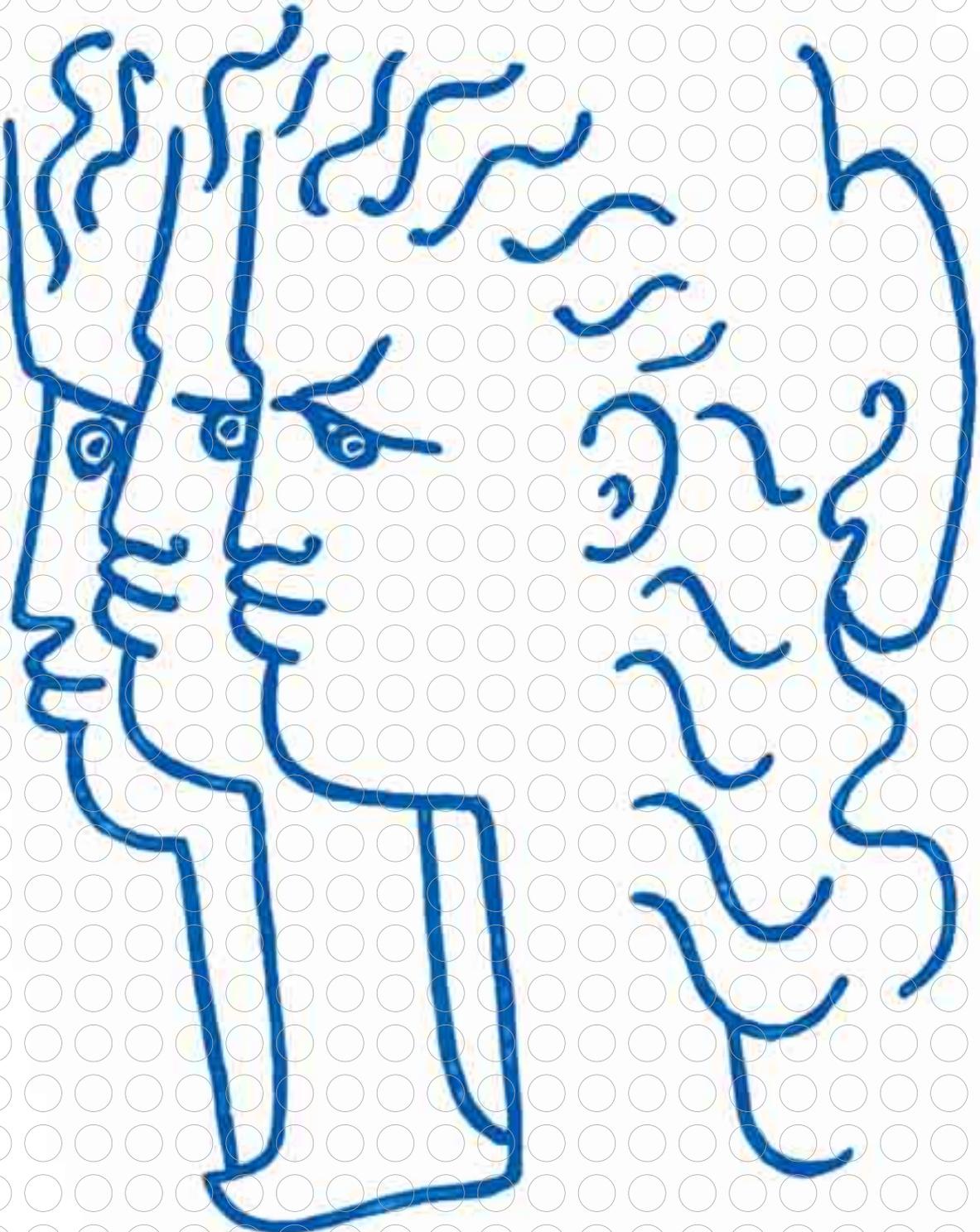


TALENTS

2005

# MÉDAILLES D'ARGENT



CENTRE NATIONAL  
DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE



La Médaille d'argent du CNRS distingue un chercheur pour l'originalité, la qualité et l'importance de ses travaux, reconnus sur le plan national et international.



# SOMMAIRE

Physique nucléaire et corpusculaire

**PATRICK JANOT** 24 **LE POUSSE-AU-HIGGS**

Sciences physiques et mathématiques

**HÉLÈNE BOUCHIAT** 10 **L'ÉLECTRICITÉ QUANTIQUE**

**STÉPHANE DOUADY** 16 **LES ÉTRANGES DESSEINS DE LA NATURE**

**FRANK MERLE** 28 **L'ÉQUATION EXPLOSIVE**

Sciences et technologies de l'information et de la communication

**JACQUES STERN** 38 **LA CRYPTO C'EST RIGOLO !**

Sciences pour l'ingénieur

**PIERRE MONTMITONNET** 30 **L'ACUITÉ DU TRIBOLOGUE**

**JEAN-MARCEL RAX** 34 **DU PLASMA ET DES IDÉES**

Sciences chimiques

**FLORENCE BABONNEAU** 08 **LA DOUCEUR DE LA CHIMIE**

**LYNDON EMSLEY** 20 **SUR LA PENTE DU SUCCÈS**

Sciences de l'Univers

**HERVÉ CLAUSTRE** 12 **CE QUE DIT LE BLEU DE LA MER**

**JOËL GUIOT** 22 **À LA RECHERCHE DU CLIMAT PERDU**

Sciences de la vie

**SEBASTIAN AMIGORENA** 06 **CANCER ET SYSTÈME IMMUNITAIRE**

**PATRICK MEHLEN** 26 **RÉCEPTEUR ET DÉPENDANCES**

**ÉVA PEBAY-PEYROULA** 32 **DE LA PHYSIQUE À LA BIOLOGIE STRUCTURALE**

**HERVÉ VAUCHERET** 40 **LE CHERCHEUR INTERFÉRANT**

Sciences de l'homme et de la société

**ROBERT DESCIMON** 14 **HISTORIEN DU SOCIAL**

**HENRI DUDAY** 18 **MÉDECIN ARCHÉOLOGUE ET ANTHROPOLOGUE**

**LENA SANDERS** 36 **UNE GÉOGRAPHE DANS LA VILLE**



# SEBASTIAN AMIGORENA

## CANCER, ET SYSTÈME IMMUNITAIRE

**Sebastian Amigorena, 45 ans, aurait pu révolutionner la théologie.** Pendant sa première et unique année en fac de lettres, il écrit un mémoire rendant hommage à Judas : « Finalement, c'est lui qui s'est sacrifié, il a pris le mauvais rôle pour que Jésus ait le bon. » L'idée n'a pas plu à sa prof. Sebastian s'est alors dit que les études de lettres n'étaient pas pour lui : direction la fac de sciences et, en particulier, l'immunologie.

---

**« LA RECHERCHE, C'EST UN JEU ET JE SUIS TRÈS JOUEUR. »**

---

**Le jeune étudiant, originaire d'Argentine** – il est arrivé en France à l'âge de 13 ans – fait un stage dans le laboratoire d'un chercheur ami de ses parents. « Il travaillait sur des médiateurs de l'inflammation produits par le rein. Je trouvais ça génial de passer mon temps à attendre que la goutte tombe du rein perfusé. La recherche, c'est un jeu et je suis très joueur. Et puis, quand les résultats sont là, ça paye de tous les sacrifices qu'on a pu faire. »

**Il enchaîne alors un DEA et une thèse d'immunologie** dans l'unité Inserm « Immunologie cellulaire et clinique » à l'Institut Curie. C'est à ce moment qu'il redore le blason des récepteurs aux fragments Fc des immunoglobulines en mettant au jour de nouvelles fonctions. Alors qu'ils étaient jusque-là cantonnés dans un rôle de liaison passive des anticorps, Sebastian met en évidence leur rôle dans la régulation de la réponse immunitaire. Il termine ses travaux lors d'un premier post-doctorat dans le même labo, puis file à la *Yale University School of Medicine*. Ce qui guide son choix pour son deuxième stage post-doctoral ? « Faire des choses différentes, inattendues. » Le médaillé d'argent reconnaît ne pas fonctionner avec un but à long terme : « Je travaille beaucoup à l'intuition. En fait, je me pose toujours cette question pour orienter mes recherches : avec les outils disponibles, les connaissances actuelles, quelle est la meilleure question qu'il faut se poser pour comprendre comment ça marche ? » Il se plonge alors dans l'étude de la présentation antigénique, mécanisme essentiel du fonctionnement du système immunitaire, et identifie un nouveau compartiment impliqué dans la présentation des antigènes aux lymphocytes T.

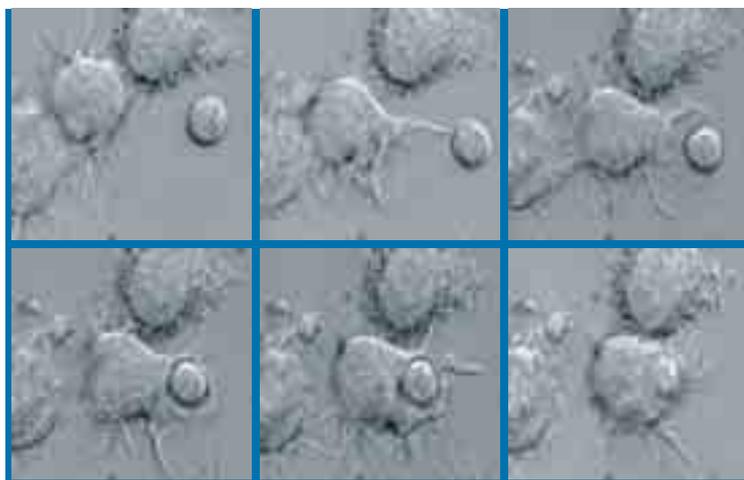
**De retour en France, il crée avec son collègue Christian Bonnerot, décédé depuis, une « Jeune équipe Inserm »** qui deviendra une unité. Toujours au cœur du problème : les mécanismes de l'immunité, les voies de présentation antigénique et... le cancer. En effet, en explorant les voies de présentation antigénique par les cellules dendritiques et l'évolution de ces processus au cours de leur différenciation, Sebastian, en collaboration avec l'équipe de Laurence Zitvogel de l'Institut Gustave Roussy (IGR), met en évidence l'existence d'exosomes, sortes de liposomes naturels relargués par ces mêmes cellules. Ces exosomes, stimulateurs potentiels de l'immunité anti-tumorale, sont en cours d'évaluation clinique en immunothérapie.

---

**« NOUS ESSAYONS ACTUELLEMENT DE VOIR LES LYMPHOCYTES CYTOTOXIQUES EN TRAIN DE DÉTRUIRE UNE TUMEUR. »**

---

**Sebastian et son équipe décortiquent ensuite la dynamique des interactions entre cellules T et cellules dendritiques** dans des situations d'induction de réponse immunitaire productive ou de tolérance. Ces travaux montrent que la dynamique de ces interactions dépend du cytosquelette des cellules dendritiques et diffère selon qu'il y a induction d'immunité ou de tolérance. Grâce aux nouvelles techniques d'imagerie biphotonique



■ Les cellules dendritiques utilisent de longues extensions membranaires pour capturer les lymphocytes T et les activer : c'est ainsi que commencent les réponses immunitaires spécifiques.

intra-vitales développées à l'Institut Curie, il montre l'incidence de l'état de différenciation des cellules dendritiques sur cette dynamique. « Avec ces mêmes techniques, nous essayons actuellement de voir les lymphocytes cytotoxiques en train de détruire une tumeur. »

**Depuis le mois de septembre, Sebastian est en Argentine**, pour une année sabbatique. « Cela permet de faire une pause dans la course perpétuelle, de regarder mon travail avec des yeux différents. »

**SCIENCES DE LA VIE**  
UNITÉ « IMMUNITÉ ET CANCER »  
INSERM/INSTITUT CURIE  
PARIS  
[WWW.CURIE.FR](http://WWW.CURIE.FR)



# FLORENCE BABONNEAU

## LA DOUCEUR DE LA CHIMIE



1

Photos © CNRS Photothèque - Hubert Raguet.

1 Verres de silice préparés par procédé sol-gel et contenant des colorants organiques.

2 Groupe « Matériaux sol-gel et RMN » au sein du LCMCP. De gauche à droite : C. Gervais, L. Bonhomme, G. Laurent, F. Babonneau, T. Azais, J. Maquet et C. Bonhomme.



### SCIENCES CHIMIQUES

LABORATOIRE DE CHIMIE DE LA MATIÈRE CONDENSÉE DE PARIS (LCMCP)  
CNRS/UNIVERSITÉ PARIS 6/ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DE CHIMIE  
DE PARIS/COLLÈGE DE FRANCE  
PARIS  
[WWW.CCR.JUSSIEU.FR/LCMC](http://WWW.CCR.JUSSIEU.FR/LCMC)

**Comprendre la structure des matériaux, c'est le credo de Florence Babonneau.** C'est pour cette raison qu'elle a choisi de suivre un DEA « Spectrochimie et structures ». Mais son attrait pour la chimie remonte à son enfance : « Je me souviens avoir eu une boîte de "Chimie 2000" quand j'étais petite. »

Depuis, la médaillée d'argent de 48 ans a grandi, mais elle continue de traquer les structures au sein du Laboratoire de chimie de la matière condensée de Paris. « Ici, on fait de la chimie douce. On fait appel à des méthodes de chimie des solutions pour faire des matériaux, notamment des oxydes. » Une approche originale lorsqu'on sait que la chimie des poudres est plus généralement utilisée.

À peine titulaire de son diplôme de l'École supérieure de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris et de son DEA, Florence postule au CNRS et y est recrutée... dans son labo actuel, alors dirigé par Jacques Livage.

**Après sa thèse sur les propriétés électroniques des composés à valence mixte,** Florence suit le changement thématique du labo : la chimie des procédés sol-gel qui permet l'élaboration d'oxydes variés à partir de précurseurs moléculaires. « À l'époque, nous étions peu nombreux dans ce domaine. » Son but : comprendre les corrélations entre ces précurseurs et les propriétés des matériaux obtenus. Pour cela elle fait appel, entre autres techniques de spectroscopie, à la RMN. Ces nouvelles méthodologies sont au cœur du groupe « Matériaux sol-gel et RMN » qu'elle anime. « Quand mon collègue qui s'occupait du spectromètre est parti, je me suis formée un peu sur le tas à son utilisation. Depuis j'essaie de développer des thématiques qui utilisent cette technique. »

**« JE ME SOUVIENS AVOIR EU UNE BOÎTE DE "CHIMIE 2000" QUAND J'ÉTAIS PETITE. »**

**Ainsi Florence se penche également sur d'autres types de matériaux.** Au retour de son stage post-doctoral à l'université de Californie, Los Angeles (UCLA), elle lance un nouvel axe de recherches sur la caractérisation structurale de carbures ou de nitrures obtenus à partir de polymères. Un sujet qui est un peu sa chasse gardée : « Il existe une très forte cohésion dans les sujets développés dans le labo, c'est important d'avoir son sujet à soi ! »

Elle s'intéresse également aux matériaux hybrides, mi-organiques mi-inorganiques, à une époque où le

thème n'est pas à la mode. « La chimie sol-gel est ici particulièrement efficace car elle permet d'introduire des fonctions organiques au sein de réseaux d'oxydes. » Dans le domaine des matériaux mésostructurés, l'équipe de Florence a été la première à observer en temps réel l'organisation de films de silice grâce à des expériences de diffraction des rayons X. « Couplées à de l'interférométrie, ces expériences nous ont permis de proposer des mécanismes de formation pour différents films mésostructurés. »

**« LA CHIMIE SOL-GEL EST ICI PARTICULIÈREMENT EFFICACE CAR ELLE PERMET D'INTRODUIRE DES FONCTIONS ORGANIQUES AU SEIN DE RÉSEAUX D'OXYDES. »**

**La multiplicité de ses sujets s'accorde bien avec ce que Florence pense d'elle-même :** « Je ne suis spécialiste de rien. » Mais ce n'est pas pour autant qu'elle « ne s'éclate pas à faire ce qu'elle fait ». Surtout, elle apprécie de se rendre régulièrement à l'étranger dans d'autres labos. « Grâce à ça, j'ai rencontré plein de gens qui, pour la plupart, sont devenus de véritables amis. » Malgré le nombre de ses travaux de recherche, Florence trouve le temps de concilier de nombreuses responsabilités, pour lesquelles elle n'a d'ailleurs pas toujours été volontaire : directrice de la fédération de recherche « Institut des matériaux de Paris-centre », membre du Comité national des Universités, présidente de la société *International Sol-Gel Society*, co-éditrice du *Journal of Sol-Gel Science and Technology*...



