



INSTITUT DE FRANCE
Académie des sciences

Les académiciens élus en 2014



L'Académie des sciences, *Parlement des savants*

L'Académie des sciences a pour objet de promouvoir le développement des sciences et de conseiller les autorités gouvernementales en ce domaine. À commencer par le roi de France Louis XIV qui, en 1699, éleva au rang d'Académie royale des sciences l'assemblée de savants réunis par Colbert en 1666. Indépendante et pérenne, aujourd'hui placée sous la protection du président de la République, elle est l'une des cinq académies siégeant à l'Institut de France, à Paris.

Au début des années 2000, l'Académie des sciences s'est dotée de nouveaux statuts qui lui ont permis d'augmenter et rajeunir son effectif, afin de répondre

Cinq missions fondamentales

- Encourager la vie scientifique : colloques et séances scientifiques, prix et médailles, revue *Comptes Rendus*.
- Promouvoir l'enseignement des sciences : éducation scientifique à l'école, comité sur l'enseignement des sciences, activités pédagogiques muséales.
- Transmettre les connaissances : séances publiques, site web, *Lettre semestrielle*, jumelages avec le Parlement, archives.
- Favoriser les collaborations internationales : réseaux interacadémiques, coopérations bilatérales, actions en faveur du développement.
- Assurer un rôle d'expertise et de conseil : comités thématiques, rapports, avis et recommandations.



© Institut de France

à l'accroissement des connaissances scientifiques et à l'élargissement des domaines de recherche. Aujourd'hui riche de 254 membres, 126 associés étrangers et 93 correspondants*, élus parmi les scientifiques français et étrangers les plus éminents, l'Académie des sciences est pluridisciplinaire et largement ouverte à l'international.

Les académiciens sont répartis dans des sections appartenant à l'une ou l'autre des deux divisions : *Sciences mathématiques et physiques, sciences de l'univers, et leurs applications* et *Sciences chimiques, biologiques et médicales, et leurs applications*. Ils exercent notamment leur mission au sein de comités de réflexion thématiques, qui constituent la pierre angulaire de l'activité de conseil et d'expertise de l'Académie.



NICHOLAS AYACHE

Nicholas Ayache est spécialiste de l'analyse et de la simulation informatique des images médicales. Grâce à ses travaux, des informations cliniquement pertinentes peuvent être automatiquement extraites de ces images, afin de construire un modèle numérique de l'anatomie et de la physiologie du patient pour assister le diagnostic, le pronostic et la pratique thérapeutique.

Nicholas Ayache est devenu chercheur par curiosité. *« Je souhaitais continuer à apprendre toute ma vie, mieux comprendre le monde qui nous entoure, voire l'améliorer ! Je pense que mes parents ont inconsciemment stimulé mon attrait pour la recherche scientifique en cultivant à la maison l'esprit critique et le*

raisonnement rationnel. »

Après le lycée, Nicholas Ayache hésite entre médecine et sciences de l'ingénieur ; il choisira ces dernières, espérant s'orienter plus tard vers la médecine. Ses premières recherches portent sur la vision par ordinateur stéréoscopique des robots mobiles, qui leur permet de s'adapter automatiquement à leur environnement 3D. Il s'intéresse ensuite aux images médicales volumiques (scanner, IRM, échographies, etc.), après avoir constaté que les médecins ne peuvent en exploiter toutes les informations utiles sans l'aide des sciences informatiques. Avec ses collaborateurs, Nicholas Ayache développe alors une approche combinant les sciences informatiques

avec d'autres disciplines (mathématiques, physique, biologie, anatomie, physiologie, etc.) pour construire et exploiter des modèles numériques du patient à partir de ses images médicales.

Cette approche se révèle très fructueuse. En cardiologie, son équipe conçoit, avec ses partenaires, des logiciels reproduisant l'activité électrique, mécanique et hémodynamique du cœur du patient pour mieux diagnostiquer une anomalie et prédire l'effet de certaines thérapies. En neuro-imagerie, des logiciels sont développés, qui détectent et mesurent automatiquement les changements très subtils du cerveau intervenant entre deux examens d'imagerie espacés dans le temps. En chirurgie digestive, Nicholas Ayache et ses collaborateurs participent à l'introduction de la réalité augmentée dans la salle d'intervention : celle-ci permet de rendre le patient virtuellement transparent en incrustant des images préopératoires dans l'image du patient. Avec leurs partenaires, les chercheurs développent également les premiers systèmes de simulation de chirurgie mini-invasive offrant un retour visuel et tactile en temps réel.

