



INSTITUT DE FRANCE
Académie des sciences

LES ACADÉMICIENS ÉLUS EN 2017



Jean-Philippe Bouchaud



Eric Calais



Emmanuelle Charpentier



Alain Chedotal



Janine Cossy



Dominique Costagliola



François Forget



Alice Guionnet



Olivier Hermine



Jean Jouzel



Eric Karsenti



Jean-Paul Laumond



Ilan Marek



Eric Moulines



Benoît Perthame



Christophe Salomon



Jean-Loup Waldspurger



Francis-André Wollman



©DR



©M. Pelletier

L'Académie des sciences reçoit aujourd'hui solennellement dix-huit nouveaux membres dans ses rangs. Il s'agit là, sans conteste, de l'un des moments les plus particuliers dans la vie de notre institution. Accueillir de nouveaux académiciens, c'est forger l'Académie d'aujourd'hui en imaginant celle de demain. L'enjeu est, nous le savons, de taille. Il faut d'ores et déjà accompagner le rythme fulgurant des avancées de la science, en pleine conscience des mutations que connaît notre monde. Il faut s'interroger, débattre et avancer, sur des sujets qui, de plus en plus, explorent nos rapports parfois ambigus à la technologie, questionnent nos valeurs et notre identité en tant qu'êtres humains, et revisitent nos conceptions profondes d'habitants de la planète Terre. Il faut enfin faire entendre sa voix, car la parole de la science ne peut rien – ou presque – sans de bons ambassadeurs.

Chers nouveaux confrères, l'émotion que nous éprouvons à vous recevoir aujourd'hui traduit l'espérance que nous portons à travers vous pour relever ces défis. Aujourd'hui, et pour demain, l'Académie des sciences a besoin de vous. Que vous soyez spécialiste des probabilités aléatoires ou du programme de Langlands, de l'éconophysique ou des atomes froids, du traitement du signal ou de la modélisation du vivant, des climats des planètes ou des glaces polaires, de la synthèse de composés complexes ou de la chimie des molécules d'intérêt biologique, de l'édition génétique ou de la biodiversité planctonique, du développement du cerveau ou de la photosynthèse, de l'hématologie ou de l'épidémie de sida, de la géodésie spatiale ou des robots humanoïdes, soyez donc les bienvenus. Nous formons le vœu que cette Académie devienne vôtre, que vous vous y sentiez libres de penser, de discuter, de douter et d'échanger, au service de la science, de son progrès... et de la société.

Catherine Bréchnignac et Pascale Cossart
Secrétaires perpétuels de l'Académie des sciences

Au terme des élections ouvertes en 2017, l'Académie des sciences compte dix nouveaux membres dans la première division (sciences mathématiques et physiques, sciences de l'univers, et leurs applications) et huit dans la seconde division (sciences chimiques, biologiques et médicales, et leurs applications).

SCIENCES MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES, SCIENCES DE L'UNIVERS, ET LEURS APPLICATIONS

Section de mathématique

- + Alice GUIONNET p. 6
- + Jean-Loup WALDSPURGER p. 7

Section de physique

- + Jean-Philippe BOUCHAUD p. 8
- + Christophe SALOMON p. 9

Section des sciences mécaniques et informatiques

- + Éric MOULINES p. 10
- + Benoît PERTHAME p. 11
- + Jean-Paul LAUMOND, *élu au titre de l'inter-section des applications des sciences* p. 12

Section des sciences de l'univers

- + François FORGET p. 13
- + Jean JOUZEL p. 14
- + Éric CALAIS, *élu au titre de l'inter-section des applications des sciences* p. 15

SCIENCES CHIMIQUES, BIOLOGIQUES ET MÉDICALES, ET LEURS APPLICATIONS

Section de chimie

- + Ilan MAREK p. 16
- + Janine COSSY p. 17

Section de biologie moléculaire et cellulaire, génomique

- + Emmanuelle CHARPENTIER p. 18
- + Éric KARSENTI p. 19

Section de biologie intégrative

- + Alain CHÉDOTAL p. 20
- + Francis-André WOLLMAN p. 21

Section de biologie humaine et sciences médicales

- + Olivier HERMINE p. 22
- + Dominique COSTAGLIOLA p. 23



Depuis sa création par Colbert en 1666, l'Académie des sciences se consacre au développement et au rayonnement des sciences et de leurs applications. Les réflexions, débats et discussions qu'elle conduit ont pour rôle de fournir à la société, et notamment aux autorités gouvernementales, un cadre d'expertise, de conseil et d'alerte, vis-à-vis des grands sujets que pose notre époque dans ce domaine. Elle a en outre pour mission d'encourager la vie scientifique, de promouvoir l'enseignement des sciences, de transmettre les connaissances, et de favoriser dans ce contexte les collaborations internationales. Elle est l'une des cinq académies – aux côtés de l'Académie française, l'Académie des inscriptions et belles-lettres, l'Académie des beaux-arts et l'Académie des sciences morales et politiques – siégeant à l'Institut de France.



©G. Blot - Institut de France

UNE ASSEMBLÉE MULTIDISCIPLINAIRE

Constituée par les ordonnances royales des 20 janvier 1699 et 21 mars 1816, l'Académie des sciences est indépendante et pérenne ; elle est placée sous la protection du président de la République. C'est une personne morale de droit public à statut particulier aux termes de la loi de programme pour la recherche du 18 avril 2006. Depuis le décret de 2003, la moitié au moins des sièges à pourvoir par session d'élection est réservée à des candidats âgés de moins de 55 ans, en pleine activité professionnelle. Ses nouveaux statuts lui permettent désormais d'augmenter son effectif, afin de répondre à l'accroissement des connaissances. Elle s'assure ainsi une couverture la plus large possible de l'ensemble des domaines scientifiques, y compris les plus émergents.

Les académiciens sont répartis dans huit « sections » regroupées en deux « divisions ». La première comprend les sciences mathématiques et physiques, les sciences mécaniques et informatiques, les sciences de l'univers, et leurs applications ; la

seconde division regroupe les sciences chimiques, biologiques et médicales, et leurs applications. Il existe également une « inter-section » des applications des sciences, dont chaque membre appartient aussi à une des huit sections précitées.

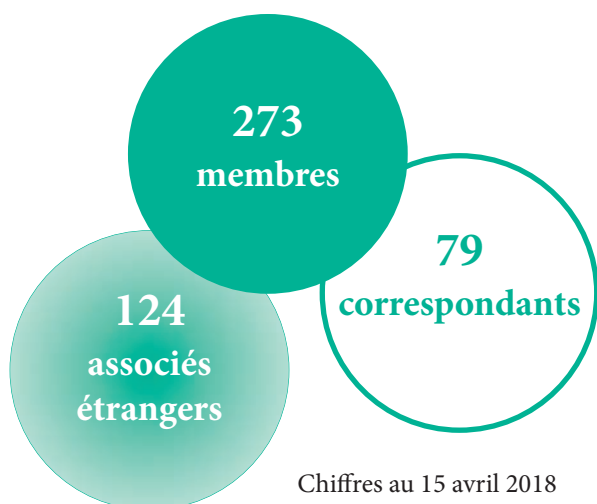
Les académiciens exercent leur mission au sein de comités de réflexion thématiques permanents et de groupes de travail ad hoc créés sur des sujets d'actualité ; ils allient les avantages de l'excellence et de la compétence sur chaque sujet pointu, et du dialogue interdisciplinaire au meilleur niveau entre personnes qui ont l'habitude d'interagir ensemble. Ces comités et groupes constituent la pierre angulaire du rôle de conseil et d'expertise de l'Académie.

L'Académie élit également des associés étrangers qui contribuent à sa réputation internationale. Elle s'appuie aussi sur l'expertise de correspondants – élus jusqu'en 2000 –, qui participent à son activité.





“ *Depuis le décret de 2003, la moitié au moins des sièges à pourvoir par session d’élection est réservée à des candidats âgés de moins de 55 ans, en pleine activité professionnelle.* ”



Chiffres au 15 avril 2018

Un peu d’histoire

C’est Colbert qui, en 1666, décide de créer une académie réunissant, en un lieu de réflexion, les savants de l’époque. Le roi Louis XIV élève en 1699 cette assemblée au rang d’Académie royale des sciences, avant que celle-ci ne soit, comme les autres académies, dissoute sous la Révolution. En 1795, un institut des sciences et des arts, organisé en trois classes – sciences physiques et mathématiques ; littérature et beaux-arts ; sciences morales et politiques –, vient prendre le relai. Sous Napoléon, cet institut, baptisé Institut de France, investit l’ancien collège de Quatre-Nations, quai de Conti. Les classes deviennent par la suite des académies : Académie française, Académie royale des inscriptions et belles-lettres, Académie royale des sciences, et Académie royale des beaux-arts, bientôt rejointes par l’Académie royale des sciences morales et politiques. Ces cinq académies, qui de nos jours ont perdu leur qualificatif de « royal », sont toujours réunies au sein de l’Institut de France.