# HÉLÈNE BOUCHIAT

## L'ÉLECTRICITÉ QUANTIQUE



1



Photos © CNRS Photothèque - Sébastien Godefroy.

2

**SCIENCES PHYSIQUES ET MATHÉMATIQUES**  
LABORATOIRE DE PHYSIQUE DES SOLIDES (LPS)  
CNRS / UNIVERSITÉ PARIS-SUD  
ORSAY  
[WWW.LPS.U-PSUD.FR](http://WWW.LPS.U-PSUD.FR)

« Ça a marché ? » Voyant de jeunes collègues passer devant son bureau, Hélène Bouchiat, 46 ans, les interroge avec enthousiasme sur l'expérience en cours. Fille de physiciens, elle n'a pas échappé au virus de la recherche. À l'heure où l'électronique vise la miniaturisation jusqu'à l'échelle moléculaire, elle tente de comprendre comment seront modifiées les lois de l'électricité.

Elle prépare, sous la direction de Philippe Monod, sa thèse sur les verres de spin, sorte d'aimants désordonnés, dans lesquels les atomes sont aimantés aléatoirement. Elle en examinera notamment le bruit thermique, un aspect peu étudié à l'époque, en collaboration avec Miguel Ocio.

« En 1987, je pars aux *Bell Labs* aux États-Unis, avec l'idée de faire complètement autre chose. Puis, à une conférence du physicien Joseph Imry, je vois se dessiner mon sujet : quelles sont les lois de l'électricité à l'échelle mésoscopique : celles des atomes ou celles des objets macroscopiques ? » Car, alors, la mécanique quantique régit le comportement des électrons du courant. La résistance électrique, en particulier – habituellement décrite comme de la perte d'énergie sous forme de chaleur – a-t-elle toujours un sens si le système est très froid ?

### « QUELLES SONT LES LOIS DE L'ÉLECTRICITÉ À L'ÉCHELLE MÉSCOPIQUE ? »

Le problème était qu'au lieu de la résistance de ces systèmes, on risquait de mesurer celle des contacts macroscopiques auxquels ils sont branchés. D'où l'idée de supprimer les contacts : regarder l'électricité dans des anneaux plutôt que dans des fils, via des phénomènes d'induction. « Mais je ne m'étais pas rendu compte de la difficulté qu'allait représenter l'expérience. Pour mesurer ces très faibles courants, il fallait cumuler énormément d'anneaux. Aux *Bell Labs*, un spécialiste nous en fabrique dix millions. Mais, me disaient ceux qui passaient voir l'expérience, si leurs courants ont des sens contraires, ils se compenseront et vous ne verrez rien ! »

### « ET – C'EST LA MAGIE D'UNE COLLABORATION – NOUS AVONS DÉCOUVERT AUTRE CHOSE. »

**Heureusement, ce ne sera pas le cas :** après son retour en France, c'est la découverte, en 1990, de ces courants qui circulent en permanence, sans s'atténuer. On l'encourage à monter un groupe de recherche, ce qu'elle fait, seule avec un « étudiant remarquable », Bertrand Reulet. Aujourd'hui l'équipe compte huit personnes. Ils poursuivent l'exploration fondamentale de ces courants dans des anneaux métalliques ainsi que semi-conducteurs, car les phénomènes y sont plus spectaculaires.

**1997, nouvelle direction.** Il s'agit toujours d'étudier l'électricité à l'échelle mésoscopique, mais dans une seule dimension. Pour cela, il faut un fil extrêmement fin. Les polymères conviendraient mais ils se distordent et deviennent isolants à basse température. On se tourne alors vers les nanotubes de carbone, cylindres rigides d'atomes, épais d'à peine quelques millièmes de micron. Encore faut-il les fixer aux contacts électriques, ce qui se fera grâce à la rencontre avec un chercheur russe, Alik Kasumov, qui a mis au point une technique originale de soudure par laser. « Et – c'est la magie d'une collaboration – nous avons découvert autre chose. »

**L'équipe est alors en train de tester si un courant issu d'un supraconducteur** – qui passe sans perdre d'énergie – peut traverser sans encombre les nanotubes. « Ça marchait presque trop bien... » Les nanotubes sont regroupés en faisceau afin de diminuer la répulsion électrique entre les électrons, très gênante quand ils sont confinés dans une dimension. « Et nous nous sommes rendu compte que les nanotubes eux-mêmes étaient supraconducteurs. »

La compréhension de ce phénomène est en cours et d'autres conducteurs sont testés, comme l'ADN ou les fullerènes, des molécules sphériques composées d'atomes de carbone.



1 Réfrigérateur à dilution  $\text{He}_3 - \text{He}_4$  permettant de refroidir des échantillons jusqu'à des températures proches de 10 microkelvins (au-dessus du zéro absolu).

2 Hélène Bouchiat (au centre) entourée de son équipe du Laboratoire de physique des solides.

3 Anneaux mésoscopiques (un micron de diamètre, invisibles sur la photo) connectés à des fils de mesure de 17 microns de diamètre par soudure ultrason.

4 Soudeuse ultrason permettant de réaliser ces connexions.



# HERVÉ CLAUSTRE

## CE QUE DIT LE BLEU DE LA MER

**Allure sportive, diction rapide et précise,** on sent qu'Hervé Claustre est un homme habitué à l'action et aux responsabilités. Ce qui n'enlève rien à l'amabilité de ce biologiste spécialiste des méthodes d'observation du plancton végétal.

Même si la mer l'a toujours attiré, ce n'est pas pour faire de la recherche qu'il se lance dans l'océanographie. « J'étais un passionné d'aquariums et mon rêve était de monter une ferme de poissons tropicaux. » Il fait un stage au Laboratoire océanologique de Villefranche, puis un DEA, puis un doctorat. Peu à peu, il oublie son idée d'aquaculture et se passionne pour l'océanographie et plus particulièrement pour la biogéochimie marine. Cette science cherche à analyser les interactions entre les populations marines et les cycles d'éléments comme le carbone ou l'azote.

**Hervé Claustre est l'un des artisans de l'essor des méthodes chimiques et optiques** pour l'océanographie.

Grâce à ces techniques, le microscope n'est plus indispensable pour connaître la quantité de phytoplancton. Il suffit de mesurer les molécules pigmentaires comme la chlorophylle ou d'observer la couleur de la mer : plus elle est bleue, plus elle est désertique ; plus elle est verte, plus elle regorge de vie. Pour effectuer ces mesures, on prélève des échantillons d'eau pour connaître le taux de chlorophylle à un endroit précis, ou bien on utilise des images satellite pour obtenir la concentration de ce pigment sur l'ensemble des océans. On commence même à estimer les différentes espèces de micro-algues depuis l'espace ! « Ces techniques d'observation sont très récentes. C'est un domaine où la France a le leadership. »

---

### ON COMMENCE MÊME À ESTIMER LES DIFFÉRENTES ESPÈCES DE MICRO-ALGUES DEPUIS L'ESPACE !

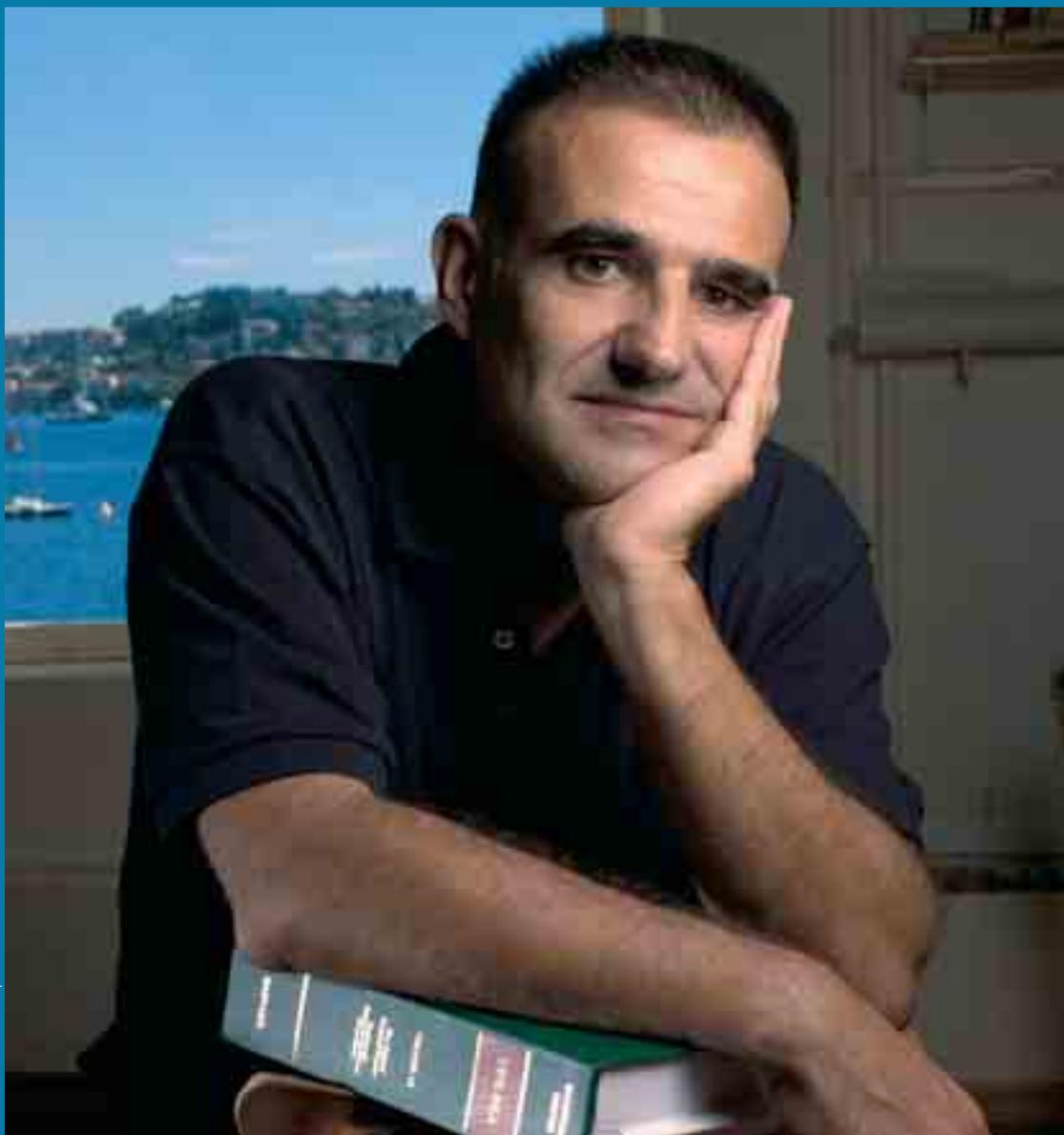
---

**Le chercheur a encore bien des innovations à proposer :**

« Nous développons actuellement des planeurs sous-marins équipés de sondes optiques pour effectuer des recherches impossibles à réaliser à partir de bateaux océanographiques. » Les méthodes automatisées comme celle-ci permettent d'étudier les processus biogéochimiques à des échelles plus réduites. Les recherches sur le phytoplancton s'intègrent dans le contexte du réchauffement global et de l'effet de serre. La grande inconnue des modèles de changement climatique est le rôle de ces algues microscopiques. Sont-elles capables d'assimiler l'excès de gaz carbonique ? Le CO<sub>2</sub> qu'elles absorbent est-il ensuite rendu à l'atmosphère ou bien est-il piégé au fond de l'océan ? Impossible de prévoir l'avenir de la planète sans connaître l'évolution des populations végétales marines.

**Hervé Claustre est un habitué des campagnes océanographiques.** Il en a une quinzaine à son actif, soit, au total, une bonne année passée en mer. Fin 2004, il organise et dirige une mission exceptionnelle dans le Pacifique Sud. Pendant 55 jours, une trentaine de scientifiques parcourent les 8000 kilomètres qui séparent Tahiti du Chili. « C'était une grande aventure humaine et scientifique. Nous avons conscience d'avoir de la chance car nous étions les premiers à étudier





Photos © CNRS Photothèque - Emmanuel Perrin.

#### SCIENCES DE L'UNIVERS

LABORATOIRE OCÉANOLOGIQUE DE VILLEFRANCHE (LOV)  
CNRS/UNIVERSITÉ PIERRE ET MARIE CURIE  
VILLEFRANCHE-SUR-MER  
WWW.OBS-VLFR.FR

cette zone. » Hervé était chargé, en particulier, de la calibration d'images satellites : comparer celles-ci avec les concentrations en chlorophylle mesurées *in situ*. Il a notamment reçu l'appui de l'*European Space Agency* (Esa), du Cnes et de la Nasa.

#### IMPOSSIBLE DE PRÉVOIR L'AVENIR DE LA PLANÈTE SANS CONNAÎTRE L'ÉVOLUTION DES POPULATIONS VÉGÉTALES MARINES.

Hervé Claustre est président d'un grand programme de l'Insu (Institut national des sciences de l'Univers) appelé **Proof** (Processus biogéochimiques dans l'océan et flux). « Ce programme a pour vocation de structurer les recherches en biogéochimie marine en France en

soutenant les projets qui nous paraissent les plus novateurs au niveau international. »

**Une réaction à sa Médaille d'argent ? « Ça m'a beaucoup surpris !** Je considère avant tout cette récompense comme celle de ma discipline, la biogéochimie marine et, en particulier, comme la reconnaissance des observateurs et des expérimentateurs. »

1 Matériel phytoplanctonique concentré sur un filtre.

2 Pigments en solution dans un solvant avant leur analyse en chromatographie.

# ROBERT DESCIMON

# HISTORIEN

# DU SOCIAL



© CNRS Photographie - Paul Baroge.

**SCIENCES DE L'HOMME ET DE LA SOCIÉTÉ**  
CENTRE DE RECHERCHES HISTORIQUES (CRH)  
CNRS / ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES EN SCIENCES SOCIALES (EHESS)  
PARIS  
[WWW.EHESS.FR/CENTRES/CRH](http://WWW.EHESS.FR/CENTRES/CRH)



**À l'évidence, le conformisme intellectuel n'est pas son fort.** D'emblée il prévient : « Les XVI<sup>e</sup> et XVII<sup>e</sup> siècles n'intéressent plus beaucoup en raison du règne du « présentisme » – une difficulté à se projeter dans un avenir positif – et de son corollaire, la volonté d'effacer le passé, de le réécrire en n'en gardant que les aspects valorisés. » Autrement dit, l'inverse de la méthode critique que pratique depuis ses débuts cet historien de 59 ans, spécialiste éminent de l'histoire de l'Europe moderne, dont l'œuvre scientifique vient d'être récompensée par la Médaille d'argent du CNRS.

