le soleil rayonne en permanence ? Une possibilité est de faire porter les panneaux solaires par des ballons, captifs ou non. Plusieurs projets ont montré la faisabilité de ballons pour des altitudes bien supérieures à 20 kilomètres. Thales (Stratobus) et Google (Loon) envisagent d'ailleurs d'utiliser des aéronefs stratosphériques pour se substituer à moindre coût aux flottes de satellites actuellement utilisées pour les télécommunications. Serait-ce irréaliste ?

▼ **Vue d'artiste d'une ferme solaire volante.**

Il n'y a pas encore de réalisations, mais plusieurs études documentées semblent montrer que c'est faisable. Mais ce ne serait pas aisé en raison des nombreuses difficultés techniques et réglementaires à surmonter.

Encore un effort...

Devenue globalement visible il y a une quinzaine d'années seulement, l'énergie solaire photovoltaïque n'est économiquement compétitive sur de grands segments de marché que depuis cinq ans. En l'an 2000, on comptait à peine un gigawatt installé dans le monde, contre plus de 200 aujourd'hui. Avec la montée en puissance d'une production de masse, le prix des panneaux solaires a tellement baissé ces dernières années que plus de la moitié du coût de l'électricité solaire vient désormais des coûts liés à l'installation.

La fourniture la plus économique d'électricité photovoltaïque est obtenue dans les fermes solaires où les prix descendent sous la barre des 10 centimes le kWh. Toutefois, ce mode de déploiement est gourmand en espace. Les besoins en électricité en France pourraient en principe être couverts par des champs solaires occupant environ 1 % du territoire : une surface à la fois modeste et considérable, car équivalente à celles des terres urbanisées... Et cela sans compter la centaine de millions de tonnes de verre qu'il faudrait pour fabriquer les panneaux solaires !

1. Next Generation Photovoltaic Cells, Laboratoire international associé entre le CNRS et l'université de Tokyo. 2. Les modules photovoltaïques courants ont un rendement de 15 à 20 % actuellement, mais les modules CPV, fonctionnant sous forte concentration, approchent les 40 % de rendement (Fraunhofer-ISE). Quant aux cellules solaires sous concentration en laboratoire, elles viennent de dépasser les 45 % de rendement (Soitec). 3. En considérant l'illumination sur un capteur plan au sol sous nos latitudes = 1 000 MWh/an/m² et un capteur avec tracking en altitude (1 200 W/m² x 4 380 h/an, soit 5,25 MWh/an/m²) à n'importe quelle latitude.



© 2015-2016 PASCENCE PROGRÈS POUR CNRS LE JOURNAL

La COP21 pose la question des conditions d'un déploiement à la fois soutenable et suffisamment massif des énergies propres pour peser significativement sur le mix énergétique. Dans le cas du solaire, cela nécessiterait une production continue de plus d'un térawatt de puissance électrique. Or il n'est pas sûr que les approches actuelles permettent d'atteindre cet objectif, en particulier pour une production proche des lieux de consommation, y compris hors des endroits où l'ensoleillement est très important au sol. En revanche, l'utilisation de ballons captifs, fabriqués à partir de matériaux polymères à faible contenu énergétique, faciles à produire à grande échelle, dont l'installation soit à la fois rapide et réversible, flottant en altitude, et donc avec une très faible emprise au sol, prend en compte les exigences d'une véritable transition.

Une telle approche, pour hétérodoxe qu'elle puisse paraître, semble préférable à l'extraction de matières toxiques et nauséabondes de notre sous-sol au prix de nombreuses vies humaines et de dégâts irréversibles à notre maison commune. Ce n'est certes pas la seule voie possible, mais elle ouvre sur un changement de paradigme et mérite d'être étudiée. Tant et si bien qu'un consortium international est en train de se constituer, à l'initiative du laboratoire du CNRS franco-japonais NextPV, pour étudier la question plus en détail et réaliser un premier démonstrateur dans un programme nécessitant la mise en commun de compétences très diverses, ainsi que cela avait été fait pour le programme Dirisoft, dont les acteurs sont également associés à la démarche. Un premier séminaire sur

le sujet s'est tenu à Tokyo le 10 novembre dernier, à l'ambassade de France. En parallèle, une réflexion sur les questions sociétales démarre aussi autour de l'école des Mines ParisTech.