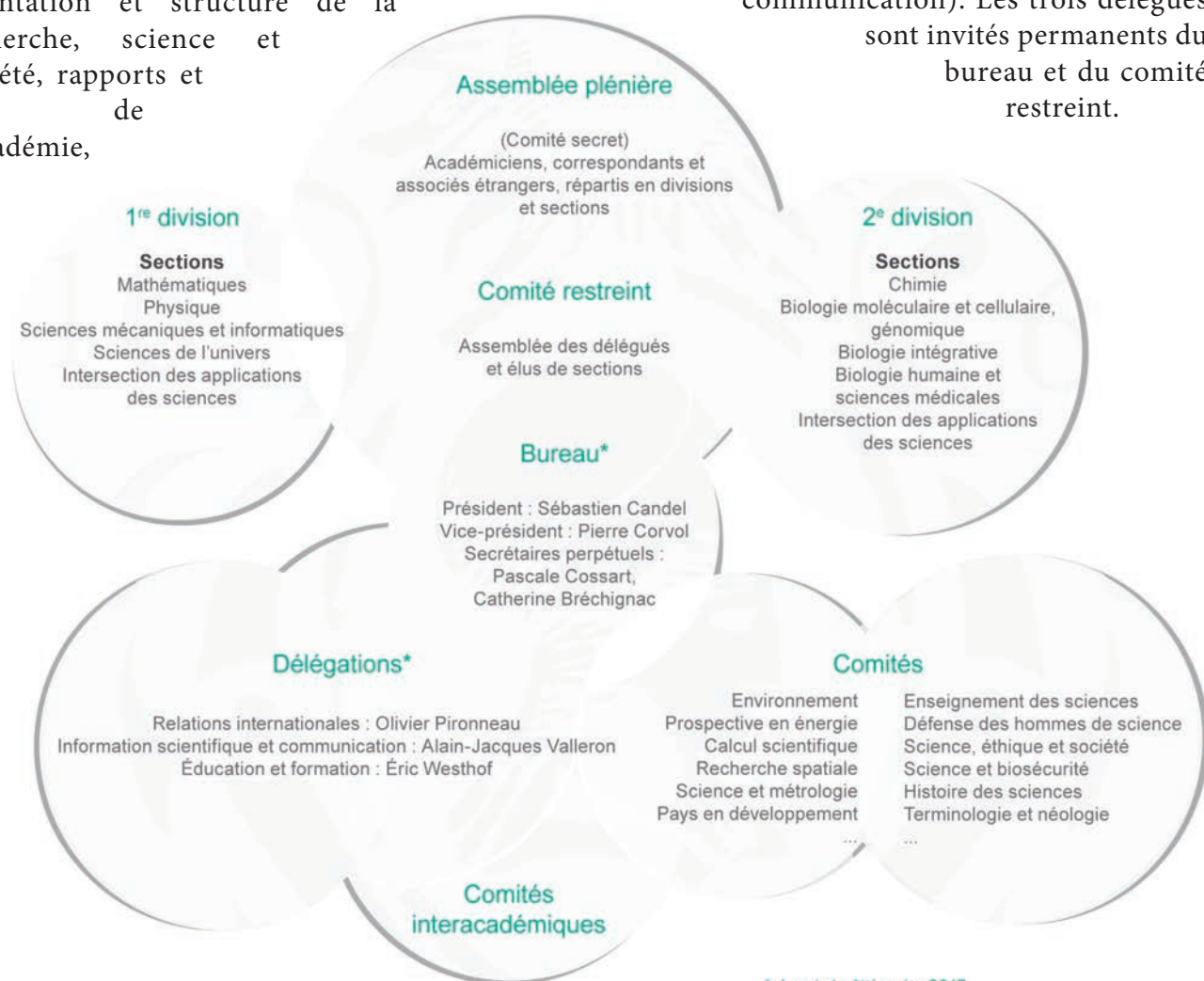
UNE GOUVERNANCE RIGoureuse

L'Académie des sciences est gérée par un bureau composé du président, du vice-président et des deux secrétaires perpétuels – un(e) par division. Le bureau, présidé par le président de l'Académie, organise la vie scientifique et les travaux de l'Académie et veille à son bon fonctionnement. Les décisions relatives aux budgets et à la gestion des personnels et des fondations, donations et propriétés de l'Académie sont prises sous la responsabilité des secrétaires perpétuels, après avis de la commission administrative, composée des membres du bureau et de deux membres élus.

Le « comité restreint », constitué des membres du bureau, des deux académiciens de la commission administrative, des délégués des huit sections et de l'inter-section des applications et de membres élus, est réuni une fois par mois. Il définit les axes de travail et de réflexion de l'Académie : orientation et structure de la recherche, science et société, rapports et avis de l'Académie,

propositions de colloques, création de comités, etc. Les décisions de l'Académie sont préparées par le comité restreint, puis proposées au vote du « comité secret ». Ce terme historique désigne l'assemblée générale formée des seuls académiciens et membres associés étrangers, en l'absence de tout public. Cependant, la plupart des séances de l'Académie sont publiques et prennent la forme de conférences-débats, de colloques, de rencontres ou de séances solennelles sous la coupole consacrées à des événements spéciaux (cérémonie de remise des prix, accueil des nouveaux élus...).

Trois délégations, confiées à des académiciens, contribuent à la mise en œuvre de la politique de l'Académie sous la responsabilité du bureau (relations internationales, éducation et formation, information scientifique et communication). Les trois délégués sont invités permanents du bureau et du comité restreint.



* depuis le 1^{er} janvier 2017



COMMENT DEVIENT-ON ACADÉMICIEN ?

Les académiciens sont élus à vie, à l'issue d'un processus d'élection rigoureux en plusieurs étapes s'échelonnant sur presque une année, dont le résultat est ratifié par décret officiel du Président de la République.

- ▶ En début d'année civile, sur proposition du bureau, l'Académie décide en « comité secret » (séance plénière des membres de l'Académie) de l'ouverture éventuelle d'une session d'élection, en général de deux membres par section.
- ▶ L'Académie fixe alors le nombre total des sièges à pourvoir, ainsi que leur répartition par section et/ou par intitulé. La moitié au moins de ces sièges doit être réservée à des candidats âgés de moins de 55 ans au 1^{er} janvier de l'année d'élection.
- ▶ Les candidatures ne peuvent être proposées que par des membres de l'Académie : on ne se porte pas candidat à l'Académie des sciences. Ces propositions se font au sein des sections disciplinaires qui, en général, identifient un assez grand nombre de scientifiques potentiels. Ces candidatures sont soumises à un premier vote au sein des sections, qui en transmettent au bureau les résultats, sous forme d'une liste restreinte comprenant au moins trois candidats par poste.
- ▶ Une « commission électorale », au sein de laquelle toutes les disciplines sont représentées arrête la liste finale des candidats à chaque poste et les affecte à une « commission de mise en lignes », qui sera chargée de les classer. Ces commissions sont constituées majoritairement de membres des sections relevant du domaine de chaque poste, mais comprennent aussi des académiciens d'autres disciplines, toujours dans l'esprit d'interdisciplinarité cher à l'Académie des sciences. Le président de chaque commission est issu d'une section différente de la thématique du poste ouvert. Il ne prend pas part au vote, garantit l'impartialité du débat et l'égalité de traitement des candidats.
- ▶ Chaque candidat est présenté à la commission de mise en lignes par son « présentateur » qui, par définition, lui est favorable, et par un rapporteur, qui n'est pas nécessairement spécialiste de la discipline, ne présente pas de liens de travail avec le candidat, et qui donne un éclairage plus distancié.
- ▶ Après délibération, chaque commission de mise en lignes inscrit en « première ligne » la personnalité ayant obtenu la majorité des suffrages ; puis elle vote à nouveau pour identifier le candidat qui sera présenté « en seconde ligne ».
- ▶ Les propositions des commissions sont présentées en « comité secret » au cours d'une séance où chacun peut s'exprimer. Les élections ont lieu au moins une semaine après, à l'issue d'une nouvelle brève présentation effectuée par les rapporteurs. Pour chaque poste, le membre élu est celui qui a obtenu la majorité absolue des votes.
- ▶ Les résultats d'une session d'élection sont proposés à l'approbation du Président de la République. Les nouveaux membres sont définitivement nommés dès la publication du décret au journal officiel.

Chaque membre s'inscrit dans la section de son choix.

Un membre élu au titre de l'inter-section des applications des sciences doit choisir une section de rattachement.



©DR

ALICE GUIONNET

Alice Guionnet est une mathématicienne, spécialiste de la théorie des probabilités et en particulier des phénomènes aléatoires en grande dimension. Ses travaux sont souvent inspirés par des questions du domaine de la physique, auxquelles elle apporte des preuves mathématiques avec une approche nouvelle.

Ancienne élève de l'École normale supérieure (ENS), Alice Guionnet débute sa carrière avec une thèse sur la dynamique des verres de spins, des concepts de mécanique statistique qui modélisent des matériaux comme les verres ou les polymères. Elle s'attache à comprendre le vieillissement physique que subissent ces matériaux, dont les propriétés évoluent sur des échelles de temps très longues. Ses travaux constituent à l'époque une avancée marquante, qui lui vaut d'être recrutée au CNRS avant même la fin de son doctorat. Elle est aujourd'hui directrice de recherche au CNRS, dans l'unité de mathématiques pures et appliquées de l'ENS de Lyon.

Les modèles de verres de spins utilisent souvent des coefficients aléatoires pour quantifier l'intensité de l'interaction entre les particules. Celle-ci dépend en effet de la distribution des impuretés du milieu, elle-même fonction du choix de l'échantillon. C'est ainsi que les modèles de verres de spins ont recours aux matrices aléatoires, figurant dans ce cas des tableaux des coefficients d'interaction. C'est ce qui amène Alice Guionnet à s'intéresser à ces objets, qui deviennent alors

l'axe central de ses recherches. Elle étudie en particulier leurs liens avec les probabilités libres dites de Voiculescu. Ce thème établit des liens profonds entre les probabilités classiques, les spectres de grandes matrices aléatoires et les algèbres d'opérateurs. Alice Guionnet utilise ainsi la théorie des grandes déviations, qui permet d'étudier la probabilité d'événements rares, afin de comparer deux entropies définies par Voiculescu comme analogues non-commutatifs de l'entropie introduite par Shannon. Elle apporte également la preuve du théorème du « Single Ring », qui indique que les matrices non normales tirées au hasard ont un spectre qui se concentre dans un anneau (ring) du plan complexe.