Quelques dates

- 1977-80 Élève ingénieur à l'École des mines de Saint-Etienne
- 1980-81 Master of Science en intelligence artificielle à UCLA (Los Angeles)
- 1988 Thèse d'État en vision par ordinateur à l'Inria
- 2007 Chercheur invité au MIT et à Harvard (Boston)
- 2008 Grand Prix Microsoft - *Royal Society* - Académie des sciences
- 2012 Lauréat du Conseil européen de la recherche (ERC)
- 2013-14 Chaire *Informatique et sciences numériques* au Collège de France
- 2014 Grand Prix Inria - Académie des sciences



© DR

THOMAS BOURGERON

Thomas Bourgeron travaille sur le cerveau humain, et notamment sur nos capacités à communiquer. En utilisant des approches génétiques et neurobiologiques, il a identifié une première voie biologique associée à l'autisme. Les gènes concernés jouent un rôle important dans le développement des connexions neuronales.

Thomas Bourgeron fait connaissance avec la science au collège, « grâce à un professeur de biologie extraordinaire. J'ai fait mes premières expériences avec les boîtes de jeux « biologie et chimie 2000 » ! Je m'intéressais alors à l'évolution et à la diversité, que ce soit des fleurs, des papillons ou de l'espèce humaine. À cette époque, je n'avais pas conscience que les professions de ma

mère, assistante sociale, et de mon père, psychanalyste, allaient aussi grandement influencer mon futur travail de chercheur. » Au cours de ses études à l'université, il réussit jusqu'à sa thèse à associer ses deux passions : la biologie et son groupe de musique, « une version très primitive des Rolling Stones... »

La recherche de Thomas Bourgeron a commencé dans le domaine de la biologie végétale, par l'étude des mitochondries de pomme de terre. Il s'est ensuite intéressé aux maladies mitochondriales, et a identifié la première mutation du cycle de Krebs et la première mutation de la chaîne respiratoire chez l'homme. Par la suite, il intègrera l'université Paris Diderot, au sein d'un laboratoire de l'institut Pasteur dont l'activité est consacrée à l'infertilité masculine. Lors du clonage d'un gène exprimé dans le cerveau, il quitte le domaine de l'infertilité masculine pour celui de la psychiatrie.

À partir de 2003, en collaboration avec les psychiatres Marion Leboyer et Christopher Gillberg, Thomas Bourgeron identifie les premières mutations associées à l'autisme dans les gènes *neuroligine* et *SHANK3*. Ces découvertes permettent, pour la première fois, de faire le lien entre les synapses, points de contacts entre les neurones, et l'autisme. En parallèle, son équipe montre que des souris mutantes pour les gènes *SHANK2* ou *SHANK3* présentent des anomalies dans les interactions sociales, une augmentation des stéréotypies et des problèmes de vocalisations ultrasoniques.

L'ensemble de ces résultats est le fruit d'une collaboration étroite entre cliniciens, généticiens, neurobiologistes et familles de patients. Thomas Bourgeron recherche actuellement d'autres gènes de vulnérabilité à l'autisme en utilisant le séquençage de nouvelle génération, couplé à des données cliniques, biochimiques et neurobiologiques. L'objectif de ce projet est l'identification de mécanismes biologiques impliqués dans ce trouble complexe qu'est l'autisme, afin d'améliorer le diagnostic, les soins et l'intégration des personnes qui en sont atteintes.

Quelques dates

- 1994 Doctorat en sciences
- 1996, 2004 Maître de conférence, puis professeur à l'université Paris-Diderot
- 2003-2015 Directeur d'unité à l'Institut Pasteur
- 2003, 2007 Identification des premières mutations associées à l'autisme
- 2008 Élu membre de l'EMBO
- 2012 Caractérisation des modèles murin de l'autisme - Chaire des fondations FondaMental et Bettencourt-Schueller
- 2014 Généticien du projet Européen EU-AIMS dédié à la recherche sur l'autisme
- 2015 Prix IPSEN de la plasticité neuronale



© DR

JEAN-MICHEL CORON

Jean-Michel Coron a débuté sa carrière en élaborant de nouvelles méthodes de résolution des équations aux dérivées partielles. Il s'intéresse aujourd'hui au contrôle des systèmes, et développe des méthodes de construction de contrôles permettant d'atteindre un objectif désiré, et de lois de rétroaction permettant de stabiliser un point d'équilibre.