---

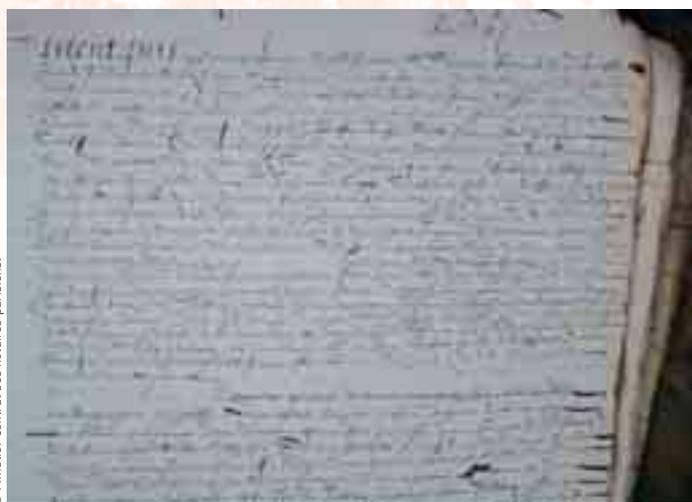
**« L'HISTOIRE EST UNE ACTIVITÉ PROFESSIONNELLE. IL FAUT S'ABSTRAIRE DE L'AIR DU TEMPS, SE DÉFIER DE SES PRÉJUGÉS, VOIRE DE SES ANTIPATHIES. »**

---

**Normalien, agrégé d'histoire, Robert Descimon a d'abord été professeur** dans l'enseignement secondaire avant de devenir, en 1977, chercheur au CNRS où il a joué un rôle syndical actif dans la gestion de la recherche. Depuis 1991, il est directeur d'études à l'EHESS. C'est Denis Richet qui l'a initié à la méthode, « une perspective globale qui ne tronçonne pas les différents aspects de l'activité humaine », et à son premier champ de recherche : Paris, avec les troubles politiques qui ont secoué la capitale – Ligue (1585-1594) et Fronde (1648-1653).

**La singularité de sa recherche repose sur un travail long et personnel qu'il n'aime pas déléguer.** « Un historien doit travailler lui-même sur les sources. Cette pratique devient impossible pour les historiens seniors, moi j'essaie de continuer. » Elle se fonde également sur une pratique de la pluridisciplinarité qui le conduit à s'appuyer sur la sociologie, l'anthropologie, le droit ou la politologie. Comme Pierre Bourdieu, qu'il cite volontiers, il se méfie des idées reçues : « L'histoire est une activité professionnelle. Il faut s'abstraire de l'air du temps, se défier de ses propres sentiments, de ses préjugés, voire de ses antipathies. »

**Ainsi, l'un de ses objets de recherche, les ligueurs, ne sont pas a priori très sympathiques :** « Éloignés de toute pensée œcuménique, ils rêvaient de massacrer les protestants... J'ai dû surmonter ces réticences pour reconstituer le mode de vie, la représentation du monde de ces réprouvés fanatiquement hostiles à Henri IV. » Comment se transformer en ethnologue quand la population que vous étudiez a disparu depuis



© Minutier central des notaires parisiens.

■ Le début d'un contrat de mariage parisien en 1627 (Minutier central des notaires parisiens).

des siècles ? « Par une intense fréquentation des archives, en particulier l'immense Minutier central des notaires parisiens. »

**En dépit de son goût pour le travail personnel, Robert Descimon est loin d'être un chercheur solitaire.**

En témoignent les nombreux livres qu'il a écrits en collaboration et surtout l'aventure collective de l'Action thématique programmée « Genèse de l'État moderne » dans laquelle il s'est engagé en 1981 sous l'impulsion de Jean-Philippe Genet. Un travail qui le conduit à étudier les rapports entre le droit et la symbolique du pouvoir monarchique, à orienter sa recherche vers une histoire plus politique et à approfondir ses connaissances en histoire européenne.

---

**COMMENT SE TRANSFORMER EN ETHNOLOGUE QUAND LA POPULATION QUE VOUS ÉTUDIEZ A DISPARU DEPUIS DES SIÈCLES ?**

---

Depuis 1995, il a repris ses chantiers de prédilection sur la vénalité des offices, la sociologie de la municipalité parisienne, et prépare un travail sur l'anthropologie de la parenté au sein de la noblesse de robe. Son prochain ouvrage, *Les ligueurs de l'exil*, actuellement sous presse, est écrit en collaboration avec José Javier Ruiz Ibáñez, de l'université de Murcie.

**À l'EHESS, il dirige de nombreuses thèses. Il parle avec passion des ses étudiants** – qui sont nombreux, il faut croire que le présentisme les a épargnés – qu'il trouve pour certains extrêmement doués et dont le devenir le préoccupe. Dans son petit bureau du boulevard Raspail, la visite d'une collègue italienne succède aux appels téléphoniques de son coauteur espagnol... Ici, l'Europe moderne est en marche.

# STÉPHANE DOUADY

## LES ÉTRANGES DESSEINS DE LA NATURE

« J'ai toujours été attiré par les formes et les motifs.

Mon père était architecte et ma mère, enseignante-chercheuse en biologie, me montrait des images de cellules fascinantes. » Ces motifs, Stéphane Douady, chercheur foisonnant de 40 ans, les traque un peu partout : dans les spirales des végétaux, les formes des dunes, les nervures des feuilles, le papier froissé...



« En 1985, j'entre à l'École normale, en maths. Mais il y avait déjà pas mal de grands matheux dans la famille.

Mon beau-frère me dit alors : "Tu aimes bricoler, pourquoi ne ferais-tu pas plutôt de la physique ?" Lors d'une visite organisée du laboratoire d'Yves Couder qui travaillait sur la turbulence dans les films de savon, j'ai vu les images colorées qu'il produisait, superbes. Je me suis dit : "C'est là que je veux aller !" » Pour cela, il fallait suivre le DEA de physique des liquides. « Mais j'ai trouvé que beaucoup de cours qui m'attiraient initialement étaient finalement formalistes et scolaires. Alors pour conserver un regard frais, j'ai décidé de faire un autre DEA », suivi d'une thèse à Lyon sur des ondes produites par vibration d'un plan d'eau, puis de sable.

« UN JOUR, J'APERÇOIS SUR UN MARCHÉ PARISIEN UNE SORTE DE "CHOU-FLEUR-BROCOLI" AVEC DES FRACTALES PARFAITES. »

1991, il fait son service militaire dans l'équipe d'Yves Couder, sur des mini-tornades dans un liquide turbulent. « Un jour, j'aperçois sur un marché parisien une sorte de "chou-fleur-brocoli" appelé Romanesco, avec des fractales parfaites. Je l'apporte au laboratoire et Yves remarque que ses branches s'arrangent en spirales

régulières. Plus tard, en lisant un vieux traité de botanique, j'apprends que le nombre de spirales tournant dans un sens et dans l'autre sont toujours deux termes consécutifs de la suite de Fibonacci – une suite mathématique célèbre. Incrédule, j'ai été chercher en forêt des pommes de pin pour vérifier : c'était vrai. » Stéphane Douady commence alors à élaborer des modèles pour expliquer ce phénomène.

DIFFICILE D'Étudier des dunes de dix mètres de haut minimum en laboratoire !

Parallèlement, il revient au sable, afin de comprendre ses avalanches, c'est-à-dire la manière dont le sable coule et s'arrête brusquement quand on l'incline. Il se promène dans les dunes et est « fasciné par leurs formes, familières et complexes à la fois ». Mais difficile d'étudier des dunes de dix mètres de haut minimum en laboratoire. L'année suivante, il obtient un financement pour aller sur le terrain. « Là-bas, on a appris une autre manière de travailler. Les appareils souffrent avec la chaleur et le sable. La moindre petite panne et on est coincé. D'où des méthodes plus légères : nous plantons des baguettes dans les dunes et mesurons leurs distances et la pente du sable à leur base. » Son équipe finit par trouver le moyen d'étudier les dunes en laboratoire – en les mettant dans l'eau – ce qui leur permet de comprendre la forme en croissant de certaines, leur déplacement, leur grossissement.

« Un jour, alors que nous marchions sur des dunes dans le sud-ouest marocain, certains d'entre nous, lassés de rester sur la zone de sable dur, près de la corniche, ont dévalé la pente. Soudain, un grondement sourd et très puissant s'est fait entendre. C'était le chant de la dune. » Pour faire comprendre l'origine du son, il fait rouler une bille sur des tuyaux alignés. « Tactactac », le son vient des chocs réguliers du grain roulant sur les autres. « Mais pour que la dune chante, il faut que les grains qui tombent se synchronisent ». À force de manipulations, le sable s'use, il ne chante plus. « Or, au microscope électronique, on voit qu'il a perdu une sorte de vernis », qui affecte sans doute la propagation du son. Une nouvelle piste parmi toutes celles lancées par Stéphane Douady, du froissement des choux aux ailes d'insectes...



Photos © CNRS Photothèque - Hubert Raguel.



## SCIENCES PHYSIQUES ET MATHÉMATIQUES

LABORATOIRE « MATIÈRE ET SYSTÈMES COMPLEXES » (MSC)  
CNRS/UNIVERSITÉ PARIS 7

PARIS

[WWW.MSC.UNIV-PARIS7.FR](http://WWW.MSC.UNIV-PARIS7.FR) • [WWW.LPS.ENS.FR/~DOUADY](http://WWW.LPS.ENS.FR/~DOUADY)

**1** Arrière d'une pomme de pin des Landes. On observe très bien les spirales qui rejoignent par contact les écailles de la pomme, surtout ici dans le sens des aiguilles d'une montre (du centre vers la périphérie). On peut compter treize spirales. Le nombre de ces spirales est (presque) toujours un nombre de la suite de Fibonacci.

**2** Détail d'un chou Romanesco dont l'aspect fractal est quasiment parfait. Une fractale est construite mathématiquement en dessinant une forme et en la reproduisant à échelle plus petite plusieurs fois. Le cône central du chou est recouvert de spirales très régulières qui s'entrecroisent. Du centre vers la périphérie, elles s'agrandissent. À chaque croisement, le même motif de cône, recouvert de spirales, se reproduit. Et ainsi de suite...

# HENRI DUDAY

## MÉDECIN, ARCHÉOLOGUE ET ANTHROPOLOGUE



**SCIENCES DE L'HOMME ET DE LA SOCIÉTÉ**  
UNITÉ « DE LA PRÉHISTOIRE À L'ACTUEL : CULTURE,  
ENVIRONNEMENT ET ANTHROPOLOGIE » (PACEA)  
CNRS/UNIVERSITÉ BORDEAUX 1/MINISTÈRE DE LA CULTURE  
ET DE LA COMMUNICATION  
BORDEAUX  
[WWW.PACEA.U-BORDEAUX1.FR](http://WWW.PACEA.U-BORDEAUX1.FR)

### Entre archéologie et médecine, le jeune Henri Duday n'hésite pas : il fera les deux.

Sa vocation est précise et précoce : premières découvertes à 10 ans dans la région de Carcassonne, rencontre décisive à 14 ans avec Jean Guilaine, qui lui confie à 17 ans, la responsabilité entière d'un chantier. « Il nous communiquait sa passion, nous apprenait l'objet scientifique mais aussi la pratique du métier, en particulier les contraintes de sa logistique. »

Le fait d'être tombé d'emblée sur une sépulture du Néolithique ancien cible plus encore cette vocation : il étudiera les corps des défunts et, pour cela, il faut connaître l'anatomie. Après une année de math sup à Louis-le-Grand, il retourne à Montpellier et entreprend le double cursus qu'il s'est assigné, en le pimantant de deux maîtrises d'anatomie et de statistiques et d'une spécialisation en pathologie de l'appareil locomoteur.

### À 25 ans, il entre au CNRS, poursuit ses fouilles dans le Midi

en les finançant par des vacances à l'hôpital. En 1983, il intègre le Laboratoire d'anthropologie de Bordeaux qui vient de se créer. Remarquable pédagogue, il contribue alors radicalement au renouvellement de la discipline en formant plusieurs générations d'étudiants à raison de deux cents heures de cours par an. « L'émergence du laboratoire a été une expérience extraordinaire : nous étions trois au départ et vingt-trois, vingt ans après. »

### EN ÉTUDIANT LE SQUELETTE, IL FAIT REVIVRE L'INDIVIDU.

#### De plus, les années 80 voient l'explosion de l'archéologie préventive :

les chantiers se multiplient et le principe du financement des fouilles par les aménageurs fait que les étudiants trouvent des débouchés plus facilement. L'école Duday s'impose en France et déborde bien au delà, de l'Amérique du Sud au Pacifique en passant par l'Afrique et l'Asie du Sud-Est. Il multiplie les interventions en France et à l'étranger, tout en dirigeant son labo, de 1995 à 2002, et en jouant un rôle très actif dans sa communauté scientifique.

Il intensifie notamment le partenariat avec le ministère de la Culture et siège encore actuellement au Conseil national de la recherche archéologique. Mais l'école Duday, c'est surtout le terrain avec ses « chantiers-laboratoires » : les sépultures collectives du dolmen des Peirières à Villedubert dans l'Aude (classé site d'intérêt national en 1995) et de l'Aven de la Boucle à Corconne dans le Gard.

#### « C'est la dimension culturelle qui me passionne. »

En étudiant le squelette, il fait revivre l'individu. Quand il découvre à Bonifacio le squelette vieux de 9 000 ans d'une femme atteinte d'une paralysie post-traumatique de la main associée à de multiples lésions invalidantes, il peut affirmer qu'elle a été prise en charge par le groupe. Ailleurs, la découverte d'un ganglion calcifié indiquera la présence de la tuberculose pulmonaire dans une communauté de la fin du Néolithique. En véritable chirurgien, il n'hésite pas à pénétrer dans le secret des ossements et à briser des tabous d'une société qui occulte la mort. « La fouille et la dissection sont des gestes assez proches. Dans les sépultures, je suis équipé de scalpels et d'outils de dentiste. »



Photos © CNRS Photothèque - Jérôme Chatriin.

Il entre dans le champ de la médecine légale et participe régulièrement à des expertises dans le cadre d'enquêtes policières. À l'actif de ses équipes : l'identification en 1991 du corps d'Alain Fournier, mort en 1914 près de Verdun. À quand un polar à la Patricia Cornwell ou à la Fred Vargas ? Non, il nous livrera plutôt un ouvrage sur les « Leçons d'archéothanatologie » et cosignera avec Michel Gras, directeur de l'École française de Rome, un livre sur les fouilles de Mégara Hyblaea en Sicile.

### « LA FOUILLE ET LA DISSECTION SONT DES GESTES ASSEZ PROCHES. »

La gravité du sujet qui remplit sa vie ne génère pas la mélancolie chez ce méridional expansif dont on envie les étudiants. Parlez-lui de prendre des vacances et il vous répond « Ne dites pas de grossièretés ! » dans un grand éclat de rire.

1 Son goût pour le dessin a joué un grand rôle dans sa vocation de chercheur.

2 Avant Henri Duday, l'archéologie funéraire traitait des urnes, des dolmens, mais pas des morts. Ici, il s'agit de matériel pédagogique destiné aux étudiants.

LYNDON EMSLEY

# SUR LA PENTE DU SUCCÈS



Photos © CNRS Photographique - Jérôme Chastin.



**SCIENCES CHIMIQUES**

LABORATOIRE DE CHIMIE DE L'ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE DE LYON  
CNRS/ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE DE LYON  
LYON  
[WWW.ENS-LYON.FR/CHIMIE](http://WWW.ENS-LYON.FR/CHIMIE)



**C'est la passion du ski qui a guidé Lyndon Emsley,** 41 ans, dans ses choix de labo. Pas exclusivement, mais en partie. Né dans le nord de l'Angleterre, le jeune médaillé d'argent commence sa vie scientifique à Londres, avec des études de chimie. Pourquoi la chimie ? « Parce que c'était plus facile que l'histoire. » Au cours de son séjour à Londres, Lyndon travaille pendant dix-huit mois dans un cabinet d'avocats chargé de gérer des portefeuilles de brevets et licences. « Il fallait une qualification scientifique mais l'apprentissage se faisait sur le tas. » Las, le métier, bien que fort lucratif, ne lui convient finalement pas.