Plus récemment, Alice Guionnet s'est également investie dans le domaine des pavages aléatoires. Dans ce type de problèmes, on envisage un domaine du plan qui doit être recouvert intégralement de losanges. Dans certains cas, il y a de nombreuses combinaisons possibles. L'objectif est de comprendre comment ces pavages s'ordonnent pour un pavage typique. Alice Guionnet revisite ces questions en établissant de nouveaux liens avec les grandes matrices aléatoires.

Quelques dates

1989-1993	École normale supérieure de Paris
1995	Thèse sur le vieillissement des verres de spins
1993-2005	Chargée de recherche au CNRS
Depuis 2005	Directeur de recherche au CNRS
2009	Prix Loeve
2010	Médaille d'argent du CNRS
2012-2015	« Full professor » au département de mathématiques du Massachusetts Institute of Technology (MIT)
2015	Directeur de recherche CNRS à l'ENS de Lyon

JEAN-LOUP WALDSPURGER

Jean-Loup Waldspurger est un mathématicien dont les domaines d'études concernent principalement la théorie des nombres – branche des mathématiques s'intéressant aux nombres entiers – et les formes automorphes, fonctions fortement reliées à cette théorie. Ses contributions à la conjecture de transfert et au lemme fondamental ont été décisives pour la résolution d'une partie importante du programme de Langlands.



©DR

Ancien élève de l'École normale supérieure de Paris, Jean-Loup Waldspurger soutient une thèse d'arithmétique sur un sujet qui constituera l'axe central de l'ensemble de ses travaux : les formes automorphes, des fonctions mathématiques à la frontière de l'analyse et de l'arithmétique. Après sa thèse, il entre au CNRS et, dans la continuité de ces recherches, s'investit dans l'étude de la théorie dite de l'endoscopie, domaine constituant l'un des pans du programme de Langlands. Ce champ de recherche est né à la fin des années 1960 quand le canadien Robert Langlands proposa l'existence de liens très étroits entre la théorie des formes automorphes et celle des représentations des groupes de Galois. Un coup de tonnerre dans le monde des mathématiques... Encore restait-il à prouver les conjectures avancées par Langlands. Or, depuis les années 1980, le programme de l'endoscopie était au *stato quo*, bloqué dans la résolution d'une étape majeure, appelée « lemme fondamental ». Les travaux de Jean-Loup Waldspurger ont apporté des

éléments capitaux, qui ont par la suite permis de résoudre ce lemme, l'étape décisive ayant été franchie par le vietnamien Ngô Bảo Châu. Ils ont valu en 2009 au mathématicien français le prestigieux prix Clay.

Le programme de Langlands a ouvert de nouvelles perspectives, qui nourrissent toujours les mathématiques d'aujourd'hui, et en particulier les travaux de Jean-Loup Waldspurger. Le champ de ses recherches couvre notamment la correspondance de Shimura, la preuve de la correspondance de Howe pour les groupes p -adiques, le spectre discret des groupes linéaires, les intégrales orbitales nilpotentes et l'endoscopie des groupes classiques non ramifiés, ou encore la preuve de la conjecture locale de Gross-Prasad... Dans ces domaines, Jean-Loup Waldspurger est l'auteur d'une dizaine de résultats considérés comme de première importance par la communauté des mathématiciens. Son œuvre couvre quelque 4000 pages, et fait de lui l'une des références mondiales de la théorie de Langlands.

Quelques dates

1972 – 1976	École normale supérieure de Paris
1975	Agrégation de mathématiques
1976	Chargé de recherche au CNRS, affecté à l'École normale supérieure de jeunes filles (ENSJF), puis dans l'équipe de Théorie des groupes de Paris VII.
1986	Directeur de recherche à l'Institut de mathématiques de Jussieu
1996	Médaille d'argent du CNRS
1996	Prix Mergier-Bourdeix de l'Académie des sciences
2009	Prix Clay





©DR

JEAN-PHILIPPE BOUCHAUD

Jean-Philippe Bouchaud est à la fois physicien spécialiste de la mécanique statistique et l'un des pionniers de l'éconophysique. Cette discipline applique les concepts de physique statistique à l'analyse des systèmes économiques et des marchés financiers. En parallèle de son parcours académique, Jean-Philippe Bouchaud est le président et l'un des fondateurs de la société CFM, un leader mondial de la gestion financière dite « quantitative », c'est-à-dire fondée sur une analyse statistique des marchés.

Mener des travaux de physique fondamentale reconnus au plus haut niveau et diriger de front l'un des plus gros fonds d'investissement français, avec 200 employés à Paris, New York et Tokyo... c'est le quotidien de Jean-Philippe Bouchaud. Le parcours atypique de ce théoricien se construit d'abord dans le domaine de la mécanique statistique. A l'École normale supérieure (ENS), il s'intéresse durant sa thèse au transport dans les gaz quantiques polarisés. Il travaille ensuite au CNRS, puis au CEA, sur les systèmes dits désordonnés. Les modélisations de Jean-Philippe Bouchaud se caractérisent par leur simplicité, qui leur confère une puissante efficacité. Il se penchera ainsi sur un très large spectre de problématiques, des phénomènes de vieillissement physique liés au désordre à la statistique des événements extrêmes et leur lien avec le refroidissement laser. Il contribuera ensuite à éclaircir les mécanismes physiques à l'origine du gel du mouvement des molécules dans les systèmes vitreux. Au début des années 1990, ses recherches en physique statistique l'orientent naturellement vers le monde de

l'économie, pour lequel il a l'intuition que les concepts et les méthodes qu'il développe sont transposables. En 1994, il cofonde la société Science et Finance, qui fusionnera en 2000 avec CFM, fondée par son ami Jean-Pierre Aguilar, disparu prématurément en 2009. La société gère des actifs en donnant la primauté aux données. La modélisation cherche à intégrer les imperfections des marchés, comme les biais cognitifs, les paniques et les négligences humaines qui engendrent des instabilités et des crises économiques ou financières. De tels effets remettent en cause les notions classiques d'efficacité des marchés et de risque nul, point de départ de nombreux modèles utilisés par les ingénieurs financiers. Depuis 2006, Jean-Philippe Bouchaud a quitté le CEA pour se consacrer pleinement à CFM. Il n'en poursuit pas moins ses recherches théoriques... en prenant pour laboratoire la réalité des marchés financiers. Il partage aussi sa passion pour l'interdisciplinarité en donnant un cours sur les « systèmes complexes » à l'École polytechnique puis, depuis 2017, à l'ENS.

Quelques dates

1985	Thèse à l'École normale supérieure sur les gaz quantiques polarisés
1985 – 1992	Chercheur au CNRS
1992-1993	Séjour au laboratoire Cavendish de Cambridge
1993-2006	Ingénieur puis expert senior au CEA
1994	Création de la société Science et Finance
1996	Médaille d'argent du CNRS
2000	Fusion de Science et Finance avec CFM, dont il prend la présidence
2000-2008	Professeur à l'ESPCI
2009	Création de la fondation CFM pour la recherche
2009-2017	Professeur à l'École polytechnique
2017	Prix « Quantitative analyst of the year » du magazine Risk

CHRISTOPHE SALOMON

Spécialiste de l'optique quantique et des atomes froids, Christophe Salomon s'intéresse à la superfluidité des gaz quantiques et à la mesure du temps à l'aide d'horloges atomiques. Pionnier de ce champ disciplinaire, il a contribué à donner à la France une position de leader mondial dans le domaine.



©DR

Fasciné par les premiers travaux aux États-Unis sur la manipulation d'objets et d'atomes par laser, Christophe Salomon s'initie à ces nouvelles techniques à l'université du Colorado, avant de rejoindre le premier groupe de recherche en France sur les atomes froids, créé par Claude Cohen-Tannoudji à l'École normale supérieure. Il est aujourd'hui directeur de recherche CNRS au laboratoire Kastler Brossel. « *Physicien expérimentateur, j'apprécie le privilège de pouvoir travailler en totale liberté sur des sujets exploratoires et la joie profonde de la découverte lorsque les signaux recherchés en équipe, après plusieurs mois de labeur, apparaissent pour la première fois sur un écran d'ordinateur !* »

Refroidis par la lumière tout proche du zéro absolu, les gaz d'atomes possèdent une agitation thermique très faible, et peuvent être utilisés pour mesurer avec grande précision le temps, l'espace et la gravitation. En collaboration avec André Clairon, Christophe Salomon a mis au point la première horloge à césium fonctionnant en fontaine atomique. Ces horloges ultra-précises sont

aujourd'hui à la base du temps atomique international et de technologies de pointe comme le GPS. Christophe Salomon s'est également investi dans le projet spatial européen ACES/PHARAO. Celui-ci vise à étudier le fonctionnement des horloges atomiques dans l'espace, en l'absence de gravité, pour mener des tests plus précis de la relativité générale d'Einstein.