Plus jeune, Jean-Michel Coron aimait beaucoup l'industrie lourde - haut-fourneaux, laminoirs, mines - et, s'il a finalement décidé de s'orienter vers la recherche, c'est grâce à l'influence de nombreux enseignants passionnants et à son directeur de thèse, Haïm Brezis, aujourd'hui membre de l'Académie

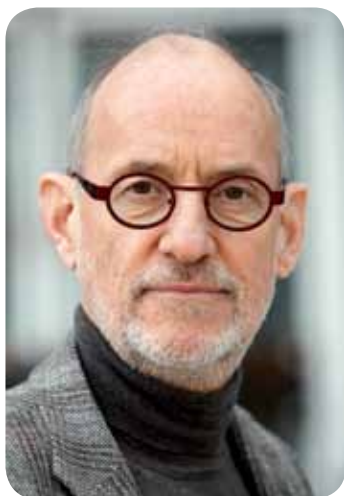
des sciences. « *On parle beaucoup de la beauté des mathématiques, mais ce qui me plaît surtout, c'est la liberté : matérielle, bien sûr, mais surtout celle de créer. Je suis aussi fasciné par l'efficacité impressionnante des mathématiques à comprendre le monde réel et à l'influencer, probablement parce que des pans entiers des mathématiques tirent justement leur origine, voire leur développement, de ce monde réel.* »

Jean-Michel Coron s'intéresse aux systèmes sur lesquels on peut agir à l'aide d'une commande, ou contrôle : un exemple typique en est la voiture, sur laquelle on agit en appuyant sur les pédales d'accélérateur ou de frein et en tournant le volant. Deux aspects sont importants pour ces systèmes : leur contrôlabilité et leur stabilisation. Concernant la contrôlabilité, le problème est de savoir si, partant d'une situation donnée, on peut atteindre une situation désirée à l'aide d'un contrôle bien choisi. Jean-Michel Coron a introduit des méthodes nouvelles pour étudier ce problème, et a montré leur efficacité en les appliquant à des systèmes issus de la mécanique des fluides et de la mécanique quantique : on peut par exemple détruire les vagues dans un bac d'eau en bougeant le bac de façon convenable.

Quelques dates

- 1982-1985 Une deuxième surface à courbure moyenne prescrite
- 1984-1988 Topologie du domaine et points critiques
- 1992-1995 Stabilisation à l'aide de *feedbacks* instationnaires
- 1996 Contrôle de fluides incompressibles
- 2002 Contrôle d'un bac d'eau
- 2007 Publication de *Control and nonlinearity*, in *Mathematical Surveys*, vol 136
- 1999-2015 Régulation de rivières

Le problème de la stabilisation d'un système peut, quant à lui, être facilement compris grâce à l'expérience du balai. Le manche d'un balai est mis à la verticale sur le doigt, qui doit alors être bougé pour éviter que le balai s'éloigne de la verticale et tombe. Cette expérience est un exemple d'équilibre instable. En bougeant le doigt en fonction de la position et de la vitesse du balai, on applique à celui-ci une loi de rétroaction, ou *feedback* (la force appliquée par le doigt sur le balai), de façon à rendre stable un équilibre qui est instable en l'absence du *feedback*. Jean-Michel Coron a montré l'importance des *feedbacks* instationnaires pour stabiliser les systèmes, et proposé des méthodes variées pour construire des *feedbacks* explicites stabilisants. En collaboration avec Brigitte d'Andréa-Novel, Georges Bastin, Valérie Dos Santos, Jonathan de Halleux et Christophe Prieur, il a notamment construit des *feedbacks* permettant de réguler le niveau d'eau des rivières : ils sont aujourd'hui implémentés sur la Sambre et la Meuse, en Belgique.



PATRICK COUVREUR

Patrick Couvreur conçoit des nanotechnologies pour l'encapsulation, le transport et la vectorisation de médicaments. Ces technologies permettent le développement de nouvelles chimiothérapies contre des maladies graves, à la fois plus efficaces et moins toxiques.