Du soleil et de l'hydrogène

Mais il y a plus. L'un des verrous actuels au déploiement d'énergies renouvelables comme le solaire est la nécessité de recourir au stockage d'électricité. Les batteries, et notamment celles au lithium, sont efficaces, mais restent coûteuses pour une application à l'échelle envisagée ici et pourraient poser des problèmes environnementaux.

Une solution élégante pourrait être fournie par l'utilisation de l'hydrogène comme vecteur énergétique. Il peut être obtenu par électrolyse de l'eau, en utilisant l'électricité excédentaire le jour, et redonner de l'électricité à la demande en le recombinaison avec de l'oxygène pour redonner de l'eau pure, dans une pile à combustible. D'autant que ce même hydrogène pourrait aussi remplir et maintenir les ballons captifs en l'air à moindre coût. Un ballon d'altitude captif de taille raisonnable peut contenir une dizaine de jours de production d'énergie solaire ; de quoi donc facilement assurer la fourniture en énergie du soir et attendre le matin.

Ainsi, en réduisant les coûts de structure et d'installation, en assurant un rendement de conversion élevé et un accès quasi continu à une ressource abondante, on prouverait qu'une électricité propre peut être moins chère à produire qu'une électricité au charbon. Il suffit de lever les yeux... II

À lire

Océan

L'océan a toujours fasciné et nourri l'homme. Il a pourtant fallu attendre la seconde moitié du XIX^e siècle pour que la science des océans, l'océanographie, prenne son essor. Ses pères fondateurs répertorient, précisent et complètent les savoirs accumulés depuis l'Antiquité ; surtout, ils pénètrent les profondeurs, que les progrès techniques rendent peu à peu accessibles. C'est l'histoire de cette aventure scientifique et humaine que nous conte Patrick Geistdoerfer, océanographe, directeur de recherche au CNRS. Mais la mer renferme encore bien des secrets...

Histoire de l'océanographie. De la surface aux abysses, Patrick Geistdoerfer, Nouveau Monde Éditions, coll. « Histoire des sciences », novembre 2015, 236 p., 24 €



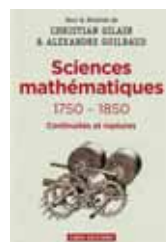
TECHNIQUE

Sommes-nous encore capables de penser et de construire nos existences dans un monde toujours plus connecté où une innovation chasse l'autre, où la fuite en avant semble devenir la règle ? La technique a toujours de bons et de mauvais usages, et il est illusoire de vouloir en faire le tri... Dans un court essai, le philosophe et historien des sciences Michel Blay nous invite à réfléchir à ce que la technique change à nos vies, au monde, à nos relations aux autres, au temps et à l'espace. Et essaie de comprendre pourquoi un avenir technico-répressif semble aujourd'hui s'imposer alors qu'il est si peu en accord avec les exigences d'ouverture aux autres et de liberté que nos démocraties chérissent.

Penser ou cliquer ?, Michel Blay, CNRS Éditions, janvier 2016, 64 p., 4 €

MATHÉMATIQUES

La modernité mathématique a-t-elle commencé au tournant du XIX^e siècle, comme beaucoup le prétendent ? Fruit du travail d'un groupe composé de nombreux historiens des sciences, cet ouvrage se propose de discuter cette présentation communément admise, en abordant le développement des sciences mathématiques pures ou appliquées entre le milieu du XVIII^e et le milieu du XIX^e siècle. Où l'on découvre une complexité de dynamiques historiques et de temporalités bien éloignée de la dichotomie supposée entre les deux siècles.