En dessous du microkelvin, les atomes révèlent également des comportements quantiques spectaculaires, comme la condensation de Bose-Einstein ou la superfluidité, le transport de particules sans friction. Christophe Salomon et son équipe ont été les premiers à observer les oscillations de Bloch d'atomes ultrafroids et les solitons d'ondes de matière. Ils ont également joué un rôle déterminant dans la compréhension du lien entre la superfluidité des paires de Cooper pour des fermions en interaction attractive et la condensation de Bose-Einstein de ces paires fortement liées. Ces travaux ont ouvert la voie à une physique à N-corps quantitative dans le régime des fortes corrélations, un sujet en fort développement aujourd'hui.

Quelques dates

1973-1976	École centrale des arts et manufactures de Paris
1979	Thèse de troisième cycle
1980	Chargé de recherche au CNRS, laboratoire de physique des lasers, université Paris-Nord
1984	Thèse en spectroscopie laser à haute résolution. Séjour post-doctoral au JILA, université du Colorado (États-Unis)
1985	Chargé de recherche CNRS au laboratoire Kastler Brossel (LKB), École normale supérieure de Paris
2000	Directeur de recherche CNRS, responsable du groupe « Atomes froids » avec Jean Dalibard
2000	Prix Mergier-Bourdeix de l'Académie des sciences
2008	Responsable du groupe « Gaz de Fermi ultrafroids » au LKB
2011	Prix Gay-Lussac Humboldt
2012	Grand prix Louis D. de l'Institut de France





©École polytechnique

ÉRIC MOULINES

Éric Moulines est un statisticien. Il conçoit et analyse des méthodes numériques de simulation et d'optimisation de modèles statistiques, avec des applications dans le domaine du traitement du signal et des sciences des données. Il a contribué au développement de toute une école du traitement statistique du signal en France. Ses centres d'intérêt vont de la théorie et des méthodes aux applications industrielles.

« J'entendais parler de transformée de Fourier à la table familiale avant même d'avoir franchi les portes du lycée. C'est assez naturellement que le traitement du signal a éveillé ma curiosité scientifique ». Éric Moulines intègre ainsi l'École polytechnique en 1981, et y découvre les statistiques et les probabilités. Poursuivant ses études à Télécom ParisTech, il s'intéresse ensuite au traitement du signal et des images, domaine alors en pleine émergence. Il entre au Centre national d'études des télécommunications pour y conduire une thèse sur le traitement automatique de la parole. Il se penche alors sur les liens étroits et fructueux entre traitement de la parole et modélisation statistique, et développe son goût pour les méthodes numériques d'estimation.

De retour à Télécom ParisTech en 1990, Éric Moulines oriente ses travaux vers le traitement statistique des signaux et des images. Il s'investit alors dans son rôle de professeur et renouvelle l'offre d'enseignement en statistique et en traitement du signal. Parallèlement, il mène différents travaux de recherche. Les premiers concernent les méthodes « sous-espace » pour l'estimation de systèmes linéaires

multivariés, la séparation de sources indépendantes et la déconvolution autodidacte. Il s'intéresse ensuite aux chaînes de Markov cachées à états généraux, extension naturelle des modèles d'états linéaires gaussiens, à la base du traitement de signal « classique ». Il développe pour les chaînes de Markov cachées des méthodes de Monte Carlo séquentielles basées sur des systèmes de particules en interactions dont il analyse les propriétés de convergence. Il contribue également aux développements d'algorithmes de simulation de Monte Carlo par chaînes de Markov, pierre angulaire des méthodes statistiques bayésiennes, et à l'analyse de convergence quantitative de ces algorithmes – temps de mélange -. A partir de 2010, il oriente ses travaux vers le domaine des « mégadonnées » et de l'apprentissage statistique, car les outils développés pour le traitement statistique du signal s'adaptent très naturellement à ce nouveau contexte. L'essentiel de ses recherches aujourd'hui est centré sur le passage à l'échelle des algorithmes d'estimation et de prédiction et la quantification de l'incertitude en utilisant une approche bayésienne de l'apprentissage statistique.

Quelques dates

1981-1984	École polytechnique, entrée au Corps des Télécommunications (fusionné avec le corps des Mines).
1986-1990	Ingénieur de recherche au Centre national d'études des télécommunications (CNES) dans l'équipe « Synthèse de la parole ».
1990	Maître de conférences à Télécom ParisTech au sein du département « Traitement du signal et des images »
1996-2015	Professeur à Télécom ParisTech. Création de l'équipe Méthode d'Inférence Statistique pour les Technologies de l'Information et de la Communication (MISTIC)
2010	Médaille d'argent du CNRS
2011	Grand prix France-Télécom de l'Académie de sciences
Depuis 2015	Professeur à l'École polytechnique au Centre de mathématiques appliquées.

BENOÎT PERTHAME

Benoît Perthame est spécialiste des mathématiques appliquées à la biologie. Il a ouvert la voie et développé une nouvelle discipline consistant à appliquer à l'étude et à la simulation des phénomènes biologiques des outils mathématiques tels que les équations aux dérivées partielles. Il est aujourd'hui directeur du laboratoire Jacques-Louis Lions.



©UPMC/L. Ardhuin

Le trafic routier, la déformation d'un pneu de vélo, les prévisions météorologiques, l'application d'un spray collutoire pour apaiser une gorge douloureuse... tous ces phénomènes peuvent s'interpréter comme des écoulements de fluides, et être ainsi modélisés, étudiés et simulés en calculant des équations aux dérivées partielles, l'objet mathématique qui relie les variations en temps et espace. Ces dernières constituent le cœur des recherches de Benoît Perthame.

Ancien élève de l'École normale supérieure (ENS), le mathématicien s'intéresse d'abord aux outils fondamentaux de la théorie cinétique des gaz. Professeur à l'université Pierre-et-Marie-Curie et à l'ENS, il introduit de nouveaux outils mathématiques visant notamment à analyser et à simuler numériquement des modèles issus de la mécanique des fluides ou de la physique, des domaines où les constantes sont bien mesurées. En biologie, en revanche, les données sont changeantes, en constante évolution et modulées par l'environnement. Rendre compte de cette variabilité impose de revoir en profondeur les paradigmes des équations aux dérivées partielles. Une voie de recherche audacieuse dans

laquelle s'investit alors Benoit Perthame, pionnier de cette nouvelle discipline. A l'Inria, il met en place une fructueuse collaboration entre mathématiciens et biologistes, et fonde l'équipe BANG. Le groupe s'applique à développer des modèles mathématiques en science du vivant, à visée biomédicale.

Benoit Perthame dirige aujourd'hui le laboratoire Jacques-Louis Lions (Sorbonne-Université/CNRS/université Paris-Diderot). Ses travaux portent sur des sujets très variés se prêtant à la modélisation, tels que l'évolution darwinienne, les assemblées de neurones, l'auto-organisation de populations de cellules ou encore la croissance tumorale. Dans ce dernier domaine, par exemple, la modélisation permet de simuler, à partir d'images médicales réelles, l'évolution du cancer d'un patient et de tester, de manière personnalisée, l'efficacité d'une chimiothérapie, afin d'en adapter les modalités d'administration. Benoît Perthame, très investi sur le sujet, travaille à la compréhension et à l'optimisation des modèles mathématiques permettant ces simulations, à la croisée entre simulation numérique, physique et sciences de la vie.

Quelques dates

1979 – 1983	Étudiant à l'École normale supérieure (ENS)
1983	Doctorat de mathématiques à l'université Paris IX
1993 – 1997	Professeur à l'université Pierre-et-Marie-Curie
1997	Médaille d'argent du CNRS
1997-2007	Professeur à l'ENS
Depuis 2007	Professeur à l'université Pierre-et-Marie-Curie
Depuis 2013	Directeur du laboratoire Jacques-Louis Lions
2015	Grand prix Inria de l'Académie des sciences





©DR

JEAN-PAUL LAUMOND

Jean-Paul Laumond est roboticien, spécialiste de l'algorithmique de la planification de mouvements pour les robots industriels, les robots mobiles et les robots humanoïdes. Pionnier de la discipline, il a participé, aussi bien en tant que chercheur, enseignant et entrepreneur, à son développement en France. Il est actuellement directeur de recherche au laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes (LAAS), au CNRS.

Depuis les années 1960, qui ont vu l'arrivée des premières machines automatisées sur les chaînes d'assemblage des usines automobiles, la robotique est en plein essor. Jean-Paul Laumond est l'un des acteurs majeurs de la discipline en France. Professeur de mathématiques en lycée au début de sa carrière, il soutient une thèse en robotique à l'université de Toulouse, avant d'intégrer le CNRS. Ses travaux portent alors sur la planification du mouvement des robots mobiles, systèmes non holonomes soumis à des équations différentielles non intégrables. Outre ses contributions théoriques dans le domaine, Jean-Paul Laumond participe à la programmation d'Hilare, premier robot mobile autonome manœuvrant une remorque. Ces travaux fourniront quelques années plus tard les bases de la simulation des convois de transport des composants de l'Airbus A320.

Jean-Paul Laumond s'intéresse ensuite au calcul de trajectoires complexes, comme celles du problème « du déménageur de piano », consistant à déplacer, sans collision, un objet dans un espace contraint. C'est dans le cadre de ces travaux qu'il fonde en 2000 Kineo-Cam, une

start-up commercialisant des logiciels de prototypage virtuel pour le calcul automatique de mouvements, principalement pour les secteurs de l'automobile et de l'aéronautique. Il a notamment été responsable de la planification d'un robot médical développé par la société Optivus et utilisé en protonthérapie. Kineo-Cam a été rachetée par Siemens en 2012.