Patrick Couvreur a toujours été passionné par les sciences fondamentales - physique, chimie et biologie - et les grandes découvertes qui en sont issues. « *Mes parents, tous deux de profession médicale, ont encouragé dès mon enfance mon caractère imaginatif et enthousiaste, mais en me sensibilisant aux problèmes liés à la santé humaine. C'est la raison pour laquelle j'ai souhaité mettre les sciences - chimie et biologie - au service de la thérapeutique.* »

Alors qu'il termine une thèse de pharmacie sur les comprimés, à l'Université catholique de Louvain, une discussion avec des chercheurs de l'Institut de pathologie cellulaire de cette même université le persuade que beaucoup de médicaments sont inefficaces en raison de leur incapacité à diffuser à l'intérieur des cellules. L'idée lui vient alors d'utiliser ses compétences de pharmacien pour développer des « minicomprimés » qui délivreront ces molécules au niveau intracellulaire. Ce rêve devient réalité au cours d'un stage postdoctoral à l'École polytechnique fédérale de Zürich : Patrick Couvreur parvient à encapsuler la fluorescéine dans des nanocapsules de nylon et à montrer, pour la première fois, que les nanotechnologies permettent d'acheminer une molécule au cœur-même des cellules. Par la suite, Patrick Couvreur met au point les premières nanoparticules biodégradables, à base de

polyalkylcyanoacrylate. Il s'agit d'une avancée majeure : les nanoparticules utilisées jusqu'alors ne pouvaient pas être administrées par voie intraveineuse car elles n'étaient pas biodégradables. L'encapsulation de la doxorubicine - un médicament anticancéreux - dans ce type de nanovecteur permet alors un meilleur ciblage des tumeurs. Cette formulation fait actuellement l'objet d'un essai clinique multicentrique de phase III pour le traitement de l'hépatocarcinome.

Avec son équipe, Patrick Couvreur passe également du paradigme de l'encapsulation « physique » à celui de l'encapsulation « chimique ». L'idée est de coupler chimiquement le médicament au squalène, un lipide naturel et biocompatible qui forme spontanément des nanoparticules en milieu aqueux, grâce à sa conformation moléculaire compacte. Ce concept permet d'obtenir des nanomédicaments capables d'encapsuler des quantités beaucoup plus importantes de médicament, et de le libérer de manière sélective au niveau de la cellule malade.

Quelques dates

- 1975 Doctorat en sciences pharmaceutiques, Université catholique de Louvain
- 1984 Professeur à l'université Paris-Sud
- 2009-10 Professeur au Collège de France, chaire *Innovations technologiques*
- 2010- Membre senior de l'Institut universitaire de France
- 2010-15 Obtention d'un *Advanced Grant* de l'*European Research Council*
- 2012 Médaille de l'innovation du CNRS
- 2013 *European Inventor Award*
- 2014 Membre étranger de la *United States National Academy of Medicine*



© DR

ANTOINE GEORGES

Antoine Georges travaille sur les systèmes quantiques composés d'un grand nombre de particules ayant de fortes interactions entre elles. Il a développé des méthodes théoriques permettant de comprendre les propriétés collectives de ces systèmes, qu'il s'agisse des électrons dans les oxydes de métaux de transition ou des atomes dans un gaz ultrafroid.

Antoine Georges dit avoir bénéficié d'une éducation qui encourageait la curiosité, l'expérimentation personnelle, la créativité, « *ce dont je suis très reconnaissant à mes parents. Très jeune, je voulais devenir biologiste (je faisais toutes sortes de cultures, de dissections, d'observations au microscope)... ou écrivain ! Mais en classes préparatoires, j'ai rencontré un professeur de physique extraordinaire (Jacques Boutigny) et découvert les premières pages du premier volume (Mécanique) du célèbre cours de physique théorique de Landau et Lifshitz.* »

Après des débuts en physique des particules, Antoine Georges effectue l'essentiel de sa thèse dans le domaine de la physique statistique, sur les processus de diffusion non browniens dans les milieux désordonnés. C'est pour lui une « *drôle d'aventure* », partagée avec Jean-Philippe Bouchaud et Pierre Le Doussal « *dans une liberté merveilleuse* ». En 1986, la découverte des supraconducteurs à haute température critique le décide à s'intéresser à la physique quantique de la matière condensée. Il

réalise rapidement que les méthodes disponibles pour traiter les fortes corrélations entre électrons sont très limitées, et s'attaque à en rechercher de nouvelles... même si la tendance dominante, alors, est plus à l'imagination de mécanismes et scénarios.

La principale contribution d'Antoine Georges est sans doute d'avoir été l'un des créateurs de la *théorie de champ moyen dynamique* : il s'agit d'une approche théorique qui permet de comprendre les effets des fortes interactions entre électrons, et de traiter les corrélations qui en résultent de manière quantitative. L'idée centrale est de partir des atomes qui constituent un solide, plutôt que d'adopter dès le départ une description de gaz d'électrons. Développée initialement pour des modèles simplifiés, cette approche a été considérablement étendue et peut aujourd'hui prendre en compte la complexité structurale et électronique de matériaux réels, tels les oxydes de métaux de transition, les composés de terres rares ou les conducteurs organiques. Ces matériaux présentent des effets collectifs remarquables (transitions métal-isolant, magnétisme, supraconductivité) qui posent des questions fondamentales et conduisent à des fonctionnalités intéressantes pour les applications, notamment à l'électronique.