### POURQUOI LA CHIMIE ? « PARCE QUE C'ÉTAIT PLUS FACILE QUE L'HISTOIRE. »

**Lyndon décide alors de se lancer dans une thèse.** « Mais pas trop classique. Et comme j'aime bien le ski, on m'a conseillé de la passer dans le laboratoire du professeur Geoffrey Bodenhausen, à Lausanne, en Suisse. » Et pour ne rien gâcher, le salaire est raisonnable ! C'est à cette époque que le chercheur entre en contact pour la première fois avec la RMN (résonance magnétique nucléaire), une technique qui sera au centre de ses recherches. « J'ai eu de la chance, ma thèse s'est bien passée. » En effet, en plus d'y rencontrer sa femme Marinella, une Italienne, il a une idée, « un matin, dans le bus », pour résoudre un problème d'excitation sélective des spectres de RMN. Et ça marche ! En jouant sur la dynamique des spins, ceux-ci corrigent en partie le décalage de phase problématique. Une idée lumineuse qui aura un fort impact sur la communauté RMN.

**Après la Suisse, direction les pentes de la Sierra Nevada !** Ou plus précisément le *Miller Institute for Basic Research in Science*, à l'université de Californie à Berkeley, où il travaille avec le professeur Alex Pines. C'est là que le jeune britannique effectue son premier post-doctorat en tant que chercheur associé. « J'ai basculé à ce moment vers la chimie physique et la RMN du solide. Mais surtout, j'ai beaucoup appris à Berkeley, c'est un environnement extraordinairement stimulant et dynamique ! » Au programme : développement de techniques RMN pour étudier la dynamique des molécules à l'intérieur de matériaux. Des matériaux très structurés, comme les zéolithes, sortes de tamis moléculaires utilisés dans l'industrie pétrolière.

**Souhaitant revenir en Europe et se stabiliser, Lyndon choisit comme destination... Grenoble** et le Centre d'études nucléaires pour son deuxième post-doctorat avec Claude Roby et Michel Bardet. Il est ensuite nommé professeur associé, puis professeur à l'École normale supérieure de Lyon. Avec Anne Lesage, ingénieure fraîchement sortie de sa thèse, ils constituent une équipe qui continue ses recherches

en RMN du solide, dans le laboratoire de chimie expérimentale. Il en prendra d'ailleurs la direction après le décès d'André Collet qui avait fait le pari risqué de le faire venir. Le fil directeur de ses recherches ? Fournir de nouvelles méthodes pour résoudre de grands problèmes structuraux. « Lorsque le produit qu'on veut caractériser ne cristallise pas ou lorsqu'on ne veut pas l'étudier en solution, c'est souvent très difficile. C'est ce genre de problématiques que je recherche ! » Le dernier défi envisagé : mettre au point des méthodes d'investigation de la structure des protéines membranaires.



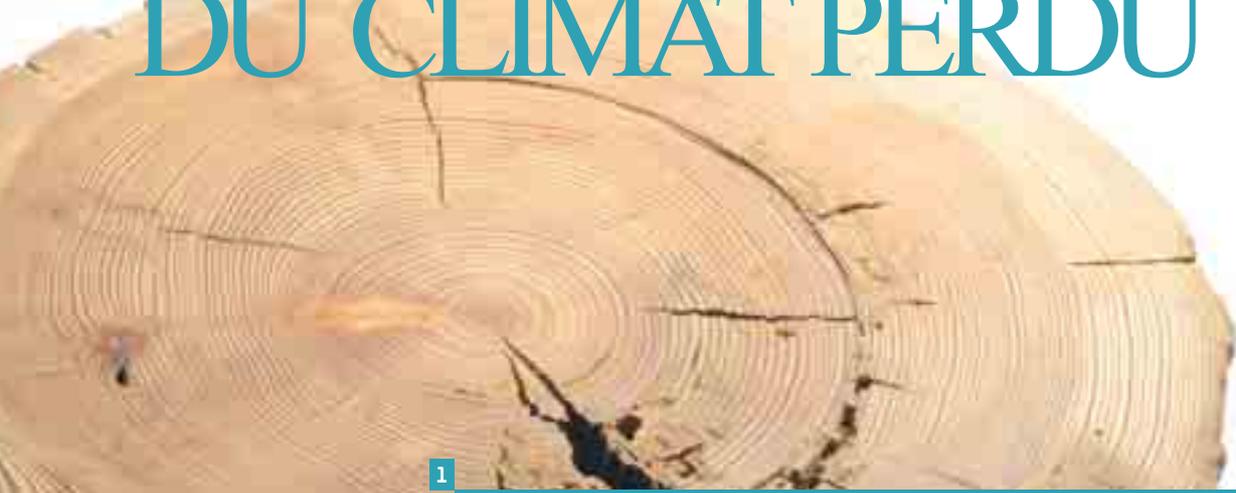
### UNE IDÉE LUMINEUSE QUI AURA UN FORT IMPACT SUR LA COMMUNAUTÉ RMN.

**Auteur de percées méthodologiques capitales,** Lyndon a également été nommé chef de projet du centre européen de RMN à très haut champ à Lyon. « À côté des aspects purement scientifiques, nous dépendons de la qualité des spectromètres pour les recherches. Obtenir un spectromètre dont le champ magnétique élevé reste parfaitement constant est un réel défi technologique. La création de ce centre européen est donc très importante. » Mais laissons Lyndon rejoindre les pistes de ski avec sa famille : la neige est déjà là !

**1** Laboratoire de RMN à l'ENS-Lyon. Un spectromètre 700 mégahertz est au cœur du dispositif.

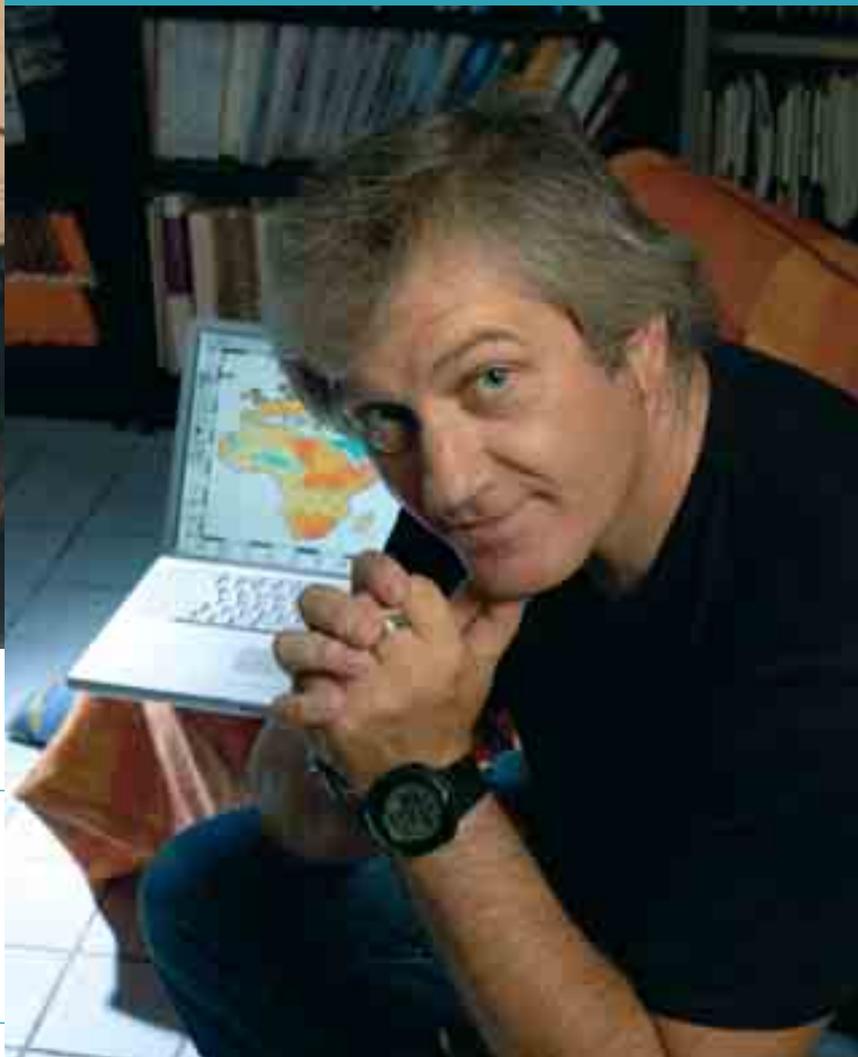
**2** Données de RMN bi-dimensionnelle obtenues dans la perspective de la détermination structurale des protéines paramagnétiques à l'état nanocristallin.

# JOËL GUIOT À LA RECHERCHE DU CLIMAT PERDU



1

© Jean-Louis Edouard (IWEPI)



Photos © CNRS Photothèque - Emmanuel Perrin.

- 1 Rondelle de mélèze provenant d'une poutre d'une grange du Briançonnais, couvrant la période 1634-1740.
- 2 lame de référence de pollen issu d'herbier botanique, utilisée pour aider à la détermination au microscope optique, issue de la collection de référence de 8 000 lames ouverte aux palynologues – des spécialistes des pollens – du monde entier.
- 3 Observation d'un grain de pollen d'hibiscus au microscope électronique à balayage (MEB).

**SCIENCES DE L'UNIVERS**  
CENTRE EUROPÉEN DE RECHERCHE ET D'ENSEIGNEMENT  
DES GÉOSCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT (CEREGE)  
CNRS/UNIVERSITÉ PAUL CÉZANNE  
AIX-EN-PROVENCE  
WWW.CEREGE.FR

### On l'écouterait parler des heures de ces époques

**glacées** où la France était une vaste steppe inhospitalière ou de ces périodes chaudes lorsque le Sahara était vert. Joël Guiot, chercheur d'origine belge de 51 ans, nous découvre une Terre au climat et à la végétation méconnaissables. C'est à Louvain-la-Neuve (Belgique) que le futur paléoclimatologue entame une carrière en physique. « Je voulais me spécialiser en astrophysique ou en météorologie. On m'a conseillé cette dernière car elle offrait plus de débouchés. » Il consacre une année à approfondir ses connaissances en statistiques puis rencontre André Berger, un pionnier de la théorie astronomique du changement du climat, qui va diriger sa thèse.

### AINSI, DES DONNÉES DISPERSÉES ET HÉTÉROGÈNES SE TRANSFORMENT EN INFORMATIONS PALÉOCLIMATIQUES FIABLES.

#### Joël Guiot contribue à valider la théorie selon laquelle de grands cycles astronomiques perturbent le climat.

L'excentricité de l'orbite terrestre et les changements d'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre font varier la quantité d'énergie que l'on reçoit du Soleil et donc, la température globale. En 1981, doctorat en poche, Joël change de climat : il quitte la Belgique pour s'installer à Marseille. Il effectue un post-doctorat à l'Institut méditerranéen d'écologie et de paléoécologie (Imep) avant d'y être embauché en 1985. Son travail consiste à réunir les données disponibles sur les climats et les écosystèmes anciens puis à les analyser à l'aide d'outils statistiques qu'il contribue à développer. Ainsi, des données dispersées et hétérogènes se transforment en informations paléoclimatiques fiables. Par exemple, il met au point des méthodes – dont un logiciel, appelé 3P base et disponible sur le web – qui permettent de faire parler les cernes des arbres, véritables archives météorologiques des siècles passés.

**Le pollen est l'autre grand indicateur que le chercheur utilise.** Grâce aux carottes lacustres qui contiennent ce précieux informateur, il décrit la végétation et les climats à travers les millénaires. En 1989, avec des palynologues de l'IMEP, Joël Guiot décrit



quantitativement le processus qui s'amorce lorsque le temps se refroidit de quelques degrés : « Les forêts de feuillus reculent devant celles de pins et d'épicéas. La couverture neigeuse s'étend et s'épaissit d'année en année. La température chute brutalement d'une dizaine de degrés. » On entre alors dans une ère glaciaire comme celle qu'ont vécue nos ancêtres, il y a 20 000 ans.

**Joël Guiot est l'un des fondateurs, au début des années 90, de la banque européenne du pollen** qui centralise et diffuse l'ensemble des données polliniques du continent. « Cette banque permet des recherches statistiques poussées sur de grandes échelles. » L'initiative est un succès. Tous les continents s'en inspirent. Joël Guiot participe d'ailleurs à la constitution de la banque africaine du pollen.



### LE PASSÉ NOUS RENSEIGNE AUSSI SUR L'ÉVOLUTION QUE SUBIRONT LES ÉCOSYSTÈMES SI LA TEMPÉRATURE AUGMENTE.

#### Les recherches sur les climats et les végétations du passé sont d'une grande importance pour le présent.

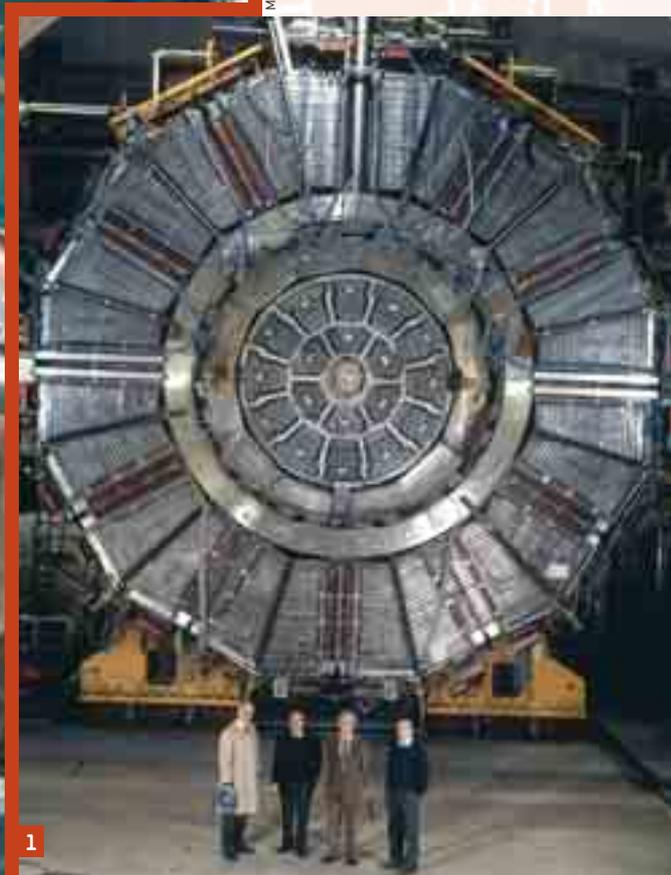
Si tous les modèles climatiques s'accordent à prévoir un réchauffement global dû à l'effet de serre au cours de ce siècle, ils ne sont pas d'accord sur son amplitude. Le seul moyen pour les modélisateurs de tester leurs simulations du changement climatique futur est d'utiliser notre connaissance du passé. « Ils font tourner leurs modèles avec des données d'il y a 6 000 ou 20 000 ans pour voir s'ils arrivent à reproduire les grands bouleversements. Cela permet de comprendre leurs faiblesses et de les améliorer. » Le passé nous renseigne aussi sur l'évolution que subiront les écosystèmes si la température augmente. Joël Guiot, qui a rejoint le Cerege en 1999, travaille en particulier sur la végétation méditerranéenne dont l'avenir l'inquiète.

**Amateur de jazz, de blues et passionné de chansons,** notre médaillé troque, quand il le peut, les temps anciens pour les tempos modernes.

# PATRICK JANOT LE POUSSE- AU-HIGGS



Max Brice © Cern Geneva.



© Cern Geneva.

INSTITUT NATIONAL DE PHYSIQUE NUCLÉAIRE ET DE PHYSIQUE DES PARTICULES  
CERN, DÉPARTEMENT DE PHYSIQUE  
CERN  
GENÈVE  
WWW.CERN.CH

**Au volant d'une élégante décapotable grise, le Mont-Blanc scintillant au loin,** Patrick Janot, 43 ans, roule vers le Cern, près de Genève. Jusqu'à il y a peu, le Cern abritait un accélérateur de 27 kilomètres de circonférence, le *Large Electron Positron Collider* (LEP) dont la fermeture a suscité une belle polémique. L'enjeu : la découverte d'une particule, le « boson de Higgs », ultime pièce manquante à la théorie de cette discipline.