Les travaux de Jean-Paul Laumond portent aujourd'hui sur les fondements calculatoires de l'action anthropomorphe, chez l'homme et pour les robots humanoïdes. « *La robotique humanoïde, c'est comprendre l'intelligence du corps dialoguant avec la gravité* » explique-t-il. Sur ce thème, il crée en 2006 l'équipe de recherche Gepetto au sein du LAAS. Il anime le projet Actanthrope, programme pluridisciplinaire combinant robotique, biomécanique et neurosciences computationnelles, et soutenu par l'*European Research Council* (ERC). Jean-Paul Laumond enseigne à l'École normale supérieure. Il a été le titulaire 2011-2012 de la Chaire innovation technologique Liliane Bettencourt du Collège de France, et est membre de l'Académie des technologies depuis 2015.

Quelques dates

1976	Maîtrise de mathématiques
1977-1983	Professeur de mathématiques en lycée
1984	Thèse de robotique à l'université Paul-Sabatier de Toulouse
1985	Entrée au CNRS en tant que chargé de recherche
Depuis 1990	Enseignant en robotique à l'École normale supérieure de Paris
2000 -2002	Mise à disposition du CNRS – création de la start-up Kineo-CAM
2003	Retour au CNRS, au sein du laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes (LAAS)
2005-2008	Co-directeur du laboratoire franco-japonais JRL (Joint Robotics Laboratory, AIST/CNRS) en robotique humanoïde
2006	Création et direction de l'équipe de recherche Gepetto au LAAS
2011-2012	Titulaire de la Chaire Innovation technologique Liliane Bettencourt du Collège de France
Depuis 2011	Directeur de recherche de classe exceptionnelle au LAAS-CNRS



FRANÇOIS FORGET

François Forget est planétologue. Il modélise le climat des planètes du système solaire et extrasolaire en adaptant à ces mondes les simulateurs numériques utilisés pour prévoir les changements climatiques sur Terre. Spécialiste de Mars, il est impliqué dans de nombreuses missions spatiales. Outre une meilleure connaissance de l'Univers, ses recherches renseignent sur notre propre planète, et contribuent à mieux comprendre les possibilités de vie ailleurs.



©DR

François Forget voulait devenir explorateur. Il est aujourd'hui l'un des spécialistes mondiaux du climat des planètes, et fait partie intégrante des équipes scientifiques de nombreuses missions spatiales. « *La réalité a en quelques sortes dépassé mes rêves d'enfant, explique-t-il. Mais plus généralement, je me rends compte aujourd'hui que la recherche toute entière n'est qu'une grande exploration* ».

Ingénieur offshore travaillant sur des problématiques de pipelines sous-marins, il est recruté par le CNES, et est détaché à la NASA. Ce sont les échanges qu'il établit avec les chercheurs et la découverte de leur métier qui le poussent à changer de voie et à s'orienter vers une thèse au laboratoire de météorologie dynamique (LMD). Après un post-doctorat au CNES sur l'étude de la planète Mars, il entre au LMD en tant que chargé de recherche CNRS, où il crée l'équipe « Planétologie ». Il est aujourd'hui directeur adjoint du LMD.

Les travaux de François Forget visent à modéliser les conditions climatiques régnant sur les planètes à atmosphère, et en particulier sur Mars. Les modèles que développe son équipe sont précis, ambitieux : il

s'agit de recréer, à partir des équations universelles de la physique, la réalité dans ses moindres détails : insolation, circulation atmosphérique, turbulence... En appliquant à ces systèmes les simulateurs météorologiques utilisés sur Terre, les calculs doivent pouvoir prédire, en chaque point et à chaque minute, les phénomènes physiques qui s'y déroulent, comme la formation de nuages, ou de tornades. Ces travaux ont aussi permis d'étudier le climat primitif ayant régné sur Mars et la Terre, d'expliquer la distribution de glaciers à la surface de certaines planètes ou encore d'estimer si certaines exoplanètes peuvent être propices à la vie. François Forget participe en outre à la préparation et à l'analyse des observations de nombreuses missions spatiales de l'Agence spatiale européenne et de la NASA, vers Mars, Pluton ou Vénus. La comparaison des simulations numériques avec les observations recueillies par les missions spatiales constitue un puissant moteur, à la fois pour explorer l'Univers, mais également pour comprendre notre planète à l'aune de la connaissance d'autres mondes.

Quelques dates

1988-1991	Ingénieur de l'École nationale supérieure de techniques avancées (ENSTA)
1991-1992	Ingénieur offshore (La Défense)
1992-1993	Ingénieur CNES, NASA Ames Research Center (USA)
1993-1996	Doctorat au laboratoire de météorologie dynamique (LMD), université Pierre-et-Marie-Curie
1996-1998	Post-doctorat au CNES
1998	Chargé de recherche au CNRS, LMD
2001	Médaille de bronze du CNRS
2004-2005	Chercheur à la NASA
2007	Lauréat de la fondation Del Duca de l'Institut de France
2014	Médaille David Bates de l'European Geophysical Union
Depuis 2016	Directeur adjoint du LMD



©DR

JEAN JOUZEL

Jean Jouzel est l'une des grandes figures de la lutte contre le réchauffement climatique. Spécialiste des glaces du Groenland et de l'Antarctique, il a pris part à de nombreux programmes de forages polaires visant à reconstituer le climat terrestre passé. Ses travaux ont apporté tout un ensemble d'informations – sur le rôle des gaz à effet de serre, l'existence de variations climatiques rapides, ... – incontournables vis à vis de l'évolution future de notre climat.

Lorsque la vapeur d'eau se transforme en neige, celle-ci intègre davantage de deutérium et d'oxygène 18, deux isotopes dits lourds de l'hydrogène et de l'oxygène. En conséquence, la teneur isotopique de la neige dépend de sa température de formation. L'analyse des glaces polaires se révèle ainsi un formidable outil pour étudier les phénomènes météorologiques et comprendre l'évolution du climat de la planète. Jean Jouzel est de ceux qui ont pris part à cette passionnante aventure. La carrière de ce climatologue à la renommée internationale est jalonnée depuis les années 1970 de ses participations aux grands programmes internationaux de forages glaciaires, au Groenland et en Antarctique. Il a ainsi collaboré très activement au projet Vostok, qui, grâce à des carottages profonds en Antarctique, a permis de retracer l'histoire climatique et environnementale de la Terre sur plus de 400 000 ans. Il est également à l'origine et a dirigé le programme européen en Antarctique EPICA, qui a étendu l'échelle d'étude à

800 000 ans et a permis d'explorer les relations entre le climat du Groenland et celui de l'Antarctique.

Jean Jouzel a en outre mené des travaux de recherche pour développer la modélisation des isotopes de l'eau dans l'atmosphère et dans les précipitations à l'échelle globale. Il a ainsi considérablement fait progresser l'interprétation climatique des carottages de glaces polaires.

Jean Jouzel est également connu pour son engagement au sein du Groupe d'experts international sur l'évolution du climat (GIEC), organisation co-lauréate en 2007 du prix Nobel de la Paix, dont il était alors vice-président du groupe scientifique. S'appuyant sur les travaux du GIEC qui dressent un bilan de l'évolution du réchauffement climatique de la planète, il milite très activement pour une prise de conscience collective, afin d'établir des stratégies d'intervention à très court terme et à l'échelle mondiale.

Quelques dates

1968	École supérieure de chimie industrielle de Lyon – ingénieur chimiste
1974	Doctorat ès Sciences (Orsay)
1974-1991	Ingénieur puis directeur du laboratoire de géochimie isotopique (CEA)
1989-1995	Adjoint au directeur du laboratoire de glaciologie et de géophysique de l'environnement (CNRS)
1991-1997	Adjoint au directeur puis directeur du laboratoire de modélisation du climat et de l'environnement (LCME)
1998-2000	Responsable du groupe Climat du laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE)
2001-2008	Directeur de l'Institut Pierre Simon Laplace
2002	Médaille d'or du CNRS
Depuis 2009	Chercheur, puis directeur de recherche émérite au LSCE
2012	Prix Vetlesen, une des plus hautes distinctions en sciences de la Terre et de l'Univers



ÉRIC CALAIS

Éric Calais est un géologue-géophysicien, pionnier de l'utilisation des satellites artificiels pour mesurer les déformations sismiques de la croûte terrestre. Il est reconnu pour avoir développé et exploité dans ce domaine des outils de haute précision, ainsi que pour les applications qu'il a faites de ses observations, en particulier pour la connaissance du risque sismique.



©DR

La vocation scientifique d'Éric Calais résulte selon lui de son « *étonnement que les choses sont ce qu'elles sont* » – comme l'écrivait Aristote – et de son intérêt, depuis sa prime jeunesse, pour les activités d'extérieur, le « terrain » du géologue. Caraïbes, Asie centrale, Afrique de l'Est... les grands théâtres des processus tectoniques actifs de la planète, il en connaît ainsi les moindres détails. Et pour cause : il les scrute depuis l'espace grâce à des outils de haute précision qu'il a optimisés, comme le GPS et l'interférométrie radar InSAR. Les mesures – d'une exactitude rigoureuse – qu'il tire de ces techniques et les modèles géophysiques qu'il en a déduits ont contribué à faire de lui l'un des spécialistes mondiaux de la géodésie spatiale appliquée à l'étude des mouvements tectoniques et sismiques. Éric Calais a également nourri les sciences météorologiques et climatiques en exploitant de manière originale le GPS pour détecter la vapeur d'eau atmosphérique ou mesurer le bilan hydrologique sur les continents.