Quelques dates

- 1980-83 École polytechnique
- 1984-88 Thèse à l'École normale supérieure (Paris)
- 1989-91 Postdoctorat à Princeton et collaboration avec G. Kotliar (Rutgers) sur la théorie de champ moyen dynamique
- 2003 Création d'une équipe de recherche à l'École polytechnique
- 2006 Lauréat de l'*Europhysics Condensed Matter Prize*, avec W. Metzner et D. Vollhardt, pour la théorie de champ moyen dynamique
- 2007 Médaille d'argent du CNRS
- 2009 Professeur au Collège de France, chaire de *Physique de la matière condensée*



© DR

PHILIPPE JANVIER

Philippe Janvier est paléontologue, spécialiste des premiers vertébrés, ces « poissons » qui vivaient il y a environ 530 à 360 millions d'années. Ses travaux ont permis de retracer les premières étapes de l'histoire évolutive de ce groupe d'animaux auquel nous appartenons, ainsi que la mise en place de ses principales innovations anatomiques.

Philippe Janvier a toujours été « passionné par l'approche comparative de la structure des organismes, tant actuels que fossiles : une approche qui permet de retracer les relations d'homologie entre les structures anatomiques héritées d'ancêtres communs, puis d'en inférer des relations de parenté entre les espèces et, finalement, de comprendre l'émergence de leurs adaptations au

cours de l'évolution ». Étudiant, il envisageait de se consacrer à l'évolution des mammifères, mais à la suite d'une mission de terrain au Spitzberg, il s'est tourné vers la base de l'arbre généalogique des vertébrés en étudiant l'anatomie de leurs plus anciens fossiles, sous la direction de Jean-Pierre Lehman et Daniel Goujet à Paris, puis de Erik Jarvik et Tor Ørvig à Stockholm.

L'intérêt de Philippe Janvier pour l'anatomie comparée a alors été comblé, tant étaient nombreuses les questions que posait la structure de ces étranges poissons primitifs, vieux de 360 à 470 millions d'années. Leur étude a permis de documenter la divergence la plus profonde de l'arbre évolutif des vertébrés, celle qui intervient entre des vertébrés sans mâchoires, comme les lamproies actuelles, et les vertébrés à mâchoires, dont nous faisons partie. Or comparer l'anatomie de ces deux groupes si différents sans le relais de fossiles aurait difficilement

permis de retracer l'ordre d'apparition des innovations qui ont présidé à l'émergence des vertébrés à mâchoires. C'est en analysant l'anatomie et les relations de parenté de ces poissons fossiles très anciens que Philippe Janvier a montré que certains d'entre eux, bien que dépourvus de mâchoires, n'avaient pas de relations de parenté étroite avec les lamproies, comme on le pensait alors, mais partageaient avec les premiers vertébrés à mâchoires nombre d'innovations anatomiques qui sont devenues des avantages sélectifs décisifs.

Philippe Janvier a tout au long de sa carrière pu mesurer l'importance d'un dialogue permanent avec les biologistes du développement dans ses recherches sur la chronologie de la mise en place de ces structures. De fait, en tant que paléontologue, ses travaux ont toujours oscillé entre ces deux domaines : rechercher des fossiles sur le terrain, évaluer leur âge, comprendre leur environnement, mais aussi découvrir leur anatomie, rechercher les homologies de leurs caractères, élucider leurs relations de parenté, afin de comprendre la construction de leur forme et les conditions de leur adaptation.

Quelques dates

- 1973 Doctorat ès Science, université Paris 6
- 1973-1974 Assistant de recherche et de conservation, Musée suédois d'histoire naturelle, Stockholm
- 1975 Recrutement au CNRS, à l'Institut de paléontologie du Muséum national d'histoire naturelle
- 1980 Doctorat d'État, université Paris 6
- 1980, 1985 Médailles de bronze, puis d'argent, du CNRS
- 1999-2000 *Honorary Research Fellow, Natural History Museum, Londres*
- 2008 Grand Prix Simone et Cino Del Duca de l'Académie des Sciences



© DR

THOMAS LECUIT

Thomas Lecuit est biologiste cellulaire et du développement. Il étudie la morphogenèse des tissus biologiques, c'est-à-dire leur organisation et leurs remodelages incessants. Ses recherches ont notamment permis de mettre en évidence les forces mécaniques à l'œuvre dans les processus assurant à la fois la cohésion et la plasticité de ces tissus.