Sciences mathématiques, 1750-1850. Continuités et ruptures, Christian Gilain et Alexandre Guilbaud (dir.), CNRS Éditions, octobre 2015, 560 p., 35 €



Timothée Poupart, Centre d'études biologiques de Chizé¹

“Je me souviens...”

PROPOS RECUEILLIS PAR CHARLINE ZEITOUN

... de ma mission² en Antarctique pour étudier les manchots Adélie dans l'archipel de Pointe Géologie, pendant le dernier été austral. Sur la photo, je suis en train d'observer quelques dizaines de nids dont je connais la localisation entre les rochers. Je note la présence ou l'absence des poussins et je vérifie par qui le nid est occupé (mâle ou femelle). La mortalité des poussins a dangereusement augmenté ces dernières années : ceux de 25000 couples sont morts il y a deux ans. Cela est lié aux changements climatiques qui provoquent, entre autres, une extension de la banquise et obligent les adultes à parcourir des centaines de kilomètres pour chercher de la nourriture en mer, loin de leurs petits. Sur les 90000 manchots de l'archipel, seul un échantillon d'individus sont suivis et repérés grâce à un marquage temporaire. Nos données nous renseignent sur leur temps de voyage en mer ainsi que leur effort de pêche durant l'incubation des œufs et l'élevage des poussins. Elles permettent de mesurer les performances de ces oiseaux pour se reproduire. Le but est d'obtenir des mesures à long terme en fonction des conditions climatiques.”

PHOTO : T. VERGOZ/IPHC/CEBC/IPEV/CNRS PHOTOTHÈQUE

+

📺 Visionner notre diaporama :
« Coup de froid sur les manchots »
sur lejournel.cnrs.fr

1. Unité CNRS/Univ. de La Rochelle. 2. Elle fait partie du programme Ammer (Adelie Penguins as Monitor of the Marine Environment), soutenu par l'Institut polaire français Paul-Émile Victor (Ipev) et par le WWF.



de Denis Guthleben,
historien au CNRS

Georges Charpak, 12 cm² d'histoire

Le 29 février 2016, La Poste émet un nouveau timbre, en hommage au Prix Nobel de physique Georges Charpak (1924-2010). L'occasion de revenir sur une vie au cours de laquelle l'histoire des sciences, l'histoire de l'enseignement et l'Histoire tout court se sont croisées et télescopées, comme les particules de l'une des expériences chères au savant...

L'Histoire...

À tout seigneur, tout honneur : commençons par l'Histoire elle-même, la « grande », celle qui conduit un enfant de 7 ans à quitter avec ses parents sa Pologne natale. Nous sommes au début des années 1930, Hitler n'est pas encore au pouvoir et l'extermination systématique des Juifs d'Europe ne débutera qu'une décennie plus tard. Mais la misère et l'antisémitisme que celle-ci vient nourrir dans la jeune république polonaise poussent déjà bien des familles vers l'exil. « *Heureux comme Dieu en France* », annonce alors une expression yiddish.

Le jeune garçon le vérifie de lui-même : « *Venu en France à l'âge de 7 ans, sans papier et sans parler français, j'ai cru arriver au paradis, confiera Georges Charpak a posteriori. Déraciné et apatride, j'y ai trouvé ma patrie et j'ai sans difficulté partagé avec mes camarades de classe la plupart des héros français qui vous donnent la fierté d'appartenir à ce*

pays. » Des mots qui font chaud au cœur et qui, aujourd'hui encore, aujourd'hui surtout, résonnent d'un écho particulier. C'est la même Histoire en majuscules qui le conduira sous l'Occupation à défendre sa nouvelle patrie, en s'engageant dans la Résistance et en connaissant, en 1944, les affres de la déportation.

... la Science...

À côté de la grande Histoire, celle des sciences pourrait presque paraître anodine. Mais le parcours et l'œuvre de Georges Charpak viennent d'emblée balayer cette impression. Diplômé de l'École des mines en 1947 – il plaisantera souvent au sujet de sa condition de « *mineur polonais* » –, le chercheur est ensuite associé aux plus grandes institutions scientifiques françaises et internationales : le CNRS, qui le recrute en 1948 et l'affecte au laboratoire de Frédéric Joliot-Curie au Collège de France ; le Cern, qu'il rejoint à la fin des années 1950 et qu'il ne quittera qu'à sa retraite en 1989 ; l'Académie des sciences, où il fait son entrée en 1985...