« Ma mère enseignait la physique et mon père faisait de la physique du solide. J'ai choisi les particules. » Il fait donc un stage à Orsay au Laboratoire de l'accélérateur linéaire (LAL) avec un jeune chercheur, François Le Diberder. « Tout s'est très bien passé. Au bout d'un mois, nous avons de quoi écrire un article. » Le LAL veut le garder et, en 1987, il commence à travailler sur l'une des quatre expériences du LEP, Aleph, alors en construction.

**Viennent ensuite « deux années exceptionnelles »,** 1989 et 1990, durant lesquelles Aleph commence à fonctionner. Il travaille « en osmose » avec Vincent Bertin, Gerardo Ganis, et Jean-François Grivaz. « On s'était réparti les rôles : Vincent "nettoyait" la première mesure de l'énergie de son bruit de fond, Gerardo la seconde et moi je combinais les deux. C'était pragmatique et vivant, comme j'avais rêvé la recherche. » Peu à peu, leur compréhension du détecteur s'affine. « J'ai présenté notre algorithme aux chercheurs d'Aleph en mai 1990, un moment très gratifiant. Il avait de si bons résultats que notre principal concurrent a jeté l'éponge ce jour-là. » La compétition ? « Ça m'amuse. »

### « C'ÉTAIT PRAGMATIQUE ET VIVANT, COMME J'AVAIS RÊVÉ LA RECHERCHE. »

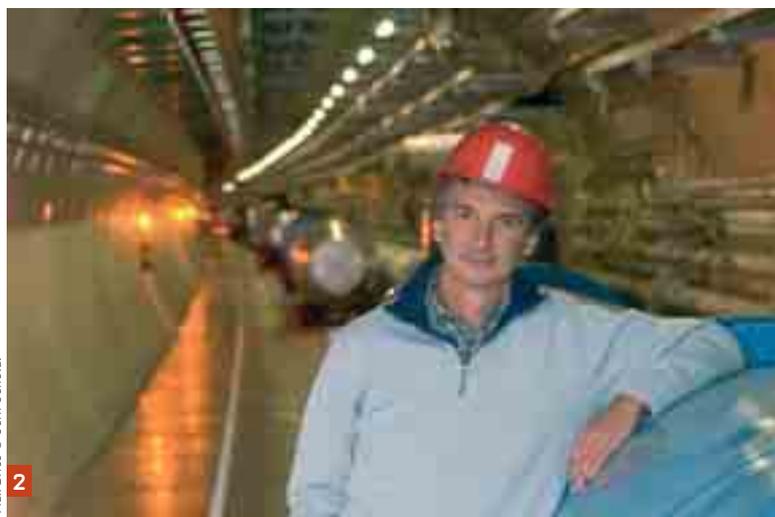
**En 1997, il obtient un poste permanent au Cern,** et débute par un travail d'utilité générale : coordonnateur du LEP. Depuis des années, les cavités accélératrices sont remplacées une à une par d'autres plus efficaces. L'énergie du faisceau est ainsi augmentée pas à pas. « Mais à deux ans de la fin du LEP, il n'y avait plus d'argent pour en acheter. Je devais donc tout faire pour monter l'énergie au maximum afin de trouver le boson de Higgs. » Il apprend « à être plus diplomate » pour convaincre les responsables de l'accélérateur. « J'expliquais nos buts et faisais des suggestions techniques à Ghislain Roy. Il en discutait la faisabilité avec Paul Collier qui en ébauchait la réalisation et Mike Lamont réalisait l'irréalisable. »

**Toutes les astuces sont imaginées pour grappiller de l'énergie.** On augmente l'énergie du faisceau quand son intensité baisse et, en fin de cycle, quand il n'est pas

grave de le perdre, on supprime les marges de sécurité. On se sert du refroidissement du *Large Hadron Collider* (LHC) pour le stabiliser. On écourte la durée entre les cycles. On rebranche des correcteurs de trajectoire, on règle à nouveau la focalisation du faisceau. « Peu à peu, les mentalités ont évolué et, à la fin, tout le monde travaillait la main dans la main. J'étais là vingt heures par jour, le stress m'a provoqué un calcul rénal : apparu le premier jour de la prise de données, il a disparu le dernier ! »

### « JE DEVAIS DONC TOUT FAIRE POUR MONTER L'ÉNERGIE AU MAXIMUM AFIN DE TROUVER LE BOSON DE HIGGS. »

**« Un jour, en juin 2000, nous observons une collision** qui a les caractéristiques de la production d'un Higgs. » Puis d'autres au cours des quatre mois suivants, au rythme prédit par la théorie. « Statistiquement, il y avait moins d'un pour cent de chance que ce soit du bruit de fond. Lors de la présentation des résultats, le physicien allemand, homme peu exubérant, termina d'un très calme "*all this... is very exciting*", qui eut un effet fantastique sur la salle. Une année supplémentaire et une énergie de collision augmentée de 1 ou 2 gigaélectronvolts auraient suffi pour conclure sans ambiguïtés : fluctuation statistique ou découverte fondamentale ? » L'année n'est pas accordée, pour ne pas perturber l'arrivée du LHC qui confirmera ou non la découverte vers 2010. Rendez-vous dans cinq ans.



Max Brice © Cern Geneva.

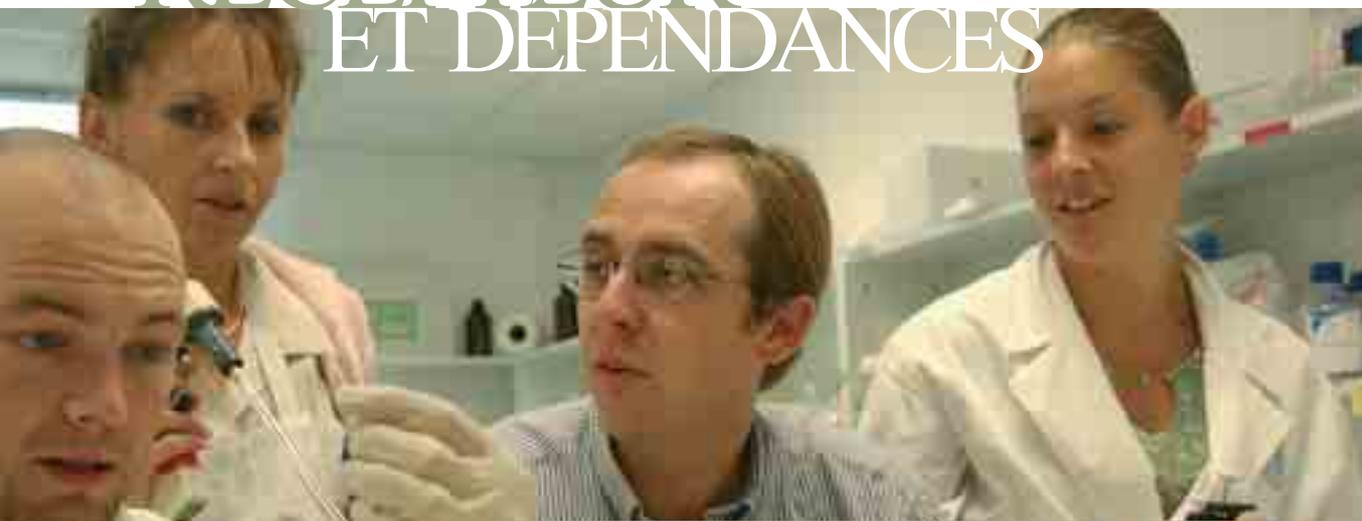
2

1 Le détecteur Aleph en décembre 1988, quelques mois avant les premières collisions.

2 Patrick Janot dans le tunnel qui abritait le LEP, où la construction du LHC avance maintenant à grand pas.

# PATRICK MEHLEN

## RÉCEPTEUR ET DEPENDANCES



Photos © CNRS Photothèque - Sébastien Godefroy.

1

### SCIENCES DE LA VIE

UNITÉ « APOPTOSE, CANCER ET DÉVELOPPEMENT »  
CNRS / CENTRE LÉON BÉRARD / UNIVERSITÉ DE LYON  
LYON  
ONCOR1.LYON.FNCLCC.FR

1 Patrick Mehlen entouré d'un groupe de chercheurs de son unité.  
De gauche à droite : Julien Fitamant, Agnès Bernet et Céline Guenebaud.

2 Embryons de poulet marqués par des colorants spécifiques. L'unité de Patrick Mehlen s'intéresse en effet aux rôles des récepteurs à dépendance au cours du développement embryonnaire. Les modèles « poulet » et « souris » sont particulièrement bien adaptés à ces recherches.



À 37 ans, Patrick Mehlen est à l'origine d'une idée audacieuse en biologie cellulaire, celle des récepteurs à dépendance. Un récepteur non lié par son ligand pourrait ne pas être inactif mais conduire à la mort cellulaire. Comment le médaillé d'argent, directeur de l'unité « Apoptose, cancer et développement » à Lyon, en est-il arrivé là ? Grâce à son professeur de biologie de première et au centre d'information et d'orientation. Le premier lui a en effet donné envie de faire de la recherche : « Il n'était pas très bon mais, à chaque fois que je lui posais une question, il me répondait qu'on n'en savait rien, que les chercheurs travaillaient dessus... ça me fascinait. » Quant au centre d'information et d'orientation, à la question : « Quel cursus choisir pour faire de la recherche ? », il répondait qu'il n'y avait qu'un moyen d'y arriver : passer par l'ENS. Qu'à cela ne tienne, le jeune homme passe son bac scientifique, intègre une prépa mathsup bio et rentre à l'ENS. Facile... « Je n'étais pas un type excessivement brillant. Mais j'ai beaucoup travaillé... »

---

**« ON TUAIT CERTAINES CELLULES, MAIS ON NE S'INTÉRESSAIT PAS À LA FAÇON DONT ELLES MOURAIENT. »**

---

Il enchaîne ensuite stage de DEA et thèse dans le Laboratoire du stress du professeur Arrigo. « On étudiait les protéines exprimées lorsqu'on fait subir un stress aux cellules. On tuait certaines cellules, mais on ne s'intéressait pas à la façon dont elle mouraient. » Peu à peu, l'étude de la mort cellulaire par un processus appelé apoptose devient une des thématiques émergentes dans le monde. Pendant sa thèse, il décortique alors le rôle des petites protéines de stress dans l'apoptose.

Recruté au CNRS, Patrick décide, au bout de quelques mois, d'aller explorer l'institut phare de la mort cellulaire, le *Burnham Institute* à San Diego dans le laboratoire du professeur Bredesen. Là, il développe la notion de récepteur à dépendance : un récepteur inoccupé par son ligand n'est pas, comme on le pensait jusqu'ici, inactif mais induit un processus de mort cellulaire rendant la cellule qui exprime un tel récepteur dépendante pour sa survie de la présence de ce ligand dans l'environnement cellulaire. « Inutile de vous dire que lorsqu'on a publié cette idée, personne n'y a cru. » De retour en France, en 1998, il mobilise une équipe sur ce sujet. « On a eu la chance d'avoir des subventions d'associations caritatives comme l'Arc, puis la Ligue contre le cancer. » Car le cancer n'est rien d'autre que des cellules qui oublient de mourir, dans lesquelles l'apoptose est bloquée.

Fin 2004, Patrick crée une nouvelle unité, au sein du centre Léon Bérard de Lyon, qui a « l'ambition de devenir un centre de référence sur la recherche sur le cancer en France et dans le monde ».

---

**« JE CROIS VRAIMENT QUE NOTRE CONCEPT VA PERMETTRE DE PROPOSER DE NOUVELLES THÉRAPIES CONTRE LE CANCER. »**

---

**L'hypothèse qui guide ses recherches ? Les récepteurs à dépendance seraient des supprimeurs de tumeurs :** ils limiteraient l'échappement tumoral en induisant l'apoptose des cellules tumorales qui se développent en dehors du champ d'accessibilité du ligand. L'un des récepteurs stars du labo, c'est DCC (*Deleted in Colorectal Cancer*). DCC est un récepteur connu comme supprimeur de tumeur (il disparaît dans 70 % des cancers colorectaux) mais aussi comme le récepteur au ligand netrin-1, molécule qui intervient, selon le même principe, dans la mise en place du système nerveux en permettant le guidage des neurones. « DCC est un récepteur à dépendance puisqu'en absence de son ligand netrin-1, l'expression de DCC conduit à un processus de mort cellulaire. Récemment, nous avons montré que la surexpression de netrin-1 dans l'appareil digestif de la souris conduit à une diminution de l'apoptose et à une augmentation de la tumorigénèse. »

Patrick en est persuadé : « Je crois vraiment que notre concept va permettre de proposer de nouvelles thérapies contre le cancer. »





# FRANK MERLE

## L'ÉQUATION EXPLOSIVE

**Dans ce café select en face du Louvre, le mathématicien,** forcément, détone un peu : cheveux en bataille, l'air imperceptiblement ailleurs, Frank Merle, 43 ans, a de quoi être heureux. Il vient de réussir le défi qu'il s'était lancé il y a vingt ans et que nombre de ses collègues jugeaient quasi impossible. Pour cela, il a reçu en janvier 2005 le prix Bocher de l'*American Mathematical Society*. Ses travaux portent sur l'équation de Schrödinger, utilisée en mécanique quantique, mais dans sa version « non-linéaire » (NLS) qui a des applications diverses, par exemple dans la focalisation des lasers. Frank Merle a montré pourquoi et quand les solutions de cette équation « explosent », c'est-à-dire prennent une valeur infinie ou ne sont plus définies.

**« Rien ne me prédestinait à faire des mathématiques.** Le déclencheur, ce fut mon arrivée à l'École normale supérieure, en 1982, dans un petit centre de mathématiques appliquées. Il y avait là Henri Berestycki, mon directeur de thèse, et Pierre-Louis Lions (médaille Fields 1994). » Pendant sa thèse, soutenue en 1987, il commence à étudier NLS. « Mais c'était la préhistoire du domaine. J'ai posé beaucoup plus de questions que je n'en ai résolu. » En 1988, il entre au CNRS.

---

**« CETTE CONFIANCE EST VITALE, CAR MA VOIE VA ÊTRE LONGUE ET INDIRECTE. »**

---

« En 1989-1990, deuxième moment-clé de ma carrière, au *Courant Institute*, à New-York. J'y croise Louis Nirenberg (prix Crafoord 1982), qui me donne une philosophie de la pratique des mathématiques et George Papanicolaou, chef de file d'une des deux grandes écoles de mon domaine. » Il découvre ainsi une seconde équation, de Korteweg-de Vries (KdV) et toute une série de problèmes restés ouverts ou controversés depuis les années 70. « En 1990, je résous le problème dans un cas particulier, ce qui me fait connaître. Mais je savais que cela ne pourrait pas se généraliser. » En 1998, il est invité à s'exprimer au congrès international des mathématiciens à Berlin. De plus en plus, il va vers les mathématiques pures. « C'était une période de maturation, où je me suis forgé peu à peu une intuition de ma future démarche, assez orthogonale à celle qui prévalait jusqu'alors. » Il décide de tester et d'élaborer

cette méthode « sur l'équation la plus simple que je connaissais », celle de la chaleur non-linéaire, en collaboration avec Hatem Zaag, son premier élève.