Thomas Lecuit a toujours voulu comprendre, et su que le monde était compréhensible : enfant, il demandait sans cesse aux adultes ou recherchait dans les livres des explications dans tous les domaines des sciences. « *Je suis devenu chercheur autour de 10-11 ans. Initié par un grand-père, je cherchais de façon raisonnée des papillons en fonction de leur habitat, en découvrant qu'il y avait des hybrides naturels, des formes nouvelles, bref, que la nature*

évoluait. Qu'elle était non seulement belle, mais aussi intelligible, qu'observation et conceptualisation allaient de pair. »

En matière de biologie du développement, des données suggéraient l'existence d'une information biologique, échangée entre des groupes de cellules, capable d'induire et d'organiser le développement cellulaire et tissulaire à distance. Les progrès de la génétique et de la biologie moléculaire ont permis de révéler le déploiement spatial et temporel de cette information biologique, qui confère à chaque cellule ses coordonnées et son identité. Les molécules informatives ont été identifiées, et leur conservation dans le règne animal démontrée. Au cours de sa thèse à l'EMBL, à Heidelberg, Thomas Lecuit a testé un modèle général de déploiement de l'information développementale, appelé le morphogène. Il a montré que certains facteurs de croissance (BMP et Wnt), produits par un groupe de cellules, organisent à distance l'identité de leurs voisines en formant un gradient de concentration. L'expression des gènes impliqués dans le développement est alors fonction de la concentration de ces facteurs de croissance à un endroit donné, et le tissu, initialement uniforme, se trouve subdivisé en territoires distincts.

Depuis une quinzaine d'années, Thomas Lecuit a élargi ses recherches à l'étude des processus mécaniques

mis en œuvre au niveau cellulaire et tissulaire pour réaliser ce que l'information génétique et biochimique apporte en amont. Avec ses collaborateurs, il a ainsi découvert que la morphogenèse est un processus très dynamique au niveau cellulaire, révélant une plasticité insoupçonnée, et que celle-ci est contrôlée par des forces mécaniques subcellulaires. Ces forces contractiles sont dépendantes de moteurs moléculaires agissant sur les filaments d'actine, et sont polarisées dans les cellules par des voies de signalisation biochimique organisant l'orientation des remodelages cellulaires. Les forces d'adhésion entre cellules permettent, quant à elle, d'assurer la cohésion des tissus qui sont soumis à ces remaniements continus. Cette biomécanique du développement connaît un essor considérable, d'autant qu'elle fait l'objet d'un intérêt particulier non seulement dans les processus de différenciation et de reprogrammation cellulaires, mais aussi dans des processus pathologiques tels que la progression tumorale

Quelques dates

- 1991 Entrée à l'École normale supérieure (Ulm)
- 2001 Entrée au CNRS, création d'une équipe de recherche au sein de l'Institut de biologie du développement (IBDM), à Marseille
- 2006 Directeur de recherche CNRS
- 2009 Élu membre de l'EMBO
- 2011 Professeur invité au *National Center for Biological Sciences* à Bangalore.
- 2015 : Médaille d'argent du CNRS



© DR

LUDWIK LEIBLER

Ludwik Leibler travaille sur la physique et la chimie des polymères et des colloïdes. Ses théories sont à l'origine d'une activité expérimentale et industrielle intense. Il a récemment découvert les vitrimères, ainsi que la possibilité de coller des tissus biologiques grâce à des nanoparticules.

Élevé dans le milieu de la recherche dès sa plus tendre enfance, Ludwik Leibler a été attiré par la grande liberté de penser que celui-ci offrait. *« J'étais conscient que cette activité permettait une grande créativité et une richesse d'interactions avec des intelligences brillantes et humainement très ouvertes. Cet espoir a été comblé ! »*

Les polymères ont révolutionné les matériaux du 20^e siècle. Toutefois, dans le monde académique, ils intéressaient peu les départements de physique et de chimie traditionnels. Ludwik Leibler a alors la chance de contribuer à deux bouleversements majeurs : l'application aux polymères des méthodes de physique statistique, par les physiciens, et des méthodes de chimie supramoléculaire et covalente réversible, par les chimistes. Ses recherches dans le domaine le conduisent à concilier des cultures assez différentes : la physique et la chimie, la théorie et les expériences, le monde académique et le monde industriel. Ce mélange est devenu sa marque de fabrique. Ses études théoriques, désormais classiques, ont contribué de manière décisive à la compréhension des phénomènes d'auto-organisation dans les systèmes à base de polymères. À partir de là, Ludwik Leibler et ses collaborateurs

conçoivent des matériaux originaux, tel un plastique transparent obtenu en alliant deux polymères opaques. Ce produit est aujourd'hui commercialisé, notamment comme revêtement pour les cellules photovoltaïques.