Mais la contribution de cet homme de terrain va bien au-delà de son œuvre scientifique, comme en

témoigne son expérience en Haïti. Au lendemain du séisme de 2010 – qu'il avait annoncé dans un article de 2008 – il rejoint le pays. Nommé conseiller scientifique pour les Nations Unies, il demeurera sur place deux ans, s'investissant profondément dans ce rôle, tout en poursuivant ses activités de recherche. On lui doit notamment d'avoir préparé les prises de décision de relocalisation des populations affectées, déclenché le premier code de construction intégrant le risque, permis l'installation du premier réseau sismologique en Haïti ou encore d'avoir initié un master géosciences-géorisques à l'université d'Haïti. Cette expérience lui a permis de comprendre et d'intervenir sur les liens entre science et société dans le contexte très particulier du développement et de l'urgence humanitaire chronique.

De retour en France en 2012, Éric Calais a pris la direction du département Géosciences de l'École normale supérieure. Il y mène depuis de nombreux projets internationaux, toujours dans la Caraïbe, en Afrique et en Asie, mais aussi pour comprendre les séismes mystérieux des régions continentales stables.

Quelques dates

1987	Agrégation, École normale supérieure (ENS)
1991	Thèse de doctorat en Sciences de la Terre (université de Nice – Sophia Antipolis)
1992-1995	Chercheur postdoctoral, Scripps Institution of Oceanography (USA)
1995-2001	Chargé de recherche au CNRS, UMR Géosciences Azur, Sophia Antipolis
2001-2010	Professeur à l'université de Purdue (USA)
2008	Prix Jacob-Fallot-Jérémine de l'Académie des sciences
2010-2012	Conseiller scientifique pour les Nations Unies en Haïti
2012	Prix Frank Press de la Société américaine de sismologie
Depuis 2012	Professeur, directeur du département de Géosciences de l'ENS
Depuis 2016	Membre senior de l'Institut universitaire de France





©DR

ILAN MAREK

Ilan Marek est chimiste organicien de synthèse. Il est internationalement reconnu pour ses recherches originales visant à développer de nouvelles stratégies de synthèse de composés complexes à multiples liaisons carbone-carbone, avec un parfait arrangement spatial.

« La chimie de synthèse est une science qui combine création, élégance et ingéniosité. À la manière des architectes, le chimiste construit des assemblages moléculaires selon des critères artistiques, mais dans un monde infiniment plus petit, et dont les règles sont dictées par la Nature ». Ainsi Ilan Marek conçoit-il ses recherches. Formé durant sa thèse en France et un séjour postdoctoral en Belgique à la chimie organométallique – la chimie des liaisons carbone-métal –, puis à la chimie des carbocations – composés où l'atome de carbone est déficitaire en électrons –, il intègre le CNRS, avant de rejoindre le Technion-Israel Institut of Technologies, dont il dirige aujourd'hui le laboratoire de chimie Mallat.

Ilan Marek perçoit vite les nombreuses limitations des grandes stratégies de synthèse pour l'élaboration rapide de motifs structuraux complexes. Il se penche alors sur la création de carbones quaternaires. Ces structures sont constituées d'atomes de carbone eux-mêmes liés à quatre autres atomes de carbone différemment substitués. Elles entrent dans la composition de nombreux médicaments et produits naturels. Le défi dans le domaine réside dans la

difficulté à maîtriser et à sélectionner la formation de molécules de même composition mais présentant également la même organisation 3D. Ilan Marek et son équipe sont dans ce cadre parvenus à mettre au point des méthodes de synthèse sélectives, dont l'élégance tient en particulier au fait qu'elles peuvent être réalisées en une seule étape, à partir d'hydrocarbures abondants tels que les alcynes, et avec un contrôle complet de la stéréochimie des composés quaternaires obtenus.

Ilan Marek a en outre montré que la rupture de liaison carbone-carbone, un schéma stratégique inverse, permettait la préparation d'entités moléculaires complexes de même degré de sophistication dans l'élaboration des arrangements spatiaux. Plus récemment, il s'est investi dans la mise au point de procédés visant à la fonctionnalisation de composés organiques non plus sur la position la plus réactive de la molécule, mais sur la position la moins réactive. Cette nouvelle approche synthétique permet ainsi de manipuler des substrats de manière complètement innovante et d'accéder à des transformations qui étaient auparavant impossibles.

Quelques dates

1988	Thèse à l'université Pierre et Marie Curie (UPMC, Paris)
1990	Chargé de recherche au CNRS (UPMC, Paris)
1997	Professeur assistant, Technion-Israel Institute of Technology
2000	Professeur associé, Technion-Israel Institute of Technology
2004	Professeur, Technion-Israel Institute of Technology
2005	Titulaire de la chaire académique Sir Michael and Lady Sobell
2011	Royal Society Chemistry Organometallic Award (Royaume-Uni)
2012	Janssen Pharmaceutica Prize for Creativity in Organic Synthesis
2012	Israel Chemical Society Excellence Award
2013	Moore Distinguished Scholar Appointment, California Institute of Technology
2015	The Weizmann Prize for Exact Sciences

JANINE COSSY

Janine Cossy est une spécialiste de la synthèse de molécules complexes, naturelles et/ou biologiquement actives. Pour atteindre ses cibles, elle met au point des outils synthétiques répondant à des critères d'innocuité et d'impact environnemental. Récemment, son intérêt s'est porté sur le transport de molécules actives vers les tumeurs.



©DR

« Après avoir détesté la chimie au lycée, j'ai redécouvert la chimie organique à l'université. Depuis, mon intérêt pour la discipline n'a fait que croître ». C'est ainsi qu'après avoir commencé des études de biologie, Janine Cossy s'est finalement tournée vers une thèse portant sur la transformation de molécules organiques sous irradiation UV. Après un stage post-doctoral aux États-Unis, elle oriente ses travaux vers la synthèse de composés naturels bioactifs. Cette direction se renforcera à son retour en France et tout au long de sa carrière.

Dans le laboratoire de Chimie organique qu'elle dirige à l'École supérieure de physique et de chimie industrielles de Paris, Janine Cossy met au point des outils synthétiques visant à produire des molécules d'intérêt biologique que la Nature ne fournit pas en quantité suffisante pour être exploitées à des fins thérapeutiques. Elle développe notamment un procédé photochimique de transfert d'électrons qui génère des radicaux pour réaliser la synthèse de composés tels que des alcaloïdes, des stéroïdes ou encore des terpènes. Elle travaille également à la mise au point de méthodes organométalliques

permettant de construire le squelette de molécules complexes en utilisant des quantités catalytiques de sels métalliques peu coûteux et inoffensifs. Janine Cossy a recours à ces méthodes pour réaliser, entre autre, la synthèse de molécules antitumorales, anti-inflammatoires et antifongiques. Ces recherches intéressent fortement les grands groupes pharmaceutiques et agrochimiques, avec lesquels elle collabore très étroitement. Plus récemment, Janine Cossy et son équipe s'intéressent au développement de procédés minimisant les effets secondaires d'anticancéreux. Pour cela, en collaboration avec des physico-chimistes et des physiciens, elle compte sur une méthode d'encapsulation de molécules au sein de microgouttelettes capables, au sein de l'organisme, d'acheminer les molécules vers les tumeurs.

En parallèle de ces recherches, Janine Cossy a cofondé deux start-ups. L'une est dédiée à la synthèse des produits secondaires formés lors de la synthèse de molécules bioactives, et l'autre se concentre sur la synthèse d'immunoconjugués pour le traitement du cancer de la vessie.

Quelques dates

1976-1979	Doctorat en sciences physiques, université Champagne Ardenne, Reims
1980-1982	Séjour post-doctoral à l'université de Madison (Wisconsin, États-Unis)
1976-1990	Chercheur CNRS
Depuis 1990	Professeur de chimie organique à l'École supérieure de physique et de chimie industrielles de la Ville de Paris (ESPCI).
1992-2013	Directrice de l'unité de recherche CNRS 7084
1996	Médaille d'argent du CNRS
2009	Prix Le Bel de la Société chimique de France
2015	E. C. Taylor Senior Award (USA)



©Hallbauer&Fioretti,
Braunschweig, Germany

EMMANUELLE CHARPENTIER

Emmanuelle Charpentier est microbiologiste, biochimiste et généticienne. En 2012, elle a mis au point un outil de génie génétique révolutionnaire, appelé CRISPR-Cas9. Sa découverte permet de modifier à volonté le patrimoine génétique de n'importe quelle cellule végétale, animale ou humaine, en coupant ou insérant de l'ADN de manière très ciblée. De la biologie fondamentale à l'espoir de nouvelles thérapeutiques contre les maladies graves, le champ des applications potentielles de CRISPR-Cas9 est considérable.

“La découverte de la technologie CRISPR-Cas9 souligne l'importance de la microbiologie fondamentale. Je suis heureuse de constater son apport considérable dans des applications multiples, notamment son développement pour le traitement de maladies sévères.” Pour le monde de la biologie comme pour Emmanuelle Charpentier, il y a en effet un avant et un après CRISPR-Cas9. C'est à l'Institut Pasteur que la scientifique débute sa carrière, où elle conduit une thèse sur la résistance des bactéries aux antibiotiques. Elle gagne ensuite les États-Unis, puis l'Autriche et la Suède. Elle cherche alors à décrypter un système utilisé par les bactéries pour inactiver et se défendre des virus qui les infectent. Son équipe publie en 2011 un article clé qui décrit CRISPR-Cas9, un système composé de la protéine Cas9 et d'un duplex de molécules d'ARN. Percevant le potentiel de la découverte dans le domaine du génie génétique, elle continue ses recherches et engage une collaboration avec l'américaine Jennifer Doudna. En 2012, elles publient le résultat de leur travail : CRISPR-Cas9 développé en outil d'édition génique universel.