---

**« IL FAUDRAIT FAIRE TOURNER UN ORDINATEUR UN TEMPS INFINI POUR OBTENIR LA MÊME SOLUTION. »**

---

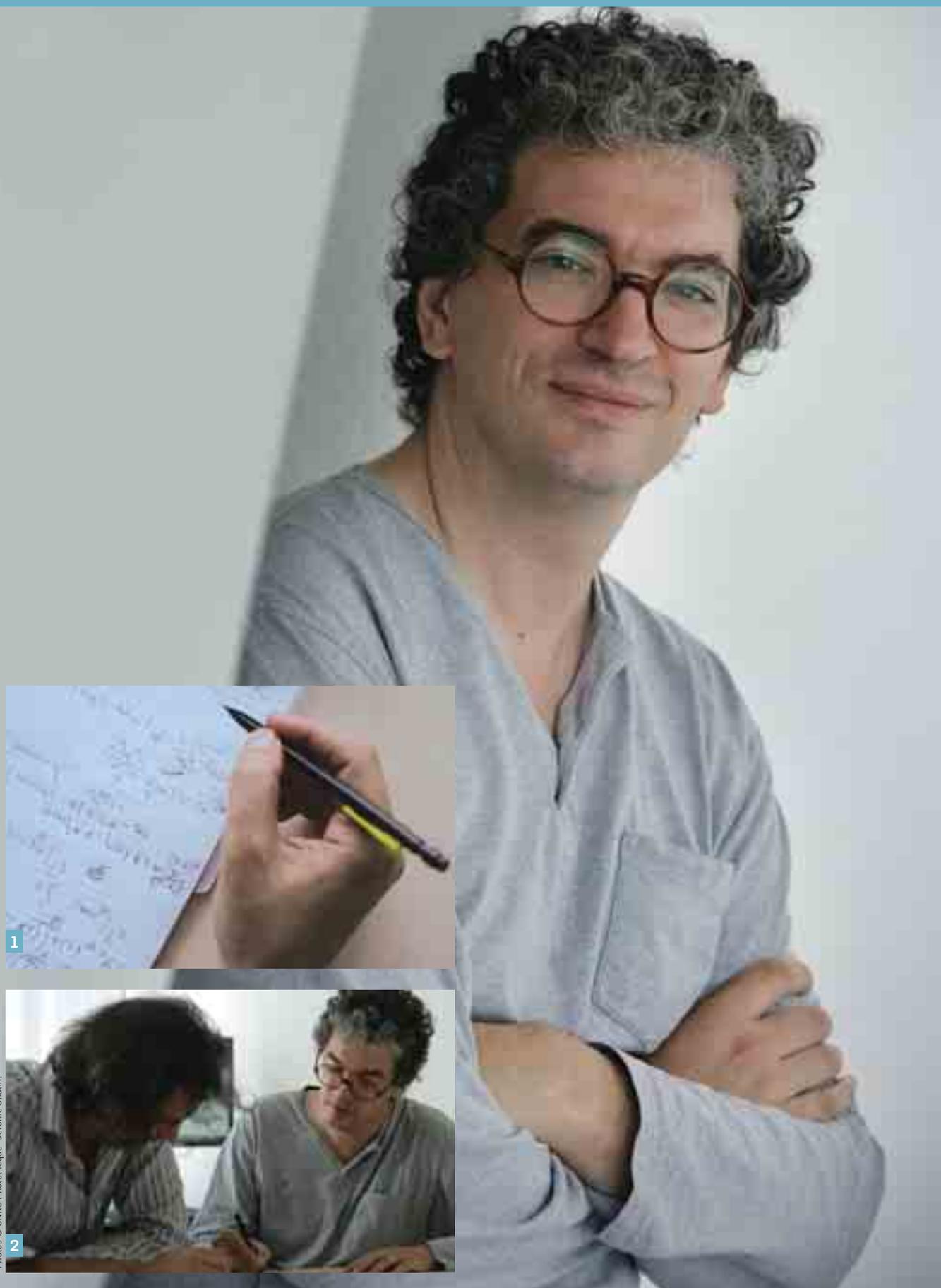
**« Puis est arrivé le troisième moment-clé, la rencontre,** en 1996, avec deux personnes très importantes pour moi. Jean Bourgain d'abord (médaille Fields 1994), puis Carlos Kenig lors d'un séjour à Princeton. Ce qu'ils m'apportent ? Un soutien psychologique énorme ! De l'embryon de chemin que je leur expose et que je me propose de suivre, ils entrevoient des développements très intéressants. C'est donc regonflé d'une très grande motivation que je me remets au travail en 1997. Cette confiance est vitale, car ma voie va être longue et indirecte. »

**« Au début j'avance énormément** mais, rapidement, je m'aperçois qu'il va y avoir un blocage. » Il comprend que ce type de blocage n'a pas lieu dans l'équation de KdV, vers laquelle il se tourne alors avec un autre collaborateur, Yvan Martel. En 2000 et 2001, c'est l'aboutissement.

Ils résolvent le problème pour l'équation de KdV. Elle est analysée complètement et explicitement : « Il faudrait faire tourner un ordinateur un temps infini pour obtenir la même solution. » Et les solutions sont plus simples qu'on ne pensait.

**« Conforté par ce résultat, je reviens à NLS avec un nouveau collaborateur, Pierre Raphaël. »** En 2004, ils parviennent à la résolution, c'est-à-dire la classification des solutions explosives dans NLS. « C'est vraiment un accomplissement, l'aboutissement de vingt ans de travail. Ça a ouvert beaucoup de nouvelles portes. Que ce soit allé aussi loin reste ma grande surprise, encore aujourd'hui. »

**1 2** En mathématiques, pour avancer, rien de mieux que la confrontation d'idées !



1

2

Photos © CNRS Photothèque - Jérôme Chatin.

**SCIENCES PHYSIQUES ET MATHÉMATIQUES**  
LABORATOIRE « ANALYSE, GÉOMÉTRIE ET MODÉLISATION »  
CNRS / UNIVERSITÉ DE CERGY-PONTOISE  
CERGY-PONTOISE  
[WWW.U-CERGY.FR/RECH/LABO/EQUIPES/AGM](http://WWW.U-CERGY.FR/RECH/LABO/EQUIPES/AGM)

PIERRE MONTMITONNET

# L'ACUITÉ DU TRIBOLOGUE



Photos © CNRS Photothèque - Emmanuel Perrin.



**SCIENCES POUR L'INGÉNIEUR**  
CENTRE DE MISE EN FORME DES MATÉRIAUX (CEMEF)  
CNRS / ÉCOLE DES MINES DE PARIS  
PARIS  
[WWW.CEMEF.ENSMP.FR](http://WWW.CEMEF.ENSMP.FR)

**Sophia-Antipolis, près de Nice. L'air est délicieux et, dans les pins, les cigales chantent.** « Le bruit ne vous gêne pas ? » Cela fait longtemps que Pierre Montmittonnet, 48 ans, est habitué au charme du lieu. Du calme et de la concentration, il lui en faut pour résoudre les problèmes complexes posés par les industriels. Son laboratoire, le Centre de mise en forme des matériaux (Cemef) tire en effet la majorité de son financement de contrats privés et publics. Le Cemef apporte son expertise pour essayer d'éviter les défauts qui peuvent apparaître lors de la fabrication de pièces : fissures, fragilités...

### **DU CALME ET DE LA CONCENTRATION, IL LUI EN FAUT POUR RÉSOUDRE LES PROBLÈMES COMPLEXES POSÉS PAR LES INDUSTRIELS.**

**Centralien, Pierre Montmittonnet vient préparer sa thèse de docteur-ingénieur** au centre que l'École des mines a installé peu de temps auparavant, en 1976, à Sophia-Antipolis. Il y rencontre François Delamare, « un de ces chercheurs à la curiosité toujours en éveil, qui sait prendre le temps de sortir des sentiers battus ». Celui-ci vient d'ouvrir une nouvelle thématique dans le laboratoire, qui va devenir l'une des spécialités de Pierre Montmittonnet : la tribologie. Il s'agit d'étudier comment les matériaux frottent, s'usent mais aussi se rayent ou collent.

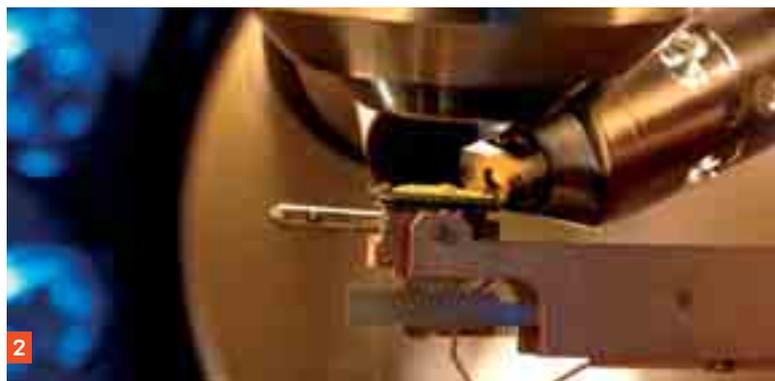
**Ces recherches sur la surface des matériaux,** « lieu très particulier de l'interaction avec l'environnement », l'ont amené à aborder des phénomènes physico-chimiques très divers. Il précise : « Mais je ne me lance pas seul dans un domaine. Loin de mes bases, j'avance pas à pas. » Par exemple, on ajoute souvent aux lubrifiants des additifs. Ce sont des molécules allongées semblables à celles du savon, qui se fixent sur les surfaces pour former une sorte de tapis. Ce tapis prend le relais du lubrifiant fluide quand celui-ci ne joue plus son rôle, parce que les conditions de contact deviennent trop rudes. Comment cette couche d'additif s'accroche, se déforme, comment elle vieillit, telles sont les questions creusées par le chercheur.

**En 1983, il est recruté au CNRS et passe sa thèse d'État en 1985.** Puis, de 1986 à 1996, il met au point, avec l'aide de ses doctorants, Lam3, un logiciel désormais utilisé quotidiennement par l'industrie et commercialisé par une société contrôlée par l'École des mines. Ce programme modélise un processus métallurgique très courant : le laminage, c'est-à-dire l'aplatissement d'une pièce de métal entre des rouleaux tournants. « Si l'on a recours, la plupart du temps, à des

simulations, c'est parce qu'il n'est généralement pas possible d'expérimenter chez l'industriel car arrêter une chaîne de fabrication coûte très cher. »

### **« MES PRINCIPAUX RÉSULTATS, POUR MOI, CE SONT LES THÉSARDS QUE J'AI FORMÉS. »**

**Rassembler les données nécessaires aux recherches n'est pas toujours chose facile.** « Souvent, les industriels font appel à nous en situation de crise, quand tout le monde est sur le pont, car beaucoup d'argent est en jeu. Mais ils n'ont pas pensé à effectuer un suivi de fabrication, ni même parfois à relever les échantillons défectueux. Alors il faut enquêter. D'autres fois notre rôle consiste à remettre autour de la table fabricants et fournisseurs qui se rejettent la responsabilité de la panne. »



**« C'est dans la stabilité que je travaille le mieux :** souvent avec les mêmes personnes depuis quinze ou vingt ans. » Quelques années avant qu'il ne succède à François Delamare à la tête du groupe « Surfaces et tribologie » en 2003, ils collaborent ensemble avec une numismate du Collège de France, Cécile Morrisson et démontrent par une analyse mécanique qu'une monnaie ancienne, le solidus byzantin, était incurvée parce que frappée au centre. Mais, pour Pierre Montmittonnet, former des chercheurs est essentiel. « Mes principaux résultats ce sont les thésards que j'ai formés. »

**1** Contrôle par spectrométrie de masse d'ions secondaires en mode statique à temps de vol (ToF-SIMS) d'un procédé de croissance peptidique dirigée sur des billes de polystyrène.

**2** Vue du porte-échantillons d'un spectromètre XPS (X-Ray Photo-electron Spectroscopy, ou encore Esca) couvert d'une poudre d'alumine greffée destinée à l'industrie des cosmétiques.

# ÉVA PEBAY-PEYROULA

## DE LA PHYSIQUE À LA BIOLOGIE STRUCTURALE



SCIENCES DE LA VIE  
INSTITUT DE BIOLOGIE STRUCTURALE (IBS)  
CNRS / CEA / UNIVERSITÉ JOSEPH FOURIER  
GRENOBLE  
WWW.IBS.FR



1

1 Stockage de cristaux de protéines avant leur analyse par rayonnement synchrotron. Les cristaux de protéines sont extrêmement fragiles et doivent être maintenus à très basse température lors de leur exposition au rayonnement synchrotron.

2 Structure d'un transporteur membranaire obtenue par cristallographie par rayons X. Le transporteur ADP/ATP des mitochondries est vu sous plusieurs angles. L'architecture globale ainsi que les détails fins au niveau quasi-atomique permettent de progresser dans la compréhension des mécanismes de transport.

**Éva m'attend dans un café, gare de Lyon.** Elle est de passage à Paris pour une conférence à l'Université de tous les savoirs. « J'ai l'habitude de rencontrer les étudiants dans les cafés, ça ne me dérange pas. » Conférences grand public, discussions avec les étudiants, Éva Pebay-Peyroula est pour la diffusion du savoir et des connaissances !

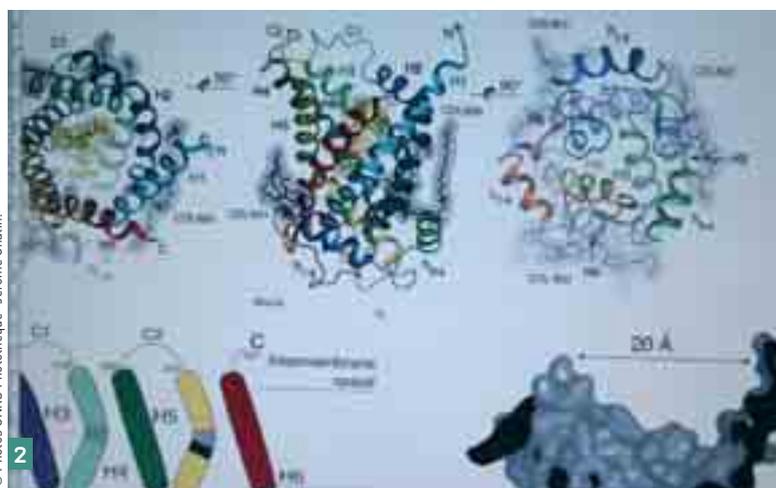
Elle raconte le parcours qui lui vaut, cette année, la Médaille d'argent du CNRS. C'est une année riche en distinctions. Elle vient d'être nommée membre de l'Académie des sciences. « La Médaille n'a pas été une très grande surprise : on entend toujours des bruits de couloir, mais elle me fait d'autant plus plaisir que je suis une universitaire. » Quant à sa nomination à l'Académie des sciences, la directrice de l'Institut de biologie structurale de Grenoble reconnaît ne pas l'avoir encore totalement intégrée.

### SON DÉFI : COMPRENDRE LA RELATION ENTRE LA STRUCTURE ET LA FONCTION DES PROTÉINES MEMBRANAIRES.

**Pour la professeure première classe à l'université Joseph Fourier de Grenoble,** tout commence et tout se passe – ou presque – à... Grenoble. Son parcours prouve en effet qu'il n'est pas toujours nécessaire de multiplier les séjours à l'étranger pour faire une grande carrière. L'agrégation de physique en poche, Éva quitte temporairement sa ville natale pour enseigner pendant deux ans dans un lycée de Nîmes. Profitant d'un congé parental, Éva se lance ensuite dans un DEA et une thèse de physique, « pour m'occuper... J'ai découvert la recherche pendant mon DEA et j'ai eu envie de continuer. Après ma thèse, j'ai été détachée pendant un an au CNRS comme chargée de recherche ». Alors qu'elle a accepté un poste de scientifique à l'Institut Laue-Langevin de Grenoble, la chercheuse obtient en 1989 un poste de maître de conférences à l'Université et cumule les deux fonctions. « J'ai trouvé pendant mon passage à l'ILL une ambiance internationale à partir de laquelle j'ai développé des collaborations qui ont duré longtemps. »

**Sa thèse et son post-doctorat portaient sur la physique moléculaire,** « mais l'instrument dont je m'occupais était dédié à des études à la limite de la biologie ». Elle s'y trouve à son aise et se reconvertit dans la biologie. Plus précisément dans la biologie structurale. Son défi : comprendre la relation entre la structure et la fonction des protéines membranaires. « Elles sont souvent mises de côté par les chercheurs car ce sont des protéines très difficiles à manipuler. Mais j'étais nouvelle dans

le domaine, alors je me suis lancée dans cette voie, sans appréhension ! » Et surtout, Éva reconnaît avoir toujours aimé aborder les choses « à la marge, un peu difficiles. Même si on ne réussit pas, c'est très formateur ». Mais elle réussit plutôt bien. Rentrée en 1991 à l'Institut de biologie structurale, elle y crée une « Jeune équipe » qui deviendra le Laboratoire des protéines membranaires, et elle prend, en 2004, la direction de l'Institut.