Par ailleurs, Ludwik Leibler et ses collaborateurs mettent en valeur la puissance des liaisons réversibles et échangeables pour contrôler la structuration et la dynamique des polymères. Avec à la clé deux découvertes de rupture : le caoutchouc autocicatrisant capable, après une coupure totale, de se réparer par simple contact, et les vitrimères, une nouvelle classe de matériaux organiques qui, comme le verre de silice, combinent insolubilité et malléabilité à chaud. Grâce à ce même principe de liaisons échangeables, les chercheurs ont montré que des solutions de nanoparticules permettent de coller des tissus biologiques et, pourquoi pas, de réparer des organes.

Quelques dates

- 1976 Doctorat en physique théorique, université de Varsovie
- 1977 Post-doctorant au Collège de France, laboratoire de Pierre-Gilles de Gennes
- 1996 - 2001 Création du laboratoire mixte CNRS/Elf Atochem (Arkema)
- 2004 Élection à la *National Academy of Engineering* (États-Unis)
- 2004 - Direction du laboratoire *Matière molle et chimie*, ESPCI/CNRS, Paris
- 2012 Grand Prix de la Fondation de la Maison de Chimie



© DR

STÉPHANE MALLAT

Stéphane Mallat est spécialiste de l'analyse mathématique appliquée au traitement de l'information numérique sous toutes ses formes : images, sons, données. Il a introduit des représentations, notamment par ondelettes, qui isolent les structures importantes de l'information, et permettent d'améliorer le traitement des signaux.

« Ma passion pour la recherche est venue du hasard de rencontres avec des scientifiques remarquables comme Ruzena Bajcsy et Yves Meyer, et de la découverte des capacités fascinantes des mathématiques pour capturer l'essence d'applications sans liens apparents. »

Les idées principales au cœur des travaux de Stéphane Mallat viennent de ses allers-retours entre mathématiques et applications. Cela a commencé par les ondelettes, qui sont de petites ondes qui ressemblent à des notes de musique. Comme leurs ancêtres les sinusoïdes, elles peuvent représenter n'importe quelle grandeur physique, mais parfois de façon plus efficace. À partir d'un concept de traitement d'images, il a introduit avec Yves Meyer la théorie des multirésolutions, qui donne un cadre mathématique général pour définir les bases d'ondelettes. Cela lui a ensuite permis de développer l'algorithme rapide qui décompose n'importe quel signal numérique en somme d'ondelettes. Ces travaux ont notamment mené au standard de compression d'images JPEG-2000.

Stéphane Mallat a montré que l'analyse de signaux se fait efficacement dans des « dictionnaires » qui expriment de façon concise leurs composantes principales. Un enjeu important était d'isoler les structures élémentaires de la géométrie des images. Avec ses étudiants, il a construit les dictionnaires de bandelettes, qui ont de nombreuses applications en traitement d'images. Elles l'ont mené jusqu'à la création d'une