Cas9 est une enzyme spécialisée pour couper la double hélice de l'ADN. CRISPR est une séquence génétique qui amène Cas9 à reconnaître et à se positionner sur une région choisie du génome. Le tandem CRISPR-Cas9 constitue ainsi un système de ciseaux moléculaires très précis, capable de couper l'ADN, d'inactiver des gènes ou d'en introduire de nouveaux, mais aussi de modifier l'ADN et son expression.

La technique CRISPR-Cas9 est simple, fiable, rapide, précise et peu coûteuse. C'est une révolution. Elle est immédiatement adoptée par les laboratoires du monde entier pour la recherche fondamentale, mais également dans le domaine des thérapies géniques, biotechnologies... Emmanuelle Charpentier est rapidement distinguée au plus haut niveau international. Elle n'en poursuit pas moins ses recherches à l'Institut Max-Planck de la biologie infectieuse, à Berlin, dont elle dirige un département depuis 2015. Ses recherches se concentrent principalement sur les bactéries pathogènes pour l'homme. Elle a également co-fondé la société CRISPR Therapeutics, qui développe la technologie CRISPR pour le traitement de maladies rares et sévères.

Quelques dates

1992-1996	Thèse puis chercheur à l'Institut Pasteur
1996-2002	Chercheur dans différents laboratoires américains, dont l'université Rockefeller et le Centre médical de l'université de New York (États-Unis)
2002 – 2009	Chef de laboratoire de différents laboratoires de l'université de Vienne (Autriche)
2009 – 2014	Chef de laboratoire à l'université d'Umeå (Suède)
2013 – 2015	Chef du département de régulation en biologie de l'infection (Centre Helmholtz pour la recherche infectieuse) et Professeur à l'École de médecine de Hanovre (Allemagne)
2015	Directrice du département de Régulation en biologie de l'infection de l'Institut Max-Planck de la Biologie infectieuse et Professeur honoraire à l'université Humboldt (Allemagne)

ÉRIC KARSENTI

Eric Karsenti est biologiste, spécialiste des mécanismes qui permettent à la cellule de s'organiser pour se diviser. Il est également à l'origine de l'expédition Tara Océans, une ambitieuse campagne océanographique de recensement et d'étude de toute la biodiversité planctonique de la planète.



©DR

Entre ses différents laboratoires et la goélette Tara, à bord de laquelle il a sillonné les mers du globe, Éric Karsenti s'est dessiné une carrière peu commune. « Intéressé depuis toujours par les problèmes de morphogénèse, je suis aussi un grand passionné de mer et de navigation à voile, explique-t-il. J'ai débuté mes recherches par une thèse en immunologie, à l'Institut Pasteur, tout en naviguant l'été pour enseigner la croisière sur les côtes bretonnes ». Il gagne ensuite les États-Unis pour un stage post-doctoral, et initie ses travaux sur les mécanismes de la division cellulaire, jusqu'alors peu décrits. Tout juste sait-on qu'il existe au sein de la cellule en division un squelette interne formé de microtubules, chargés de guider et de répartir de manière strictement équivalente les chromosomes à ses deux pôles. Éric Karsenti met alors en évidence, à contre-courant des conceptions de l'époque, que les chromosomes induisent eux-mêmes la formation des microtubules.

Éric Karsenti rejoint ensuite le laboratoire européen de biologie moléculaire (EMBL), à Heidelberg (Allemagne), où il poursuit, en tant que chef de groupe,

puis directeur d'unité, ses travaux sur le cycle cellulaire, et en particulier sur l'horloge et l'organisation spatiale interne des cellules en division. Ses recherches multidisciplinaires apportent pour la première fois un éclairage biochimique et physique de ces phénomènes et de l'auto-organisation du cytosquelette.

En 2009, lui et son équipe de biologistes cellulaires et moléculaires, d'océanographes, de physiciens et de spécialistes en microscopie optique se lancent dans une audacieuse aventure : l'expédition Tara Océans. La mission a pour but de caractériser, dans son exhaustivité, l'écosystème le plus important de notre planète : le plancton océanique. Le consortium identifie ainsi les 95% de virus océaniques jusqu'alors inconnus, révèle l'existence de 40 millions de gènes bactériens, répertorie 150 000 genres de protistes et plus de 100 millions de gènes eucaryotes, et fournit un nombre considérable de données sur la nature du plancton, sa sensibilité à la température, les symbioses... Ces résultats, mis en libre accès, constituent à ce jour la plus importante base de données interconnectée du monde pour un écosystème.

Quelques dates

1979	Thèse à l'université Paris VII et l'Institut Pasteur
1979-1981	Chercheur CNRS, à l'Institut Pasteur
1981-1984	Stage post-doctoral à l'université de Californie (San Francisco, États-Unis)
1985-1994	Chef de groupe, unité de biologie cellulaire à l'EMBL (Heidelberg, Allemagne)
2000-2003	Directeur de l'Institut Jacques Monod (Paris)
1994-2009	Directeur de l'unité biologie cellulaire et biophysique à l'EMBL
Depuis 2009	Directeur scientifique de Tara Océans
Depuis 2010	« Scientifique de haut niveau », puis « visiteur » à l'EMBL
Depuis 2013	Directeur de recherche émérite CNRS à l'École normale supérieure (ENS), Paris
2015	Médaille d'or du CNRS



©Inserm/P. Delapierre

ALAIN CHÉDOTAL

Alain Chédotal est neurobiologiste. Il étudie comment les neurones se connectent les uns aux autres, notamment entre les parties droite et gauche du cerveau, au cours du développement embryonnaire ou dans le contexte de certaines maladies neurologiques. Pour observer les anomalies anatomiques de « branchement » entre ces cellules, il a mis au point une technique d'imagerie originale, grâce à laquelle son équipe a établi la première cartographie 3D de l'embryon humain.

Comment un neurone parvient-il à trouver, parmi les milliards d'autres cellules nerveuses du cerveau, celles auxquelles il doit se connecter ? La question est au cœur du parcours de recherche d'Alain Chédotal. « *J'ai découvert les neurosciences un peu par hasard, à l'occasion d'un stage d'été à Montréal, qui m'a poussé à changer de cursus* » explique-t-il. Diplômé de l'École normale supérieure de Lyon, ce neurobiologiste s'intéresse en effet depuis sa thèse aux signaux moléculaires guidant dans le cerveau embryonnaire la croissance des axones, ces longues fibres des neurones qui véhiculent le message nerveux. Après un stage post-doctoral à Berkeley (États-Unis), il obtient un poste à l'Inserm et devient chef d'équipe à l'université Pierre-et-Marie-Curie. Il dirige aujourd'hui le département de Développement de l'Institut de la Vision.

Avec son équipe, Alain Chédotal étudie plus précisément le rôle des molécules orchestrant la navigation des axones dits commissuraux. Ces derniers connectent la moitié droite et la moitié gauche du cerveau, et nous permettent par exemple de voir en relief, de localiser des sons dans l'espace, ou de

coordonner nos mouvements. Un défaut de guidage des axones commissuraux peut perturber ces fonctions et provoquer des maladies neurologiques, comme le syndrome HGPPS, qui associe chez les patients une scoliose sévère à une paralysie des mouvements oculaires horizontaux. Alain Chédotal a développé un modèle animal de cette maladie qui a permis de mieux en comprendre les causes. Les molécules de guidage axonal sont par ailleurs impliquées dans d'autres processus, comme la cancérisation, l'immunité, ou, comme l'a montré Alain Chédotal, dans l'angiogénèse. Les recherches de ce scientifique trouvent ainsi des applications dans de nombreux champs de la biologie et de la médecine. Pour pouvoir mener ces travaux, Alain Chédotal a développé une technique d'imagerie révolutionnaire, associant immunomarquage et microscopie tridimensionnelle, et permettant l'observation de grands échantillons (embryon entier, cerveaux). Plus récemment, il a appliqué cette nouvelle technologie à l'observation du développement gestationnel chez l'Homme, établissant ainsi la première base de données 3D d'embryologie humaine.

Quelques dates

1991-1992	Research Fellow à l'Institut neurologique de Montréal (Canada)
1992-1995	Thèse en neurosciences à l'université Pierre-et-Marie-Curie
1995- 1997	Séjour postdoctoral à l'université de Berkeley (États-Unis)
1997-2002	Chargé de recherche Inserm, hôpital de La Pitié Salpêtrière
2003 - 2007	Directeur de recherche et chef d'équipe, université Pierre-et-Marie-Curie
Depuis 2008	Chef d'équipe et coordinateur du département de Développement, Institut de la Vision
2017	Prix Recherche Inserm



FRANCIS-ANDRÉ WOLLMAN

Les recherches de Francis-André Wollman concernent l'étude de la photosynthèse, son adaptation aux changements environnementaux et la régulation de l'expression génétique et de l'assemblage protéique dans le chloroplaste. Grâce à ses travaux, le chercheur a établi une cartographie fine de l'organisation fonctionnelle supramoléculaire de l'appareil photosynthétique.



©DR

De formation universitaire en physicochimie, Francis-André Wollman se penche d'abord sur la biologie des membranes, et en particulier celles de la cellule végétale. Il en vient à s'intéresser à l'appareil photosynthétique des organismes chlorophylliens qui produisent ainsi leurs propres matières organiques en utilisant l'énergie lumineuse. Il est aujourd'hui responsable de l'unité Physiologie membranaire et moléculaire du chloroplaste (CNRS/Sorbonne-Université) à l'Institut de Biologie physico-chimique, dont il est le directeur. Il consacre une part de ses efforts à mieux faire connaître le monde de la recherche et ses enjeux aux responsables politiques et au grand public.