Trajectoire exceptionnelle pour un physicien d'exception : après avoir brillamment soutenu sa thèse en 1954 devant un jury prestigieux – Irène et Frédéric Joliot-Curie, Alfred Kastler et Francis Perrin, rien de moins –, Georges Charpak s'éloigne de la physique nucléaire au profit d'une physique des particules alors naissante et qui le passionne. Il y montre un talent hors norme dans la conception et la réalisation de détecteurs, et s'illustre entre autres – entre beaucoup d'autres, car ses travaux ont une importance capitale pour toute la physique des particules du demi-siècle écoulé – avec l'invention de la célèbre « chambre multifils ». Celle-ci lui vaut, en 1992, son prix Nobel de physique.

... et l'École

Certains voient le Nobel comme une consécration. Pour Georges Charpak, il ne s'agit que d'une étape. La suivante se résume en cinq mots : « La main à la pâte ». En s'inspirant de l'exemple à Chicago de son collègue et ami Leon Lederman, nobélisé quatre ans plus tôt, il se consacre corps et âme à l'apprentissage de la science aux enfants, au travers de cette initiative qui les détourne du tableau noir pour les accompagner sur le chemin du raisonnement, de l'expérimentation et, au-dessus de tout, de l'imagination. Une manière, et quelle manière !, pour Georges Charpak de payer sa dette à celle qui lui a mis le pied à l'étrier, soixante ans plus tôt, alors qu'il ne bredouillait que quelques mots de français : l'école de la République.

Le timbre dédié aujourd'hui à Georges Charpak mesure 40,85 millimètres sur 30... soit 12 et quelques centimètre carrés. On ne peut que saluer La Poste d'avoir songé à rendre hommage à Georges Charpak, et d'être parvenue à faire tenir un aussi grand bonhomme sur un si petit bout de papier ! ▮

Après l'obtention de son prix Nobel, il s'est consacré corps et âme à l'apprentissage de la science aux enfants.

CNRS EDITIONS



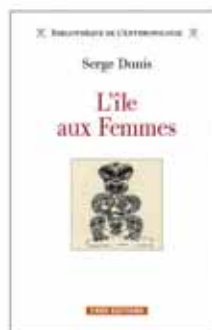
416p - 25 €



432p - 26 €



288p - 19 €



784p - 35 €



384p - 27 €

www.cnrseditions.fr

>> LES LAURÉATS 2015

**PRIX COUPS D'ÉLAN
POUR LA RECHERCHE FRANÇAISE**

Quatre laboratoires du CNRS et de l'Inserm
rénovés et/ou équipés.



CHRISTOPHE GRANGEASSE

Caractérisation des réseaux
de régulation par phosphorylation
chez la bactérie *Streptococcus
pneumoniae*
INSTITUT DE BIOLOGIE ET CHIMIE
DES PROTÉINES - LYON



CAROLINE ROBERT

Cartes de signalisation cellulaire
des traitements anti-cancéreux
INSTITUT GUSTAVE ROUSSY
VILLEJUIF



DAAN NOORDERMEER

Étude de la variation intercellulaire
de l'organisation génomique 3D
pendant le développement
embryonnaire et dans le cancer
INSTITUT DE BIOLOGIE INTÉGRATIVE
DE LA CELLULE - GIF-SUR-YVETTE



NATHALIE VERGNOLLE

Utilisation de mini-côlons dans
la compréhension des mécanismes
physiopathologiques des pathologies
intestinales inflammatoires
INSTITUT DE RECHERCHE
EN SANTÉ DIGESTIVE - TOULOUSE

**5 SCIENTIFIQUES
ET LEURS ÉQUIPES
DE RECHERCHE
RÉCOMPENSÉS**

PROGRAMME ATIP-AVENIR

Une nouvelle équipe de recherche
créée au sein d'un laboratoire
de recherche français.