© Photos CNRS Photothèque - Jérôme Chatriin.

**Côté résultats, elle publie en 1997 la structure de la bactériorhodopsine** à l'état fondamental et l'année suivante, celle de la rhodopsine. Ces deux protéines sont très proches. Pourquoi leur fonction diffère-t-elle malgré leur ressemblance structurale ?

### ÉVA RECONNAÎT AVOIR TOUJOURS AIMÉ ABORDER LES CHOSES « À LA MARGE, UN PEU DIFFICILES ».

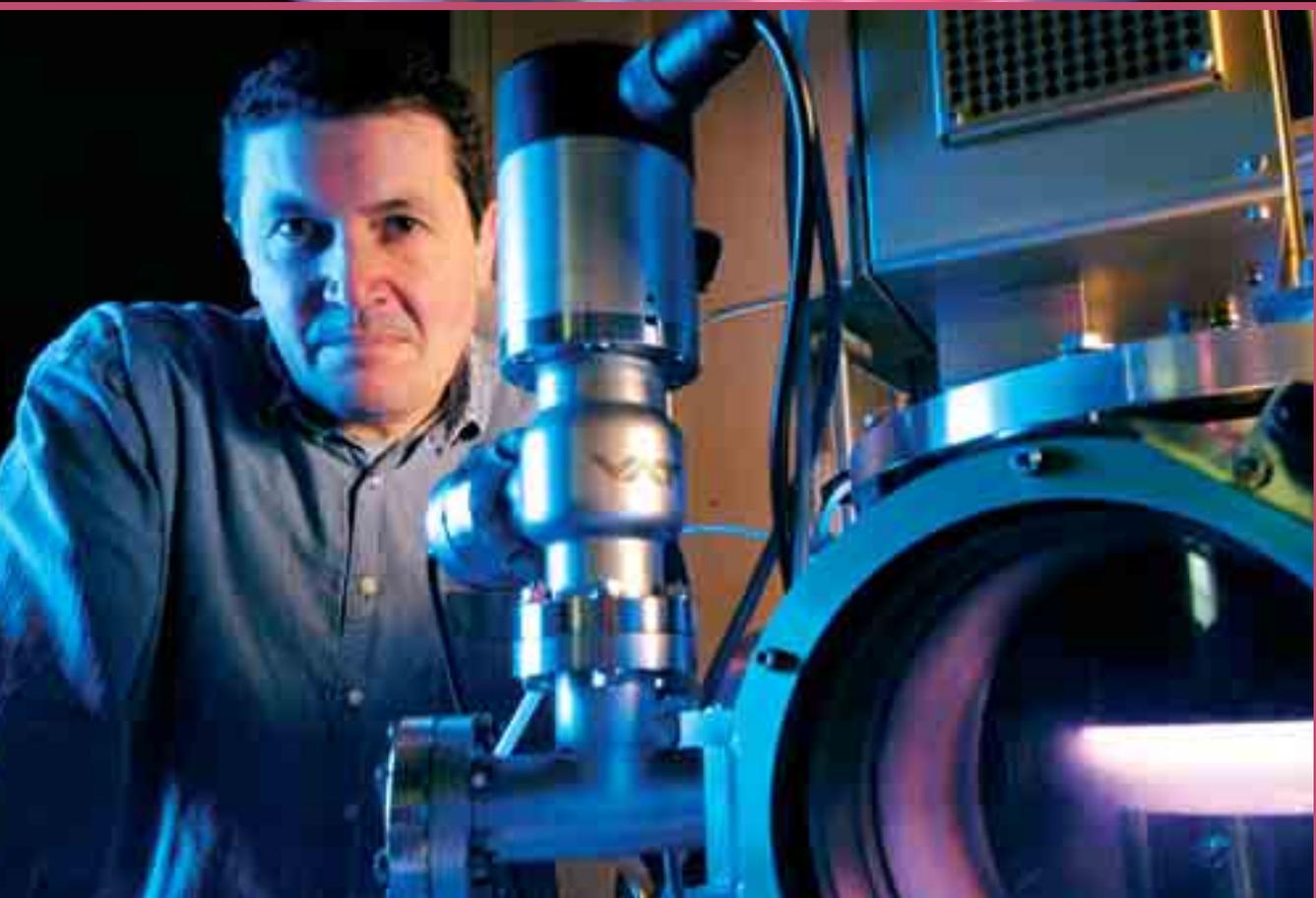
Continuant sur sa lancée, la chercheuse de 47 ans s'attaque à la structure du transporteur ADP/ATP de mitochondrie de bœuf. La résolution de cette structure, en 2003, est le point de départ d'un projet ambitieux : résoudre un petit nombre de structures de transporteurs mitochondriaux et permettre ainsi de modéliser l'ensemble de cette grande famille de transporteurs et de comprendre leurs mécanismes fonctionnels.

### Le fil directeur de ses prochaines recherches ?

« Étudier les protéines dans leur milieu naturel et non pas isolées, déconnectées de leur environnement local. » Mais aussi développer d'autres méthodes d'étude que la cristallographie.

JEAN-MARCEL RAX

# DU PLASMA ET DES IDÉES



**SCIENCES POUR L'INGÉNIEUR**  
LABORATOIRE DE PHYSIQUE ET TECHNOLOGIE DES PLASMAS (LPTP)  
CNRS / ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
PALAISEAU  
[WWW.LPTP.POLYTECHNIQUE.FR](http://WWW.LPTP.POLYTECHNIQUE.FR)



### Il parle volontiers et toujours avec beaucoup d'humour.

À 48 ans, Jean-Marcel Rax est le directeur du Laboratoire de physique et technologie des plasmas, des milieux où électrons et ions sont libres, contrairement aux atomes. À l'exception des planètes, la quasi-totalité de la matière visible – étoiles, galaxies, milieu interstellaire – est sous cette forme.

### Après l'agrégation et un DEA de physique théorique,

Jean-Marcel Rax s'intéresse aux problématiques énergétiques. Les ressources en gaz, pétrole, charbon, se tarissent. Seule solution crédible, à ses yeux, pour les remplacer : recréer artificiellement ce qui produit l'énergie du soleil, la fusion nucléaire. Ses combustibles, le tritium et le deutérium, sont quasi-inépuisables et ses déchets très faiblement radioactifs. Elle nécessite un plasma qui s'obtient en chauffant à plus de cent millions de degrés grâce à des champs magnétiques produits dans d'énormes enceintes : les tokamaks.

---

### « DANS L'ENSEIGNEMENT, IL Y A AUSSI LE PLAISIR DE LA VERTUOSITÉ, QUAND ON FINIT PAR MAÎTRISER À FOND UNE DISCIPLINE. »

---

C'est sur l'un d'eux, Tore Supra, à Cadarache près d'Aix-en-Provence, que Jean-Marcel Rax fait ses premières armes, en 1985, puis en 1987 sur le *Joint European Torus* (JET) près d'Oxford. « L'ambiance, internationale, était très stimulante. Elle tenait aussi au directeur, Paul-Henri Rebut, d'un charisme peu commun. L'un des rares à être à la fois chef de projet et physicien à la vaste culture scientifique », concepteur du tokamak de Fontenay, du Jet et de la première version d'Iter, bientôt en construction à Cadarache.

« Puis je suis allé deux ans à Princeton », de 1990 à 1992. » Là-bas, il se lie d'amitié avec Nat Fisch et découvre avec lui un nouveau régime de combustion thermonucléaire. Aujourd'hui, ils réfléchissent à l'après Iter. « Jusqu'ici, une fusion auto-entretenu n'a jamais été atteinte. Iter y arrivera, mais pour passer au stade industriel, il faut des boutons de contrôle », comme les ondes émises ou absorbées dans le plasma. Ce qui éviterait d'utiliser les électrons dont la turbulence est mal maîtrisée. Évoquant la diversité de ces ondes, il note : « On ne développe plus assez, en physique, l'approche des botanistes qui travaillent sur la biodiversité. »

En 2001, il crée le LPTP, afin de réunir en un même lieu des recherches sur les tokamaks et l'autre grande application des plasmas : la fabrication des microprocesseurs et des mémoires de l'électronique. « L'industrie génère des questions très intéressantes. Aux étudiants fascinés par la théorie, je dis parfois :

“à 40 ans, votre questionnement et vos intérêts ne seront pas forcément les mêmes qu'à 20. Le besoin d'être plus en prise avec des réalités pratiques a tendance à s'accroître avec l'âge.” »

### Le laboratoire aide, par exemple, à améliorer la fabrication d'écrans plats.

« Avoir investi un savoir théorique est facteur d'innovation. Quand, pour nous, multiplier par dix la densité du plasma n'a rien d'extraordinaire, pour l'industriel cela signifie produire dix fois plus vite. » C'est un laboratoire où « on fait beaucoup de tours du lac, car on discute beaucoup : les décisions, les orientations... » et où règne une très bonne ambiance, conséquence « non programmée » de la faible moyenne d'âge.



Photos © CNRS Photothèque - Hubert Raguet.

---

### « AUJOURD'HUI, NOUS RÉFLÉCHISSONS À L'APRÈS ITER. JUSQU'ICI, UNE FUSION AUTO-ENTRETEENUE N'A JAMAIS ÉTÉ ATTEINTE »

---

### Jean-Marcel Rax est aussi un enseignant quasi-militant.

En dépit de sa charge administrative de directeur, il assure 270 heures d'enseignement cette année. « Mes parents étaient enseignants. La production et la transmission du savoir ont toujours été liées dans mon esprit. On oublie que c'est notre métier de base. » Mais « il y a aussi le plaisir de la virtuosité, quand on finit par maîtriser à fond une discipline ». Il vient d'ailleurs de publier un livre sur la physique des plasmas. Sinon, il aime trouver dans les voyages « un certain déconditionnement culturel... »

**1** Banc expérimental d'étude de dépollution par photocatalyse plasma.

**2** Plasma de décharge capacitive radiofréquence utilisé pour le dépôt et la gravure en microélectronique.

# LENA SANDERS

## UNE GÉOGRAPHE DANS LA VILLE

**L'interdisciplinarité, Lena Sanders connaît bien :** elle est tombée dedans très jeune et n'a cessé depuis de la faire fructifier. Son double parcours en témoigne : deux maîtrises, en mathématiques et en géographie, suivies d'un DEA en statistiques et d'un diplôme de l'Institut des statistiques, puis d'une thèse de géographie de l'université Paris 7 : « Interaction spatiale et modélisation dynamique, une application au système intra-urbain ».

**Alors, statisticienne ou géographe ?** L'originalité de la démarche de Lena Sanders est d'avoir mis au service de son domaine de recherche – géographie urbaine et géographie régionale – les outils et concepts issus des sciences dures.

---

**LA VILLE SE DESSINE COMME UN ORGANISME VIVANT, UN SYSTÈME AUTONOME, QUI SE DÉVELOPPE, SE FORTIFIE.**

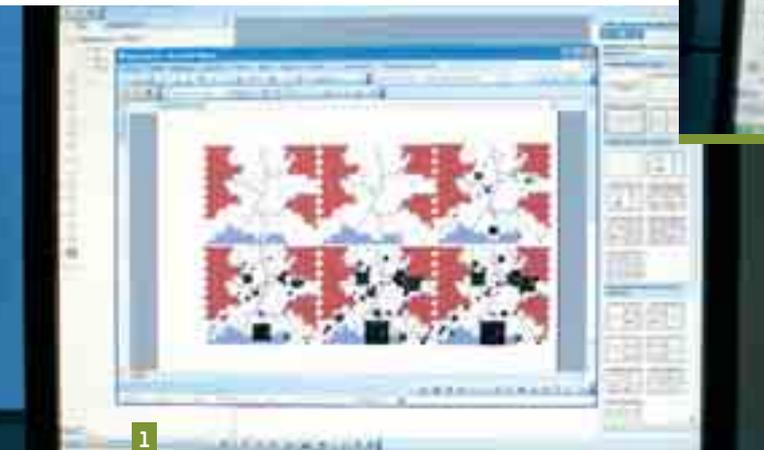
---

Qu'est ce que l'interaction spatiale ? Elle explique : « Les géographes s'intéressent aux configurations des choses dans l'espace, à toutes les échelles. Les habitants d'un quartier, les quartiers d'une ville et les villes d'un réseau urbain constituent autant d'échelles géographiques qui interagissent entre elles. » Quant à la modélisation dynamique, elle permet de comprendre comment le système évolue, de formuler et de vérifier des hypothèses, de dégager des constantes : « l'émergence de structures polycentriques, par exemple, liées à l'augmentation de la population et à l'étalement des zones habitées ». Sa méthode : un aller retour permanent entre la recherche empirique – un terrain qui l'a conduite de Rouen à Nantes ou

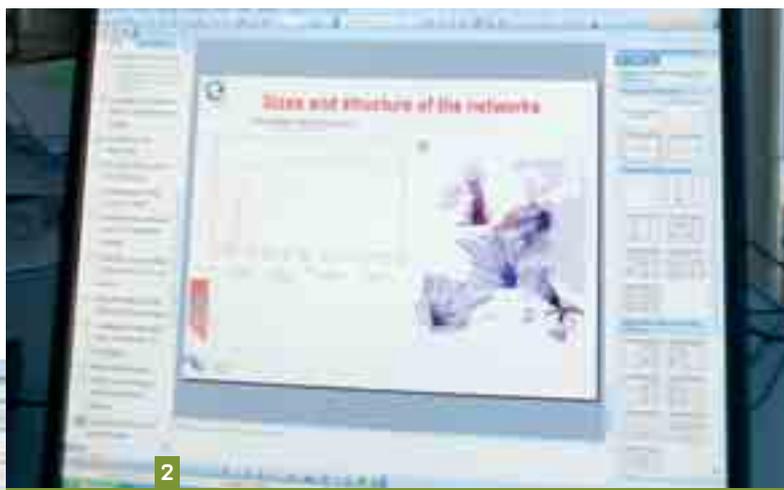
Strasbourg en passant par la Scandinavie, sa région d'origine – et la modélisation bâtie sur des concepts venus d'autres disciplines. « Les concepts d'auto-organisation, de bifurcation, d'émergence et de synergétique, issus des sciences dures ont pris un sens en sciences humaines et sociales. L'intelligence artificielle a fourni des modes de formalisation plus souples, mieux adaptés aux sciences sociales. »

**Par ailleurs, les interrogations de Lena Sanders ont porté sur le temps long** et s'enrichissent des apports des historiens et des archéologues. Le programme européen *Archaeomedes* lui permet de se pencher sur la genèse des villes et sur les mécanismes de leur évolution. « Montpellier émerge au XI<sup>e</sup> siècle, née d'une volonté politique, d'une localisation privilégiée mais surtout de la convergence de mécanismes spatiaux aux causes multiples. » En effet, les divers acteurs qui composent l'entité ville n'ont, paradoxalement, qu'un espace de décision très limité. L'intention et la décision jouent un rôle mineur.

Dans le discours, passionnant, de la chercheuse, la ville se dessine comme un organisme vivant, un système autonome qui se développe, se fortifie : « Plus elle est



1



2

1 Simulation de l'émergence et de l'évolution d'un système de villes avec le modèle SimPop (d'une population peu importante et régulièrement répartie à une organisation urbaine polycentrique).