Les travaux de Francis-André Wollman et de son laboratoire ont notamment pour objet la flexibilité fonctionnelle de la photosynthèse, qui permet aux plantes et aux algues de s'acclimater aux changements environnementaux. Le chercheur étudie également la régulation de la synthèse de l'appareil photosynthétique. Celle-ci requiert l'expression conjointe de gènes répartis au sein du noyau et du chloroplaste, deux compartiments cellulaires bien

distincts. En utilisant pour modèle l'algue unicellulaire *Chlamydomonas reinhardtii*, Francis-André Wollman a montré comment le génome du noyau orchestre un dispositif de protéines régulatrices, qui gouvernent l'expression de chaque gène chloroplastique.

Francis-André Wollman est également à l'origine de la découverte du « processus CES ». Ce système de régulation très original permet à certaines sous-unités protéiques de l'appareil photosynthétique, codées par le génome du chloroplaste, de bloquer la traduction de leur propre ARNm lorsque l'un de leurs partenaires d'assemblage fait défaut. Plus récemment, les recherches de Francis-André Wollman se sont orientées vers des problématiques évolutives, en lien avec l'endosymbiose. Ce processus a permis à une cyanobactérie, il y a plus d'un milliard d'années, d'intégrer une cellule eucaryote, ce qui est à l'origine de toutes les plantes et algues douées de photosynthèse. Grâce à ces travaux, Francis-André Wollman espère décrypter et éclairer d'un jour nouveau les mécanismes qui sous-tendent le dialogue entre le noyau et le chloroplaste.

Quelques dates

1982	Thèse à Paris VII
1980	Attaché de recherche au CNRS
1983	Chargé de recherche au CNRS
1989	Directeur de recherche CNRS
Depuis 1998	Directeur de l'unité « Physiologie membranaire et moléculaire du chloroplaste » à l'Institut de biologie physico-chimique (IBPC), CNRS-Sorbonne-Université
2000	Médaille d'argent du CNRS
Depuis 2007	Directeur de l'Institut de biologie physico-chimique
Depuis 2011	Directeur du LabEx DYNAMO



©DR

OLIVIER HERMINE

Médecin et chercheur, Olivier Hermine est hématologue. Avec dextérité, il conjugue recherche fondamentale, développement thérapeutique et approche translationnelle, pour explorer un champ de sujets très vastes. Ses travaux ont notamment apporté des contributions majeures pour comprendre et imaginer des traitements contre des pathologies de l'hémoglobine, des lymphomes rares, la mastocytose et les maladies où le mastocyte pourrait jouer un rôle, comme certaines pathologies neurologiques, inflammatoires ou malignes.

Pour Olivier Hermine, la recherche fondamentale nourrit les applications cliniques... autant que l'inverse. Médecin et chercheur, il a donc choisi pour philosophie, dès le début de sa carrière, de faire parler ces deux mondes. « *Ceux qui ne croient pas en l'impossible sont priés de ne pas déranger ceux qui sont en train de le faire* », emprunte-t-il à Voltaire. Il dirige aujourd'hui le service d'hématologie adultes à l'hôpital Necker-Enfants malades, coordonne le centre national de référence des mastocytoses, le labex GrEx, et est responsable du laboratoire Mécanismes cellulaires et moléculaires des troubles hématologiques et implications thérapeutiques à l'Institut Imagine.

Les travaux de recherche fondamentale d'Olivier Hermine concernent principalement la formation des globules rouges. Avec son équipe, il a révélé l'équilibre délicat amenant les cellules érythropoïétiques soit à se différencier, soit vers leur mort cellulaire (apoptose). Cette découverte permet désormais d'expliquer les mécanismes de plusieurs maladies comme la bêta-thalassémie, certaines myélodysplasies et anémies congénitales. Les voies thérapeutiques qu'elle ouvre

pourraient s'étendre au traitement de certains cancers et maladies neurodégénératives. Olivier Hermine a également mis en évidence le rôle clé du fer, favorable à la prolifération cellulaire, et créé Inatherys, une start-up qui développe une stratégie de traitement des leucémies et des lymphomes fondée sur le sevrage des cellules cancéreuses en fer pour induire leur apoptose.

Olivier Hermine s'intéresse à d'autres axes de recherche, comme la mastocytose. Partant d'observations cliniques, il s'efforce de comprendre comment une mutation dans le gène *KIT* peut être responsable des phénotypes et des évolutions variables de la maladie. Ces recherches ont été le point de départ de la création d'une autre *start-up*, AB Science. Celle-ci développe des inhibiteurs de KIT pour le traitement des mastocytoses et d'autres pathologies, neurologiques (maladie de Charcot) ou inflammatoires, susceptibles d'impliquer les mastocytes ou les macrophages. De manière plus récente, son équipe s'attache au développement de nouvelles thérapies ciblées contre les lymphomes et les leucémies associés aux virus (HTLV-1, hépatite C et E).

Quelques dates

1979-1985	Études de médecine à Cochin Port-Royal (université Paris Descartes)
1982	Admissibilité à l'École normale supérieure
1987-90	Chercheur associé à l'université de Chicago
1989-95	Thèse sur le rôle des facteurs de croissance dans les cellules en différenciation
1992	Médecin, puis en 1999, professeur au sein du département d'Hématologie (hôpital Necker-Enfants malades)
1996-2012	Chef d'un groupe de recherche CNRS sur l'hématopoïèse, l'immunologie et les virus
Depuis 2009	Chef du service d'hématologie à l'hôpital Necker
2012	Grand prix de la Fondation de France
Depuis 2013	Directeur du laboratoire Mécanismes cellulaires et moléculaires des troubles hématologiques et implications thérapeutiques (Inserm/CNRS à l'Institut Imagine)



DOMINIQUE COSTAGLIOLA

Dominique Costagliola est épidémiologiste et biostatisticienne. Depuis le début de sa carrière, elle s'investit dans l'étude et la modélisation de l'infection par le VIH. Ses travaux pionniers ont marqué l'histoire de l'épidémie, et ont fourni des données de référence en matière de paramètres cachés de l'épidémie, d'optimisation des traitements et d'évaluation du pronostic, et plus récemment sur le dépistage et la prévention, qui ont éclairé les autorités de santé.



©DR

Les outils de la biostatistique, le regard de l'experte en santé publique. Avec cette double approche, Dominique Costagliola étudie depuis plus de 30 ans l'épidémie de sida. Physicienne et ingénieure, elle a intégré l'Inserm en tant que chercheur épidémiologiste et est aujourd'hui à la tête de l'Institut Pierre Louis d'Épidémiologie et de Santé Publique. Elle dirige également l'École doctorale Pierre Louis de santé publique à Paris (Sorbonne-Université, Paris Descartes et Paris Diderot).

Les premiers travaux de Dominique Costagliola ont porté sur les paramètres cachés de l'épidémie. Elle a profondément redéfini les connaissances de l'époque en mettant par exemple en évidence la très longue incubation du virus, ou en identifiant le troisième trimestre de grossesse et l'accouchement comme les plus à risque pour la transmission materno-fœtale, ce qui a amené à proposer un traitement préventif en fin de grossesse. Elle a également mis au point un modèle statistique fournissant les données essentielles sur la prévalence de l'infection en France, le nombre de nouvelles contaminations par an, de personnes vivant avec le VIH... Plus récemment, en pointant le délai trop

long entre infection et diagnostic, ses travaux ont souligné la nécessité de revoir la politique de dépistage et de développer une approche prophylactique de prévention vis-à-vis des personnes exposées. Ces recherches ont guidé et guident les stratégies de lutte contre le VIH/sida.

Dominique Costagliola a participé à la constitution de la base de données hospitalières française sur l'infection par le VIH, devenue depuis la plus grande base de données mondiale. Ses travaux ont aidé à évaluer et à orienter les choix thérapeutiques chez les patients. Elle a ainsi mesuré l'effet des antirétroviraux et la morbidité sévère de pathologies comme les cancers et l'infarctus du myocarde, ce qui a conduit à recommander de traiter les personnes infectées de façon précoce par le VIH, sans attendre la dégradation de leur état immunitaire.

Dominique Costagliola a par ailleurs conseillé les grandes agences sur d'autres enjeux majeurs de santé publique, comme l'encéphalite spongiforme bovine (vache folle), la vaccination contre l'hépatite B, ou encore la surveillance et la promotion du bon usage du médicament en France.

Quelques dates

1977	Ingénieur civil de l'École nationale supérieure des télécommunications (ENST)
1981	Thèse de doctorat de troisième cycle, spécialité biomathématique
1982	Entrée à l'Inserm, en tant qu'attachée de recherche, puis chargée de recherche, directeur de recherche.
1992-2001	Directrice du service commun 4 Inserm
Depuis 2002	Directrice d'une unité Inserm/Sorbonne-Université, mono-équipe (2002-2008 U720) pluri-équipes (2009-2013 U943), puis d'un centre de recherches (depuis 2014)

Notes

A series of horizontal dotted lines for writing notes, spanning the width of the page.





Ce document a été réalisé à l'occasion de la cérémonie de réception des membres élus en 2017 à l'Académie des sciences, organisée le 29 mai 2018.

Direction de la publication : Pascale Cossart, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences

Rédaction en chef : Marion Doucet

Conception graphique et réalisation : Sophie Gillion

Impression : Boudard Impression - Mai 2018

ISBN : 2-909344-35-5



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