JUAN REGUERA

Caractérisation structurale
et fonctionnelle du complexe
de réplication du virus
Chikungunya
CAMPUS DE LUMINY - MARSEILLE



**FONDATION
BETTENCOURT
SCHUELLER**

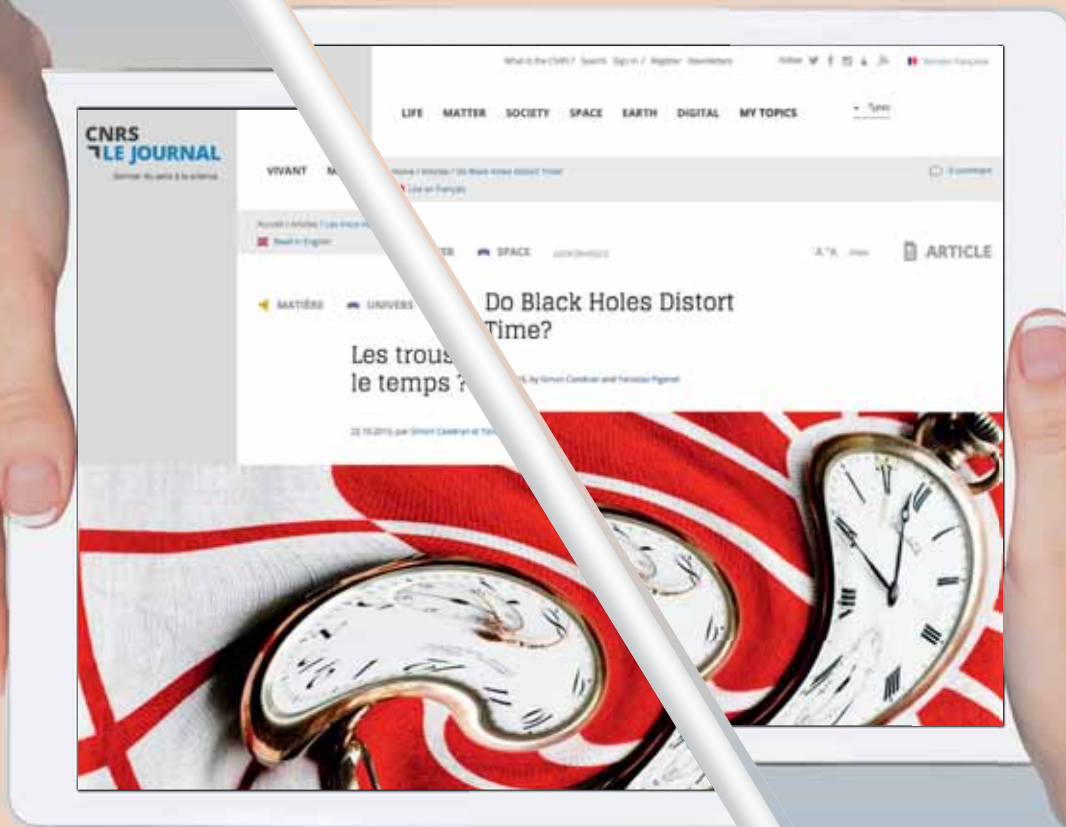
La Fondation Bettencourt Schueller
s'est fixé pour objectif d'agir
durablement sur l'écosystème
de la recherche dans les sciences
de la vie en travaillant sur trois leviers
indissociables :

- accentuer le rayonnement de
la recherche biomédicale française,
- accélérer le processus d'innovation,
- améliorer les conditions de travail
des chercheurs.

Depuis 1990, elle a déjà attribué 352 prix,
accordé 306 M€ de dons cumulés et
encouragé plus de 5 000 chercheurs.



Pour en savoir plus : www.fondationbs.org



L'actualité des sciences
analysée, décryptée, commentée
en français et en anglais