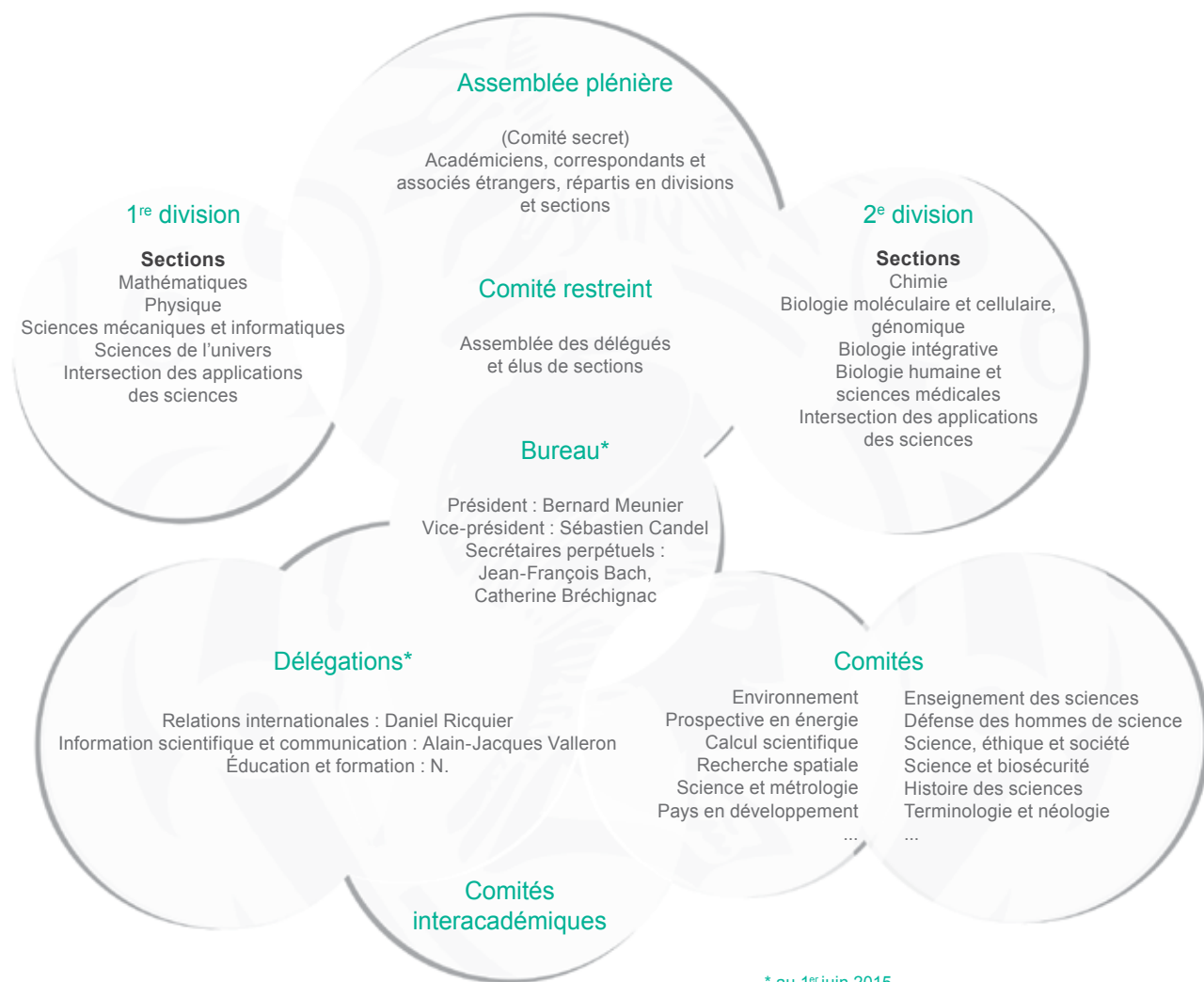
start-up, qui implante ces bandelettes dans des puces électroniques pour augmenter la résolution des images de télévision.

Au-delà des applications, pour Stéphane Mallat, le déluge actuel de masses de données ouvre des perspectives inattendues pour le traitement de l'information, qui s'approche de nos capacités cognitives. *« Les progrès de l'informatique révolutionnent notre compréhension des propriétés statistiques des systèmes complexes. Les frontières deviennent perméables entre des domaines aussi divers que la reconnaissance d'images, l'analyse du langage naturel ou le calcul d'énergies en chimie quantique. Établir de telles correspondances est l'un des charmes extraordinaires des mathématiques. »*

Quelques dates

- 1981-84 École polytechnique
- 1986-1988 PhD à l'université de Pennsylvanie
- 1988-1994 Professeur au *Courant Institute*, à New York University
- 1995-2012 Professeur à l'École polytechnique
- 2012- Professeur à l'École normale supérieure
- 2013 Médaille de l'innovation du CNRS

Pour décider des axes d'interventions et des choix stratégiques de l'Académie, les *Secrétaires perpétuels*, ordonnateurs de l'Académie des sciences, s'appuient sur des instances de gouvernance - *Assemblée plénière* des académiciens (ou *Comité secret*), *Comité restreint*, *Bureau* - et trois délégations - *Relations internationales*, *Information scientifique et communication*, *Éducation et formation*.



Ce document a été réalisé à l'occasion de la cérémonie de réception des nouveaux membres élus à l'Académie des sciences en 2014, organisée le 23 juin 2015.

Direction de la publication : Catherine Bréchnignac, Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences

Direction de la communication : Emmanuelle Chollet

Conception graphique et réalisation : Natacha Oliveira

Impression : Boudard Imprimeur - Juin 2015



Académie des sciences
23, quai de Conti - 75006 Paris
www.academie-sciences.fr