2 Image extraite du modèle Eurosim, un outil pour la simulation prospective du réseau des villes européennes.



#### SCIENCES DE L'HOMME ET DE LA SOCIÉTÉ

UNITÉ « GÉOGRAPHIE-CITÉS »  
 CNRS/UNIVERSITÉ PARIS 1/UNIVERSITÉ PARIS 7/ENS  
 LETTRES ET SCIENCES HUMAINES DE LYON  
 PARIS  
 UMR8504.PARISGEO.CNRS.FR

grande et diversifiée, plus elle est résiliente. »  
 Un organisme capable de résister aux chocs – la peste, la guerre – aux accélérations de l'histoire – la révolution industrielle – à condition toutefois d'avoir atteint un seuil de résistance en deçà duquel le choc peut être fatal.

#### EN MATIÈRE DE MODÉLISATION, « LES AVANCÉES SONT À ATTENDRE DE MODÈLES HYBRIDES ».

**Revenons au parcours sans faute de notre géographe :** après avoir été maître de conférences à Paris 7, elle entre en 1986 au CNRS qui lui attribue, en 1995, une Médaille de bronze. Directrice de son labo depuis 2000, nommée à la section 39 du comité national « Espaces, territoires et sociétés », elle est directrice scientifique adjointe du département sciences de l'homme et de la société du CNRS de 2002 à 2003. Son importante activité de publication d'ouvrages et d'articles s'accompagne de responsabilités d'expertise, d'enseignements réguliers et de direction de thèses.

**La lauréate, 50 ans, reconnaît que sa formation de mathématicienne géographe** est peu fréquente dans la discipline. Elle insiste sur le caractère collectif de ses recherches et sur l'intérêt de cultiver les complémentarités des différentes écoles qui composent sa communauté scientifique. En matière de modélisation, « les avancées sont à attendre de modèles hybrides », l'interdisciplinarité, toujours ! Ses projets portent maintenant sur des études comparées sur le polycentrisme, question cruciale de l'urbanisme contemporain.

# JACQUES STERN LA CRYPTO C'EST RIGOLO!

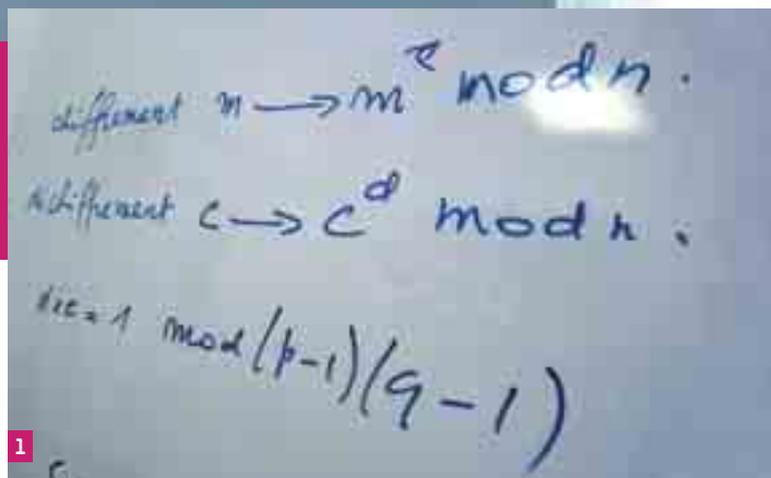


Photos © CNRS Photothèque - Christophe Lebedinsky.

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION  
ET DE LA COMMUNICATION  
LABORATOIRE D'INFORMATIQUE  
DE L'ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE (LIENS)  
CNRS / ENS  
PARIS  
WWW.DI.ENS.FR

**1** Les équations de la cryptographie à clé publique RSA (Rivest, Shamir et Adelman). RSA est un algorithme asymétrique très utilisé dans le commerce électronique et plus généralement pour échanger des données confidentielles sur Internet.

**2** Un des éléments de l'algorithme de chiffrement AES (*Advanced Encryption Standard*), technique de chiffrement fort à clé symétrique où la clé est la même pour le codage et le décodage.



**1**

**Il n'y a pas d'âge pour jouer aux espions et créer des messages secrets :** à 56 ans, Jacques Stern aime toujours autant ça ! C'est d'ailleurs son sujet de recherche : la cryptologie, la science des messages secrets qui permet de garantir authenticité, intégrité et confidentialité.

Sa carrière a commencé avec les mathématiques et notamment la logique. « Bien des années après, je me suis rendu compte que la logique était un domaine charnière, à la jonction entre les maths et l'informatique. » Ancien élève de l'École normale supérieure, le jeune homme, titulaire de l'agrégation de mathématiques, choisit l'enseignement supérieur.

**Après sa thèse en mathématiques, il passe sept ans à Caen comme professeur à l'Université.** « Ce que j'aime dans l'enseignement, c'est s'approprier des connaissances et les transmettre. » Mais il a d'autres ambitions : faire de la recherche et participer, « à ma place », à l'évolution de la pensée. « Lorsque j'étais prof de maths, je trouvais que je ne participais pas suffisamment aux idées de mon siècle : les constantes de temps étaient trop lointaines. »

---

**« CE QUE J'AIME DANS L'ENSEIGNEMENT, C'EST S'APPROPRIER DES CONNAISSANCES ET LES TRANSMETTRE. »**

---

Quel domaine de recherche lui permettrait d'être plus concret ? C'est cette question qui pousse Jacques Stern à s'intéresser à l'informatique et notamment à la cryptographie. « Il a fallu un petit temps d'adaptation mais je me sentais bien dans ce domaine. » Pour se former à cette nouvelle spécialité, il se plonge dans les ouvrages anciens et y découvre des choses passionnantes, écrites aux  $XV^e$  et  $XVI^e$  siècles. « En fait, la cryptographie est une science très ancienne tombée dans les oubliettes. C'est l'informatique qui l'en a sortie. »

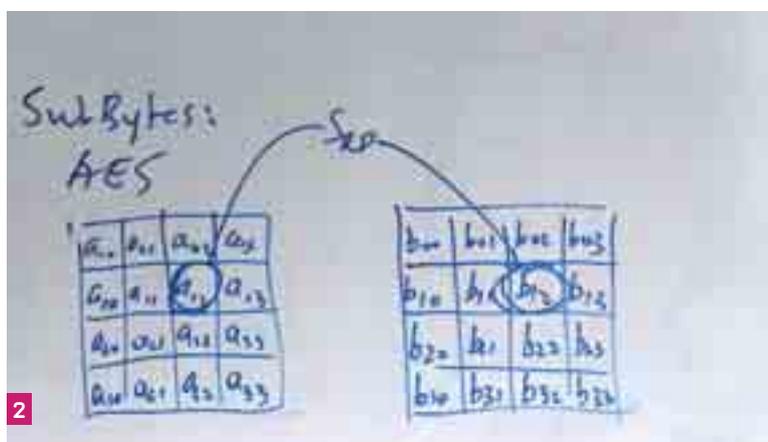
Rentré à Paris, il enseigne à l'université Paris 7 avant d'être détaché au CNRS pendant un an. Depuis 1996, il dirige le Laboratoire d'informatique de l'École normale supérieure où il est également professeur.

« Au départ, la communauté des cryptologues était restreinte, surtout en France. Dans les années 80, nous étions dans une logique de création d'une science ! » Liant théorie et pratique, Jacques Stern a balayé le champ de la cryptologie à travers quatre thèmes majeurs.

**En cryptanalyse, il s'agit d'attaquer des systèmes proposés par d'autres :** « C'est rigolo comme tout. En général, on regarde dans les systèmes des autres parce qu'on n'est pas psychologiquement armé pour chercher des erreurs dans les siens ! »

**Il s'est également attelé à la lourde tâche de concevoir de nouveaux schémas de cryptographie.**

**Le domaine le plus dur, ce serait celui des preuves de sécurité :** « Ce n'est pas parce qu'un algorithme cryptographique a résisté aux attaques des cryptanalystes qu'il est pour autant sûr. Il s'agit d'en apporter la preuve. »



**Dernier domaine, plus transversal, où Jacques Stern a également apposé sa signature : la cryptologie multi-acteurs,** celle où coopèrent plusieurs correspondants.

« Vote électronique, enchères en ligne sur Internet, ces opérations font intervenir de nombreux acteurs et plus seulement deux. Les schémas cryptographiques traditionnels ne correspondent plus, il faut donc en définir de nouveaux en conservant les mêmes garanties. »

Dans tous ces domaines, Jacques Stern a contribué à faire avancer la cryptographie. Il a été récompensé par le prix Lazare Carnot de l'Académie des sciences en 2003 et par la distinction de *Fellow* de l'*International Association of Cryptologic Research* en 2005.

---

**« LA CRYPTOGRAPHIE EST UNE SCIENCE TRÈS ANCIENNE TOMBÉE DANS LES OUBLIETTES. C'EST L'INFORMATIQUE QUI L'EN A SORTIE. »**

---

Lui arrive-t-il de regretter ses premières amours, les mathématiques ? « Non, la recherche en mathématiques est une expérience individuelle riche mais éprouvante. Alors qu'en crypto, on travaille toujours en équipe, on échange les idées... » Il conçoit d'ailleurs la Médaille d'argent du CNRS comme une récompense attribuée à tout le laboratoire.



# HERVÉ VAUCHERET LE CHERCHEUR, INTERFÉRANT

**Le tabac nuit à la santé. Mais pas à la carrière d'Hervé Vaucheret.** C'est en s'intéressant à la régulation des ARN messagers de la nitrate-réductase de cette plante que le biologiste a mis le doigt sur un phénomène d'interférence surprenant : l'extinction de l'expression d'un gène en présence de son transgène.

Mais reprenons les choses depuis le début. En 1985, Hervé Vaucheret obtient une maîtrise de biochimie. Pourquoi cette filière plutôt qu'une autre ? « Parce que j'allais à l'université Paris 6 et que c'était la meilleure maîtrise, celle qui offrait le plus de possibilités. » Pendant ses années de fac, il commence à travailler dans un laboratoire de l'Institut Pasteur et prend goût à la vie de labo. Pour son DEA et sa thèse, il choisit celui du professeur Caboche, à l'Inra : « J'ai apprécié la diversité des sujets, la variété des approches. J'avais choisi de m'intéresser à la génétique moléculaire des plantes, à une époque où ce domaine n'existait quasiment pas. »

**Un trait de caractère constant chez le médaillé d'argent de 43 ans : ne pas suivre les routes toutes tracées.** « On commençait à faire du transfert de gène mais on ne s'intéressait qu'aux plantes qui exprimaient les gènes introduits. » Or, sur plus de 500 plantes transfectées avec le gène de la nitrate-réductase,

seules deux l'exprimaient ! « Je me suis remis en cause, forcément, j'ai essayé tous les types de transformation mais j'étais véritablement confronté à un mystère. » À l'évidence, quelque chose bloquait l'expression du gène introduit. « Simultanément, d'autres labos faisaient la même découverte, cela devenait intéressant. »

---

**SUR PLUS DE 500 PLANTES TRANSFECTÉES AVEC LE GÈNE DE LA NITRATE-RÉDUCTASE, SEULES DEUX L'EXPRIMAIENT !**

---

**En 1989, il obtient un poste à l'Inra au Laboratoire de biologie cellulaire de Versailles** et « devient plus libre de choisir ses sujets de recherche ». Hervé répond alors à un appel d'offres d'un programme européen pour étudier plus avant ce phénomène surprenant. Avec son équipe, le biologiste s'attelle à mettre au point un crible pour identifier les gènes impliqués dans ce *gene silencing*. Au début des années 90, il participe à la mise en évidence de l'existence de deux types de *gene silencing* : l'un bloque la transcription (TGS), l'autre agit au niveau post-transcriptionnel (PTGS), en dégradant l'ARN nécessaire à l'expression.



2

**Plus tard, grâce à un ingénieux système de greffe et porte-greffe,**

il réalise que le PTGS peut diffuser, à partir d'une cellule où il est initié, dans le reste de la plante. Grâce à un signal systémique, il y a propagation de l'information.

« La nature de ce signal n'a pas encore été élucidée, mais on soupçonne des petits ARN. »

**À PARTIR DE CE QUI SEMBLAIT UNE ERREUR DE MANIPULATION, UN NOUVEAU DOMAINE DE RECHERCHE A ÉMERGÉ.**

Hervé s'aperçoit que la propagation du phénomène de PTGS dans la plante mime la manière dont un virus se propage : premier indice sur l'utilité de ce phénomène. Car les plantes n'auraient pas développé un système pour inhiber des transgènes artificiellement introduits ! En sélectionnant des mutants déficients pour le PTGS, Hervé et son équipe révèlent l'implication des gènes de PTGS dans le contrôle de l'infection virale et dans de nombreux aspects du développement de la plante. À partir de ce qui semblait une erreur de manipulation, un nouveau domaine de recherche a émergé. Et ce à partir d'études en biologie végétale, bien souvent reléguées en arrière-plan.

**Depuis, Hervé continue de travailler sur ces petits**

**ARN** mais aux États-Unis, en tant que visiteur scientifique au *Whitehead Institute*, sur le campus du *Massachusetts Institute of Technology*. « Ici, les moyens sont énormes. » Un discours récurrent chez de nombreux chercheurs qui s'inquiètent pour l'avenir de la recherche en France.

**1** Au début des années 90, *Arabidopsis thaliana* a remplacé *Nicotiana tabacum* comme espèce modèle en biologie végétale. Cette mauvaise herbe apparentée au colza (famille des crucifères) présente de nombreux avantages : un cycle de vie très court (8 semaines), un encombrement réduit (10 cm<sup>2</sup> lui suffisent) et un petit génome entièrement séquencé (2 x 10<sup>8</sup> paires de bases).

**2** Hervé Vaucheret et son équipe dans les serres du Centre Inra de Versailles. Au premier plan de gauche à droite : Dominique Laressergue, Taline Elmayan, Isabelle Gy et Nicolas Bouché. L'équipe serait au complet avec Virginie Gascioli et Xavier Adenot.



**SCIENCES DE LA VIE**

LABORATOIRE DE BIOLOGIE CELLULAIRE (LBC)

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE (INRA)

VERSAILLES

[WWW-IJPB.VERSAILLES.INRA.FR/FR/BC/EQUIPES/EPIGENETICS/INDEX.HTML](http://WWW-IJPB.VERSAILLES.INRA.FR/FR/BC/EQUIPES/EPIGENETICS/INDEX.HTML)

Cette plaquette est éditée par la Délégation à l'information scientifique et technique (DIST) du CNRS.

Responsable des publications institutionnelles : Stéphanie Lecocq (01 44 96 45 67)

Responsable éditoriale : Françoise Tristani

Rédaction :

•Julie Coquart pour les textes de Sebastian Amigorena, Florence Babonneau, Lyndon Emsley, Patrick Mehlen, Éva Pebay-Peyroula, Jacques Stern et Hervé Vaucheret.

•Nicolas Constans pour les textes de Hélène Bouchiat, Stéphane Douady, Patrick Janot, Frank Merle, Pierre Montmitonnet et Jean-Marcel Rax.

•Françoise Tristani pour les textes de Robert Descimon, Henri Duday et Lena Sanders.

•Sebastián Escalón pour les textes de Hervé Claustre et Joël Guiot.

Coordination et secrétariat de rédaction : Aude Philippe

Conception graphique et réalisation : Sarah Landel

Coordination iconographique : Christelle Pineau (CNRS images-Photothèque)

ISSN 1777-0025

Impression : NÉO TYPO

Décembre 2005



TALENTS

2005

www.cnrs.fr



CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
3, RUE MICHEL-ANGE 75794 PARIS CEDEX 16 • TÉL. 01 44 96 40 00 • TÉLÉCOPIE 01 44 96 53 90